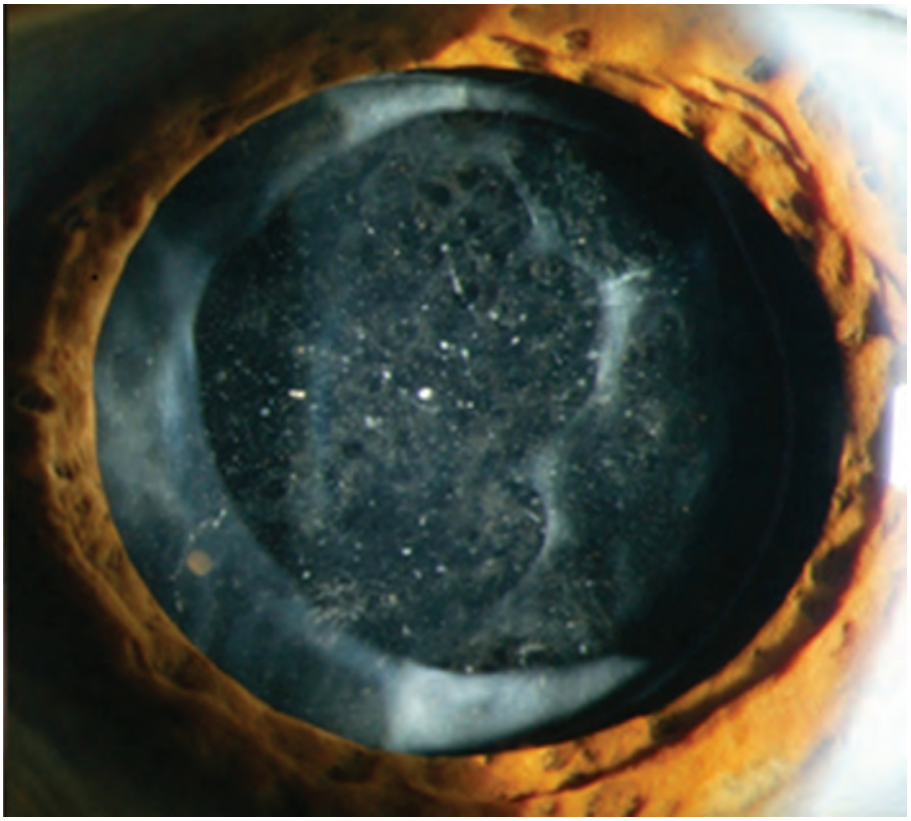
ISSN 1816-5095 (print)
ISSN 2500-0845 (online)

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Volume 23, Number 2 (June), 2026

Том 23, номер 2 (июнь), 2026 год



Вторичная катаракта
Secondary cataract (p. 306)

http://www.ophthalmojournal.com

СОВРЕМЕННАЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

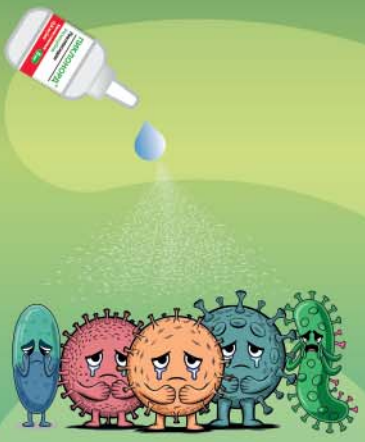
Северная ЗВЕЗДА
Нам доверяют!

ПРОТИВОМИКРОБНОЕ СРЕДСТВО

БЕЗ РЕЦЕПТА!

СОСУДОСУЖИВАЮЩЕЕ, ПРОТИВООТЁЧНОЕ СРЕДСТВО

БЕЗ РЕЦЕПТА!



ПРОТИВОАЛЛЕРГИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО

НЕСТЕРОИДНЫЙ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ

АНТИОКСИДАНТ, АНГИОПРОТЕКТОР

МИДРИАТИЧЕСКИЙ ПРЕПАРАТ

ns03.ru

РЕКЛАМА

НАЛИЧИЕ В АПТЕКАХ, АПТЕЧНЫХ СЕТЯХ, НА МАРКЕТПЛЕЙСАХ И АГРЕГАТОРАХ

ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВА GMP

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. НЕОБХОДИМО ПРОКОНСУЛЬТИРОВАТЬСЯ СО СПЕЦИАЛИСТОМ

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY IN RUSSIA
Том 23, номер 2, 2026 Volume 23, Number 2, 2026

© Оформление, составление, редактирование.
Журнал «ОФТАЛЬМОЛОГИЯ»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации в Государственном комитете РФ по делам печати ПИ №77-1782 от 27.01.2004.
Научно-практический журнал «Офтальмология» издается с 2004 года.
ISSN 1816-5095 (print), ISSN 2500-0845 (online).
В журнале публикуются оригинальные научные статьи, обзоры по всем аспектам клинической и экспериментальной офтальмологии.
Периодичность издания 4 номера в год.
Тираж 1000 экземпляров.
Адрес редакции, издателя:
121609 Москва, Рублевское шоссе, 48/1

Журнал входит в перечень периодических научных изданий РФ, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

Журнал индексируется базой данных Scopus. Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Журнал реферируется и вводится в базу данных ВИНИТИ РАН, DOAJ, EBSCO, RNMJ.

Охраняется законом РФ №5351-1 «Об авторском праве и смежных правах» от 9 июля 1993 года. Контент распространяется под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License. Нарушение закона будет преследоваться в судебном порядке.

Научный редактор:
к.м.н. Т.Н. Вазило, тел. +7 (916) 5402914
Реклама и распространение:
д.м.н., профессор Е.Г. Полунина, генеральный директор издательской группы журнала «Офтальмология», тел. +7 (916) 6329974, e-mail: visus-novus@mail.ru

ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ «ОФТАЛЬМОЛОГИЯ»
Подписку на журнал «Офтальмология» можно оформить в интернет-каталоге www.pressa-rf.ru и www.akc.ru или
через ГК Урал-Пресс, связавшись с отделом подписки по электронной почте/телефону.
Подписной индекс — 84205
Свободная цена

Статьи публикуются в полнотекстовом варианте на сайте журнала
http://www.ophthalmojournal.com,
а при наличии перевода статьи авторами (или редакцией) на английский язык она может быть также размещена на сайте журнала.

Отпечатано в ООО «Издательство"Триада"»:
пр-т Чайковского, 9, оф. 514, Тверь, 170034,
Российская Федерация.
Выход в свет: 29.06.2026.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор

Трубилин Владимир Николаевич — д.м.н., профессор, руководитель Центра офтальмологии ФМБА России, заведующий кафедрой офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России», Москва, Россия

Учредитель/издатель

Куренков Вячеслав Владимирович — д.м.н., профессор, директор офтальмологической клиники доктора Куренкова, Москва, Россия

Заместитель главного редактора

Дементьев Дмитрий Давидович — медицинский директор Международного офтальмологического центра, Москва, Россия

Генеральный директор издательской группы журнала

Полунина Елизавета Геннадьевна — д.м.н., профессор кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России», Москва, Россия

Редакционный совет

Аветисов Сергей Эдуардович — д.м.н., профессор, академик РАН, член-корреспондент РАЕН, научный руководитель ФГБНУ «НИИ глазных болезней» РАН, заведующий кафедрой глазных болезней Первого Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова, Москва, Россия

Бровкина Алевтина Федоровна — д.м.н., академик РАН, профессор кафедры офтальмологии с курсом детской офтальмологии Российской государственной медицинской академии последипломного образования, Москва, Россия

Егоров Евгений Алексеевич — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАЕН, профессор кафедры офтальмологии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Корниловский Игорь Михайлович — д.м.н., профессор кафедры глазных болезней института усовершенствования врачей Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Курышева Наталия Ивановна — д.м.н., профессор, заведующая кафедрой глазных болезней МБУ ФМБА России, заведующая консультативно-диагностическим отделением Центра офтальмологии ФМБА России, Москва, Россия

Малюгин Борис Эдуардович — д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой заболеваний роговицы глазного института Штейна и медицинской школы Дэвида Геффена

Мамиконян Вардан Рафаелович — д.м.н., профессор, зав. отделением офтальмологии медицинского научно-образовательного центра МГУ им. М.В. Ломоносова

Маркова Елена Юрьевна — д.м.н., профессор кафедры глазных болезней, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

Медведев Игорь Борисович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии факультета усовершенствования врачей Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Мошетова Лариса Константиновна — д.м.н., профессор, академик РАН, Российская медицинская академия последипломного образования Минздрава России, Москва, Россия

Нероев Владимир Владимирович — д.м.н., профессор, академик РАН, директор Национального медицинского исследовательского центра глазных болезней имени Гельмгольца, Москва, Россия

Овечкин Игорь Геннадьевич — д.м.н., профессор кафедры офтальмологии Академии постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России», Москва, Россия

Пивоваров Николай Николаевич — д.м.н., профессор кафедры офтальмологии Российской медицинской академии последипломного образования, Москва, Россия

Иностранные члены редакционной коллегии

Двали Мераб Леонидович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии Тбилисского государственного медицинского университета (ТГМУ), Тбилиси, Грузия

Иоаннис Палликарис — доктор наук, профессор, руководитель отделения офтальмологии Университета Крита, Крит, Греция

Маттео Пиовелла — доктор наук, научный директор Центра амбулаторной хирургии, Монца, Италия

Кеннет Хоффер — доктор наук, профессор Калифорнийского университета, Лос-Анджелес, США

Жайро Е. Хойос — д.м.н., директор Института офтальмологии Хойоса, Сабадель, Испания

Игорь Соломатин — д.м.н., профессор, главный специалист Глазного центра доктора Соломатина (Латвия), ассоциированный профессор Латвийского университета, Рига, Латвия

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY IN RUSSIA
Том 23, номер 2, 2026 Volume 23, Number 2, 2026

© Compilation, design, editing.
"Ophthalmology in Russia"

Registered at the Federal Service for Surveillance of Communications, Information Technologies and Mass Media under the number ПИ №77-1782, 27.01.2004.
"Ophthalmology in Russia" is quarterly Scientific and Practical Journal published since 2004.
ISSN 1816-5095 (print),
ISSN 2500-0845 (online).
Journal publishes original articles and reviews on all aspects of applied and experimental ophthalmology.
Circulation: 1000 copies.

Editorial Office, Publisher:
Rublevskoye Shosse, 48/1, Moscow, 121609, Russian Federation.

The Journal is included into the Higher Attestation Commission (HAC) list of periodicals (the list of leading peer-reviewed scientific journals recommended for publishing the basic research results of doctor and candidate theses).

Journal is indexed by Scopus. Journal is included into Russian Science Citation Index (RSCI), VINITI, Russian Academy of Science database, DOAJ, EBSCO, RNMJ.

Protected by the Russian Federal Law RF №5351-1 "On author and Related Rights" dated July 9, 1993. Content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License. Violations are a matter for prosecution.

Scientific Editor:
T. Vazilo, PhD, Phone: +7 (916) 5402914
Advertising and Distribution:
E. Polunina, MD, Director General of "Ophthalmology in Russia" Editorial Group, Phone: +7 (916) 6329974, e-mail: visus-novus@mail.ru

You can subscribe to the journal "Ophthalmology in Russia" in the Internet catalog www.pressa-rf.ru and www.akc.ru or via Ural-Press Group of Companies, by contacting the subscription department by e-mail / phone.
Subscription index 84205
Price: Flexible.

Full-text articles are published at the official Journal web-site and free of charge — **http://www.ophthalmojournal.com,** English full-texts are also available if any article is translated by authors or Editorial Office.

Printed by Publishing House Triada, Ltd.
Address: 9, office 514, Tchaikovsky ave., Tver, 170034, Russian Federation.
Publication date: June 29, 2026.

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

Vladimir N. Trubilin — PhD, MD, Professor, Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Head of the Ophthalmology Department, Moscow, Russia

Founder/Publisher

Vyacheslav V. Kurenkov — PhD, MD, Chief of Ophthalmology Clinic, Professor, Moscow, Russia

Deputy Editor-in-chief

Dmitry D. Dementyev — MD, International Ophthalmologic Center, Medical Director, Moscow, Russia

Executive director of Ophthalmology publishing group

Elizabeth G. Polunina — PhD, MD, Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Department of Ophthalmology, Professor, Moscow, Russia

Editorial council

Sergei E. Avetisov — PhD, MD, Professor, Academician of Russian Academy of Science, Institute of Eye Diseases, Director on Science, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Department of Ophthalmology, Chief, Moscow, Russia

Alevtina F. Brovkina — PhD, MD, Academician of Russian Academy of Science, Department of Ophthalmology, Russian State Medical Academy of Postgraduate Medical Education, Professor, Moscow, Russia

Evgeny A. Egorov — PhD, MD, Professor, Russian Academy of Medical Education, Department of Ophthalmology, Moscow, Russia

Igor M. Kornilovsky — PhD, MD, Professor, Russian Academy of Postgraduate Medical Education, Department of Ophthalmology, National Medicine-surgery Center of N.I. Pirogov, Clinic of Ophthalmology, Moscow, Russia

Natalia I. Krysheva — PhD, MD, Professor, Head of the Eye Diseases Department FMBA of Russia, Head of the Consultative and Diagnostic Department of the Ophthalmology Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

Boris E. Malyugin — PhD, MD, Professor of Ophthalmology, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chair in Cornea Disease The Stein Eye Institute, David Geffen School

Vardan R. Mamikonyan — PhD, MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department Medical Scientific and Educational Center of Moscow State University M.V. Lomonosov, Director, Moscow, Russia

Elena Yu. Markova — MD, Professor of the Department of Eye Diseases, Russian University of Medicine, Moscow, Russia

Igor B. Medvedev — PhD, MD, Professor, International Center of Health Protection, Advisor to Director General, Russian Academy of Medical Education, Department of Postgraduate Medical Education (Ophthalmology), Chief, Moscow, Russia

Larisa K. Moshetova — PhD, MD, Professor, Academician of Russian Academy of Science, Russian Academy of Postgraduate Medical Education, Moscow, Russia

Vladimir V. Neroev — PhD, MD, Academician of Russian Academy of Science, Professor, Helmholtz National Medical Center of Eye diseases, Director, Moscow, Russia

Igor G. Ovechkin — PhD, MD, Professor, Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Consulting and Diagnostic Department, Chief, Moscow, Russia

Nikolay N. Pivovarov — PhD, MD, Adjunct Professor, Department of Ophthalmology, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

Merab Dvali — PhD, MD, Professor, Head of Ophthalmology Department of Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia

Ioannis G. Pallikaris — MD, Professor of Ophthalmology, Director of the Vardinoyannion Eye Institute of Crete (VEIC, 1989) and Institute of Vision and Optics (IVO, 2005), Director of the Eye Clinic of the University Hospital of Heraklion, Chairman of the Department of Ophthalmology at the University of Crete, Crete, Greece

Matteo Piovella — MD, Scientific Director of CMA Outpatient Microsurgery Center, Monza, Italy. President of the Italian Society of Ophthalmology (SOI), Member of American Academy of Ophthalmology, Monza, Italy

Igor' Solomatin — PhD, MD, Leading Expert of Dr. Solomatin Eye Center, Adjunct Professor of University of Latvia, Riga, Latvia

Kenneth Hoffer — MD, Clinical Professor of UCLA, St. John's Health Center and UCLA Medical Center Santa Monica, California, USA

Jairo E. Hoyos — MD, Director of Instituto Oftalmológico, Barcelona, Spain

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Том 23, номер 2, 2026 Volume 23, Number 2, 2026

ОБЗОРЫ

Е.Б. Мякошина, А.О. Укина
Искусственный интеллект: аспекты применения в офтальмологии. Ч. 2 223

В.Н. Трубилин, Е.Г. Полунина, А.В. Трубилин, А.А. Андрианова, Д.В. Анджелова, М.Е. Коновалов, Т.А. Привезенцева, Ю.Б. Федосеев
Что должен знать офтальмолог про побочные эффекты «Оземпика» и его аналогов 234

В.И. Зинченко, И.А. Мушкова, А.Н. Каримова
Влияние кераторефракционных вмешательств на биомеханические свойства роговицы. Обзор литературы 242

И.Б. Медведев, Н.С. Башмакова, Н.Н. Дергачева, Н.С. Егорова, Е.В. Самодурова, А.И. Медведева
Основные принципы лечения эндокринной офтальмопатии. Литературный обзор 251

Н.С. Тимофеева
Проблемы интраокулярной коррекции у пациентов после радиальной кератотомии 259

ОФТАЛЬМОХИРУРГИЯ

А.Н. Куликов, С.В. Чурашов, Е.В. Даниленко
Профилактика декомпенсации кератотрансплантата после сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии боевой травмы глаза 268

Д.В. Петрачков, К.В. Барышев, А.Г. Матющенко, А.З. Кашироков
Анатомо-функциональная эффективность модифицированного метода аутотрансплантации сетчатки при сквозных макулярных разрывах большого диаметра 274

Х. Храйстин, Г.А. Осипян, Е.В. Рубайко, М.А. Макарова
Повторный акселерированный локальный кросслинкинг роговичного коллагена в лечении прогрессирующего кератоконуса 281

Ю.Н. Юсеф, Г.В. Воронин, А.В. Волжанин, Т.И. Банкурова
Факоэмульсификация в глазах с прооперированной глаукомой: проблемы и пути решения 287

А.В. Малышев, А.С. Апостолова, Д.Н. Ловпаче, А.А. Сергиенко, А.Ф. Тешев, Г.Ю. Карапетов, М.К. Ашхамахова, Б.Н. Хацукова
Эффективность транссклеральной микроимпульсной циклофотокоагуляции при различных видах глаукомы 294

Р.А. Буря, Н.В. Помыткина, Е.Л. Сорокин, О.В. Данилов
YAG-лазерная дисцизия помутнений задней капсулы хрусталика как возможный предиктор формирования дислокаций комплекса «интраокулярная линза — капсульный мешок» 304

В.И. Зинченко, И.А. Мушкова, А.Н. Каримова
Первые результаты оценки изменений биомеханических свойств роговицы после кераторефракционных операций 311

М.И. Шляхтов, К.Г. Наумов, М.Г. Катаев
Влияние анатомии среднего носового хода на результаты различных методов остеотомии при эндоскопической дакриоцисториностомии 319

В.А. Шаимова, С.Х. Кучкильдина, Т.Б. Шаимов, Р.Б. Шаимов, Ю.В. Носуль, М.С. Ивин, А.Ю. Галин, О.В. Галина
Лазерный витреолизис симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса. Сообщение 2. Проспективный анализ 328

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Д.С. Атарщиков, Е.С. Таскина, А.Е. Егоров, Е.А. Степанова, В.А. Селезнев, Н.И. Кибалина
Основные подходы к стандартизации метода компьютерной томографии орбиты при эндокринной офтальмопатии 335

С.Ю. Калинникова, С.Б. Измайлова, Т.А. Халилова, Н.В. Костюченкова
Коррекция аметропий и лечение синдрома сухого глаза с помощью склеральных контактных линз у пациентов с синдромом лимбальной недостаточности 348

Ю.Н. Юсеф, А.Г. Матющенко, Л. Алхарки, Э.Э. Казарян, А.А. Рафаелян, Д.М. Сафонова, К.В. Барышев, Аль Харки Ю., А.М. Хангишиева
Изменения показателей объемного внутриглазного кровотока при регматогенной отслойке сетчатки 360

В.Л. Точилина, О.В. Юрова
Эффективность медицинской реабилитации детей после оперативного лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия 365

Т.Р. Мухамадеев, Р.Р. Ахмадеев, Э.Ф. Шайхутдинова
Цифровая аккомодационная астенопия. Сообщение 2: показатели аккомодационного ответа у подростков с экранным временем разной продолжительности 373

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Д.С. Атарщиков, Е.С. Таскина, А.Е. Егоров, Н.А. Зубарева, Т.В. Бекетова
Клиническое наблюдение увеита, ассоциированного с HLA-B51: диагностические сложности и современные возможности терапии болезни Бехчета с поражением глаз 380

И.В. Иволгина
Хирургическое лечение офтальмологических осложнений у пациента с синдромом Лайелла. Клинический случай 388

А.Н. Ишкова, О.В. Каменева, В.Л. Кокорев, Н.П. Мамчик, Н.В. Габбасова, В.А. Бесько
Катаракта как профессиональная патология органа зрения. Клинические случаи 396

И.Е. Панова, М.В. Мелихова, Е.М. Свистунова, С.Л. Воробьев
Субклиническое течение холестеатомы орбиты. Клинический случай 402

А.В. Плескова, В.Р. Гетадарян
Врожденная дистрофия базальной мембраны эпителия роговицы у ребенка. Клинический случай 409

И.Г. Овечкин, Е.В. Витушкина
Восстановительное лечение функциональных нарушений аккомодации у пациентов зрительно-напряженного труда с легкой степенью черепно-мозговой травмы. Клинические случаи 413

Р.Р. Файзрахманов, Д.Б. Тутаев, Н.А. Морина
Склеральная фиксация торической интраокулярной линзы. Клинический случай 418

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ОФТАЛЬМОЛОГУ

Д.Ю. Майчук, Е.Е. Зиныч, А.А. Закаева, Е.Б. Мануйлова
Обоснование применения антибактериальной терапии при хронических герпетических кератитах и язвах роговицы 423

Я.Ф. Пестрякова, Т.С. Запорожец, О.Б. Герценберг, Л.Н. Богданович, С.П. Крыжановский, Н.И. Шварева
Клинико-функциональная значимость офтальмонутрицевтиков у пациентов пожилого возраста на разных стадиях развития возрастной макулярной дегенерации 429

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

В.Р. Манцова, С.А. Борзенок, А.В. Головин, Д.С. Островский, А.В. Шацких, М.Х. Хубецова, А.Г. Шичкова, А.Е. Мочалова, А.А. Трошина
Результаты экспериментального исследования *in vitro* новой модели протеза роговой оболочки глаза для сквозного одноэтапного кератопротезирования 437

Е.В. Ерохина, И.Г. Трифаненкова, А.В. Терещенко, Е.С. Чикова
Микроструктура роговицы в норме у кроликов породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии 449

И.В. Васильева, А.Ю. Слонимский, А.В. Васильев
Первый опыт комбинированного лечения наследственных эпителиально-стромальных дистрофий роговицы 456

ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

К.З. Муслимова, О.А. Савочкина, М.Т. Гедулянов
Разработка и тестирование модели наставничества для врача-ординатора в клинической практике института 464

ЮБИЛЕИ

П.О. Пьянкова, Ю.А. Уточкин, А.М. Мукаева
К юбилею присвоения клинике глазных болезней Пермского медицинского университета имени Павла Ивановича Чистякова 468

ОТЗЫВ СТАТЬИ

Отзыв статьи «Особенности локального интерлейкинового статуса пожилых больных первичной закрытоугольной глаукомой» 471

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Том 23, номер 2, 2026 Volume 23, Number 2, 2026

OVERVIEW

E.B. Myakoshina, A.O. Ukina
Artificial Intelligence: Applications in Ophthalmology. Part 2 223

V.N. Trubilin, E.G. Polunina, A.V. Trubilin, A.A. Andrianova, D.V.Andzhelova, M.E. Konovalov, T.A. Privezentseva, Yu.B. Fedoseev
What an Ophthalmologist Should Know about the Side Effects of "Ozempic" and its Analogues 234

V.I. Zinchenko, I.A. Mushkova, A.N. Karimova
Effects of Keratorefractive Surgery on Corneal Biomechanics: A Review of the Literature 242

I.B. Medvedev, N.S. Bashmakova, N.N. Dergacheva, N.S. Egorova, E.V. Samodurova, A.I. Medvedeva
Basic Principles of Treatment of Endocrine Ophthalmopathy. Literature review 251

N.S. Timofeyeva
Problems of Intraocular Correction in Patients after Radial Keratotomy 259

OPHTHALMOSURGERY

A.N. Kulikov, S.V. Churashov, E.V. Danilenko
Prevention of Keratograft Decompensation after Penetrating Keratoplasty in Combined Optical-reconstructive Surgery for Combat Eye Trauma 268

D.V. Petrachkov, K.V. Baryshev, A.G. Matyuschenko, A.Z. Kashirokov
Anatomical and Functional Efficiency of a Modified Method of Autologous Retinal Transplantation for Large Full-thickness Macular Holes 274

H. Khraistin, G.A. Osipyan, E.V. Rubayko, M.A. Makarova
Repeated Accelerated Local Corneal Collagen Crosslinking in the Treatment of Progressive Keratoconus 281

Yu.N. Yusef, G.V. Voronin, A.V. Volzhanin, T.I. Bankurova
Phacoemulsification in Eyes with Prior Glaucoma Surgery: Problems and Solutions 287

A.V. Malyshev, A.S. Apostolova, D.N. Lovpache, A.A. Sergienko, A.F. Teshev, G.Yu. Karapetov, M.K. Ashkhamakhova, B.N. Hatsukova
Efficiency of Transscleral Micropulse Cyclophotocoagulation in Different Types of Glaucoma 294

R.A. Burya, N.V. Pomytkina, E.L. Sorokin, O.V. Danilov
YAG-laser Dissection of Opacities of the Posterior Capsule of the Lens as a Possible Predictor of Formation of the "intraocular lens — capsular bag" Complex Dislocations 304

V.I. Zinchenko, I.A. Mushkova, A.N. Karimova
The First Results of Assessing Changes in the Cornea Biomechanical Properties after Keratorefractive Surgery 311

M.I. Shlyakhtov, K.G. Naumov, M.G. Kataev
Influence of the Middle Nasal Meatus Anatomy on the Outcomes of Various Osteotomy Techniques in Endoscopic Dacryocystorhinostomy 319

V.A. Shaimova, S.Kh. Kuchkildina, T.B. Shaimov, R.B. Shaimov, Yu.V. Nosul, M.S. Ivin, O.V. Galina, A.Yu. Galin
Laser Vitreolysis of Symptomatic Vitreous Floaters. Report 2. Prospective Analysis 328

CLINICAL STUDIES

D.S. Atarshchikov, E.S. Taskina, A.E. Egorov, E.A. Stepanova, V.A. Seleznev, N.I. Kibalina
Basic Approaches to Standardizing the Method of Orbital Computed Tomography in Thyroid Eye Disease 335

S.Yu. Kalinnikova, S.B. Izmaylova, T.A. Khalilova, N.V. Kostjuchenkova
Management of Limbal Stem Cell Deficiency by Using Scleral Contact Lenses for Optical Correction and as a Treatment of Dry Eye Syndrome 348

Yu.N. Yusef, A.G. Matyuschenko, L. Alkharki, E.E. Kazaryan, A.A. Rafaelyan, D.M. Safonova, K.V. Baryshev, Al-Harki Y., A.M. Khangishieva
Changes in Volumetric Intraocular Blood Flow Parameters in Rhegmatogenous Retinal Detachment 360

V.L. Tochilina, O.V. Yurova
The Effectiveness of Restorative Treatment of Children after Surgical Treatment of Concomitant Convergent Alternating Strabismus using Low-frequency Magnetic Therapy and Photostimulation 365

T.R. Mukhamadeev, R.R. Ahmadeev, E.F. Shaykhutdinova
Digital Accommodative Asthenopia. Message 2: Accommodative Response Indicators in Adolescents with Different Screen Times 373

CLINICAL CASE

D.S. Atarshchikov, E.S. Taskina, A.E. Egorov, N.A. Zubareva, T.V. Beketova
Clinical case report: Behcet's Uveitis: Diagnostic Challenges and Modern Treatment Approach 380

I.V. Ivolgina
Surgical Treatment of the Ophthalmological Complications in Lyell's Syndrome. A Clinical Case 388

A.N. Ishkova, O.V. Kameneva, V.L. Kokorev, N.P. Mamchik, N.V. Gabbasova, V.A. Besko
Cataract as an Occupational Pathology of the Organ of Vision. Clinical Cases 396

I.E. Panova, M.V. Melikhova, E.M. Svistunova, S.L. Vorobyev
Subclinical Progressive Course of Orbital Cholesteatoma. Clinical Case 402

A.V. Pleskova, V.R. Getadaryan
Congenital Dystrophy of the Epithelial Basement Membrane in a Child. Clinical Case 409

I.G. Ovechkin, E.V. Vitushkina
Restorative Treatment of Functional Accommodation Disorders in Patients with Visually Stressful Work and Mild Traumatic Brain Injury. Case Studies 413

R.R. Faizrakhmanov, D.B. Tutaev, N.A. Morina
Scleral Fixation of a Toric Intraocular Lens. Clinical Case 418

TIPS FOR OPHTHALMOLOGIST

D.Yu. Maychuk, E.E. Zinych, A.A. Zakaeva, E.B. Manuilova
The Validity of Antibacterial Therapy in Chronic Keratitis and Herpes Virus Corneal Ulcers 423

Ya.F. Pestryakova, T.S. Zaporozhets, O.B. Herzenberg, L.N. Bogdanovich, S.P. Kryzhanovsky, N.I. Shvareva
Clinical and Functional Significance of Ophthalmic Nutraceuticals in Elderly Patients at Different Stages of Age-related Macular Degeneration 429

EXPERIMENTAL RESEARCH

V.R. Mantsova, S.A. Borzenok, A.V. Golovin, D.S. Ostrovsky, A.V. Shatskikh, M.Kh. Khubetsova, A.G. Shichkova, A.E. Mochalova, A.A. Troshina
Results of an *in vitro* Experimental Study of a New Eye Corneal Prosthesis Model for Penetrating Single-stage Keratoprosthetics 437

E.V. Erokhina, I.G. Trifanenkova, A.V. Tereshchenko, E.S. Chikova
Normal Corneal Microstructure in Chinchilla Rabbits According to Confocal Microscopy 449

I.V. Vasilieva, A.Yu. Slonimsky, A.V. Vasiliev
The First Experience of Hereditary Epithelial-stromal Corneal Dystrophies Combined Treatment 456

HEALTHCARE ORGANIZATION ISSUES

K.Z. Muslimova, O.A. Savochkina, M.T. Gedulyanov
Development and Testing of a Mentoring Model for Resident Physicians in the Clinical Practice of the Institute 464

ANNIVERSARIES

P.O. Pyankova, Yu.A. Utochkin, A.M. Mukayeva
On the Anniversary of the Award to the Pavel Ivanovich Chistyakov Perm Medical University Eye Diseases Clinic 468

RETRACTION OF THE ARTICLE

Retraction of the article "Features local interlacing status of elderly patients with primary angle-closure glaucoma" 471

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-223-233

поступила 15.02.25
was received 15.02.25

Искусственный интеллект: аспекты применения в офтальмологии. Ч. 2

Е.Б. Мякошина[1] А.О. Укина[2]

[1] ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

[2] ГБУЗ ЛО «Гатчинская клиническая межрайонная больница»
ул. Рощинская, 15а, корп. 1, Гатчина, Ленинградская обл., 188300, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):223–233**

Меланома хориоидеи — серьезное онкологическое заболевание, требующее своевременного обнаружения для эффективного лечения и сохранения жизни больного. Традиционные методы диагностики имеют ограничения в чувствительности и точности, особенно на ранних стадиях опухолевого процесса. Искусственный интеллект (ИИ) обещает революцию в офтальмологии, позволяя автоматизировать анализ изображений глазного дна и выявлять тонкие признаки опухолей.

В данной обзорной статье рассмотрены современные возможности ИИ в ранней диагностике меланомы хориоидеи. Анализируются преимущества и ограничения применения ИИ в офтальмологии, описываются существующие исследования по разработке и внедрению систем ИИ для диагностики опухолей глазного дна. Обсуждается будущее ИИ в офтальмологии и перспективы развития данного направления.

Статья предназначена для офтальмологов, исследователей и специалистов в области искусственного интеллекта, заинтересованных в повышении эффективности ранней диагностики меланомы хориоидеи и улучшении витального прогноза пациентов.

Ключевые слова: меланома хориоидеи, невус хориоидеи, искусственный интеллект, глубокое обучение, нейронные сети

Для цитирования: Мякошина Е.Б., Укина А.О. Искусственный интеллект: аспекты применения в офтальмологии. Ч. 2. *Офтальмология.* 2026;23(2):223–233. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-223-233

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Artificial Intelligence: Applications in Ophthalmology. Part 2

E.B. Myakoshina[1], A.O. Ukina[2]

[1] Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

[2] Gatchina Interdistrict Clinical Hospital
Roshchinskaya str., 15a, bld. 1, Gatchina, Leningrad region, 188300, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):223–233**

Choroidal melanoma is a serious oncological disease that requires timely detection for effective treatment and saving the patient's life. Traditional diagnostic methods have limitations in sensitivity and accuracy, especially in the early stages of the tumor process. Artificial intelligence (AI) promises to revolutionize ophthalmology, allowing for automated analysis of fundus images and the detection of subtle signs of tumors.

This review article discusses the current capabilities of AI in the early diagnosis of choroidal melanoma. The advantages and limitations of using AI in ophthalmology are analyzed, and existing studies on the development and implementation of AI systems for the diagnosis of fundus tumors are described. The future of AI in ophthalmology and the prospects for the development of this area are discussed.

The article is intended for ophthalmologists, researchers, and specialists in the field of artificial intelligence interested in increasing the efficiency of early diagnosis of choroidal melanoma and improving the vital prognosis of patients.

Keywords: choroidal melanoma, choroidal nevus, artificial intelligence, deep learning, neural networks

For citation: Myakoshina E.B., Ukina A.O. Artificial Intelligence: Applications in Ophthalmology. Part 2. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):223–233. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-223-233

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в диагностику хориоидальной меланомы представляет собой актуальную ветвь исследований на стыке офтальмологии и компьютерных наук. Недавние исследования подчеркивают потенциал алгоритмов ИИ, в частности моделей глубокого обучения, для помощи врачам в дифференциальной диагностике, определении прогноза и дальнейшей тактики лечения опухолей. В данном обзоре будет рассмотрено применение технологий ИИ в офтальмоонкологии.

ПРИМЕНЕНИЕ ИИ В ОФТАЛЬМООНКОЛОГИИ

Публикаций по изучению применения ИИ в этой области не так много, хотя в настоящее время исследования активно ведутся по разнообразным направлениям. Работа 2022 г. [1] указывает на значительный пробел в современной литературе относительно применения ИИ в офтальмоонкологии. Авторы утверждают, что, хотя ИИ успешно внедряется в других областях медицины, его потенциал в этом направлении остается недостаточно изученным, несмотря на то что использование ИИ позволяет улучшить прогностическую аналитику. Например, алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные историй болезни для прогнозирования результатов лечения пациентов, что способно помочь в разработке персонализированных планов терапии.

Так, в настоящее время ведутся работы по созданию технологических решений для распознавания опухолей радужки (рис. 1) [2, 3].

Еще одним направлением является применение ИИ для помощи в диагностике опухолей век. Были попытки использовать ИИ для распознавания образцов изображений гистологического исследования (рис. 2) [4, 5], а затем для анализа протеомных данных [6].

Протеомный анализ позволяет выявлять белковые биомаркеры, которые могут быть связаны с различными видами опухолей. Система на основе ИИ помогла определить 18 новых биомаркеров. Чувствительность, специфичность и общая точность системы превосходили традиционные методы диагностики.

Переходя к диагностике заболеваний увеального тракта, можно упомянуть работу A. Bassi о применении ИИ для анализа биомаркеров, связанных с выявлением и лечением увеита и увеальной меланомы [7]. Обзор выявил 18 исследований, посвященных увеиту и увеальной меланоме. Авторы проанализировали многообразные методы ИИ для решения различных задач и выявили, что ученые применяли сложные методы ИИ в 56 % исследований, методы регрессии — в 72 %.

В 2023 г. вышла обзорная работа [8], в которой проанализированы 804 публикации о текущей стадии изучения машинного обучения (одной из разновидностей искусственного интеллекта) в области офтальмоонкологии. Исследования использовали множество алгоритмов и источников данных. Опубликованные модели работают хорошо, но иногда они ограничены небольшими размерами выборки из-за низкой распространенности внутриглазных онкологических заболеваний. В диагностических алгоритмах

в основном использовали визуализацию (например, оптическую когерентную томографию) в качестве входных данных, тогда как в прогностических алгоритмах применяли комбинации экспрессии генов, характеристик опухоли и демографических данных пациента [8].

В 2024 г. вышел систематический обзор [9] о применении искусственного интеллекта при работе с пациентами с онкологическими заболеваниями глаз. Были рассмотрены вопросы использования ИИ для диагностики и ведения пациентов с опухолями органа зрения (ретинобластома, увеальная меланома, меланома конъюнктивы). Однако другие типы глазных новообразований (метастазы, плоскоклеточный рак, лимфома конъюнктивы) были представлены реже. Первоначальный поиск в базе данных выдал 903 записи, из которых в обзор было включено 37 исследований. Несмотря на то что ИИ демонстрирует многообещающие результаты в прогнозировании, определении тактики лечения заболеваний, к настоящему времени не создано стандартизированных методов отчетности и критериев оценки возможностей ИИ [9].

В таблице 1 представлена классификация типов моделей ИИ, применяемых авторами рассматриваемых публикаций.

Значительное большинство ученых использовали модели классификации, остальные пользовались моделями для предсказания прогноза, сегментации патологических очагов, предсказания экспрессии генов [9]. Если говорить о видах данных, на которых производили обучение нейросетей, то это данные МРТ, КТ, клинические данные, фотографии глазного дна, цифровые снимки гистологических препаратов (Whole-Slide Imaging, WSI).

N.D. Koseoglu и соавт. (2023) акцентируют внимание на том, что с целью прогнозирования у пациентов с увеальной меланомой в большинстве работ применялись методы глубокого обучения (deep learning) [10]. Однако применение этих методов может быть ограничено редкой встречаемостью онкологической патологии [9, 10].

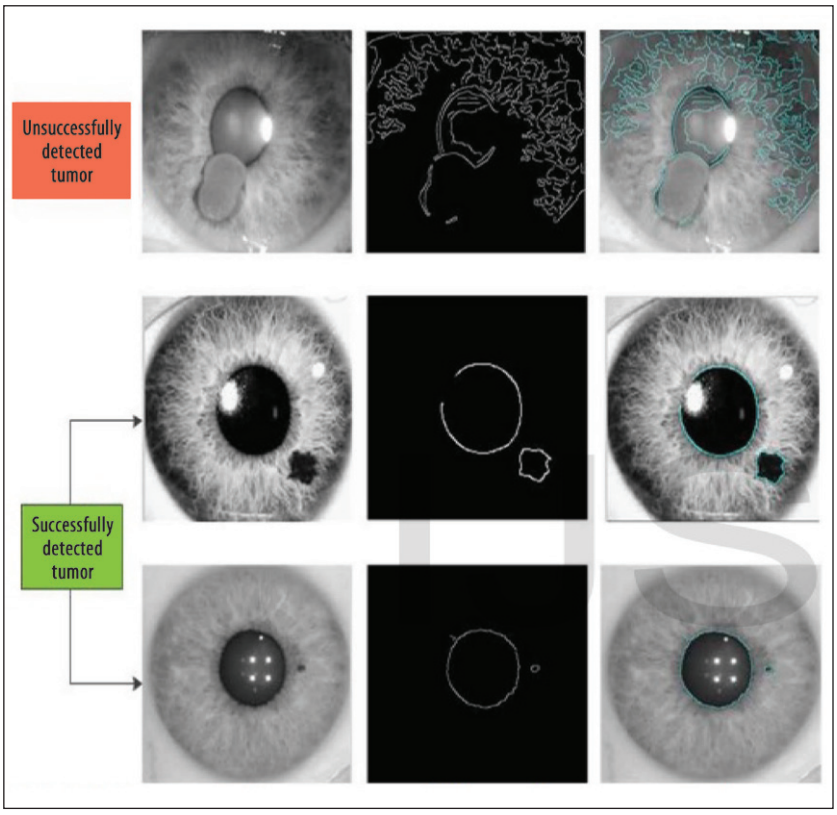


Рис. 1. Неуспешное и успешное распознавание опухоли радужки. На зеленом фоне: “Successfully detected tumor” — «Успешное распознавание опухоли». На красном фоне: “Unsuccessfully detected tumor” — «Неуспешное распознавание опухоли» [3]

Fig. 1. Unsuccessful and successful recognition of iris tumor. On a green background, “Successfully detected tumor” is displayed. On a red background, “Unsuccessfully detected tumor” is displayed [3]

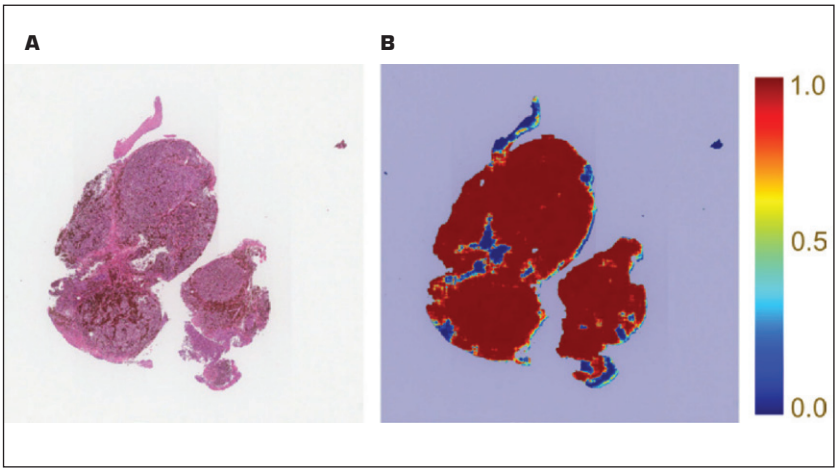


Рис. 2. Визуализация тепловой карты, отражающая вероятность злокачественности опухоли, составленной с использованием методов ИИ: A — исходное изображение меланомы на всем слайде (окрашивание гематоксилин-эозин, ×20, сканирование); B — вероятностная тепловая карта этого изображения. Красный цвет указывает на более высокую злокачественность. Исследование Wang L. и соавт. [5]

Fig. 2. Visualization of a heat map representing the probability of tumor malignancy using AI methods: A — original melanoma image on the whole slide (hematoxylin and eosin staining, ×20, scan); B — probability heat map of this image. Red color indicates higher malignancy. Wang L. et al. [5]

Таблица 1. Характеристика работ в области ИИ в офтальмоонкологии

Table 1. Features of the AI-related works in ocular oncology

Авторы, дата (год) Authors, date (year)	Подвид ИИ, функции AI type, functions	Оценка работы модели / AUC, SE, SP Model performance evaluation / AUC, SE, SP	Датасет (набор данных) Dataset
Патология радужки / Iris tumors			
Abdulkader H. 2014 [3]	Методы сегментации и совмещения изображений. Разработанная система считывает изображение радужки с опухолью, обрабатывает его и отмечает область опухоли, зрачок Methods of image segmentation and alignment. The developed system reads the image of the iris with a tumor, processes it and marks the tumor area, the pupil	Общий коэффициент обнаружения составляет 98,5 % The overall detection rate is 98.5 %	Система была протестирована с использованием 100 RGB-изображений опухолей радужки (меланома, киста и невус) и нормальных радужек, полученных из онлайн-базы данных "Miles Research" The system was tested using 100 RGB images of iris tumors (melanoma, cyst and nevus) and normal irises obtained from the Miles Research online database
Dimililer K. et al., 2016 [2]	Для распознавания опухолей радужки и маркировки их на исходном изображении использованы различные методы обработки изображений и двухфазные нейронные сети с обратным распространением (back propagation neural networks). Исследование имеет 2 фазы: 1) Eye Tumour Detection System (ETDS); 2) Intelligent Eye Tumour Detection System (IETDS) To recognize iris tumors and label them on the original image, various image processing methods and two-phase neural networks with back propagation (back propagation neural networks). The study has 2 phases: 1) Eye Tumour Detection System (ETDS), 2) Intelligent Eye Tumour Detection System (IETDS)	При использовании ETDS был достигнут коэффициент распознавания 95 %. При использовании IETDS был достигнут коэффициент распознавания 92 % при использовании исходного набора изображений, а при объединении ETDS с нейронными сетями был достигнут коэффициент распознавания 97 % Using ETDS, a recognition rate of 95% was achieved. Using IETDS, a recognition rate of 92% was achieved using the original image set, and when combining ETDS with neural networks, a recognition rate of 97 % was achieved	100 фотографий переднего отдела глаза: обучающий датасет (30); тестовый набор данных (70) 100 anterior eye photos: training dataset (30); test dataset (70)
Патология век / Eyelid tumors			
Wang et al., 2020 [5]	Диагностическая система на базе методов глубокого обучения для дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных опухолей Deep learning based diagnostic system for differential diagnosis of benign and malignant tumors	AUC 0.989 SE 94.7 % SP 95.3 %	Изображения 225 230 гистологических исследований (pathological patches) Images of 225 230 histology results (pathological patches)
Li et al., 2022 [29]	Сверточные нейронные сети (Faster R-CNN) и нейросети глубокого обучения (DL classification networks) для автономного обнаружения и дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных опухолей век на снимках, которые пациенты делали самостоятельно с помощью цифровой камеры Convolutional neural networks (Faster R-CNN) and deep learning neural networks (DL classification networks) for autonomous detection and differential diagnosis of malignant and benign eyelid tumors in images taken by patients themselves using a digital camera	AUC 0.899 SE 91.5 % SP 79.2 %	Набор данных, содержащий 1417 изображений, был использован для создания и тестирования системы обнаружения опухолей век. Кроме того, система классификации глубокого обучения была обучена и оценена с использованием 1533 обрезанных изображений, состоящих из 1161 изображения доброкачественных опухолей и 372 изображений злокачественных опухолей, сгенерированных системой. Основными злокачественными опухолями век в наборе данных были базальноклеточная карцинома (65,9 %), плоскоклеточная карцинома (13,4 %) и карцинома сальных желез A dataset containing 1.417 images was used to build and test the eyelid tumor detection system. In addition, a deep learning classification system was trained and evaluated using 1.533 cropped images consisting of 1.161 benign tumor images and 372 malignant tumor images generated by the system. The main malignant eyelid tumors in the dataset were basal cell carcinoma (65.9 %), squamous cell carcinoma (13.4 %), and sebaceous gland carcinoma
Диагностика невуса/меланомы / Nevus/melanoma diagnostics			
Kaiserman et al., 2005 [30]	Искусственная нейронная сеть (artificial neural network, ANN) для предсказания смертности от метастатической болезни при меланоме хориоидеи за пятилетний период Artificial Neural Network (ANN) to predict metastatic mortality in choroidal melanoma over a five-year period	Accuracy 86 %	Данные 153 пациентов с меланомой хориоидеи: демографические данные пациентов и детали УЗИ опухоли Data from 153 patients with choroidal melanoma: patient demographics and tumor ultrasound details
Vaquero-Garcia J. et al., 2017 [31]	Использованы методы: «логистическая регрессия», «деревья решений», «случайный лес», «регрессия выживания» с целью создания модели для расчета персонального риска метастазирования увеальной меланомы "PRiMeUM" The methods used were: "logistic regression", "decision trees", "random forest", "survival regression" to create a model for calculating the personal risk of metastasis of uveal melanoma "PRiMeUM"	Accuracy 85 %	Клинические данные и характеристики опухоли 1227 пациентов с увеальной меланомой Clinical data and tumor characteristics of 1227 patients with uveal melanoma

Продолжение таблицы 1

Авторы, дата (год) Authors, date (year)	Подвид ИИ, функции AI type, functions	Оценка работы модели / AUC, SE, SP Model performance evaluation / AUC, SE, SP	Датасет (набор данных) Dataset
Sun et al., 2019 [32]	Методы глубокого обучения — трансферное обучение предобученной сети DenseNet-121 для выявления экспрессии белка BAP-1 (BRCA1-associated protein 1) на изображении гистологического слайда Deep Learning Methods — Transfer Learning of Pre-trained DenseNet-121 Network for Detecting BAP-1 (BRCA1-associated protein 1) Protein Expression in Histology Slide Image	SE 97.09 % SP 98.12 % accuracy 97.10 %	В исследование были включены 47 энуклеированных глаз 47 пациентов. Сгенерировано 8176 фрагментов гистопатологических изображений, которые были случайным образом разделены на обучающий (6800 фрагментов изображений) и тестовый (1376 фрагментов изображений) датасеты The study included 47 enucleated eyes of 47 patients. A total of 8176 histopathological image fragments were generated. The 8176 image fragments were randomly divided into training (6800 image fragments) and testing (1376 image fragments) datasets
Luo et al., 2021 [33]	Метод машинного обучения, такой как алгоритм «случайного леса» (random forest), для решения двух задач у пациентов, прошедших лечение брахитерапией с изотопом I-125: 1) оценка риска смерти в течение 4 лет; 2) оценка риска метастазирования ML random forest algorithm to solve 2 problems in patients treated with I-125 brachytherapy: 1) assessment of the risk of death within 4 years; 2) assessment of the risk of metastasis	Для предсказания смерти: AUC 0,71 accuracy 58,5 % SE 70,5 % SP 57,0 %. При предсказании риска метастазирования: AUC 0,85 accuracy 79,5 % SE 77,1 % SP 79,8 % For predicting death: AUC 0.71 accuracy 58.5 % SE 70.5 % SP 57.0 %. For predicting metastasis risk: AUC 0.85, accuracy 79.5 %, SE 77.1 %, SP 79.8 %	454 пациента были включены для построения модели оценки риска смерти и 424 были включены для оценки риска метастазирования. Данные: демографическая информация (возраст и пол), общие офтальмологические характеристики (сторона поражения, корригированная острота зрения и внутриглазное давление), клинические характеристики опухоли (наличие субретинального экссудата, поражение диска зрительного нерва, гемофтальм, поражение цилиарного тела, проминенция, форма опухоли, диаметр основания) на мультимодальных изображениях 454 patients were included to build the mortality risk assessment model and 424 were included to assess the risk of metastasis. Data: demographic information (age and gender), general ophthalmological characteristics (side of involvement, best-corrected visual acuity and intraocular pressure), clinical tumor characteristics (presence of subretinal fluid, optic disc involvement, hemophthalmos, ciliary body involvement, prominence, tumor shape, basal diameter) on multimodal images
Zhang et al., 2021 [34]	Нейросети на основе U-Net, сверточной нейронной сети и метода «случайный лес» (random forest) для предсказания наличия меланомы радужки по ее цвету и изображению Neural networks based on: U-Net, convolutional neural network and random forest method for predicting the presence of iris melanoma based on iris color and iris image	Авторы не обнаружили корреляцию между цветом радужки и наличием меланомы. В дополнение сегментированные изображения радужки были напрямую загружены в сверточную нейронную сеть, но она тоже не справилась с предсказанием наличия меланомы The authors found no correlation between iris color and the presence of melanoma. Additionally, segmented iris images were fed directly into a convolutional neural network, but it also failed to predict the presence of melanoma	Фотографии радужки пациентов: 2239 — без меланомы 778 — с меланомой Patient Iris Photos: 2239 — without melanoma 778 — with melanoma
Chen et al., 2022 [35]	Метод машинного обучения, такой как алгоритм «случайный лес» (random forest), для решения двух задач: 1) прогноз двухлетней выживаемости после лечения 2) прогноз метастазирования в течение 2 лет после лечения Machine learning method such as the "random forest" algorithm (random forest) to solve 2 problems: 1) forecast of two-year survival after treatment 2) forecast of metastasis within 2 years after treatment	Для предсказания смерти: AUC 0,883 accuracy 0,769 Для предсказания метастазирования: AUC 0,846 accuracy 0,749 For predicting death: AUC 0.883 accuracy 0.769 For predicting metastasis: AUC 0.846 accuracy 0.749	Данные, касающиеся демографических характеристик, переменных офтальмологического обследования (острота зрения и внутриглазное давление) и особенностей, характерных для опухоли (наибольший диаметр основания, проминенция, пигментация, локализация образования, макроскопический вид, поражение зрительного нерва, субретинальный экссудат, внутриглазное кровоизлияние, поражение цилиарного тела, экстраокулярное распространение, стадия TNM, лечение и цитология) Data regarding demographic characteristics, ophthalmologic examination variables (visual acuity and intraocular pressure), and tumor-specific features (largest basal diameter, prominence, pigmentation, lesion location, macroscopic appearance, optic nerve involvement, subretinal exudate, intraocular hemorrhage, ciliary body involvement, extraocular extension, TNM stage, treatment, and cytology)
Donizy et al., 2022 [36]	3 классические модели машинного обучения для определения предикторов метастазирования и выживаемости (общая выживаемость и выживаемость без прогрессирования): – cox proportional hazards (CPH) – random survival forest (RSF) – survival gradient boosting (SGB) 3 classic machine learning models to identify predictors of metastasis and survival (overall survival and progression-free survival): – cox proportional hazards (CPH) – random survival forest (RSF) – survival gradient boosting (SGB)	По данным AUC, модель SGB показала себя лучше в предсказании общей выживаемости и рисков метастазирования, чем GEPS (gene expression prognostic signature) According to AUC, the SGB model showed better performance in predicting overall survival and metastasis risk than GEPS (gene expression prognostic signature)	Обучающий набор данных: 164 энуклеированных глаза с увеальной меланомой у 164 пациентов без предшествующей терапии. Проверочный набор данных: 80 увеальных меланом из атласа "Tumor Cancer Genome Atlas" Training dataset: 164 enucleated eyes with uveal melanoma in 164 patients with no prior therapy. Validation dataset: 80 uveal melanomas from the Tumor Cancer Genome Atlas

Окончание таблицы 1

Авторы, дата (год) Authors, date (year)	Подвид ИИ, функции AI type, functions	Оценка работы модели / AUC, SE, SP Model performance evaluation / AUC, SE, SP	Датасет (набор данных) Dataset
Zabor E.C., 2022 [37]	Онлайн-калькулятор, использующий регрессию лассо для определения прогнозируемой вероятности диагноза меланомы хориоидеи Online calculator using lasso regression to determine the predicted probability of choroidal melanoma diagnosis	AUC 0.880	Для датасета использованы мультимодальные данные (ультрасонограммы, фундус-фото, данные цитологии). 123 пациента — обучающий набор данных 240 пациентов — проверочный набор данных Multimodal data (ultrasound, fundus photo, cytology data) were used for the dataset. 123 patients — training dataset 240 patients — testing dataset
Liu T.Y.A. et al., 2023 [38]	Система глубокого обучения была разработана с автоматической моделью извлечения области интереса (region-of-interest, ROI) для прямого прогнозирования профиля экспрессии генов из цифровых изображений цитопатологии. Авторы применили трансферное обучение (transfer learning) к предварительно обученной сети ResNet-152 для задачи бинарной классификации A deep learning framework was developed with an automatic region-of-interest (ROI) extraction model to directly predict gene expression profile from digital cytopathology images. The authors applied transfer learning to a pre-trained ResNet-152 network for a binary classification task	AUC 0.944 SE 91.7 % SP 91.7 %	89 изображений оцифрованной биопсии меланомы хориоидеи 89 images of digitized choroidal melanoma biopsy
Диагностика ретинобластомы / Diagnostics of retinoblastoma			
Rivas-Perea P., 2014 [39]	Приложение для смартфона CRADLE (Computer-Assisted Detector of Leukocoria), с помощью которого выполняется скрининг лейкокории у детей, было улучшено и теперь использует сверточную нейронную сеть Smartphone app for screening leukocoria in children CRADLE (Computer-Assisted Detector of Leukocoria) has been improved and now uses a convolutional neural network	Приложение способно обнаружить лейкокорию у 80 % пациентов с заболеваниями глаз The app can detect leukocoria in 80 % of patients with eye diseases	Для обучения и тестирования алгоритма использовано 52 982 фотографии глаз, созданных родителями пациентов в бытовых условиях 52 982 photographs of eyes taken by patients' parents in everyday life were used to train and test the algorithm
Strijbis et al., 2021 [40]	Сверточная нейронная сеть multiview CNN (MV-CNN) для автоматической сегментации глаза и опухоли на МРТ-снимках пациентов с ретинобластомой Convolutional neural network multiview CNN (MV-CNN) for automatic eye and tumor segmentation in MRI images of patients with retinoblastoma	Внутриклассовый коэффициент корреляции 0,997 и 0,996 Intraclass correlation coefficient 0.997 and 0.996	40 ретинобластом и 20 здоровых глаз от 30 пациентов были включены в обучающий/тестовый датасет (29 ретинобластом, 17 здоровых глаз) и независимый проверочный датасет (11 ретинобластом, 3 здоровых глаза) 40 retinoblastomas and 20 healthy eyes from 30 patients were included in the training/test dataset (29 retinoblastomas, 17 healthy eyes) and an independent validation dataset (11 retinoblastomas, 3 healthy eyes)
Диагностика опухолей конъюнктивы / Conjunctival Tumors Diagnostics			
Tan et al., 2017 [41]	Система стратификации риска, которая прогнозирует сложность реконструктивной операции после удаления периокулярной базальноклеточной карциномы. Использован наивный байесовский классификатор, альтернативное дерево решений (alternating decision tree, ADT) A risk stratification system that predicts the complexity of reconstructive surgery after removal of periocular basal cell carcinoma Used Naive Bayes classifier, alternative decision tree (ADT)	Наивный байесовский классификатор: AUC of 0,854 Модель ADT: AUC of 0,853 Naive Bayes classifier: AUC of 0.854 ADT model: AUC of 0.853	Данные 156 пациентов: демографические, клинические, особенности опухоли и гистологические данные Data of 156 patients: demographic, clinical, tumor characteristics and histological data
Habibalahi et al., 2019 [42]	Техники машинного обучения для детекции и демаркации границ сквамозного рака конъюнктивы Machine learning techniques for detection and demarcation of squamous cell carcinoma of the conjunctiva	Корреляция между спектральным анализом изображения и гистологической оценкой составила 94 % The correlation between spectral image analysis and histological assessment was 94 %	Образцы биопсии 18 пациентов были повторно обработаны без окрашивания для получения аутофлуоресцентных мультиспектральных микроскопических изображений Biopsy specimens from 18 patients were reprocessed without staining to obtain autofluorescence multispectral microscopic images
Yoo et al., 2021 [43]	Модель глубокого обучения для распознавания меланомы конъюнктивы на изображениях переднего отдела глаза. Различные сверточные нейронные сети: GoogleNet, Incep tionV3, NASNet, ResNet50, MobileNetV2. Обучающий датасет был дополнен генеративными нейросетями (GAN) Deep learning model for conjunctival melanoma recognition in anterior eye images. Various convolutional neural networks: GoogleNet, InceptionV3, NASNet, ResNet50, MobileNetV2. The training dataset was supplemented with Generative adversarial network (GAN)	Модель Mobile NetV2 показала лучший результат: AUC 0,983, accuracy 97,2 % При использовании фантомных 3D-изображений ROC-AUC 97,2 % и 0,983 accuracy 94,0 % The Mobile NetV2 model showed the best result: AUC 0.983 accuracy 97.2 % When using 3D phantom images ROC-AUC 97.2 % and 0.983 accuracy 94.0 %	Всего: 398 изображений из общедоступных баз. Исходный обучающий набор данных содержал 136 изображений меланомы конъюнктивы, 93 изображения невуса или меланоза, 75 изображений птеригиума и 94 изображения нормы. Обучающий датасет был дополнен синтетическими изображениями (200 сгенерировано CycleGAN и 200 PGGAN). Авторы создали искусственные фантомы переднего отдела глаза с меланомой конъюнктивы с помощью 3D-принтера Robox. Фотографии этих фантомов со смартфона затем использовали для расширения датасета для тестирования Total: 398 images from publicly available databases. The original training dataset contained 136 images of conjunctival melanoma, 93 images of nevus or melanosis, 75 images of pterygium and 94 images of normal eye. The training dataset was supplemented with synthetic images (200 generated by CycleGAN and 200 by PGGAN). The authors created artificial phantoms of the anterior eye with conjunctival melanoma using a Robox 3D printer. Smartphone photos of these phantoms were then used to extend the testing dataset

S.S. Alotaibi и соавт. (2023) рассматривают возможности использования такой технологии ИИ, как ChatGPT, в потенциальном изменении исследования и лечения в области онкологических заболеваний глаз. Подчеркивается, что его полезность в предоставлении общей информации врачам ограничивается неспособностью давать актуальную информацию [11].

B. Chawla и соавт. в статье 2023 г. обсуждают не только разнообразие алгоритмов машинного обучения для анализа изображений глазного дна и других медицинских данных с целью более быстрой и точной диагностики заболеваний, таких как ретинобластома и меланома, но и перспективы интеграции ИИ в клиническую практику, включая его роль в разработке индивидуализированных планов лечения на основе анализа молекулярно-биологических характеристик опухолей [12].

Применение ИИ в неинвазивной визуализации, такой как оптическая когерентная томография (ОКТ), позволяет точно выявлять структурные изменения хориоидеи [13]. Представляет интерес статья M. Goswami, опубликованная в журнале Computerized Medical Imaging and Graphics в 2021 г., в которой исследуется применение методов глубокого обучения для оценки роста опухолей глаза, как доброкачественных, так и злокачественных. Исследование проводилось с использованием данных ОКТ сетчатки глаз мышей. Данные ОКТ и ОКТ-ангиографии с высоким временным разрешением (рост объема опухоли за 120 дней наблюдения) представлены с использованием неинвазивной визуализации *in vivo*. Основная цель исследования — использовать модели глубокого обучения для анализа данных медицинской визуализации с целью точной оценки роста опухоли. Проводился анализ чувствительности моделей по отношению к характеристикам опухолей (рост доброкачественной/злокачественной опухоли с лечением и без него). Ученые использовали различные архитектуры глубокого обучения, в частности сверточные нейронные сети, для обработки и анализа медицинских изображений. Исследование включало сбор данных, разработку модели. Эффективность каждой модели оценивалась с использованием таких метрик, как точность, чувствительность, специфичность и площадь под кривой (AUC) [14].

ПРИМЕНЕНИЕ ИИ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ МЕЛАНОМЫ ХОРИОИДЕИ

С использованием технологий ИИ ведутся работы в направлении расширения возможности и увеличения точности диагностики начальных проявлений меланомы хориоидеи. Алгоритмы ИИ, особенно в сочетании с современными методами визуализации, показали повышение точности диагностики, что имеет большое значение в ранней диагностике меланомы, которая затруднена из-за ее бессимптомного течения и сходства с другими заболеваниями глазного дна («псевдомеланома»). Оптическая когерентная томография (ОКТ), включая ангиографический режим, открыла новые горизонты в диагностике патологий глазного дна [15–17], в том числе опухолей сетчатки и хориоидеи.

Первые шаги в разработке этапов диагностики увеальной меланомы и ее прогнозирования с помощью ИИ выполнены Е.Б. Мякошиной и соавт. [18]. Созданная ими прогностическая модель базируется на клинико-морфометрических и иммунологических показателях первичной опухоли и позволяет прогнозировать течение начальной меланомы хориоидеи после органосохранного лечения. Для анализа в модели применили клинические (возраст, снижение зрения, локализация опухоли, степень пигментации, наличие кровоизлияний, оранжевого пигмента), морфометрические (интра- и субретинальный экссудат и дезорганизация пигмента в ретинальном пигментном эпителии) и иммунологические (уровень провоспалительных, проангиогенных, пролиферативных, вызывающих метастазирование цитокинов в сыворотке крови) параметры. Использование прогностической модели помогает планировать и корректировать тактику лечения больных с начальной меланомой хориоидеи с целью сведения к минимуму осложнений и ошибок, обеспечения контроля лечения.

Кроме того, коллективом авторов создана компьютерная (электронная) модель витального прогноза у пациентов с начальной меланомой хориоидеи [19, 20]. Для создания компьютерной (электронной) модели витального прогноза пациентов после энуклеации по поводу начальной меланомы хориоидеи папиллярной локализации применяли компьютерную предобработку данных 31 пациента. Использовались патоморфологические параметры и критерии опухолевого клеточного микроокружения. С помощью компьютерной программы показано, что наличие миелоидных клеток супрессорного происхождения (промиелоцитов) в ткани опухоли является фактором, повышающим риск смерти от метастатической болезни при меланоме хориоидеи. Наличие плазмоцитов, напротив, рассматривается как фактор, снижающий риск смерти. На основании полученной формулы создана программа, включающая в себя параметры опухолевого клеточного микроокружения меланомы хориоидеи, позволяющие прогнозировать выживаемость каждого пациента. Компьютерная (электронная) модель витального прогноза, полученная на основе анализа выживаемости пациентов после энуклеации по поводу меланомы хориоидеи, позволяет прогнозировать сроки смерти пациента от метастатической болезни. Полученные временны́е параметры модели предполагают изменение тактики ведения пациентов после энуклеации по поводу начальной меланомы хориоидеи, распространяющейся на диск зрительного нерва. К таким изменениям необходимо отнести сокращение периодичности осмотров и обследований пациентов с меланомой хориоидеи (ПЭТ-КТ три раза в год) с консультацией онколога с целью планирования системной таргетной и иммунотерапии.

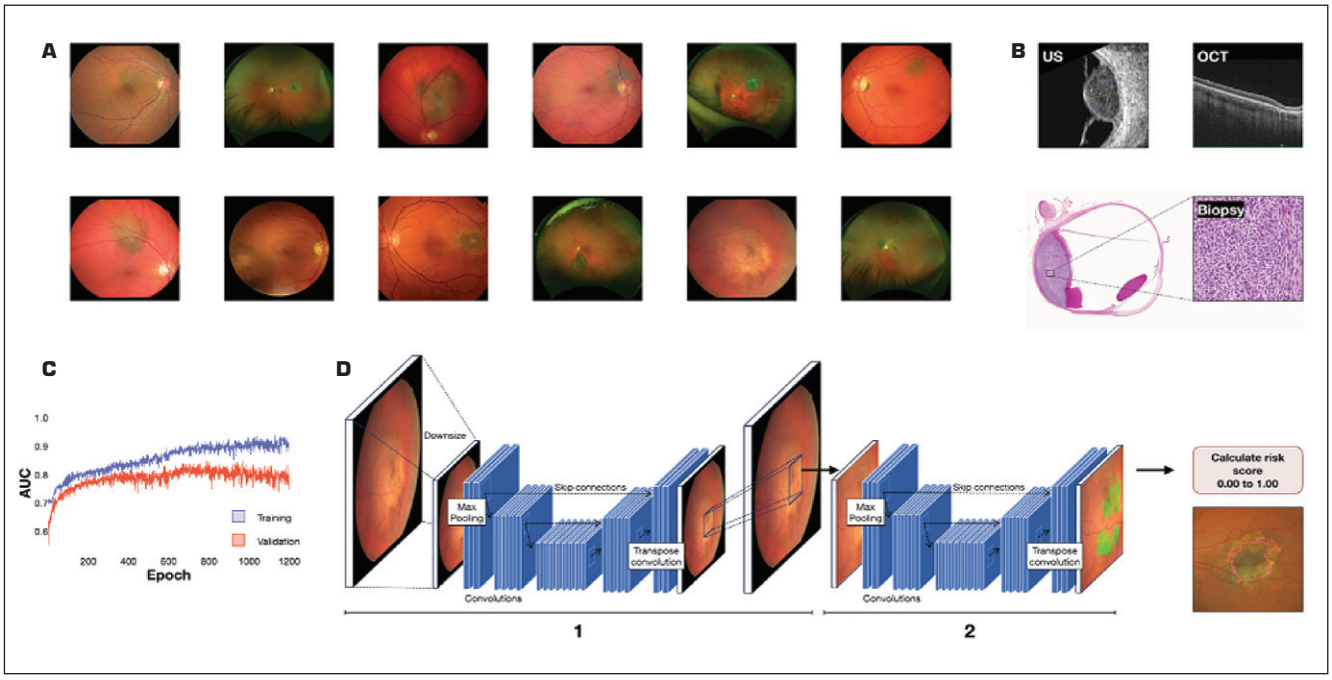


Рис. 3. Схема разработки, проверки и процесса тестирования алгоритма глубокого обучения для различения небольших хориоидальных меланом от невусов с использованием фотографий глазного дна. A — фаза сбора фотографий глазного дна; B — проверка диагноза офтальмологами с помощью клинических обследований с использованием комплексного диагностического подхода, включающего УЗИ, ОКТ и биопсию при необходимости; C — оценка алгоритма: площадь под кривой (AUC) служит основной метрикой для оценки производительности алгоритма; D — улучшение классификации. 1: U-Net 1 определяет область интереса; 2: U-Net 2 оценивает риск меланомы, интегрируя результаты в комплексную оценку риска [21]

Fig. 3. The process of developing, validating, and testing a deep learning algorithm to distinguish small choroidal melanomas from nevi using fundus photographs: A — fundus photograph collection phase; B — diagnosis verification by ophthalmologists through clinical examinations, using a comprehensive diagnostic approach that included ultrasound, OCT, and biopsy in selected cases where necessary; C — algorithm evaluation: the area under the curve (AUC) served as the primary metric to evaluate the performance of the algorithm; D — classification improvement. 1: U-Net 1 defines the region of interest, 2: U-Net 2 estimates the melanoma risk by integrating the results into a comprehensive risk score [21]

Некоторые публикации представляют описание существующих технических решений для дифференциальной диагностики меланомы и невуса хориоидеи.

Так, в статье ученых из Швеции S. Sabazade и соавт. описан процесс разработки и проверки алгоритма глубокого обучения для дифференциальной диагностики меланомы хориоидеи небольшого размера и невуса на основе фотографий глазного дна [21]. Алгоритм прошел этапы обучения и тестирования, что позволило оценить его эффективность в выявлении отличительных особенностей этих двух типов патологии (рис. 3). Несмотря на то что обучение и тестирование проводилось на относительно небольшой выборке (нейросеть была обучена и проверена на когортах из 495 и 168 изображений, а затем протестирована на независимых сетах из 86 и 53 изображений), результаты показали высокую точность классификации, что подтверждает потенциал использования глубокого обучения в офтальмологии. Однако алгоритм показал специфичность в 74 %, что ниже, чем данный показатель у опытных офтальмологов.

В работе немецких ученых набор данных из 762 фотографий глазного дна был разделен на доброкачественные, невус, первичную меланому хориоидеи и облученную меланому хориоидеи [22]. После обучения модели ее тестировали на независимой выборке из 100 изображений, затем оценивали точность и специфичность. Оптимальная эффективность наблюдалась при бинарной классификации с включением одного метода визуализации, достигая точности 95,8 %.

В работе E. Allam и соавт. (2022) подчеркивается, что можно достичь высокого уровня распознавания изображений внутриглазных опухолей при использовании таких методов, как нейронные сети обратного распространения (Back Propagation Neural Networks) и сверточные нейронные сети (convolutional neural networks) [23]. Уровни распознавания достигали 95 и 93 % соответственно. Исследование проводилось на основании данных пациентов с такими патологиями, как невус радужки, увеальная меланома и ретинобластома. Еще один многообещающий результат в изучении алгоритмов ИИ для ранней диагностики меланомы представили J. Ma и соавт. [24], которые использовали сверхширокоугольные фотографии глазного дна пациентов с диагнозами «увеальная меланома», «хориоидальные

невусы», «врожденная гипертрофия ретинального пигментного эпителия» с предварительным анализом изображений врачом-офтальмологом, специализирующимся на лечении опухолей глаза. Всего для разработки алгоритма машинного обучения было использовано 396 изображений, в то время как 90 дополнительных изображений служили тестовым набором данных наряду с изображениями глазного дна от 30 здоровых контрольных лиц. По данным работы, алгоритм показывает высокую эффективность в сегментации изображений глазного дна. Чувствительность обнаружения патологического очага на изображении составила 1,00. Модель достигла специфичности 0,93 при анализе глазного дна здоровых лиц.

В 2023 г. P. Poovizhi и соавт. предложили подход, который устраняет необходимость в независимом извлечении признаков и алгоритмах классификации [25]. Для разработки надежного решения для дифференциальной диагностики меланомы хориоидеи и невусов предложено применение технологий глубокого обучения, сверточных нейронных сетей и анализа SHAP (SHapley Additive exPlanations) [26]. SHAP представляет данные о том, какие признаки наиболее важны для прогностического анализа изображений. Самые частые виды нейронных сетей, использующиеся в вопросах диагностики меланомы хориоидеи с помощью ИИ, это сверточные нейронные сети [8, 25, 26]. Основное преимущество сверточной нейронной сети заключается в том, что ее обучение проще и имеет меньше параметров, чем искусственная нейронная сеть с идентичным количеством скрытых слоев [25].

Эффективная дифференциальная диагностика хориоидального невуса и небольшой меланомы имеет решающее значение для раннего выявления и дальнейшего лечения, что может значительно улучшить витальный прогноз пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ИИ лишен ограничений традиционных диагностических методов, таких как субъективность, недостаточная чувствительность, трудности с дифференциальной диагностикой.

Продолжение изучения опухолей глаз и создание стандартизированных методов отчетности имеют важное значение для повышения прогностических возможностей ИИ [9]. Интеграция технологий ИИ с такими неинвазивными методами офтальмологической диагностики, как фундус-фотография и оптическая когерентная томография, имеет большие перспективы в улучшении ранней диагностики меланомы хориоидеи [13].

У ИИ есть потенциал применения в области диагностики и лечения офтальмоонкологической патологии. Опубликованные работы показывают хорошую эффективность, но иногда имеют ограничения в виде малых размеров обучающей выборки из-за низкой распространенности данных заболеваний, что может привести к ограниченной эффективности и воспроизводимости модели ИИ [8, 27]. Это можно преодолеть с помощью синтетического улучшения данных и применения низкочастотных методов машинного обучения [27]. Так, в опубликованных работах по диагностике меланомы хориоидеи с помощью ИИ в каждом датасете использовали менее 1 тыс. снимков глазного дна, тогда как в опубликованных работах по диабетической ретинопатии количество снимков в датасетах исчисляется тысячами. Необходимо продолжать исследования для подтверждения эффективности использования ИИ в клинических условиях для стандартизации критериев оценки других внутриглазных опухолей, не только меланомы хориоидеи [9].

Еще одной важной задачей является информирование пациентов о программах и получение данных (изображений, стандартизированных изображений и протоколов их интерпретации); другие проблемы включают консенсус относительно стандартных диагностических критериев и подписание информированного согласия относительно защиты данных, конфиденциальности и кибербезопасности. Этические вопросы использования ИИ в медицине занимают отдельную область исследований.

Системы ИИ должны беспрепятственно интегрироваться в существующие клинические рабочие процессы и электронные медицинские карты. Пока еще приходится часто сталкиваться с проблемами совместимости [16].

Докторам-клиницистам необходимо обучение для эффективного использования инструментов ИИ, хотя может возникнуть сопротивление внедрению новых технологий из-за опасений по поводу надежности и вытеснения рабочих мест [22]. Клиницистам требуются модели ИИ, которые будут выдавать понятные результаты, чтобы обеспечить доверие и валидацию в клинических условиях [27]. Ученые подчеркивают необходимость разработки стандартов, регламентирующих применение технологий ИИ, а также стандартов, позволяющих достоверно оценивать работу таких технологий [28].

Качество моделей оценивают по метрикам: площадь под ROC-кривой (AUC), чувствительность (Se) и специфичность (Sp).

Изначально модель тренируется с помощью обучающего набора данных (training dataset). Далее обученная модель используется с целью прогнозирования ответов для наблюдения с помощью проверочного набора данных (validation dataset). Тестовый набор данных (test dataset) позволит дать непредвзятую оценку *окончательной* модели, настроенной с помощью обучающего набора данных. Accuracy — доля правильных ответов алгоритма.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Мякошина Е.Б. — разработка и дизайн исследования, написание текста, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Укина А.О. — написание текста, редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Maurya RP, Maurya M. Applications of artificial intelligence in ocular oncology. IP Int J Ocul Oncol Oculoplasty. 2022;8(2):84–87. doi: 10.18231/j.ijooo.2022.019.
2. Dimililer K, Ever YK, Ratemi H. Intelligent eye tumour detection system. Procedia Comput. Sci. 2016;102:325–332.
3. Abdulkader H. ITDS: Iris tumor detection system using image processing techniques. Int. J. Sci. Eng. Res. 2014;35:45–80.
4. Jiang Z, Wang L, Wang Y, Jia G, Zeng G, Wang J, Li Y, Chen D, Qian G, Jin Q. A Self-Supervised Learning Based Framework for Eyelid Malignant Melanoma Diagnosis in Whole Slide Images. IEEE/ACM Trans Comput Biol Bioinform. 2024 Jul-Aug;21(4):701–714. doi: 10.1109/TCBB.2022.3207352.
5. Wang L, Ding L, Liu Z, Sun L, Chen L, Jia R, Dai X, Cao J, Ye J. Automated identification of malignancy in whole-slide pathological images: identification of eyelid malignant melanoma in gigapixel pathological slides using deep learning. Br J Ophthalmol. 2020 Mar;104(3):318–323. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313706.
6. Wang L, Dai X, Liu Z, Zhao Y, Sun Y, Mao B, Wu S, Zhu T, Huang F, Maimaiti N, CaiX, Li SZ, Sheng J, Guo T, Ye J. AI-driven eyelid tumor classification in ocular oncology using proteomic data. NPJ Precis Oncol. 2024 Dec 23;8(1):289. doi: 10.1038/s41698-024-00767-8.
7. Bassi A, Krance SH, Pucchio A, Pur DR, Miranda RN, Felfeli T. The Application of Artificial Intelligence in the Analysis of Biomarkers for Diagnosis and Management of Uveitis and Uveal Melanoma: A Systematic Review. Clin Ophthalmol. 2022 Aug 30;16:2895–2908. doi: 10.2147/OPTH.S377358.
8. Chandrabhatla AS, Horgan TM, Cotton CC, Ambati NK, Shildkrot YE. Clinical Applications of Machine Learning in the Management of Intraocular Cancers: A Narrative Review. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2023 Jul 3;64(10):29. doi: 10.1167/iovs.64.10.29.
9. Farabi Maleki S, Yousefi M, Hajiesmailpoor Z, Jafarizadeh A, Pedrammehr S, Alizadehsani R, Gorriz Saez JM. Role of artificial intelligence in ocular tumors: A systematic review. J. Clin. Oncol. 2024;42(16_suppl):e15070–e15070. doi: 10.1200/JCO.2024.42.16_suppl.e15070.
10. Koseoglu ND, Corrêa ZM, Liu TYA. Artificial intelligence for ocular oncology. Curr Opin Ophthalmol. 2023 Sep 1;34(5):437–440. doi: 10.1097/ICU.0000000000000982.
11. Alotaibi SS, Rehman A, Hasnain M. Revolutionizing ocular cancer management: a narrative review on exploring the potential role of ChatGPT. Front Public Health. 2023 Dec 15;11:1338215. doi: 10.3389/fpubh.2023.1338215.
12. Chawla B, Ganesh KB. Applications of artificial intelligence in ocular oncology. Adv. Ophthalmol. Optom. 2023;8(1):111–122. doi: 10.1016/j.yaoo.2023.02.002.
13. Selvam A, Ong J, Bollepalli SC, Chhablani J, Vupparaboina KK, Driban M. Artificial intelligence in choroid through optical coherence tomography: A comprehensive review. Authorea Preprints. 2023. doi: 10.36227/techrxiv.24076470.v2.
14. Goswami M. Deep learning models for benign and malign ocular tumor growth estimation. Comput Med Imaging Graph. 2021 Oct;93:101986. doi: 10.1016/j.compmedimag.2021.101986.
15. Мякошина ЕБ. Комплексная диагностика начальной меланомы хориоидеи. Russian electronic journal of radiology. 2016;6(4):19–28.
Myakoshina EB. Complex diagnostics of small choroidal melanoma. Russian electronic journal of radiology. 2016;6(4):19–28 (In Russ.). doi: 10.21569/2222-7415-2016-6-4-19-28.
16. Нероев ВВ, Саакян СВ, Мякошина ЕБ, Охотимская ТД, Фадеева ВА. Оптическая когерентная томография-ангиография в диагностике начальной меланомы и отграниченной гемангиомы хориоидеи. Вестник офтальмологии. 2018;134(3):4–18.
Neroyev VV, Saakian SV, Miakoshina EB, Okhotsimskaia TD, Fadeeva VA. Role of optical coherence tomography angiography in diagnostics of early choroidal melanoma and circumscribed choroidal hemangioma. Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(3):4–18 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201813434.
17. Мякошина ЕБ, Саакян СВ. Оптическая когерентная томография в диагностике начальной меланомы хориоидеи. Вестник офтальмологии. 2020;136(1):56–64.
Miakoshina EB, Saakian SV. Optical coherence tomography in diagnostics of small choroidal melanoma. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(1):56–64 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013601156.
18. Мякошина ЕБ, Куликова ИГ, Балацкая НВ, Катаргина ЛА, Саакян СВ. Прогностическая модель течения начальной меланомы хориоидеи после органосохранного лечения, основанная на клинико-морфометрических и иммунологических показателях. Медицинская иммунология. 2022;24(1):81–88.
Myakoshina EB, Kulikova IG, Balatskaya NV, Katargina LA, Saakyan SV. Predictive model of small choroidal melanoma progression after eye-saving treatment based on clinical, morphometric and immunological parameters. Medical Immunology. 2022;24(1):81–88 (In Russ.). doi: 10.15789/1563-0625-PMO-2180.
19. Саакян СВ, Мякошина ЕБ, Гарри ДД, Тарасов ГЮ, Мякошин ИЮ. Компьютерная (электронная) модель витального прогноза у пациентов с начальной меланомой хориоидеи. Эффективная фармакотерапия. 2023;19(11):52–56.
Saakyan SV, Myakoshina EV, Garry DD, Tarasov GYu, Myakoshin IYu. Computer (Electronic) Model of Vital Prognosis in Patients with Small Choroidal Melanoma. Effective Pharmacotherapy. 2023;19(11):52–56 (In Russ.). doi: 10.33978/2307-3586-2023-19-11-52-56.
20. Способ прогнозирования выживаемости пациентов после энуклеации по поводу начальной меланомы хориоидеи, распространяющейся на ДЗН: Саакян СВ, Мякошина ЕБ, Захарова ГП, Гарри ДД, Тарасов ГЮ. Патент RU 2778965, 29.08.2022.
Method for predicting patient survival after enucleation for early choroidal melanoma spreading to the optic disc: Saakyan SV, Myakoshina EB, Zakharova GP, Garry DD, Tarasov GYu. Patent RU 2778965, 08.29.2022.
21. Sabazade S, Lumia Michalski MA, Bartoszek J, Fili M, Holmström M, Stålhammar G. Development and Validation of a Deep Learning Algorithm for Differentiation of Choroidal Nevi from Small Melanoma in Fundus Photographs. Ophthalmol Sci. 2024 Aug 30;5(1):100613. doi: 10.1016/j.xops.2024.100613.
22. Hoffmann L, Runkel CB, Künzel S, Kabiri P, Rübsam A, Bonaventura T, Marquardt P, Haas V, Biniaminov N, Biniaminov S, Joussen AM, Zeitz O. Using Deep Learning to Distinguish Highly Malignant Uveal Melanoma from Benign Choroidal Nevi. J Clin Med. 2024 Jul 16;13(14):4141. doi: 10.3390/jcm13144141.
23. Allam E, Alfonse M, Salem ABM. Artificial intelligence techniques for classification of eye tumors: a survey. In: 2022 5th Int. Conf. Comput. Informat. (ICCI). IEEE, 2022:175–179. doi: 10.1109/ICCI54321.2022.9756067.
24. Ma J, Iddir SP, Ganesh S, Yi D, Heiferman MJ. Automated segmentation for early detection of uveal melanoma. Can J Ophthalmol. 2024 Dec;59(6):e784–e791. doi: 10.1016/j.jcjo.2024.04.003.
25. Poovizhi P. An approach towards the detection of ocular cancer using Fast R-CNN technique. In: 2023 8th Int. Conf. Commun. Electron. Syst. (ICCES). IEEE, 2023:1683–1688. doi: 10.1109/ICCES57224.2023.10192725.
26. Shakeri E. Deep learning-based detection and classification of uveal melanoma using convolutional neural networks and SHAP analysis. In: 2023 IEEE 24th Int. Conf. Inf. Reuse Integr. Data Sci. (IRI). IEEE, 2023:215–220. doi: 10.1109/IRI58017.2023.00044.
27. Wu CT, Lin TY, Lin CJ, Hwang DK. The future application of artificial intelligence and telemedicine in the retina: A perspective. Taiwan J Ophthalmol. 2023 Jun 13;13(2):133–141. doi: 10.4103/tjo.TJO-D-23-00028. PMID: 37484624; PMCID: PMC10361422.
28. Каталевская ЕА, Каталевский ДЮ, Тюриков МИ. Перспективы использования искусственного интеллекта в диагностике и лечении заболеваний сетчатки. Клиническая офтальмология. 2022;22(1):36–43.
Katalevskaya EA, Katalevskiy DYu, Tyurikov MI. Future of artificial intelligence for the diagnosis and treatment ofretinal diseases. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2022;22(1):36–43 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-36-43.
29. Li Z, Qiang W, Chen H, Pei M, Yu X, Wang L, Li Z, Xie W, Wu X, Jiang J, Wu G. Artificial intelligence to detect malignant eyelid tumors from photographic images. NPJ Digit Med. 2022 Mar 2;5(1):23. doi: 10.1038/s41746-022-00571-3.
30. Kaiserman I, Rosner M, Pe'er J. Forecasting the prognosis of choroidal melanoma with an artificial neural network. Ophthalmology. 2005 Sep;112(9):1608. doi: 10.1016/j.ophtha.2005.04.008.
31. Vaquero-Garcia J, Lalonde E, Ewens KG, Ebrahimzadeh J, Richard-Yutz J, Shields CL, Barrera A, Green CJ, Barash Y, Ganguly A. PRiMeUM: A Model for Predicting Risk of Metastasis in Uveal Melanoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Aug 1;58(10):4096–4105. doi: 10.1167/iovs.17-22255.
32. Sun M, Zhou W, Qi X, Zhang G, Girnita L, Seregard S, Grossniklaus HE, Yao Z, Zhou X, Stålhammar G. Prediction of BAP1 Expression in Uveal Melanoma Using Densely-Connected Deep Classification Networks. Cancers (Basel). 2019 Oct 16;11(10):1579. doi: 10.3390/cancers11101579/
33. Luo J, Chen Y, Yang Y, Zhang K, Liu Y, Zhao H, Dong L, Xu J, Li Y, Wei W. Prognosis Prediction of Uveal Melanoma After Plaque Brachytherapy Based on Ultrasound With Machine Learning. Front Med (Lausanne). 2022 Jan 21;8:777142. doi: 10.3389/fmed.2021.777142.
34. Zhang H, Liu Y, Zhang K, Hui S, Feng Y, Luo J, Li Y, Wei W. Validation of the Relationship Between Iris Color and Uveal Melanoma Using Artificial Intelligence With Multiple Paths in a Large Chinese Population. Front Cell Dev Biol. 2021 Aug 19;9:713209. doi: 10.3389/fcell.2021.713209.
35. Chen YN, Wang YN, Chen MX, Zhang K, Chen RT, Fang R, Wang H, Zhang HH, Huang YN, Feng Y, Luo JT, Lan YJ, Liu YM, Li Y, Wei WB. Machine learning models for outcome prediction of Chinese uveal melanoma patients: A 15-year follow-up study. Cancer Commun (Lond). 2022 Mar;42(3):273–276. doi: 10.1002/cac2.12253.
36. Donizy P, Krzyzinski M, Markiewicz A, Karpinski P, Kotowski K, Kowalik A, Orlowska-Heitzman J, Romanowska-Dixon B, Biecek P, Hoang MP. Machine learning models demonstrate that clinicopathologic variables are comparable to gene expression prognostic signature in predicting survival in uveal melanoma. Eur J Cancer. 2022 Oct;174:251–260. doi: 10.1016/j.ejca.2022.07.031.
37. Zabor EC, Raval V, Luo S, Pelayes DE, Singh AD. A Prediction Model to Discriminate Small Choroidal Melanoma from Choroidal Nevus. Ocul Oncol Pathol. 2022 Feb;8(1):71–78. doi: 10.1159/000521541.
38. Liu TYA, Chen H, Gomez C, Correa ZM, Unberath M. Direct Gene Expression Profile Prediction for Uveal Melanoma from Digital Cytopathology Images via Deep Learning and Salient Image Region Identification. Ophthalmol Sci. 2022 Oct 30;3(1):100240. doi: 10.1016/j.xops.2022.100240.
39. Rivas-Perea P, Baker E, Hamerly G, Shaw BF. Detection of leukocoria using a soft fusion of expert classifiers under non-clinical settings. BMC Ophthalmol. 2014 Sep 9;14:110. doi: 10.1186/1471-2415-14-110.
40. Strijbis VIJ, de Bloeme CM, Jansen R, Kebiri H. Multi-view convolutional neural networks for automated ocular structure and tumor segmentation in retinoblastoma. Sci. Rep. 2021;11(1):14590. doi: 10.1038/s41598-021-93905-2.
41. Tan E, Lin F, Sheck L, Salmon P, Ng S. A practical decision-tree model to predict complexity of reconstructive surgery after periocular basal cell carcinoma excision. J Eur Acad Dermatol Venereol. 2017 Apr;31(4):717–723. doi: 10.1111/jdv.14012.
42. Habibalahi A, Bala C, Allende A, Anwer AG, Goldys EM. Novel automated non invasive detection of ocular surface squamous neoplasia using multispectral autofluorescence imaging. Ocul Surf. 2019 Jul;17(3):540–550. doi: 10.1016/j.jtos.2019.03.003.
43. Yoo TK, Choi JY, Kim HK, Ryu IH, Kim JK. Adopting low-shot deep learning for the detection of conjunctival melanoma using ocular surface images. Comput Methods Programs Biomed. 2021 Jun;205:106086. doi: 10.1016/j.cmpb.2021.106086.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мякошина Елена Борисовна
доктор медицинских наук
старший научный сотрудник отдела офтальмоонкологии и радиологии
https://orcid.org/0000-0002-2087-7155

Укина Анастасия Олеговна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0005-6752-9499

ABOUT THE AUTHORS

Myakoshina Elena B.
MD, senior research officer of Ophthalmology and Radiology Department
https://orcid.org/0000-0002-2087-7155

Ukina Anastasiia O.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0005-6752-9499

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-234-241

поступила 15.01.26
was received 15.01.26

Что должен знать офтальмолог про побочные эффекты «Оземпика» и его аналогов

В.Н. Трубилин[1] Е.Г. Полунина[1] А.В. Трубилин[1] А.А. Андрианова[1]
Д.В. Анджелова[2], М.Е. Коновалов[1], Т.А. Привезенцева[3], Ю.Б. Федосеев[1]

[1] Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр» Федерального медико-биологического агентства России
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

[2] ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

[3] Клиника семейной офтальмологии профессора Трубилина
ул. Маршала Рыбалко, 2, корп. 6, Москва, 123060, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):234–241**

Современные представления о красоте, доминирующие в средствах массовой информации и социальных сетях, настойчиво предлагают идею «вечной молодости», в том числе и необходимость стройной фигуры. В связи с этим нередко лекарственные средства, которые изначально были разработаны для лечения различных системных заболеваний, применяют без медицинских показаний и без контроля врача с целью снижения веса и/или омоложения. Ярким примером является массовое использование препаратов — аналогов человеческого глюкагоноподобного пептида–1 («Оземпик», «Мунджаро» и др.), которые были разработаны для лечения сахарного диабета 2-го типа и ожирения, что послужило поводом для применения препаратов этой группы не только для лечения вышеуказанных патологий, но и для похудения у соматически здоровых лиц. Анализ данных научной литературы и наши клинические наблюдения свидетельствуют о высоком риске возникновения широкого спектра побочных эффектов при использовании препаратов данной группы. К наиболее частым относят жалобы на тошноту, диарею, рвоту, запор, встречающиеся у 39–42 % пациентов. Кроме того, описаны случаи возникновения панкреатита, а также повышение риска образования камней в желчном пузыре, почечной недостаточности, риски, связанные с анестезией, такие как аспирация содержимого желудка в дыхательные пути, с раком щитовидной железы. Значительное число исследований свидетельствует о формировании офтальмопатологии на фоне приема «Оземпика» и его аналогов в виде неартериальной передней ишемической оптической нейропатии — острого заболевания, характеризующегося внезапной безболезненной и безвозвратной потерей зрения. Данные других научных исследований фиксируют случаи формирования отека макулы и прогрессирование диабетической ретинопатии. В литературе упоминается эффект Ozempic face — изменение внешнего вида лица (морщины, эффект осунувшегося лица) из-за быстрой потери подкожной жировой ткани, что провоцирует пациентов обращаться к косметологам для введения дермальных филлеров, а это, соответственно, повышает риски возникновения офтальмологических осложнений — в частности, окклюзии центральной артерии сетчатки. Следует отметить, что снижение аппетита при использовании препаратов данной группы во многом обусловлено механизмом их действия в отношении центральной нервной системы и сопровождается изменением вкусовых пристрастий (снижение ярких вкусовых ощущений), а также усилением депрессии, тревожности и в отдельных случаях формированием суицидальных мыслей. Несмотря на то что эффективность терапии аналогами человеческого глюкагоноподобного пептида-1 доказана, необходимы дальнейшие исследования, направленные на оценку рисков возникновения тяжелых побочных эффектов на фоне их применения, а также информирование врачей и пациентов о том, с какими осложнениями они могут столкнуться, для возможности оказания своевременной медицинской помощи, в том числе в офтальмологической практике.

Ключевые слова: неартериитная передняя ишемическая оптическая нейропатия, диабетическая ретинопатия, Семаглутид, «Оземпическое лицо», глюкагоноподобный пептид, снижение веса, факторы риска

Для цитирования: Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Трубилин А.В., Андрианова А.А., Анджелова Д.В., Коновалов М.Е., Привезенцева Т.А., Федосеев Ю.Б. Что должен знать офтальмолог про побочные эффекты «Оземпика» и его аналогов. *Офтальмология.* 2026;23(2):234–241. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-234-241

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

What an Ophthalmologist Should Know about the Side Effects of “Ozempic” and its Analogues

V.N. Trubilin[1], E.G. Polunina[1], A.V. Trubilin[1], A.A. Andrianova[1], D.V. Andzhelova[2], M.E. Konovalov[1], T.A. Privezentseva[3] , Yu.B. Fedoseev[1]

[1]Academy of Postgraduate Education of FMBA of Russia
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

[2] Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11a, b, Moscow, 119021, Russian Federation,

[3] Professor Trubilin’s Family Ophthalmology Clinic
Marshal Rybalko str., 2, bld. 6, Moscow, 123060, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):234–241**

Modern notions of beauty, dominant in the media and online, persistently promote the idea of “eternal youth”, including the need for a slim figure. Consequently, medications originally developed for the treatment of various systemic diseases are often used without medical indications and without physician supervision for the purpose of weight loss and/or rejuvenation. A striking example is the widespread use of human glucagon-like peptide-1 (HGLP-1) analogs (“Ozempic”, “Munjaro”, etc.), which were developed for the treatment of type 2 diabetes and associated obesity. This has led to the use of these drugs not only for the treatment of the aforementioned condition but also for weight loss in otherwise healthy individuals. An analysis of scientific literature and our clinical observations indicate a high risk of a wide range of side effects with this group of medications. The most common complaints include nausea, diarrhea, vomiting, and constipation, occurring in 39–42 % of patients. Additionally, cases of pancreatitis have been described, as well as an increased risk of gallstones, renal failure, anesthesia-related risks such as aspiration of gastric contents into the respiratory tract, and carcinogenic effects such as thyroid and pancreatic cancer. A significant number of studies have documented the development of ophthalmic pathology associated with the use of “Ozempic” and its analogs, including non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy — an acute condition characterized by sudden, painless, and irreversible vision loss. Other studies have documented cases of macular edema and progression of diabetic retinopathy. The “Ozempic face” effect — a change in facial appearance (wrinkles, a sunken appearance) due to the rapid loss of subcutaneous fat — is mentioned in the literature. It prompts patients to seek dermal filler injections from cosmetologists, which, consequently, increases the risk of ophthalmological complications, particularly central retinal artery occlusion. It should be noted that decreased appetite associated with this class of drugs is largely due to their mechanism of action on the central nervous system and is accompanied by changes in taste preferences (a decrease in intense taste sensations), as well as increased depression, anxiety, and, in some cases, suicidal ideation. Although the effectiveness of therapy with human glucagon-like peptide-1 analogues has been proven, further research is needed to assess the risk of severe side effects associated with their use, as well as to inform physicians and patients about potential complications to ensure timely medical care, including in ophthalmology.

Keywords: non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy, diabetic retinopathy, semaglutide, ozempic face, glucagon-like peptide, weight loss, risk factors

For citation: Trubilin V.N., Polunina E.G., Trubilin A.V., Andrianova A.A., Andzhelova D.V, Konovalov M.E., Privezentseva T.A., Fedoseev Yu.B. What an Ophthalmologist Should Know about the Side Effects of “Ozempic” and its Analogues. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):234–241. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-234-241

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Современные представления о красоте, которые пропагандируют средства массовой информации и социальные сети, предполагают «вечную молодость» и стройность фигуры. В связи с этим нередко лекарственные средства, которые изначально были разработаны для лечения различных системных заболеваний, применяют без медицинских показаний и без контроля врача с целью снижения веса и/или омоложения. Ярким примером является массовое использование препаратов — аналогов человеческого глюкагоноподобного пептида-1 («Оземпик», «Мунджаро» и др.), которые были разработаны для лечения сахарного диабета 2-го типа и ожирения. Одним из эффектов данной группы препаратов является снижение веса, что послужило поводом для их применения не только для лечения вышеуказанной патологии, но и для похудения у соматически здоровых лиц [1].

К ключевым регуляторам содержания глюкозы в крови, аппетита и массы тела относят инкретиновые гормоны: глюкагоноподобный пептид-1 (ГПП-1) и глюкозозависимый инсулинотропный полипептид (ГИП). За счет существования инкретинового эффекта, который определяется как быстрое и резкое усиление секреции инсулина в ответ на пероральную нагрузку глюкозой, стимулирующую синтез ГИП и ГПП-1 K- и L-клетками кишечника, обеспечивается своевременное и быстрое достижение нормогликемии после приема пищи. Нарушение эффектов инкретиновых гормонов — ведущая причина развития сахарного диабета 2-го типа и ожирения.

Важно отметить, что ГПП-1 имеет широкий спектр действия, который не ограничивается усилением секреции инсулина. ГПП-1 замедляет скорость опорожнения желудка, угнетает моторику желудочно-кишечного тракта, усиливает чувство насыщения и снижает аппетит, что, возможно, связано с вовлечением в процесс нейрогуморальных механизмов местного и центрального действия. Кроме того, ГПП-1 влияет на сердечно-сосудистую систему путем повышения частоты сердечных сокращений, обладает кардиопротективным эффектом, воздействует на дыхательную систему через усиление релаксации дыхательных мышц, на мочевыделительную систему — путем повышения диуреза, а также на иммунную систему [2, 3].

В настоящее время появилась новая группа препаратов, имитирующих инкретиновые гормоны, — агонисты рецепторов глюкагоноподобного пептида-1, в частности семаглутид («Оземпик»), а также двойной агонист рецепторов глюкозозависимого инсулинотропного полипептида и глюкагоноподобного пептида-1 — тирзепатид («Мунджаро»). Данная группа препаратов одобрена Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) в 2017 и 2022 гг. соответственно для лечения сахарного диабета 2-го типа и ожирения.

В этой статье будут рассмотрены механизм действия и осложнения, связанные с применением препарата «Оземпик» как наиболее распространенного в группе аналогов рецепторов ППГ-1, что во многом связано с его популяризацией на уровне средств массовой информации и социальных сетей как средства для снижения веса.

Механизм действия семаглутида («Оземпик») основан на его способности имитировать естественный гормон — глюкагоноподобный пептид-1 [4].

Семаглутид стимулирует глюкозозависимую секрецию инсулина β-клетками и одновременно подавляет высвобождение глюкагона α-клетками. По данным исследований, это приводит к эффективному снижению сахара в крови, при этом риск гипогликемии остается минимальным, так как действие препарата прекращается при нормализации уровня глюкозы. Препарат также воздействует на рецепторы в гипоталамусе и стволе головного мозга, усиливая сигналы насыщения и снижая чувство голода, активирует нейроны, подавляющие аппетит, и ингибирует нейроны, стимулирующие его, что ведет к значительному снижению потребления калорий. Семаглутид замедляет опорожнение желудка. Это способствует более плавному поступлению глюкозы в кровоток после приема пищи и усиливает ощущение сытости [5, 6].

Рецепторы ГПП-1 также функционально активны в отношении жировой ткани, которая является мишенью агонистов рецепторов ГПП-1. Препарат способен превращать белую жировую ткань в бурую, что приводит к повышению расхода энергии, ускорению метаболизма и улучшению гликемического контроля. Семаглутид улучшает липидный обмен, подавляя патологический липолиз (выброс свободных жирных кислот), и снижает накопление жира в печени и мышцах.

Описано противовоспалительное действие данного лекарственного средства, обусловленное его иммуномодулирующим эффектом, за счет уменьшая инфильтрации макрофагов в тканях [7]. Это снижает уровень системного воспаления, что критически важно для защиты сердечно-сосудистой системы и почек [5].

Как сказано выше, в 2017 г. FDA одобрило инъекционное применение семаглутида (Ozempic) для лечения сахарного диабета 2-го типа, в 2019 г. появилась первая в мире пероральная форма пептидного препарата — Rybelsus, а в 2021 г. семаглутид в повышенной дозировке — 2,4 мг (Wegovy) был официально одобрен для терапии ожирения [8].

Таким образом, существуют различные лекарственные формы семаглутида — пероральная и инъекционная, а также различные дозировки. Это важно учитывать при сборе анамнеза у пациентов, принимающих данный препарат, так как путь введения препарата в значительной степени может влиять на осложнения, особенно у пациентов, не страдающих сахарным диабетом 2-го типа и ожирением и принимающих препараты данной группы без медицинских показаний для снижения веса.

ОСЛОЖНЕНИЯ

Анализ данных литературы, направленный на изучение побочных эффектов, связанных с применениям аналогов рецепторов ГПП-1, показал, что чаще всего они связаны с желудочно-кишечным трактом (ЖКТ) и проявляются в виде жалоб на тошноту, диарею, рвоту, запор, которые могут определяться у 15–42 % пациентов. Авторы исследований сообщают, что данные жалобы могут носить временный характер и чаще проявляются на этапе повышения дозы. При этом частота возникновения жалоб напрямую зависит не только от дозировки, но и скорости ее повышения [9–11].

Описаны случаи возникновения острого панкреатита, возникшего на фоне приема препаратов вышеуказанной группы. Часто наблюдается бессимптомное повышение уровня липазы и амилазы (в среднем на 6,5 %), что не всегда коррелирует с клиническим панкреатитом [12, 13]. Наблюдается повышенный риск образования камней в желчном пузыре, что может быть связано как с действием препарата на моторику пузыря, так и с быстрой потерей веса [14]. Острые повреждения почек встречаются крайне редко и обычно вторичны по отношению к обезвоживанию из-за рвоты и диареи [5, 15].

Определено, что семаглутид имеет низкий собственный риск гипогликемии, так как он стимулирует секрецию инсулина только при повышенном уровне глюкозы. Риск гипогликемии существенно возрастает при одновременном приеме с инсулином или препаратами сульфонилмочевины. В соответствии с этим при назначении препаратов данной группы важно учитывать, какие еще

Контактная информация: Полунина Елизавета Геннадьевна lpolunina@mail.ru

лекарственные средства принимает пациент, во избежание кумулятивного эффекта [16, 17].

Сообщается о долгосрочных побочных эффектах. Так, повышенный риск кишечной непроходимости у пациентов с диабетом в 4,5 раза выше, чем у пациентов, принимающих другие препараты для контроля уровня глюкозы. По данным исследования, в котором приняло участие 25 617 человек, увеличение частоты кишечной непроходимости, связанное с лечением агонистами рецепторов ГПП-1, определено в 3,5 раза чаще по сравнению с пациентами, которые данную группу препаратов не использовали [18].

Алопеция описана как новый побочный эффект, связанный с применением агонистов рецепторов глюкагоноподобного пептида-1. Предполагается, что препараты этой группы могут изменять биологический цикл волосяных фолликулов [19, 20].

Ряд исследований направлен на изучение канцерогенного эффекта агонистов рецепторов ГПП-1. Крупные обзоры рандомизированных контролируемых исследований показали, что заболеваемость раком щитовидной железы у людей, принимающих семаглутид, составляет в среднем 1 %, что не указывает на значимый риск. В 2023 г. Комитет по оценке рисков (Pharmacovigilance Risk Assessment Committee), отвечающий за безопасность лекарств, пришел к выводу, что доказательства наличия причинно-следственной связи между приемом аналогов рецепторов ГПП-1 и раком щитовидной железы отсутствуют. Тем не менее в США препарат имеет «предупреждение в рамке» (boxed warning) — самый серьезный тип предупреждения от FDA, информирующий лиц, назначающих лекарственные средства, о повышенном риске смерти или серьезных повреждений [14].

Следует отметить, что противопоказанием к применению семаглутида является медуллярный рак щитовидной железы в анамнезе или синдром МЭН 2 — наследственное заболевание, приводящее к развитию опухолевого процесса, нередко злокачественного, в нескольких эндокринных железах; беременность (препарат следует отменить как минимум за 2 месяца до зачатия из-за риска для плода); сахарный диабет 1-го типа и диабетический кетоацидоз; анестезия (из-за замедленного опорожнения желудка существует риск аспирации содержимого ЖКТ во время операции под общей анестезией) [21, 22].

Значительное число публикаций посвящено офтальмологическим осложнениям приема «Оземпика» и его аналогов. Основное внимание уделяется двум аспектам: риску развития редкого, но тяжелого заболевания — неартериальной передней ишемической оптической нейропатии (НАПИОН) и временному утяжелению течения диабетической ретинопатии [23–25].

Неартериальная передняя ишемическая оптическая нейропатия — острое заболевание, характеризующееся внезапной безболезненной потерей зрения, как правило, в одном глазу из-за нарушения кровоснабжения в зоне диска зрительного нерва [26, 27]. Ряд исследований показал значительное увеличение относительного риска этого заболевания у пациентов, принимающих семаглутид, а именно, в 2–4 раза выше у диабетиков и в 7 раз выше у пациентов с ожирением по сравнению с другими препаратами [28]. Однако абсолютный риск остается низким (порядка нескольких случаев на 1000 человеко-лет) [29].

Неартериальная передняя ишемическая оптическая нейропатия обычно приводит к стойким дефектам поля зрения (чаще всего выпадают нижние или верхние половины). В тяжелых случаях возможна полная, необратимая слепота. У пациентов, перенесших НАПИОН на одном глазу, существует 15–30 % риск поражения второго глаза в течение последующих 5 лет [30, 31]. Факторами риска развития неартериальной передней ишемической оптической нейропатии являются анатомические особенности: наличие диска зрительного нерва маленького диаметра с отсутствующей или минимальной физиологической экскавацией. Влияние оказывает также наличие сопутствующих заболеваний — сахарного диабета (особенно длительно текущего и плохо контролируемого), гипертензии, ожирения и синдрома обструктивного апноэ сна [32].

Данные литературы свидетельствуют о том, что при применении семаглутида происходит утяжеление течения диабетической ретинопатии (ДР). В ходе исследования SUSTAIN-6 было замечено, что семаглутид может вызывать временное прогрессирование ДР, особенно у пациентов с уже имеющимся заболеванием и при быстром снижении уровня гликированного гемоглобина (отношение рисков HR 1,76; 95 % ДИ 1,11–2,76). Основные клинические наблюдения включают увеличение частоты прогрессирования ретинопатии до пролиферативной стадии, риск развития отека макулы. Наибольшая частота осложнений наблюдалась у пациентов, которые уже имели диабетическую ретинопатию на момент начала терапии [25, 28].

Стоит также подчеркнуть, что ухудшение течения диабетической ретинопатии не является прямым токсическим эффектом препарата, а представляет собой известный в медицине феномен «раннего ухудшения», связанного с быстрым изменением гликемического контроля. Риск напрямую связан с высоким исходным уровнем гликированного гемоглобина (HbA1c), а также с амплитудой и скоростью его снижения. Резкое падение уровня сахара в крови после длительного периода гипергликемии вызывает метаболический стресс в тканях глаза. Аналогичное временное ухудшение диабетической ретинопатии ранее наблюдалось в других крупных исследованиях при интенсивной инсулинотерапии или после операций по шунтированию желудка [33, 34].

Следует отметить, что рецепторы ГПП-1 обнаружены в зрительном нерве, следовательно, препараты данной группы могут влиять на симпатическую нервную систему и вызывать падение системного артериального давления, что нарушает перфузию диска зрительного нерва [35].

Кроме того, снижение уровня глюкозы может приводить к расширению вен сетчатки. У пациентов с маленьким размером экскавации по отношению к площади диска зрительного нерва это может спровоцировать венозный застой и развитие «синдрома сдавливания» (compartment syndrome), приводящего к ишемии зрительного нерва [36, 37].

Учитывая широкий спектр системного воздействия на организм агонистов рецепторов ГПП-1, перед началом курса терапии препаратами данной группы в обязательном порядке необходимо изучить всю личную и семейную историю заболеваний, включая наличие нарушений функций щитовидной железы, рака щитовидной железы, панкреатита, ретинопатии, других офтальмологических заболеваний. При офтальмологическом обследовании следует провести осмотр глазного дна и оптическую когерентную томографию для оценки особенностей морфологии диска зрительного нерва. При этом в реальной практике, как показали исследования, такие обследования были проведены только у 1,8 % пациентов, которым был назначен «Оземпик», у 98,6 % из них имелось хотя бы одно из заболеваний, которые относят к группе риска и противопоказаний для назначения этого препарата [38].

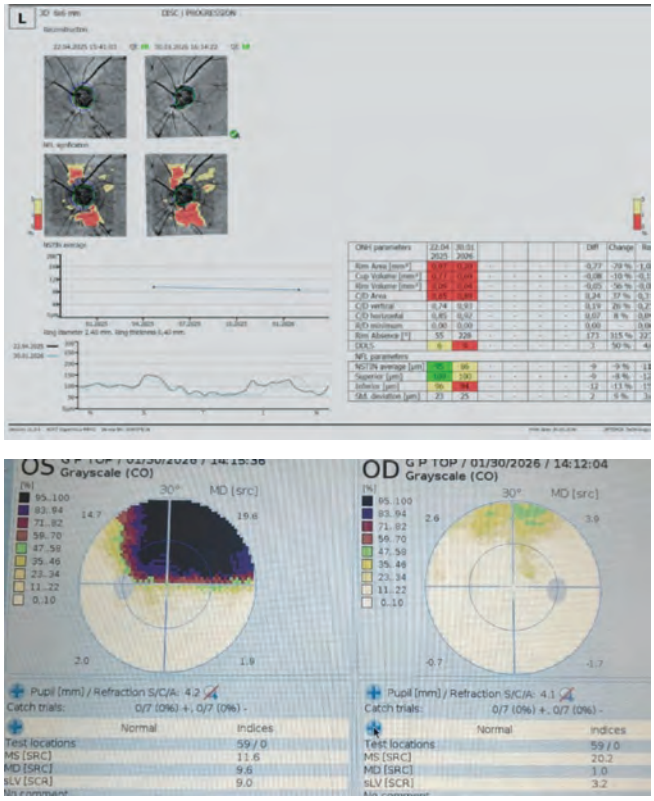


Рис. 1. ОКТ и компьютерная периметрия у пациентки 71 года с жалобами на ухудшение зрения на левом глазу, возникшими на фоне инъекций препарата «Оземпик»

Fig. 1. OCT and computer perimetry in a 71-year-old patient with complaints of worsened vision in the left eye that arose during injections of the drug "Ozempic"

Данные вышеуказанного исследования, свидетельствующие о том, что отсутствие полноценного сбора анамнеза и предварительного, в частности, офтальмологического обследования, является распространенным явлением, которое имеет тяжелые последствия для пациента, что можно проиллюстрировать клиническим примером из нашей клинической практики.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

На прием обратилась пациентка в возрасте 71 года с жалобами на снижение зрения на левом глазу. Данные жалобы возникли через 1 месяц после начала курса лечения в виде инъекционного введения препарата «Оземпик» с целью лечения ожирения. У пациентки в анамнезе папиллярный рак щитовидной железы (оперированный). Со слов больной, до начала курса «Оземпика» офтальмологическое обследование не проводили. Полученные в ходе обследования данные (рис. 1.) свидетельствовали о выпадении полей зрения на правом глазу по данным компьютерной периметрии, наличии ОКТ-признаков атрофии зрительного нерва. При офтальмоскопии — диск зрительного нерва деколорирован, экскавация глубокая, расширена. Пациентке поставлен диагноз: OS — Неартериальная передняя ишемическая оптическая нейропатия.

Необходимо информировать врачей и пациентов о необходимости незамедлительного обращения к офтальмологу при любом внезапном изменении зрения [39].

Из-за текущего дефицита и высокой стоимости «Оземпика» и его аналогов многие пациенты пытаются получить их у нелицензированных поставщиков, что может быть связано с повышенным риском серьезных осложнений. Кроме того, как было сказано выше, очень часто препарат «Оземпик» и его аналоги пациенты начинают применять не по назначению врача, а руководствуясь идеалами красоты, пропагандируемыми социальными сетями, которые стигматизируют повышенный вес и возрастные изменения, что особенно губительно может отражаться на подростках и молодых людях [40].

Обращают на себя внимание исследования, свидетельствующие о психиатрических побочных эффектах приема аналогов рецепторов ГПП-1, к которым относят депрессивные и тревожные расстройства, суицидальные мысли. Причем весомое число исследований направлено на изучение корреляции применения препаратов этой группы именно с суицидальными мыслями, которые возникают у пациентов при проведении курса терапии [41–44]. Можно предположить, что побочные явления психологического характера формируются на фоне приема агонистов рецепторов ГПП-1 из-за их воздействия на центральную нервную систему. При этом усугублять ситуацию может изменение вкусовых пристрастий у пациентов, применяющих вышеуказанные препараты, что приводит к снижению уровня удовольствия при принятии пищи и, соответственно, качества жизни.

В литературе упоминается термин «Ozempic face» — изменение внешнего вида лица: появление морщин, эффект осунувшегося лица, которое формируется из-за быстрой потери подкожно-жировой ткани. Описаны механизмы возможного старения кожи при применении агонистов рецепторов ГПП-1. В частности, препараты этой группы могут воздействовать на стволовые клетки жировой ткани (ADSC) и фибробласты, которые имеют на своей поверхности рецепторы ГПП-1, стимуляция которых снижает способность ADSC продуцировать защитные цитокины [45].

Данные других исследований свидетельствуют о том, что в значительной степени увеличилось число запросов на онлайн-поиски по тематике «“Ozempic” face», чаще всего они связаны с ростом числа запросов по тематике «филлеры для лица» и «пластическая хирургия» [46, 47]. Следовательно, применение препарата «Оземпик» и его аналогов, особенно с целю снижения веса, но без медикаментозного показания, может не только стать причиной серьезных осложнений со стороны различных органонов и систем, но и запускать целый каскад психологических проблем, связанных с изменением внешности. Учитывая тот факт, что медицина имеет накопительный опыт, важно отметить, что в настоящее время еще нет достаточного опыта клинических наблюдений за пациентами, длительно принимающими аналоги рецепторов ГПП-1, поэтому требуются дальнейшие фундаментальные научные исследования в области изучения эффектов препаратов данной группы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных научной литературы и наши клинические наблюдения свидетельствуют о высоком риске возникновения широкого спектра побочных эффектов при использовании данной группы препаратов. К наиболее частым относят жалобы на тошноту, диарею, рвоту, запор, встречающиеся у 39–42 % пациентов. Кроме того, описаны случаи возникновения панкреатита, а также повышение риска образования камней в желчном пузыре, почечной недостаточности, риски, связанные с анестезией, такие как аспирация содержимого желудка в дыхательные пути, раком щитовидной железы. Значительное число исследований свидетельствует о формировании офтальмопатологии на фоне приема «Оземпика» и его аналогов в виде неартериальной передней ишемической оптической нейропатии — острого заболевания, характеризующегося внезапной безболезненной и безвозвратной потерей зрения. Данные других научных исследований фиксируют случаи формирования отека макулы и прогрессирования диабетической ретинопатии. В литературе упоминается эффект «“Ozempic” face» — изменение внешнего вида лица (морщины, эффект осунувшегося лица) из-за быстрой потери подкожно-жировой ткани, что провоцирует пациентов обращаться к косметологам для введения дермальных филлеров, что, в свою очередь, повышает риски возникновения офтальмологических осложнений, в частности окклюзии центральной артерии сетчатки. Следует отметить, что снижение аппетита при применении данной группы препаратов во многом обусловлено механизмом их действия в отношении центральной нервной системы и сопровождается изменением вкусовых пристрастий (снижение ярких вкусовых ощущений), а также усилением депрессии, тревожности и, в отдельных случаях, формированием суицидальных мыслей. Несмотря на то что эффективность терапии аналогами человеческого глюкагоноподобного пептида-1 доказана, необходимы дальнейшие исследования, направленные на оценку рисков возникновения тяжелых побочных эффектов на фоне их применения, а также информирование врачей и пациентов о том, с какими осложнениями они могут столкнуться, для возможности оказания своевременной медицинской помощи, в том числе в офтальмологической практике.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Трубилин В.Н. — научное редактирование;
Полунина Е.Г. — сбор и обработка материала, написание текста;
Трубилин А.В. — сбор и обработка материала;
Андрианова А.А. — сбор и обработка материала, написание текста;
Анджелова Д.В. — сбор и обработка материала;
Коновалов М.Е. — сбор и обработка материала, написание текста;
Привезенцева Т.А. — сбор и обработка материала;
Федосеев Ю.Б. — сбор материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Колмакова ЕВ, Воробьева ОА, Исачкина АН, Ленькина ВВ. Семаглутид снижает массу тела, но… Нефрология. 2026;30(1):103–111.
   Kolmakova EV, Vorobieva OA, Isachkina AN, Len'kina VV. Semaglutide reduces body weight, but... Nephrology (Saint-Petersburg). 2026;30(1):103–111 (In Russ.). doi: 10.36485/1561-6274-2026-30-1-103-111. EDN: EPOLYU
2. Левицкая АН, Демидова ТЮ, Лобанова КГ. Эффекты препаратов инкретинового ряда в отношении контроля гликемии и массы тела. FOCUS. Эндокринология. 2025;6(3):67–76.
   Levitskaya AN, Demidova TYu, Lobanova KG. Effects of incretin drugs on glycemic control and body weight. FOCUS. Endocrinology. 2025;6(3):67–76 (In Russ.). doi: 10.62751/2713-0177-2025-6-3-07.
3. Галстян ГР, Каратаева ЕА, Юдович ЕА. Эволюция агонистов рецепторов глюкагоноподобного пептида-1 в терапии сахарного диабета 2 типа. Сахарный диабет. 2017;20(4):286–298.
   Galstyan GR, Karataeva EA, Yudovich EA. Evolution of glucagon-like peptide-1 receptor agonists for the treatment of type 2 diabetes. Diabetes mellitus. 2017;20(4):286–298 (In Russ.). doi: 10.14341/DM8804.
4. Nair P. QnAs with Svetlana Mojsov, Joel Habener, and Lotte Bjerre Knudsen: Winners of the 2024 Lasker~DeBakey Clinical Medical Research Award. Proc Natl Acad Sci U S A. 2024 Sep 24;121(39):e2416868121. doi: 10.1073/pnas.2416868121.
5. Pillarisetti L, Agrawal DK. Semaglutide: Double-edged Sword with Risks and Benefits. Arch Intern Med Res. 2025;8(1):1–13. doi: 10.26502/aimr.0189.
6. Weiskirchen R, Lonardo A. Semaglutide from Bench to Bedside: The Experimental Journey Towards a Transformative Therapy for Diabetes, Obesity and Metabolic Liver Disorders. Med Sci (Basel). 2025 Nov 12;13(4):265. doi: 10.3390/medsci13040265.
7. Ábel T, Csobod Csajbókné É. Semaglutide-Mediated Remodeling of Adipose Tissue in Type 2 Diabetes: Molecular Mechanisms Beyond Glycemic Control. Int J Mol Sci. 2026 Jan 24;27(3):1186. doi: 10.3390/ijms27031186.
8. Won H, Cho JY, Lee S. Clinical development of oral semaglutide for the treatment of type 2 diabetes mellitus: focusing on early phase clinical trials. Transl Clin Pharmacol. 2025 Mar;33(1):1–9. doi: 10.12793/tcp.2025.33.e3.
9. Gundapaneni SRC, Burri RG, Kaku R, Mamytova A, Kondadasula P, Tagaev T. Semaglutide in Obesity and Type 2 Diabetes Management: A Systematic Review of Clinical Outcomes. Cureus. 2025 Feb 5;17(2):e78555. doi: 10.7759/cureus.78555.
10. Yang L, Duan X, Hua P, Wu S, Liu X. Effectiveness and safety of semaglutide in overweight/obese adults with or without type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. J Res Med Sci. 2024 Sep 30;29:60. doi: 10.4103/jrms.jrms_693_23.
11. Smits MM, Van Raalte DH. Safety of Semaglutide. Front Endocrinol (Lausanne). 2021 Jul 7;12:645563. doi: 10.3389/fendo.2021.645563. Erratum in: Front Endocrinol (Lausanne). 2021 Nov 10;12:786732. doi: 10.3389/fendo.2021.786732.

12. Dagher C, Jailani M, Akiki M, Siddique T, Saleh Z, Nadler E. Semaglutide-Induced Acute Pancreatitis Leading to Death After Four Years of Use. Cureus. 2024 Sep 19;16(9):e69704. doi: 10.7759/cureus.69704.
13. Patel F, Gan A, Chang K, Vega KJ. Acute Pancreatitis in a Patient Taking Semaglutide. Cureus. 2023 Aug 19;15(8):e43773. doi: 10.7759/cureus.43773.
14. Feier CVI, Vonica RC, Faur AM, Streinu DR, Muntean C. Assessment of Thyroid Carcinogenic Risk and Safety Profile of GLP1-RA Semaglutide (Ozempic) Therapy for Diabetes Mellitus and Obesity: A Systematic Literature Review. Int J Mol Sci. 2024 Apr 15;25(8):4346. doi: 10.3390/ijms25084346.
15. Morales J, Shubrook JH, Skolnik N. Practical guidance for use of oral semaglutide in primary care: a narrative review. Postgrad Med. 2020 Nov;132(8):687–696. doi: 10.1080/00325481.2020.1788340.
16. Long B, Pelletier J, Koyfman A, Bridwell RE. GLP-1 agonists: A review for emergency clinicians. Am J Emerg Med. 2024 Apr;78:89–94. doi: 10.1016/j.ajem.2024.01.010.
17. Liu L, Chen J, Wang L, Chen C, Chen L. Association between different GLP-1 receptor agonists and gastrointestinal adverse reactions: A real-world disproportionality study based on FDA adverse event reporting system database. Front Endocrinol (Lausanne). 2022 Dec 7;13:1043789. doi: 10.3389/fendo.2022.1043789.
18. Lu J, Liu H, Zhou Q, Wang MW, Li Z. A potentially serious adverse effect of GLP-1 receptor agonists. Acta Pharm Sin B. 2023 May;13(5):2291–2293. doi: 10.1016/j.apsb.2023.02.020. Epub 2023 Mar 2.
19. Rojas Lopez RF, Lynett Barrera D, Amaya Muñoz MC, Saavedra Diaz MP. Alopecia as an Emerging Adverse Effect Associated With Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1) Receptor Agonists for Weight Loss: A Scoping Review. Cureus. 2025 Aug 13;17(8):e90021. doi: 10.7759/cureus.90021.
20. Fezza R, Rains B, Fezza T, Fezza JP. Emerging Anesthesia Risks with Semaglutide. Plast Reconstr Surg Glob Open. 2023 Nov 21;11(11):e5427. doi: 10.1097/GOX.0000000000005427.
21. Espinosa De Ycaza AE, Brito JP, McCoy RG, Shao H, Singh Ospina N. Glucagon-Like Peptide-1 Receptor Agonists and Thyroid Cancer: A Narrative Review. Thyroid. 2024 Apr;34(4):403–418. doi: 10.1089/thy.2023.0530.
22. Wasilewska B, Petruczynik A. Semaglutide — properties, action and chromatographic analysis. J Diabetes Metab Disord. 2025 Sep 8;24(2):197. doi: 10.1007/s40200-025-01711-8.
23. Chou CC, Pan SY, Sheen YJ, Lin JF, Lin CH, Lin HJ, Wang IJ, Weng CH. Association between Semaglutide and Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy: A Multinational Population-Based Study. Ophthalmology. 2025 Apr;132(4):381–388. doi: 10.1016/j.ophtha.2024.10.030.
24. Chen KY, Chan HC, Chan CM. Does semaglutide increase the risk of non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy? A systematic review and meta-analysis of emerging evidence. Asia Pac J Ophthalmol (Phila). 2026 Jan-Feb;15(1):100245. doi: 10.1016/j.apjo.2025.100245.
25. Grauslund J, Taha AA, Molander LD, Kawasaki R, Möller S, Højlund K, Stokholm L. Once-weekly semaglutide doubles the five-year risk of nonarteritic anterior ischemic optic neuropathy in a Danish cohort of 424,152 persons with type 2 diabetes. Int J Retina Vitreous. 2024 Dec 18;10(1):97. doi: 10.1186/s40942-024-00620-x.
26. Salvetat ML, Pellegrini F, Spadea L, Salati C, Zeppieri M. Non-Arteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy (NA-AION): A Comprehensive Overview. Vision. 2023;7:72. doi: 10.3390/vision7040072.
27. Simonsen E, Lund LC, Ernst MT, Hjellvik V, Hegedüs L, Hamann S, Jørstad ØK, Gulseth HL, Karlstad Ø, Pottegård A. Use of semaglutide and risk of non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy: A Danish-Norwegian cohort study. Diabetes Obes Metab. 2025 Jun;27(6):3094–3103. doi: 10.1111/dom.16316.
28. Hathaway JT, Shah MP, Hathaway DB, Zekavat SM, Krasniqi D, Gittinger JW Jr, Cestari D, Mallery R, Abbasi B, Bouffard M, Chwalisz BK, Estrela T, Rizzo JF 3rd. Risk of Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy in Patients Prescribed Semaglutide. JAMA Ophthalmol. 2024 Aug 1;142(8):732–739. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2024.2296.
29. Tesfaye H, Paik JM, Wexler DJ, Hathaway JT, Yu EW, Freedman A, Rizzo JF III, Patorno E. GLP-1RA and the risk of non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy in patients with type 2 diabetes: A population-based study. Diabetes Obes Metab. 2026 Feb;28(2):1517–1528. doi: 10.1111/dom.70200.
30. Abbass NJ, Nahlawi R, Shaia JK, Allan KC, Kaelber DC, Talcott KE, Singh RP. The Effect of Semaglutide and GLP-1 RAs on Risk of Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy. Am J Ophthalmol. 2025 Jun;274:24–31. doi: 10.1016/j.ajo.2025.02.025. Epub 2025 Feb 25. PMID: 40015592.
31. Singh AK, Kesavadev J, Tiwaskar M. Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy and Semaglutide: What is This All About? J Assoc Physicians India 2024;72(8):11–12.
32. Varghese D, Abdelsalam D, Ibrahim S, Lee AG, Bhatti MT. Too much of a good thing. Surv Ophthalmol. 2026 Jan 9:S0039-6257(26)00001-9. doi: 10.1016/j.survophthal.2026.01.001.
33. Amini A, Hamann S, Larsen M. Semaglutide and non-arteritic anterior ischaemic optic neuropathy: Review and interpretation of reported association. Acta Ophthalmol. 2025 Sep;103(6):615–621. doi: 10.1111/aos.17473.
34. Katz BJ, Lee MS, Lincoff NS, Abel AS, Chowdhary S, Ellis BD, Najafi A, Nguyen J, Seay MD, Warner JEA. Ophthalmic Complications Associated With the Antidiabetic Drugs Semaglutide and Tirzepatide. JAMA Ophthalmol. 2025 Mar 1;143(3):215–220. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2024.6058.
35. Cai CX, Hribar M, Baxter S, et al. Semaglutide and Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy. JAMA Ophthalmol. 2025;143(4):304–314. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2024.6555.
36. Heberer K, Bress AP, Cogill S, Maldonado AI, Kim SH, Nallamshetty S, Chen YQ, Shih MC, Lynch JA, Lee JS. New-Onset Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy and Initiators of Semaglutide in US Veterans With Type 2 Diabetes. JAMA Ophthalmol. 2026 Mar 1;144(3):259–264. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2025.6262. Erratum in: JAMA Ophthalmol. 2026 Apr 9. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2026.1060.
37. Hsu AY, Kuo HT, Wang YH, Lin CJ, Shao YC, Chiang CC, Hsia NY, Lai CT, Tseng H, Wu BQ, Chen HS, Tsai YY, Hsu MY, Wei JC. Semaglutide and Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy Risk Among Patients With Diabetes. JAMA Ophthalmol. 2025 May 1;143(5):400–407. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2025.0349.
38. Bin Dayel FF, Alanazi RJ, Alenazi MA, Alkhalifah S, Alfaifi M, Alghadeer S, Alwhaibi A. Evaluation of Pre-Treatment Assessment of Semaglutide Users: Balancing the Benefits of Weight Loss vs. Potential Health Consequences. Healthcare (Basel). 2025 Jul 26;13(15):1827. doi: 10.3390/healthcare13151827.
39. Feldman-Billard S. What the diabetologist needs to know about the risk of nonarteritic anterior ischaemic optic neuropathy and GLP-1 receptor agonist use in patients with type 2 diabetes. Diabetes Metab. 2025 Jul;51(4):101664. doi: 10.1016/j.diabet.2025.101664.
40. Mazzeo SE, Weinstock M, Vashro TN, Henning T, Derrigo K. Mitigating Harms of Social Media for Adolescent Body Image and Eating Disorders: A Review. Psychol Res Behav Manag. 2024 Jul 4;17:2587–2601. doi: 10.2147/PRBM.S410600.
41. Wang M, Chen X, Liu Z, Li Z, Zhu Z, Liu S, Xiao S. Exploring potential associations between GLP-1RAs and depressive disorders: a pharmacovigilance study based on FAERS and VigiBase data. EClinicalMedicine. 2025 Jul 29;86:103385. doi: 10.1016/j.eclinm.2025.103385.
42. Tobaiqy M, Elkout H. Psychiatric adverse events associated with semaglutide, liraglutide and tirzepatide: a pharmacovigilance analysis of individual case safety reports submitted to the EudraVigilance database. Int J Clin Pharm. 2024 Apr;46(2):488–495. doi: 10.1007/s11096-023-01694-7. Epub 2024 Jan 24.
43. Ruggiero R, Mascolo A, Spezzaferri A, Carpentieri C, Torella D, Sportiello L, Rossi F, Paolisso G, Capuano A. Glucagon-like Peptide-1 Receptor Agonists and Suicidal Ideation: Analysis of Real-Word Data Collected in the European Pharmacovigilance Database. Pharmaceuticals (Basel). 2024 Jan 23;17(2):147. doi: 10.3390/ph17020147.
44. Schoretsanitis G, Weiler S, Barbui C, Raschi E, Gastaldon C. Disproportionality Analysis From World Health Organization Data on Semaglutide, Liraglutide, and Suicidality. JAMA Netw Open. 2024 Aug 1;7(8):e2423385. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.23385.
45. Paschou IA, Sali E, Paschou SA, Tsamis KI, Peppa M, Psaltopoulou T, Nicolaidou E, Stratigos AJ. GLP-1RA and the possible skin aging. Endocrine. 2025 Sep;89(3):680–685. doi: 10.1007/s12020-025-04293-w.
46. Mnajjed L, Mims MM. Interest in Facial Volume Restorative Procedures With the Rise in "Ozempic Face": A Google Trends Analysis. Plast Reconstr Surg Glob Open. 2025 Nov 17;13(11):e7282. doi: 10.1097/GOX.0000000000007282.
47. Daneshgaran G, Shauly O, Gould DJ. "Ozempic Face" in Plastic Surgery: A Systematic Review of the Literature on GLP-1 Receptor Agonist Mediated Weight Loss and Analysis of Public Perceptions. Aesthet Surg J Open Forum. 2025 Jun 11;7:ojaf056. doi: 10.1093/asjof/ojaf056.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Трубилин Владимир Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии

Полунина Елизавета Геннадьевна
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-8551-0661

Трубилин Александр Владимирович
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0009-0003-5112-5321

Андрианова Анастасия Андреевна
ординатор
https://orcid.org/0000-0002-6732-1226

ABOUT THE AUTHORS

Trubilin Vladimir N.
MD, Professor, head of the Ophthalmology Department

Polunina Elizabet G.
MD, Professor, Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-8551-0661

Trubilin Alexander V.
PhD, Associate Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0009-0003-5112-5321

Andrianova Anastasiya A.
resident
https://orcid.org/0000-0002-6732-1226

Анджелова Диана Владимировна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник

Коновалов Михаил Егорович
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии

Привезенцева Татьяна Альбертовна
главный врач ООО «Клиника семейной офтальмологии»

Федосеев Юрий Борисович
ординатор
https://orcid.org/0009-0009-8834-2075

Andzhelova Diana V.
MD, senior research officer

Konovalov Mikhail E.
MD, Associate Professor, Professor of the Ophthalmology Department

Privezentseva Tatyana A.
chief physician of the Family Ophthalmology Clinic

Fedoseev Yurii B.
resident
https://orcid.org/0009-0009-8834-2075

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-242-250

поступила 21.08.25
was received 21.08.25

Влияние кераторефракционных вмешательств на биомеханические свойства роговицы. Обзор литературы

В.И. Зинченко И.А. Мушкова А.Н. Каримова

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):242–250**

Данная обзорная статья посвящена изучению изменения биомеханических свойств роговицы после проведения рефракционных операций. **Цель:** провести анализ литературы, содержащей информацию о влиянии основных методов лазерной коррекции зрения на биомеханические свойства роговой оболочки. **Материалы и методы.** Для написания обзорной статьи был выполнен поиск источников литературы по реферативным базам данных PubMed, Scopus и e-Library за период с 1992 по 2023 год включительно с использованием следующих ключевых слов: «аметропии», «кераторефракционная хирургия», «биомеханические характеристики роговой оболочки», «ametropia», «corneal biomechanical properties», «keratorefractive surgery», «LASIK», «FEMTO-LASIK», «SMILE», «CLEAR». **Результаты.** Исследования показывают, что развитие новых методов коррекции миопии с минимальным повреждением поверхностных слоев роговицы представляет перспективное направление в офтальмологии и обеспечивает более надежную защиту структурной целостности роговицы, что важно для профилактики послеоперационных осложнений. **Заключение.** Выбор рефракционного метода коррекции миопии должен учитывать изменение биомеханических свойств роговицы и демонстрировать наилучший профиль безопасности с точки зрения сохранения механической стабильности роговицы

Ключевые слова: кераторефракционная хирургия, лентикула, биомеханические свойства роговицы, фемтосекундный лазер, вязкоэластические свойства, кератоэктазии

Для цитирования: Зинченко В.И., Мушкова И.А., Каримова А.Н. Влияние кераторефракционных вмешательств на биомеханические свойства роговицы. Обзор литературы. *Офтальмология.* 2026;23(2):242–250. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-242-250

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Effects of Keratorefractive Surgery on Corneal Biomechanics: A Review of the Literature

V.I. Zinchenko, I.A. Mushkova, A.N. Karimova

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy Blvd, 59a, Moscow, 127486, Russiam Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):242–250**

This review article focuses on studying changes in corneal biomechanical properties following refractive surgeries. **Objective:** to analyze the literature on the effects of major laser vision correction techniques on the biomechanical properties of the cornea. **Materials and Methods.** For this review, we conducted a literature search in the databases *PubMed*, *Scopus*, and *e-Library* from 1992 to 2023 using the following keywords: *"ametropia", "corneal biomechanical properties", "keratorefractive surgery", "LASIK", "FEMTO-LASIK", "SMILE", "CLEAR"*. **Results.** Studies indicate that the development of new myopia correction techniques with minimal damage to the superficial corneal layers represents a promising direction in ophthalmology. These methods provide better protection for corneal structural integrity, which is crucial for preventing postoperative complications. **Conclusion.** The choice of refractive method for myopia correction should account for changes in corneal biomechanical properties and demonstrate the best safety profile concerning the preservation of corneal mechanical stability.

Keywords: keratorefractive surgery, lenticule, corneal biomechanical properties, femtosecond laser, viscoelastic properties, keratectasia

For citation: Zinchenko V.I., Mushkova I.A., Karimova A.N. Effects of Keratorefractive Surgery on Corneal Biomechanics: A Review of the Literature. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):242–250. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-242-250

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Врачи, ученые и международные организации, включая Всемирную организацию здравоохранения (ВОЗ), отмечают увеличение распространенности аметропий, в особенности миопии, и связанный с этим риск необратимой потери зрения. По прогнозам, к 2050 г. половина населения планеты может страдать миопией, а каждый пятый столкнется с риском необратимой потери зрения без соответствующей коррекции [1].

Кераторефракционная хирургия занимает важное место в современной медицине, поскольку аметропиями, включая миопию, гиперметропию и астигматизм, страдают миллионы людей по всему миру. Эти нарушения существенно снижают качество жизни и работоспособность [2].

Биомеханические характеристики роговицы играют ключевую роль в работе оптической системы глаза. Эти свойства обеспечивают корректную дифракцию света и защиту от внешних факторов. Известно, что осевое удлинение глаза при миопии связано с определенными структурными и биомеханическими изменениями глаза. Кераторефракционные вмешательства существенно нарушают биомеханику роговицы, что вносит погрешность в измерения ВГД различными методами [3, 4].

За последние годы рефракционная хирургия совершила существенный прорыв благодаря внедрению инновационных методик и постоянному технологическому совершенствованию. Главной целью этих достижений является повышение качества зрения и уровня удовлетворенности пациентов результатами операций.

Данная статья представляет собой обзор научных работ, исследующих изменения биомеханических свойств роговицы после проведения рефракционных операций.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ ЗРЕНИЯ

Последние годы ознаменовались значительным прогрессом в рефракционной хирургии благодаря углубленному изучению биомеханики глаза и принципов зрительной оптики. Это позволило разработать более точные и эффективные методы лечения, значительно улучшающие зрительные функции пациентов [5]. Такие классические методики, как лазерный кератомилез *in situ* (Laser-Assisted in Situ Keratomileusis, LASIK), субэпителиальный кератомилез с использованием лазера (Laser-aAssisted SubEpithelial Keratomileusis, LASEK) и фоторефракционная кератэктомия (ФРК), подверглись существенному совершенствованию, а также появился инновационный метод удаления лентикулы через малый разрез роговицы (Small Incision Lenticule Extraction, SMILE). Эти технологические прорывы позволили расширить спектр корректируемых зрительных нарушений и обеспечили более высокий уровень безопасности процедур с более прогнозируемыми результатами. Такие технологии, как LASIK с волновым фронтом и ФРК с топографическим управлением, позволяют разрабатывать индивидуальные планы лечения, соответствующие уникальным характеристикам роговицы и рефракции каждого пациента [6].

ФРК — лазерная методика коррекции зрения, которая не требует формирования поверхностного лоскута

роговицы. При этой процедуре воздействие эксимерного лазера направлено на поверхностные слои роговицы, что позволяет максимально бережно и экономно удалять ткани в стромальной зоне, которая отвечает за прочность роговицы. У ФРК есть несколько важных преимуществ: техническая простота выполнения; отсутствие видимых следов хирургического вмешательства; высокий уровень безопасности, который подтверждается отсутствием случаев возникновения кератэктазии в отдаленном послеоперационном периоде. Такая технология особенно эффективна для пациентов с тонкой роговицей, когда другие методы лазерной коррекции могут быть противопоказаны [7].

Появление технологии LASIK с фемтосекундным сопровождением (FS-LASIK) стало важным этапом развития данной технологии. Ключевое отличие этой методики от LASIK заключается в использовании фемтосекундного лазера (ФСЛ) вместо механического микрокератома для формирования роговичного лоскута. Применение лазерного оборудования обеспечивает беспрецедентную точность при определении размеров и толщины лоскута. Это существенно улучшает качество зрения после операции и минимизирует риск возможных осложнений.

В своем исследовании S.A. Rattan и соавт. проводили сравнение результатов LASIK с фемтосекундным сопровождением и с применением микрокератома Moria SBK после коррекции миопии и миопического астигматизма (n = 100) [8]. Через три месяца после операции проводилось измерение толщины лоскута с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ). Результаты показали существенные различия между методами: при FS-LASIK средняя толщина центрального участка составила 91,35 ± 1,54 мкм с высокой точностью соответствия запланированной толщине; в группе с микрокератомом средняя толщина достигла 102,18 ± 2,04 мкм, при этом наблюдалось значительное отклонение от целевой толщины и неравномерность по всей площади лоскута. Авторы следили вывод, что ФСЛ обеспечивает более предсказуемый и равномерный результат при формировании роговичного лоскута во время операции LASIK.

Метод SMILE представляет собой инновационную хирургическую технику, при которой с помощью фемтосекундного лазера формируют в роговице небольшой надрез, через который удаляют лентикулу. Благодаря минимальному вмешательству в структуру глаза эта процедура эффективнее сохраняет естественную биомеханику роговицы по сравнению с классическим методом LASIK [9].

Метод лентикулярного кератомилеза с гладким разрезом (Small Incision Lenticule Keratomileusis, SILK) представляет собой инновационное развитие в области лазерной коррекции зрения, который объединяет преимущества методов SMILE и LASIK. Этот гибридный метод позволяет сочетать преимущества малоинвазивного вмешательства, характерного для SMILE, с точной персонализированной коррекцией, аналогичной методу LASIK с волновым фронтом. Благодаря такому сочетанию технологий процедура обеспечивает максимальную точность при минимальной травматичности [10].

Несмотря на растущую популярность SMILE как альтернативы LASIK, вопрос о его превосходстве остается открытым. Исследования не дают однозначного ответа о преимуществах SMILE с точки зрения клинической эффективности и влияния на биомеханику роговицы, независимо от метода выполнения LASIK (с помощью ФСЛ или микрокератома). Важно отметить, что процесс восстановления после SMILE обычно занимает больше времени по сравнению с LASIK. При этом предположение о лучшем сохранении биомеханики роговицы при SMILE не имеет окончательного подтверждения. Важно подчеркнуть, что остаточное стромальное ложе при SMILE обычно тоньше, чем при LASIK, что вызывает определенные опасения относительно долгосрочной стабильности роговицы. Следовательно, выбор оптимальной методики должен базироваться на индивидуальных особенностях пациента, включая толщину роговицы, степень рефракционной ошибки и специфические зрительные потребности, а не на предположении о превосходстве одной технологии над другой.

Исследование, посвященное сравнению FS-LASIK и SMILE у пациентов с миопией [11], показало, что через месяц после операции в обоих случаях произошло снижение чувствительности роговицы. Однако при SMILE частота и выраженность этого эффекта были существенно ниже ($p < 0,05$), чем при FS-LASIK. Что касается синдрома сухого глаза (ССГ), то здесь также наблюдалось более значительное влияние FS-LASIK на состояние глазной поверхности по сравнению с SMILE ($p < 0,05$). Хотя через шесть месяцев разница в чувствительности роговицы между группами перестала быть статистически значимой ($p > 0,05$), первоначальные данные указывали на более высокий риск нарушений чувствительности после FS-LASIK. Исследование показало, что метод SMILE оказывает меньшее воздействие на состояние роговицы и слезной пленки по сравнению с FS-LASIK.

Внедрение передовых диагностических технологий, включая ОКТ и визуализацию с помощью Шаймпфлюг-камеры, значительно повысило точность рефракционной хирургии. Эти современные методы визуализации позволяют создавать детальные карты роговичной и других глазных структур, что существенно улучшает качество предоперационной оценки и планирования хирургического вмешательства. Дополнительным преимуществом является возможность раннего выявления потенциальных осложнений, что обеспечивает своевременную коррекцию и достижение оптимальных результатов лечения.

Особое значение приобрели передовые диагностические технологии, включая эпителиальное картирование и систему Corvis ST. Эти инструменты играют ключевую роль в своевременном выявлении и терапии заболеваний

роговицы, особенно при необходимости дифференцировать начальные стадии кератоконуса от простого искривления роговицы.

Эпителиальное картирование позволяет получать детальную информацию о толщине эпителиального слоя по всей поверхности роговицы. Это особенно важно для обнаружения минимальных изменений, характерных для ранней стадии кератоконуса. Корректная диагностика имеет решающее значение, так как подходы к лечению кератоконуса существенно отличаются от терапии искривления роговицы, часто возникающего при ношении контактных линз. Система Corvis ST предоставляет ценную информацию о биомеханических свойствах роговицы, в частности, о ее способности выдерживать лазерную абляцию при рефракционной хирургии. Анализируя реакцию роговицы на подаваемый воздушный импульс, Corvis ST помогает прогнозировать ее поведение после операции и минимизировать риск эктазии. Комбинация этих диагностических инструментов значительно повышает точность постановки диагноза и позволяет разрабатывать более безопасные и эффективные планы лечения [12].

S.A. Rattan и соавт. изучали особенности эпителиального слоя у трех групп пациентов, которым планировали рефракционную операцию (n = 120): с ССГ, с подозрением на кератоконус и без патологии роговицы [13]. Анализ данных показал характерные различия в толщине эпителия: у пациентов с ССГ эпителий был заметно утолщен относительно здоровых пациентов в нижней части роговицы, а при подозрении на кератоконус эпителий был значительно тоньше группы контроля. Особое внимание привлекло смещение самой тонкой области эпителия на карте, что может служить потенциальным ранним признаком развития кератоконуса. Хотя результаты исследования открывают перспективы для ранней диагностики кератоконуса, для подтверждения этой гипотезы требуются дополнительные долгосрочные исследования.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ

Биомеханика — наука, изучающая механические процессы и принципы применительно к живым системам. С точки зрения механики глаз — это замкнутая упругонапряженная система, состоящая из корнеосклеральной оболочки снаружи и несжимаемой жидкости внутри, на которую постоянно воздействуют различные силы: внутриглазное давление (ВГД), работа глазодвигательных мышц, движение век, трение и др.

Роговица является уникальным биоматериалом с вязкоупругими свойствами и сложной биомеханической структурой, которая медленно изменяет свои характеристики при постоянном воздействии. Биомеханические свойства роговицы влияют на внутриглазное давление (ВГД) и центральную толщину роговицы, являются важными факторами риска развития глаукомы, зачастую предшествуют морфологическим изменениям при развитии различных кератэктазий. Локальное снижение биомеханических свойств роговицы запускает процесс развития кератоконуса (КК), так как ригидность роговицы претерпевает изменения прежде, чем появятся клинически значимые искривления и истончения [14, 15]. Важна также оценка вязкоэластических свойств после проведенного лечения с целью выбора наилучшего метода. Например, кросслинкинг роговичного коллагена увеличивает жесткость роговицы [16]. Существует мнение, что возможно сочетание профилактического кросслинкинга и трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомии (ФРК) при коррекции миопии для профилактики ятрогенных кератэктазий [17].

Следовательно, изучение биомеханических свойств роговицы помогает решить ряд медицинских задач: диагностику и контроль кератэктазий, подбор оптимальных параметров для операций по изменению кривизны роговицы, правильную интерпретацию показателей внутриглазного давления для диагностики и контроля глаукомы [18].

В соответствии с этим важным этапом дооперационной диагностики перед рефракционной операцией является оценка морфологии и биомеханики роговой оболочки [19]. Морфология роговицы оценивается путем измерения ее формы, кривизны, толщины, высоты передней и задней поверхностей с помощью щелевой лампы, пахиметрии, оптической когерентной томографии переднего сегмента (ОКТ-ПС), топографа на основе диска Пласидо и томографа переднего сегмента на основе анализатора Шаймпфлюга [19].

Оценка биомеханики роговицы позволяет регистрировать процессы ее деформации при аппланации и получать механические параметры роговицы. Безусловно, наиболее информативные сведения о биомеханическом статусе роговицы могут быть получены только в условиях живого глаза. Одним из первых методов, применяемых в клинической работе, является эластотонометрия по Филатову — Кальфа. В настоящее время биомеханику роговицы оценивают при помощи анализатора реакции глаза (ORA) (Reichert Ophthalmic Instruments; Буффало, Нью-Йорк, США). Комбинированные исследования регистрируют как морфологические, так и биомеханические параметры роговицы. К такому методу относится технология визуализации роговицы при помощи динамического анализатора Шаймпфлюга на приборе Corvis ST (Oculus; Optikgeräte GmbH, Вецлар, Германия) [19].

С целью профилактики развития деформаций роговой оболочки и кератэктазий проводится измерение биомеханических свойств роговой оболочки *in vivo* как до, так и после рефракционных операций. Для этого в современной клинической практике существует два основных прибора: ORA и Corvis ST. Принцип работы обоих устройств схож — они анализируют реакцию роговицы на воздействие кратковременного воздушного

импульса. По тому, как роговица реагирует на это воздействие, приборы косвенно оценивают ее биомеханические характеристики [20].

Эластотонометрия по Филатову — Кальфа основана на построении эластотонометрических кривых при последовательном измерении тонометром Маклакова разной массы (5; 7,5; 10 и 15 г). Наклон эластокривой и коэффициент ригидности глаза тесно коррелируют, однако отмечено, что погрешность колеблется от 20 до 100 % и зависит от параметров роговицы и склеры [21], от изменения кровенаполнения внутриглазных сосудов, от объема глаза и от исходного уровня ВГД [22].

Анализатор ORA применяется для оценки биомеханических характеристик роговицы с использованием динамического двунаправленного процесса аппланации [23]. На основе ряда исследований была создана база данных нормальных значений биомеханических свойств здоровой роговицы, полученных с помощью ORA [23]. Прибор измеряет биомеханические характеристики роговицы, которые отражают ее вязкость и упругость: корнеальный гистерезис (КГ) и фактор резистентности роговицы (ФРР), эквивалентное внутриглазное давление Гольдмана (IOPg) и компенсированное внутриглазное давление роговицы (IOPcc) [24]. Однако с точки зрения биомеханики на измеряемые с помощью ORA параметры роговицы влияют биомеханические свойства склеры и других внутриглазных структур.

Динамический анализатор Шаймпфлюга (Corvis ST) также показал себя полезным инструментом для оценки биомеханических свойств роговицы. Благодаря сверхскоростной камере анализатор обеспечивает прямую визуализацию движения роговицы при воздействии на нее быстрой струи воздуха. Это позволяет измерять различные биомеханические параметры роговицы во время ее деформации под влиянием воздушной струи.

Анализатор регистрирует толщину роговицы (CCT), ВГД с учетом биомеханических свойств (bIOP) и такие биомеханические свойства, как время аппланации (AT), длина аппланации (AL), амплитуда деформации (Deformation Amplitude, DA), длина прогиба (Peak Distance, PD), индекс напряжения-деформации (Stress-Strain Index, SSI), обратное значение вписанного радиуса кривизны роговицы (Inverse Concave Radius или ICR). После обновления программного обеспечения Corvis ST (версия 1.5r1902) были добавлены новые параметры: отношение величины в апексе и на расстоянии 2 мм (DA Ratio 2), относительная толщина роговицы по Амброзио (Ambrosio Relational Thickness, ARTh), интегрированный радиус (Integrated Radius, IR), биомеханический индекс Corvis (CBI), параметр жесткости (Stiffness Parameter, SP-A1). Возможно дополнительное использование программного обеспечения Biomechanical / Tomographic Assessment (ARV), позволяющего сочетать данные Pentacam и Corvis ST, что привело к появлению индекса TBI (Tomographic Biomechanical Index), который дает оценку, учитывая кератотопографические и биомеханические параметры роговицы. Исследования с применением Corvis ST продемонстрировали высокую эффективность новых параметров для диагностики кератоконуса (КК) [25, 26].

Объединение информации о биомеханических характеристиках роговицы с данными топографии и томографии роговицы в алгоритмах искусственного интеллекта повышает точность выявления кератэктазии и оценки эффективности кераторефракционных и кератостабилизирующих операций. Результаты исследований с использованием Pentacam HR и Corvis ST были проанализированы и интегрированы с помощью различных методов искусственного интеллекта, среди которых наиболее эффективным оказалось сочетание «random forest» и «leave-one-out кросс-валидация». Точное прогнозирование и обнаружение эктазии осуществляется путем сравнения полученных результатов с индексами отклонения Belin-Ambrosio (Belin-Ambrosio Deviation, BAD) и CBI, а применение индекса TBI обеспечивает более высокую точность выявления кератэктазии по сравнению с другими методами [14].

В работе Y. Wu было показано, что такие биомеханические параметры роговицы, как HC DfL, HC DfA и PD, в группе КК были больше, чем в контрольной, в то время как центральный радиус кривизны роговицы в группе КК, напротив, был меньше [20]. Эти результаты показали, что механическая прочность роговицы ослаблена при КК, что приводит к увеличению амплитуды DA при той же внешней силе.

Биомеханический индекс CBI показал высокую эффективность в выявлении кератоконуса средней и тяжелой степени (со средним максимальным значением K = 55,53 ± 9,24 D). Примечательно, что у пациентов с односторонним КК наблюдались нормальные показатели топографии в здоровом глазу, однако индекс CBI отклонялся от нормы. Это подтверждает возможность использования биомеханического анализа роговицы для раннего выявления заболевания еще до появления морфологических изменений. Дальнейшие исследования подтвердили высокую диагностическую ценность CBI: его чувствительность составила 90,3 %, специфичность — 91,7 % [27].

Индекс TBI, который объединяет данные томографии и биомеханики роговицы, показал чувствительность 90,4 % и специфичность 96,0 %. Этот комплексный показатель особенно ценен для выявления предрасположенности к эктазии, что делает его незаменимым инструментом в предоперационной диагностике. В ряде клинических работ TBI показал высокую диагностическую точность при определении малейших изменений биомеханических свойств роговой оболочки [28, 29].

Еще один показатель, характеризующий биомеханические свойства роговицы, — SP-A1. Его значение определяется путем измерения отношения ВГД к смещению

центральной части роговицы в момент аппланации. Этот параметр особенно ценен при диагностике начальной стадии КК, поскольку способен выявлять даже незначительные биомеханические изменения в роговице [30]. Коэффициент DA Ratio показывает степень жесткости роговицы: чем она жестче, тем меньше деформация и больше единообразие значений «апекс-зона 2 мм». Увеличение данного показателя говорит о снижении степени жесткости роговицы, а увеличение показателя ICR указывает на снижение прочности роговицы [14]. У пациентов с КК отмечается увеличение индекса BAD-D. Если значение превышает 1,6, это может указывать на возможное развитие эктатического процесса, а значение 3,0 и выше подтверждает наличие эктазии [14].

Снижение медианных значений ключевых показателей жесткости роговицы — SP-A1 и SSI — приводит к значительному увеличению индексов CBI и TBI. Если CBI составляет менее 0,25, это указывает на низкий риск развития эктазии, от 0,25 до 0,5 — на умеренный риск, а выше 0,5 — на высокий риск эктазии.

Согласно анализу кривой ДеЛонга, параметры DA Ratio 2, Integrated Radius и SP-A1 имели более высокую диагностическую эффективность, чем ARTh и CBI [20]. Напротив, P. Kataria и соавт. обнаружили, что индекс CBI при диагностике КК был более эффективен, чем SP-A1 [26]. M.R. Sedaghat и соавт. также выявили диагностическое превосходство индекса CBI над другими биомеханическими параметрами роговицы.

НАРУШЕНИЯ БИОМЕХАНИКИ РОГОВИЦЫ, ВЫЗВАННЫЕ РЕФРАКЦИОННОЙ ХИРУРГИЕЙ

Последние достижения в области изучения биомеханических свойств роговицы и их изменений после хирургических вмешательств значительно улучшили безопасность и результаты рефракционной хирургии роговицы. Однако ятрогенная кератэктазия, возникающая в результате ухудшения биомеханики роговицы после операций, остается серьезной проблемой [4, 31].

Нарушение вязкоэластических свойств роговицы после кераторефракционных операций возникает вследствие разреза стромы и эксимерлазерной абляции. Это приводит к изменению ответа ткани на постоянно возникающие нагрузки [32], вследствие чего дневные перепады ВГД могут приводить к колебаниям рефракции более чем в 1 диоптрию и появлению аберраций [33]. Установлено, что радиальная кератотомия существенно снижает прочность роговицы. К тому же выявлено, что послеоперационное снижение значений КГ и ФРР происходит у всех пациентов независимо от метода операции [34].

При коррекции миопии высокой степени риск регресса в 3 раза выше, чем при миопии слабой и средней степени [35]. Регресс рефракционного результата в немалой степени зависит от удлинения оси глазного яблока, синдрома сухого глаза или нарушения аккомодации, однако проведенное исследование показывает, что большое значение имеют параметры роговицы [36]. После эксимерлазерной коррекции зрения миопии и миопического астигматизма жесткость и эластичность роговицы уменьшаются: значение показателя SP-A1 снижается, как и значение показателя ВГД, что связано с уменьшением толщины роговицы [37].

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕФРАКЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ НА БИОМЕХАНИКУ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ

Считается, что методика ФРК в меньшей мере влияет на состояние биомеханических свойств роговицы из-за отсутствия поверхностного клапана. Ю.В. Кутузова и соавт. в своей работе [7] показали, что после проведения лазерной коррекции зрения методом ФРК (через 1 месяц) большинство показателей биомеханики роговицы остаются статистически неизменными ($p > 0,05$). Значимые изменения обнаружены только в двух параметрах: уменьшился обратный вписанный радиус роговицы (с 7,02 ± 0,70 до 5,95 ± 0,79 мм), что свидетельствовало об увеличении степени прогиба роговицы после хирургического вмешательства; уменьшилась центральная толщина роговицы, которая осталась в безопасных пределах (более 300 мкм), что соответствует запланированным показателям операции.

ФРК позволяет максимально сохранить естественные биомеханические свойства роговицы. Это особенно важно в долгосрочной перспективе, так как обеспечивает стабильность достигнутого результата коррекции и низкий риск развития вторичной кератэктазии. Именно благодаря этим преимуществам ФРК до сих пор остается предпочтительным методом коррекции для определенных категорий пациентов.

В литературе показано, что операция LASIK, в том числе с применением ФСЛ, приводит к значительным изменениям в биомеханике роговой оболочки по причине большой площади разреза при формировании лоскута. Было показано, что FS-LASIK оказывает меньшее воздействие на напряженно-деформированное состояние роговицы по сравнению с обычным LASIK, обладает повышенной биомеханической стабильностью роговичного лоскута и допускает использование более широкой оптической и переходной зон [38].

В исследовании С.М. Пикусовой и соавт. проводили оценку биомеханических свойств роговицы при коррекции гиперметропии методом FS-LASIK с помощью эластотонометрии [39]. Математическое моделирование показало, что после FS-LASIK жесткость роговицы снижается, но увеличение эластоподъема несущественно, таким образом, зависимость тонометрического ВГД от массы груза почти линейна.

Э.В. Бойко и соавт. [40] изучили биомеханические свойства роговицы пациентов с миопией до и после проведения FS-LASIK, измеряя следующие показатели на приборе Corvis ST: bIOP, IOP0, DA, DA Ratio, ICR, CCT, SP-A1, PD5, индекс CBI. У всех пациентов после

операции наблюдались статистически достоверные изменения таких показателей, как IOP0 (снижение), DA Ratio (увеличение), ICR (увеличение), CCT (снижение), SP-A1 (снижение) и PD (увеличение), что свидетельствовало о снижении жесткости роговицы после FS-LASIK.

Операция SMILE приводит к увеличению эквивалентного напряжения и деформации как задней, так и передней поверхности роговой оболочки [41]. Изменению подвержены все биомеханические параметры. В частности, отмечается снижение времени второй аппланации, уменьшение показателей SP-A1, CCT, bIOP [42], причем на более тонкой роговице такие изменения были менее выражены. После операции более низкий показатель CCT коррелировал с меньшим изменением времени второй аппланации и меньшим изменением показателя SP-A1, а меньшее изменение показателя bIOP коррелировало с более высоким индексом остаточной стромальной толщины роговицы и более высоким показателем CCT.

В работе Б.Н. Давыденко биомеханические свойства роговицы после хирургической коррекции миопии по методике ReLEx SMILE были изучены на приборе Corvis ST, который показал статистически значимое изменение следующих показателей: ВГД, CCT, ICR, DA ratio, PD и SP-A1 [43].

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ БИОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РАЗЛИЧНЫХ КЕРАТОРЕФРАКЦИОННЫХ ОПЕРАЦИЙ

Биомеханические свойства роговицы после операции LASIK изменяются в более значительной степени, чем после ФРК. Оба метода воздействуют на биомеханическую прочность роговицы в зависимости от величины коррекции миопии. С точки зрения биомеханики ФРК является менее инвазивным подходом для коррекции миопии, чем LASIK.

Технология SMILE обеспечивает намного более хорошие послеоперационные показатели биомеханики роговицы в сравнении с FS-LASIK. Это может быть связано с отсутствием роговичного лоскута и минимальным повреждением поверхностных слоев, где прочность роговицы максимальна [44, 45].

SMILE — инновационная форма кераторефракционной хирургии. Фемтосекундный лазер создает интрастромальную лентикулу в стромальном слое роговицы, которую затем механически удаляют через боковой разрез размером всего 2–3 мм. При данной методике сохраняется бóльшая часть передней стромы по сравнению с операциями на основе формирования лоскута, благодаря этому теоретически достигается лучшее сохранение биомеханических свойств роговицы [46].

Изменение гистерезиса, фактора сопротивления роговицы, а также показателей BRI, CSD, bIOP, IR, SP-A1 и CBI после операции SMILE не такое значительное, как после LASIK [47].

Обзор исследований, проведенный I.B. Damgaard и соавт., также показал, что метод SMILE имеет преимущества в сохранении биомеханики роговицы по сравнению с LASIK. Теоретические расчеты с использованием математического моделирования и метода конечных элементов продемонстрировали лучшее сохранение свойств роговицы после SMILE. Измерение биомеханики с помощью современных диагностических приборов ORA и Corvis ST подтвердило, что SMILE либо не уступает, либо превосходит LASIK по показателям биомеханической прочности роговицы после операции. Таким образом, SMILE обеспечивает более надежную защиту структурной целостности роговицы, что важно для профилактики послеоперационных осложнений.

Последующий сравнительный анализ биомеханики роговицы после ФРК, FS-LASIK и SMILE показал, что все три операции приводят к снижению общей жесткости роговицы [48]. Более высокие степени рефракционной коррекции привели к большей общей потере жесткости на основе большинства биомеханических показателей. По данным измерений при помощи Corvis ST отмечается снижение SP-A1 и увеличение IIR, DA и DA Ratio ($p < 0,05$) после всех трех вмешательств. Однако наименьшее общее снижение жесткости роговицы отмечается после ФРК, а наибольшее — после FS-LASIK.

Сравнение таких методов, как LASEK, FS-LASIK и SMILE, показало, что существенной разницы в средних значениях амплитуды деформации и времени аппланации, измеренных при помощи Corvis ST, обнаружено не было. А такие операции, как LASIK, ReLEx FLEX и ReLEx SMILE, в равной степени приводят к значительному изменению показателей CH и CRF, измеренных при помощи Corvis ST и ORA, а следовательно, к снижению биомеханики роговицы [49].

Сравнительный анализ основных рефракционных вмешательств (SMILE, FLEX, LASIK, LASEK, ФРК), проведенный H. Guo и соавт., выявил наличие изменений показателей КГ и ФРР, измеренных с помощью ORA, после всех операций [3]. Однако SMILE продемонстрировал лучшие результаты по сохранению биомеханической прочности роговицы, опередив как FS-LASIK, так и LASIK. При этом метод оказался сопоставимым с FLEX и ФРК.

Операция CLEAR в меньшей степени влияет на биомеханические параметры роговицы, чем FS-LASIK. А.Д. Чупров и соавт. показали, что темп восстановления таких показателей, как AL, AV, IOPnc, CCT, SP-A1, Peak Distance, Radius, DA Ratio и CBI, после операции CLEAR достоверно выше, что может говорить о более щадящем воздействии данной операции на ткани роговицы [50].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные достижения в области рефракционной хирургии демонстрируют впечатляющий прогресс как в технологических инновациях, так и в методах ухода за пациентами. Развитие этой области создает надежную платформу для дальнейших исследований и клинической

практики, направленных на улучшение зрительных результатов и общего качества жизни пациентов после хирургического вмешательства. Чтобы добиться положительных результатов в рефракционной хирургии, необходимо уметь оценивать структурные изменения роговицы при воздействии различных вмешательств.

Биомеханическая оценка *in vivo* с использованием таких клинических систем визуализации, как ORA и Corvis ST, улучшила оценку риска ятрогенной кератэктазии, хотя эти системы анализируют общую жесткость роговицы, а не ее внутренние свойства. Были внедрены новые хирургические методы, такие как SMILE, при которых лучше сохраняется жесткость и биомеханика роговой оболочки по сравнению с LASIK. В литературе также приводятся доказательства того, что ФРК обеспечивает лучшую сохранность биомеханики роговицы по сравнению с LASIK и SMILE. Однако при сравнении наиболее современных методов операция SMILE продемонстрировала наилучший профиль безопасности с точки зрения сохранения механической стабильности роговицы.

Снижение «каркасных» свойств после FS-LASIK говорит о том, что это необходимо учитывать при проведении хирургического вмешательства, а также при выборе метода рефракционной коррекции у пациентов с миопией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Зинченко В.И. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста;
Мушкова И.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Каримова А.Н. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Dahlmann-Noor A, Noor H. Let's Talk About Myopia: Literature Review and Stakeholder Survey to Develop a Roadmap for Advocacy. J Patient Exp. 2025 Mar 2;12:23743735251323355. doi: 10.1177/23743735251323355.
2. Ang M, Gatinel D, Reinstein DZ, Mertens E, Alió Del Barrio JL, Alió JL. Refractive surgery beyond 2020. Eye. 2021;35(2):362–382. doi: 10.1038/s41433-020-1096-5.
3. Guo H, Hosseini-Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. BMC Ophthalmol. 2019 Aug 1;19(1):167. doi: 10.1186/s12886-019-1165-3.
4. Bao F, Lopes BT, Zheng X, Ji Y, Wang J, Elsheikh A. Corneal Biomechanics Losses Caused by Refractive Surgery. Curr Eye Res. 2023 Feb;48(2):137–143. doi: 10.1080/02713683.2022.2103569.
5. Rajabpour M, Kangari H, Pesudovs K, et al. Refractive error and vision related quality of life. BMC Ophthalmol. 2024;24(1):83. doi: 10.1186/s12886-024-03350-8.
6. Li SM, Kang MT, Wang NL, Abariga SA. Wavefront excimer laser refractive surgery for adults with refractive errors. Cochrane Database Syst Rev. 2020;12(12):CD012687. doi: 10.1002/14651858.CD012687.pub2.
7. Кутузова ЮВ, Шишкин СА, Дутчин ИВ, Сорокин ЕД. Анализ изменения биомеханических свойств роговицы на приборе CORVIS ST (Oculus, Германия) у пациентов с миопией и миопическим астигматизмом после операции ФРК. Современные технологии в офтальмологии. 2021;5(40):143–147.
   Kutuzova YuV, Shishkin SA, Dutchin IV, Sorokin EL. Analysis of changes in biomechanical properties of the cornea on the CORVIS ST device (Oculus, Germany) in patients with myopia and myopic astigmatism after PRK surgery. Modern technologies in ophthalmology. 2021;5(40):143–147 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2021-5-143-147.
8. Rattan SA, Rashid RF, Mutashar MK, Nasser YAR, Anwar DS. Comparison of corneal flap thickness predictability and architecture between femtosecond laser and sub-Bowman keratomileusis microkeratome in laser in situ keratomileusis. Int Ophthalmol. 2023;43(5):1553–1558. doi: 10.1007/s10792-022-02551-8.
9. Han T, Zhao L, Shen Y. Twelve-year global publications on small incision lenticule extraction: a bibliometric analysis. Front Med. 2022;9:990657. doi: 10.3389/fmed.2022.990657.
10. Sachdev MS, Shetty R, Khamar P. Safety and effectiveness of smooth incision lenticular keratomileusis (SILK™) using the ELITA™ femtosecond laser system for correction of myopic and astigmatic refractive errors [published correction appears in Clin Ophthalmol. 2024;18:1287–1288. Clin Ophthalmol.]. 2023;17(17):3761–3773. doi: 10.2147/OPTH.S432459.
11. Mohammad NK, Rattan S, Al Wassiti ASA, Al-Attar Z. Femtosecond small incision lenticular extraction in comparison to femtosecond laser in situ keratomileusis regarding dry eye disease. Open Access Macedonian. J Med Sci. 2022;10(B):668–673. doi: 10.3889/oamjms.2022.8040.
12. Kenia VP, Kenia RV, Maru S, Pirdankar OH. Role of corneal epithelial mapping, Corvis biomechanical index, and artificial intelligence-based tomographic biomechanical index in diagnosing spectrum of keratoconus. Oman J Ophthalmol. 2023;16(2):276–280. doi: 10.4103/ojo.ojo_336_22.
13. Rattan SA, Anwar DS. Comparison of corneal epithelial thickness profile in dry eye patients, keratoconus suspect, and healthy eyes. Eur J Ophthalmol. 2020;30(6):1506–1511. doi: 10.1177/1120672120952034.
14. Малюгин БЭ, Солодкова ЕГ, Балалин СВ, Куликов ВС, Лобанов ЕВ. Оценка изменения биомеханических свойств роговицы при кератэктазиях. Современные технологии в офтальмологии. 2021;5(40):179–187.
   Malyugin BE, Solodkova EG, Balalin SV, Kulikov VS, Lobanov EV. Evaluation of changes in biomechanical properties of the cornea in keratectasia. Modern technologies in ophthalmology. 2021;5(40):179–187 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2021-5-179-187.
15. Vinciguerra R, Ambrósio R Jr, Roberts CJ, Azzolini C, Vinciguerra P. Biomechanical Characterization of Subclinical Keratoconus Without Topographic or Tomographic Abnormalities. Journal of Refractive Surgery. 2017;33(6):399–407. doi: 10.3928/1081597X-20170213-01.
16. Hashemi H, Ambrósio R Jr, Vinciguerra R, Vinciguerra P, Roberts CJ, Ghaffari R, Asgari S. Two-year changes in corneal stiffness parameters after accelerated corneal cross-linking. J Biomech. 2019 Aug 27;93:209–212. doi: 10.1016/j.jbiomech.2019.06.011.
17. Lee H, Roberts CJ, Ambrósio R Jr, Elsheikh A, Kang DSY, Kim TI. Effect of accelerated corneal cross-linking combined with transepithelial photorefractive keratectomy on dynamic corneal response parameters and biomechanically corrected intraocular pressure measured with a dynamic Scheimpflug analyzer in healthy myopic. Journal of Cataract & Refractiv Surgery. 2017 Jul;43(7):937–945.
18. Аветисов СЭ, Бубнова ИА, Антонов АА. Биомеханические свойства роговицы: клиническое значение, методы исследования, возможности систематизации подходов к изучению. Вестник офтальмологии. 2010;126(6):3–7.
   Avetisov SE, Bubnova IA, Antonov AA. Biomechanical properties of the cornea: clinical significance, research methods, possibilities of systematizing approaches to study. Annals of ophthalmology. 2010;126(6):3–7 (In Russ.).
19. Gui Y, Wang S, He Y, Zhang S, Zhang Y. Progress of corneal morphological examination combined with biomechanical examination in preoperative screening for keratorefractive surgery. Indian J Ophthalmol. 2023 Jun;71(6):2369–2378. doi: 10.4103/ijo.IJO_1377_22.
20. Wu Y, Guo LL, Tian L, Xu ZQ, Li Q, Hu J, Huang YF, Wang LQ. Comparative analysis of the morphological and biomechanical properties of normal cornea and keratoconus at different stages. Int Ophthalmol. 2021 Nov;41(11):3699–3711. doi: 10.1007/s10792-021-01929-4.
21. Современные проблемы механики сплошной среды: тезисы докладов XVIII Международной конференции (Ростов-на-Дону, 7–10 ноября 2016 г.). Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. 168 с.
   Modern Problems of Continuum Mechanics: Abstracts of the XVIII International Conference (Rostov-on-Don, November 7–10, 2016). Rostov-on-Don: Southern Federal University Publishing House, 2016. 168 p. (In Russ.).
22. Lackner B, Schmidinger G, Pieh S. Repeatability and reproducibility of central corneal thickness measurement with Pentacam, Orbscan, and ultrasound. Ophthalmol. Vis. Sci. 2005;82(1):892–899. doi: 10.1097/01.opx.0000180817.46312.0a.
23. Luce DA. Determining in vivo biomechanical properties of the cornea with an ocular response analyzer. J Cataract Refract Surg. 2005;31:156–162. doi: 10.1016/j.jcrs.2004.10.044.
24. Dhiman R, Singh D, Vanathi M, Tandon R, Mahalingam K. Biomechanical properties of cornea and ocular aberrations in myopic eyes. Indian J Ophthalmol. 2024 Apr 1;72(4):538–543. doi: 10.4103/IJO.IJO_1627_23.
25. Yang K, Xu L, Fan Q, Zhao D, Ren S. Repeatability and comparison of new Corvis ST parameters in normal and keratoconus eyes. Sci Rep. 2019;9:15379. doi: 10.1038/s41598-019-51502-4.
26. Kataria P, Padmanabhan P, Gopalakrishnan A, Padmanaban V, Mahadik S, Ambrósio R Jr. Accuracy of Scheimpflug-derived corneal biomechanical and tomographic indices for detecting subclinical and mild keratectasia in a South Asian population. J Cataract Refract Surg. 2019;45:328–336. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.10.030.
27. Zhang M, Zhang F, Li Y, Wang Z. Early diagnosis of keratoconus in Chinese myopic eyes by combining corvis ST with Pentacam. Curr Eye Res. 2020;45:118–123. doi: 10.1080/02713683.2019.1658787.
28. Ferreira-Mendes J, Lopes BT, Faria-Correia F, Salomão MQ, Rodrigues-Barros S, Ambrósio R Jr. Enhanced ectasia detection using corneal tomography and biomechanics. Am J Ophthalmol. 2019;197:7–16. doi: 10.1016/j.ajo.2018.08.054.

29. Liu Y, Zhang Y, Chen Y. Application of a scheimpflug-based biomechanical analyser and tomography in the early detection of subclinical keratoconus in chinese patients. BMC Ophthalmol. 2021;21:339. doi: 10.1186/s12886-021-02102-2.
30. Shiga S, Kojima T, Nishida T, Nakamura T, Ichikawa K. Evaluation of CorvisST biomechanical parameters and anterior segment optical coherence tomography for diagnosing forme fruste keratoconus. Acta Ophthalmol. 2021;99:644–651. doi: 10.1111/aos.14700.
31. Воронин ГВ, Бубнова ИА. Изменения биомеханических свойств роговицы после кераторефракционных вмешательств. Вестник офтальмологии. 2019; 135(4):108–112.
Voronin GV, Bubnova IA. Changes in biomechanical properties of the cornea after keratorefractive interventions. Annals of Ophthalmology. 2019;135(4):108–112 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135041108.
32. Dawson DG, Randleman JB, Grossniklaus HE. Corneal ectasia after excimer laser keratorefractive surgery: histopathology, ultrastructure, and pathophysiology. Ophthalmology. 2008;115:2181–2191e1.
33. Семак ГР, Жерко ИЮ. Влияние внутриглазного давления на биомеханические свойства и прозрачность роговицы. Офтальмология. Восточная Европа. 2019;9(3):345–355.
Semak GR, Zherko IYu. Effect of intraocular pressure on biomechanical properties and transparency of the cornea. Ophthalmology. Eastern Europe. 2019;9(3): 345–355. (In Russ.).
34. Almeida FB, Braz F, Pereira C, Filipe HP, Maia-S co J. Corneal biomechanical and tonometric correlations after myopic LASIK. Congress of the European Society of Ophthalmology (SOE) 8–11 June, 2013, Copenhagen, Denmark. Abstract Book. 164 p.
35. Иомдина ЕН, Бауэр СМ, Котляр КЕ. Биомеханика глаза: теоретические аспекты и клинические приложения. Под ред. В.В. Нероева. М.: Реал Тайм, 2015. 208 с.
Iomdina EN, Bauer SM, Kotlyar KE. Biomechanics of the eye: theoretical aspects and clinical applications. Ed. by V.V. Neroev. Moscow: Real Time, 2015. 208 p. (In Russ.).
36. Osman IM, Helaly HA, Abdalla M, Shousha MA. Corneal biomechanical changes in eyes with small incision lenticule extraction and laser assisted in situ keratomileusis. BMC Ophthalmol. 2016;16:123. doi: 10.1186/s12886-016-0304-3.
37. Антонюк ВД, Кузнецова ТС. Исследование биомеханических свойств роговицы на приборе CORVIS ST (Oculus, Германия) у пациентов с миопией и миопическим астигматизмом. Офтальмохирургия. 2020;4:20–28.
Antonyuk VD, Kuznetsova TS. Study of biomechanical properties of the cornea using the CORVIS ST device (Oculus, Germany) in patients with myopia and myopic astigmatism. Ophthalmosurgery. 2020;4:20–28. (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2020-4-20-28.
38. Куликова ИЛ, Пикусова СМ, Авершина ЛА. Изменение напряженно-деформированного состояния роговицы после коррекции гиперметропии методами LASIK и FS-LASIK. Современные проблемы науки и образования. 2021;2:196.
Kulikova IL, Pikusova SM, Avershina LA. Changes in the stress-strain state of the cornea after correction of hyperopia by LASIK and FS-LASIK methods. Modern problems of science and education. 2021;2:196 (In Russ.).
39. Пикусова СМ, Куликова ИЛ, Авершина ЛА. Результаты коррекции гиперметропии методом ФемтоЛАЗИК с учетом оценки биомеханических свойств роговицы. Современные технологии в офтальмологии. 2020;3(34):80–81. doi: 10.25276/2312-4911-2020-3-80-81.
Pikusova SM, Kulikova IL, Avershina LA. Results of hyperopia correction by the FemtoLASIK method taking into account the assessment of the biomechanical properties of the cornea. Modern technologies in ophthalmology. 2020;3(34):80–81 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2020-3-80-81.
40. Бойко ЭВ, Того ЕС, Литвин ИБ, Качанов АБ. Оценка изменений биомеханических свойств роговицы после проведения операции FemtoLASIK. Современные технологии в офтальмологии. 2021;5(40):121–125. doi: 10.25276/2312-4911-2021-5-121-125.
Boyko EV, Togo ES, Litvin IB, Kachanov AB. Evaluation of changes in biomechanical properties of the cornea after FemtoLASIK surgery. Modern technologies in ophthalmology. 2021;5(40):121–125 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2021-5-121-125.
41. Song Y, Fang L, Zhu Q, Du R, Guo B, Gong J, Huang J. Biomechanical responses of the cornea after small incision lenticule extraction (SMILE) refractive surgery based on a finite element model of the human eye. Math Biosci Eng. 2021 May 17;18(4):4212–4225. doi: 10.3934/mbe.2021211.
42. Fu D, Zhao Y, Zhou X. Corneal Biomechanical Properties after Small Incision Lenticule Extraction Surgery on Thin Cornea. Curr Eye Res. 2021 Feb;46(2):168–173. doi: 10.1080/02713683.2020.1792507.
43. Давыденко БН. Исследование изменений биомеханических свойств роговицы после проведения операции по технологии ReLEx SMILE. Процессы управления и устойчивость. 2023;10(1):180–183.
Davydenko BN. Study of changes in biomechanical properties of the cornea after surgery using ReLEx SMILE technology. Control Processes and Stability. 2023;10(1):180–183 (In Russ.).
44. Бикбов ММ, Гиззатов АВ, Хикматуллин РИ. Сравнительный анализ изменений биомеханических свойств роговицы после FemtoLASIK и SMILE на примере однояйцевых близнецов. Точка зрения. Восток — Запад. 2020;3:46–49.
Bikbov MM, Gizzatov AV, Khikmatullin RI. Comparative analysis of changes in biomechanical properties of the cornea after FemtoLASIK and SMILE using the example of identical twins. Point of view. East — West. 2020;3:46–49 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2020-3-46-49.
45. Бойко ЭВ, Того ЕС, Суетов АА, Качанов АБ, Литвин ИБ. Непосредственная оценка изменений биомеханических свойств роговицы после проведения операций ReLEx SMILE и FemtoLASIK. Вестник офтальмологии. 2023;139(3):41–48.
Boyko EV, Togo ES, Suetov AA, Kachanov AB, Litvin IB. Direct assessment of changes in biomechanical properties of the cornea after ReLEx SMILE and FemtoLASIK surgeries. Annals of ophthalmology. 2023;139(3):41–48 (In Russ.).
46. Zhu Y, Zhao Y, Zhang Y, Yang H, Shi J, Cai H, Zhang D, Huang G, He X, Wu X. In Vivo Evaluation of the Effects of SMILE with Different Amounts of Stromal Ablation on Corneal Biomechanics by Optical Coherence Elastography. Diagnostics (Basel). 2022 Dec 22;13(1):30. doi: 10.3390/diagnostics13010030.
47. Abd El-Fattah EA, El Dorghamy AA, Ghoneim AM, Saad HA. Comparison of corneal biomechanical changes after LASIK and F-SMILE with CorVis ST. Eur J Ophthalmol. 2021 Jul;31(4):1762–1770. doi: 10.1177/1120672120945664.
48. Xin Y, Lopes BT, Wang J, Wu J, Zhu M, Jiang M, Miao Y, Lin H, Cao S, Zheng X, Eliasy A, Chen S, Wang Q, Ye Y, Bao F, Elsheikh A. Biomechanical Effects of tPRK, FS-LASIK, and SMILE on the Cornea. Front Bioeng Biotechnol. 2022 Mar 31;10:834270. doi: 10.3389/fbioe.2022.834270.
49. Pedersen IB, Bak-Nielsen S, Vestergaard AH, Ivarsen A, Hjortdal J. Corneal biomechanical properties after LASIK, ReLEx flex, and ReLEx smile by Scheimpflug-based dynamic tonometry. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2014 Aug;252(8):1329–1335. doi: 10.1007/s00417-014-2667-6.
50. Чупров АД, Канюкова ЮВ, Трубников ВА. Влияние кераторефракционных операций CLEAR и FEMTO-LASIK на биомеханические параметры роговицы у пациентов с миопией в динамике. Современные проблемы науки и образования. 2023;4:124.
Chuprov AD, Kanyukova YuV, Trubnikov VA. The influence of keratorefractive surgeries CLEAR and FEMTO-LASIK on the biomechanical parameters of the cornea in patients with myopia in dynamics. Modern problems of science and education. 2023;4:124 (In Russ.). doi: 10.17513/spno.32886.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зинченко Валерия Ивановна
врач-офтальмолог, аспирант

Мушкова Ирина Альфредовна
доктор медицинских наук, заведующая отделом лазерной рефракционной хирургии

Каримова Аделя Насибуллаевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела лазерной рефракционной хирургии

ABOUT THE AUTHORS

Zinchenko Valeria I.
ophthalmologist, postgraduate

Mushkova Irina A.
MD, Head of the Laser Refractive Surgery Department

Karimova Adelya N.
PhD, researcher of the Laser Refractive Surgery Department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-251-258

поступила 11.02.26
was received 11.02.26

Основные принципы лечения эндокринной офтальмопатии. Литературный обзор

И.Б. Медведев[1,3] Н.С. Башмакова[1,3] Н.Н. Дергачева[1,3] Н.С. Егорова[3]
Е.В. Самодурова[1,3], А.И. Медведева[2]

[1] ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации,
ул. Островитянова, 1, Москва, 117513, Российская Федерация

[2] ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация

[3] ООО «Центр глазной хирургии»
ул. Пречистенка, 40/2, стр. 1, Москва, 119034, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):251–258**

Эндокринная офтальмопатия (ЭОП) является одной из наиболее частых причин развития экзофтальма у взрослых людей, а также развития оптической нейропатии как результат компартмент-синдрома со стороны мягких тканей орбиты. Остается высокой частота осложнений в виде стойкого снижения зрения вследствие патологии передней поверхности глаза, а также заинтересованности зрительного нерва. После достижения компенсации острой стадии заболевания на первый план выходит косметическая неудовлетворенность пациента по причине выраженных изменений периорбитальных тканей. Своевременная диагностика, правильный выбор тактики лечения в зависимости от стадии и активности патологического процесса являются ключевыми факторами в достижении положительного результата в отношении как клинических симптомов, так и эстетических дефектов, в частности блефарохалазиса и мальпозиций век. Существуют различные методики лечения, подразделяющиеся на медикаментозные и хирургические. Каждая из методик имеет свои показания и противопоказания, а также побочные эффекты, которые следует учитывать при выборе тактики. Последнее особенно актуально при подборе медикаментозной системной терапии. Хирургическое лечение в большинстве случаев требует предварительной полной компенсации гормонального статуса щитовидной железы и соматического статуса. Важнейшим аспектом в данном вопросе является совместное ведение пациента с врачом-эндокринологом. Как указано выше, первым этапом в лечении ЭОП является медикаментозная терапия, которая заключается в применении глюкокортикостероидов в различной дозировке в зависимости от изначального статуса пациента, а также рекомендаций эндокринолога. Дальнейшая тактика ведения рассматривается исходя из индивидуальных показаний и предусматривает различные виды хирургического лечения и др. Ключевым моментом в подходе к хирургическому лечению является правильно построенный поэтапный план проводимых операций. Каждый последующий шаг должен представлять собой логическое продолжение предыдущего этапа лечения.

Ключевые слова: эндокринная офтальмопатия, офтальмопатия Грейвса, декомпрессия орбиты, рестриктивная миопатия, операции на веках, блефаропластика

Для цитирования: Медведев И.Б., Башмакова Н.С., Дергачева Н.Н., Егорова Н.С., Самодурова Е.В., Медведева А.И. Основные принципы лечения эндокринной офтальмопатии. Литературный обзор. *Офтальмология.* 2026;23(2):251–258. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-251-258

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах и методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Basic Principles of Treatment of Endocrine Ophthalmopathy. Literature review

I.B. Medvedev[1,3], N.S. Bashmakova[1,3], N.N. Dergacheva[1,3], N.S. Egorova[3], E.V. Samodurova[1,3], A.I. Medvedeva[2]

[1] Pirogov Russian National Research Medical University
Ostrovityanova str., 1, Moscow, 117513, Russian Federation

[2] Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba
Miklukho-Maklaya str., 6, Moscow, 117198, Russian Federation

[3] LLC "Eye care center"
Prechistenka str., 40/2, bld. 1, Moscow, 119034, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):251–258**

Endocrine ophthalmopathy (EO) is one of the most common causes of exophthalmos in adults, as well as optic neuropathy resulting from orbital compartment syndrome. Complications such as persistent vision loss due to pathology of the anterior ocular surface and optic nerve involvement remain high. After compensation for the acute stage of the disease, cosmetic dissatisfaction becomes a primary concern due to significant changes in the periorbital tissues. Current diagnostics and the correct choice of treatment strategy based on the stage and activity of the pathological process are key factors in achieving a positive outcome, both in terms of clinical symptoms and aesthetic defects, particularly blepharochalasis and eyelid malposition. Various treatment methods exist, divided into medical and surgical. Each method has its own indications and contraindications, as well as side effects, which should be considered when choosing a strategy. The latter is especially important when selecting systemic drug therapy. In most cases, surgical treatment requires preliminary complete compensation of the thyroid gland's hormonal and somatic status. Collaborative management with an endocrinologist is crucial. As noted above, the first step in treating EOP is drug therapy, which involves the use of glucocorticosteroidsin varying dosages, depending on the patient's initial status and the endocrinologist's recommendations. Further management is determined based on individual indications and includes various types of surgical treatment, among other options. A key aspect of the surgical approach is a properly developed step-by-step plan for the procedures. Each subsequent step should be a logical continuation of the previous stage of treatment.

Keywords: endocrine ophthalmopathy, Graves' ophthalmopathy, orbital decompression, restrictive myopathy, eyelid surgery, blepharoplasty

For citation: Medvedev I.B., Bashmakova N.S., Dergacheva N.N., Egorova N.S., Samodurova E.V., Medvedeva A.I. Basic Principles of Treatment of Endocrine Ophthalmopathy. Literature review. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):251–258. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-251-258

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Эндокринная офтальмопатия (офтальмопатия Грейвса) — аутоиммунное воспалительное заболевание орбиты, которое носит хронический характер. Патологический процесс затрагивает многие структуры, включая мягкие ткани орбиты, экстраокулярные мышцы, зрительный нерв, веки и поверхность глаза. Офтальмопатия Грейвса является одной из наиболее частых причин развития экзофтальма у взрослых людей (как одностороннего, так и двухстороннего) [1].

Эндокринная офтальмопатия (ЭО) наиболее часто развивается на фоне дисфункции щитовидной железы, которая является самой крупной из желез внутренней секреции. Ее функция регулируется трансгипофизарно в соответствии с механизмом положительной и отрицательной обратной связи [2].

Чаще данная патология обусловлена гиперфункцией щитовидной железы, однако в небольшом проценте случаев может иметь место как при эутиреозе, так и при гипотиреозе.

Эндокринная офтальмопатия довольно редко встречается в детском возрасте, чаще всего проявляется в возрасте от 30 до 60 лет. Считается, что данная патология чаще возникает у женщин, однако отмечается, что пациентами со средней и тяжелой степенями заболевания с большей частотой являются мужчины [1].

ФАКТОРЫ РИСКА

Среди факторов риска развития эндокринной офтальмопатии ведущими являются: длительно существующая дисфункция щитовидной железы, лечение радиоактивным йодом, окислительный стресс, аутоиммунные заболевания, гиперхолестеринемия.

Одним из наиболее значимых факторов риска считают курение [3]. Основным механизмом действия в данном случае является повышенная выработка свободных радикалов кислорода, гипоксия в орбите, а также усиленная секреция цитокинов, адипогенез и изменения в микробиоте кишечника. Пассивное курение также является фактором риска развития заболевания. У курильщиков чаще развивается более тяжелая степень ЭОП, возрастают риски осложнений и рецидивирующего течения. Кроме того,

курение связано с более низким ответом на проводимое лечение [1].

Существуют данные о роли генетических факторов в патогенезе заболевания.

ПАТОГЕНЕЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Патогенез заболевания заключается в развитии антиген-специфических механизмов с инфильтрацией тканей щитовидной железы Т-лимфоцитами, которые распознают общий тиреотропин-рецепторный антиген для щитовидной железы, орбитальной клетчатки и в большей степени для экстраокулярных мышц. На фоне инфильтрации тканей орбиты Т-лимфоцитами общий антиген может быть распознан Т-клеточными рецепторами на CD4+ Т-лимфоцитов, после чего они могут секретировать цитокины, что еще больше усиливает иммунную реакцию. Это подтверждает возможность существования перекрестной реакции орбитального антигена с антигеном щитовидной железы. Цитокины индуцируют экспрессию комплекса гистосовместимости (HLA) II класса и стимулируют пролиферацию фибробластов, выработку коллагена и гликозаминогликанов, способных связывать воду, вызывая отек мягких тканей глазницы [4].

В результате мягкие ткани орбиты, ретроорбитальная клетчатка и экстраокулярные мышцы увеличиваются в объеме. Вторично может повышаться давление в самой орбите, что приводит к компрессии зрительного нерва с развитием оптической нейропатии.

В течении эндокринной офтальмопатии выделяют две стадии: стадию активного воспаления и неактивную фиброзную стадию, причем первая может длиться до 5 лет, переходя затем во вторую [5]. На ранней стадии заболевания из-за выраженного отека ретробульбарной клетчатки и экстраокулярных мышц развивается экзофтальм, приводящий к стойкому лагофтальму. Со временем в связи с несмыканием век патологические изменения затрагивают переднюю поверхность глаза, в частности роговицу, с различной степенью тяжести, вплоть до развития кератита и язвенных дефектов [6].

Аутоиммунный процесс затрагивает не только мягкие ткани, но и экстраокулярные мышцы, приводя к рестриктивной миопатии. Наиболее часто поражаются нижняя, верхняя и медиальная мышцы. Клиническим проявлением является возникновение у пациентов стойкой диплопии, не поддающейся какой-либо оптической коррекции, а также отклонения глазного яблока от оптической оси [3, 7].

КЛАССИФИКАЦИЯ

Есть множество классификаций, направленных на оценку степени активности воспалительного процесса и тяжести клинических проявлений при эндокринной офтальмопатии [8].

Для оценки активности ЭОП общепринятой считается шкала CAS, которая позволяет количественно оценить воспалительные изменения в мягких тканях. За основу берут 7 основных параметров (спонтанная ретробульбарная боль, боль при движении глаз, покраснение век, инъекция конъюнктивы, отек век, хемоз, покраснение и отек полулунной складки и слезного мясца) и 3 дополнительных, которые наблюдаются при динамическом наблюдении у офтальмолога через 2 месяца (увеличение экзофтальма более чем на 2 мм; уменьшение подвижности глаза более чем на 8° в любом направлении; снижение остроты зрения более чем на 0,1). Каждый из данных признаков оценивается в 1 балл. Процесс считается активным, если набирается 3 и более балла.

Степень тяжести ЭО оценивают по шкале EUGOGO (European Group on Graves' orbitopathy), принятой в 2008 году [5]:

– к легкой ЭО относятся случаи с незначительным влиянием на качество жизни, имеющие 1 или более из следующих признаков: ретракция верхнего века < 2 мм, незначительные изменения мягких тканей орбиты, экзофтальм < 3 мм, транзиторная диплопия или отсутствие диплопии;

– пациенты со средней тяжестью ЭО имеют 1 или более из следующих признаков: латентная стадия оптической нейропатии, ретракция века ≥ 2 мм, умеренно выраженные изменения мягких тканей орбиты, экзофтальм, непостоянная или постоянная диплопия. На данном этапе отсутствует повреждение роговицы, следовательно, нет угрозы потери зрения;

Таблица 1. Классификация NOSPECS

Table 1. NOSPECS classification

0		Отсутствие патологических изменений со стороны глаз No signs or symptoms
1		Единичные симптомы Only signs
2 Изменения мягких тканей орбиты (отек, инъекция конъюнктивы) Changes in the soft tissues of the orbit (edema, conjunctival injection)	0 a b c	Отсутствуют / Absent Незначительно выражены / Mildly pronounced Умеренно выражены / Moderately pronounced Резко выражены / Severely pronounced
3 Экзофтальм Proptosis	0 a b c	Отсутствует / Absent Незначительно выражен (3–4 мм больше нормы) Mildly pronounced (3–4 mm greater than normal) Умеренно выражен (5–7 мм больше нормы) Moderately pronounced (5–7 mm greater than normal) Резко выражен (=8 мм) / Severely pronounced (=8 mm)
4 Поражение мышц орбиты Extraocular muscle involvement	0 a b c	Отсутствует / Absent Ограничение движения глазных яблок в крайних отведениях Limited eye movement in extreme abduction Ограничения движения глазных яблок Limited eye movement Фиксированное глазное яблоко (одно или оба) Fixed eyeball (one or both)
5 Поражение роговицы Corneal involvement	0 a b c	Отсутствует / Absent Сухость / Dryness Изъявление / Ulceration Помутнение, некроз, перфорация / Opacity, necrosis, perforation
6 Поражение зрительного нерва	0 a b c	Отсутствует / Absent Незначительно выражено (острота зрения 0,63–0,50) Mildly pronounced (visual acuity 0.63–0.50) Умеренно выражено (острота зрения 0,4–0,1) Moderately pronounced (visual acuity 0.4–0.1) Резко выражено (менее 0,1) Sharply expressed (less than 0.1)

– ЭО, угрожающая потерей зрения или тяжелая. Характеризуется наличием следующих клинических признаков: оптическая нейропатия и/или повреждение роговицы, спонтанный вывих/подвывих глаза; требует экстренного лечения. Риск повреждения и перфорации роговицы увеличивается при наличии лагофтальма и отсутствии феномена Белла (рефлекторное движение глаза кверху при смыкании век).

По данным иностранной литературы, для оценки тяжести также используют классификацию NOSPECS, принятую в 1969 г. и модифицированную в 1977 г.

Согласно классификации NOSPECS тяжесть офтальмопатологии оценивается по степени вовлеченности мягких тканей орбиты в патологический процесс и, как следствие, по уровню функциональных нарушений органа зрения (табл. 1) [5].

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

Помимо развития экзофтальма пациентов могут беспокоить светобоязнь, слезотечение, ощущение сухости и песка в глазах. При осмотре отмечают периорбитальный отек, нестабильность слезной пленки, поражение роговицы (от сухости и кератопатии до образования язвенных дефектов и рубцевания).

Обращает на себя внимание удивленный взгляд пациентов, трудность смыкания век вследствие их ретракции и экзофтальма.

Эндокринная офтальмопатия может сопровождаться рестриктивным косоглазием (если в начале заболевания оно связано с активным воспалением, то позднее — с развитием фиброза в мышцах) [4, 7].

У небольшого процента пациентов ЭО протекает крайне тяжело, с развитием оптической нейропатии в результате компрессии зрительного нерва и питающих его кровеносных сосудов увеличенными вследствие отека мягкими тканями и экстраокулярными мышцами. В патогенезе данного состояния большую роль играет также компартмент-синдром, сопровождающийся выраженным повышением давления в закрытом пространстве орбиты. На ранней стадии оптической нейропатии отмечается постепенное снижение остроты зрения, цветоощущения и появление парацентральных скотом различной локализации и размера. При прогрессии возможно стойкое снижение зрения вплоть до полной его потери [9].

ЛЕЧЕНИЕ

Первостепенным в лечении эндокринной офтальмопатии считается нормализация функции щитовидной железы, исключение факторов риска. Ключевым моментом является ведение таких пациентов совместно с эндокринологом.

В лечении ЭО придерживаются двух основных направлений: консервативное (медикаментозное) и хирургическое.

Медикаментозное лечение направлено на купирование симптомов заболевания за счет воздействия на звенья патогенеза, а золотым стандартом консервативного лечения является применение глюкокортикостероидов (ГКС) [7].

Для лечения ЭО средней и тяжелой степени наиболее действенным считается системное применение ГКС (достаточную эффективность показали пероральный и внутривенный способы введения преднизолона) [10].

Длительность и режим дозирования системных ГКС зависит от степени тяжести заболевания, а также последующего ответа на лечение. Терапию начинают с высоких доз с постепенным их снижением в течение нескольких месяцев (в среднем до полугода). Наиболее чувствительным признаком ответа на лечение является уменьшение экзофтальма, улучшение параметров CAS, а также купирование диплопии.

Среди нежелательных явлений системной терапии ГКС наиболее опасным считается гепатотоксичность, возникающая при применении высоких доз, а также негативное влияние на желудочно-кишечный тракт.

Следует отметить, что на фиброзной стадии ЭОП медикаментозное лечение ГКС является неэффективным и может быть опасным вследствие высокого риска развития побочных эффектов [7].

Симптоматическая терапия показана для купирования синдрома сухого глаза, а также кератопатии и подразумевает применение различных слезозаместительных препаратов и кератопротекторов.

По данным литературы, существует техника применения селена в качестве патогенетической терапии при легкой степени ЭО [8].

В лечении офтальмопатии Грейвса с недавнего времени также применяют биологические агенты, например препарат «Тетротумумаб». Он представляет собой моноклональное антитело, блокирующее IGF-1R (инсулиноподобный фактор роста). По данным результатов исследований, препарат показал клиническую эффективность в виде снижения активности заболевания. Однако отмечался ряд побочных эффектов, таких как мышечные спазмы, диарея, гипергликемия, нейросенсорная тугоухость. Кроме того, обращает на себя внимание высокая стоимость курса лечения [10].

При средней и тяжелой степени ЭО прибегают к хирургическому лечению.

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Хирургическое лечение возможно на обеих стадиях течения заболевания (активной и фиброзной). При компрессионной оптической нейропатии, экспозиционной кератопатии и язве роговицы лечение носит экстренный характер. В неактивной стадии главной целью хирургического лечения является функциональная и косметическая реабилитация пациентов [11].

Хирургическое лечение подразделяется на 4 основные группы:

– операции на орбите направлены на снижение давления внутри орбиты, купирование компартмент-синдрома и уменьшение экзофтальма;

– операции на экстраокулярных мышцах для коррекции косоглазия;

– операции на веках для устранения лагофтальма;

– косметическая блефаропластика — удаление избытка кожи век и орбитальной клетчатки.

Важно отметить, что вышеперечисленные операции должны выполняться в логическом порядке исходя из конкретного состояния пациента.

Операцией первого порядка является хирургическая декомпрессия орбиты (ДО), так как она оказывает влияние на положение глазного яблока в орбите и, как следствие, на его подвижность и степень проявления блефарохалазиса. Операции на веках выполняются в качестве заключительного этапа хирургического лечения [4].

При декомпрессии за счет удаления части костей орбиты создается дополнительное пространство для увеличенных мягких тканей и экстраокулярных мышц. Существует множество современных техник декомпрессии орбиты, что позволяет снизить частоту послеоперационных осложнений (в частности, двоения). Однако наиболее оптимальными в этом отношении показали себя глубокая латеральная и птериональная декомпрессия [1], а также трансэтмоидальная эндоскопическая декомпрессия орбиты (ТЭДО) [12].

Птериональная декомпрессия орбиты — хирургическое вмешательство, при котором декомпрессия зрительного нерва выполняется через птериональный доступ (место сочленения лобной, височной, теменной и большого крыла клиновидной костей).

Глубокая латеральная декомпрессия орбиты —удаление латеральной стенки орбиты может выполняться через наружную кантотомию или через модифицированный транспальпебральный доступ. Последний подразумевает диссекцию тканей от пальпебральной борозды латерально в височную область. Данная методика декомпрессии подразумевает удаление одной стенки орбиты, в частности в области большого крыла клиновидной кости, с формированием костного окна в виде треугольника. При этом слезная железа и орбитальная жировая клетчатка пролабируют в образовавшееся дополнительное пространство [13].

Латеральная декомпрессия орбиты позволяет достичь удовлетворительных результатов и сокращает риск послеоперационной диплопии [12, 13].

Сбалансированная медиальная и латеральная декомпрессия (двух стенок) подразумевает комбинацию медиальной и латеральной декомпрессии орбиты, причем латеральная стенка удаляется вплоть до большого крыла клиновидной кости. Данная методика показала значимую эффективность при высокой степени экзофтальма, однако сопряжена с большими рисками послеоперационного двоения по сравнению с монолатеральной декомпрессией [1].

При выраженном экзофтальме возможно проведение декомпрессии трех стенок (дополнительно помимо медиальной и латеральной стенок орбиты удаляют нижнюю). Данная методика сопряжена с высоким риском послеоперационных осложнений: возможно возникновение гипофтальма, возрастает риск повреждения инфраорбитального нерва и диплопии.

Трансмодальная эндоскопическая декомпрессия орбиты (ТЭДО) является одной из наиболее современных методик и подразумевает эндоскопическую резекцию медиальной стенки орбиты вплоть до клиновидной пазухи и нижней стенки орбиты [12]. В случае увеличения прямых экстраокулярных мышц такая методика обеспечивает наиболее удобный доступ к ним (в частности, к нижней и медиальной прямым мышцам). В ходе ТЭДО осуществляют удаление решетчатой пластинки с последующим иссечением периорбитальной фасции, что обеспечивает смещение ретробульбарных тканей в область решетчатого лабиринта, придавая глазному яблоку наиболее физиологическое положение. Эндоскопическое сопровождение глубокой латеральной декомпрессии орбиты позволяет достичь наиболее труднодоступных участков латеральной стенки орбиты вплоть до твердой мозговой оболочки, обеспечивая минимизацию повреждения важных сосудистых и нервных структур [14].

В настоящее время привлекает активное внимание возможность модифицированного подхода к вопросу декомпрессии орбиты с применением ультразвуковой остеодеструкции [14, 22]. В ряде исследований показана высокая эффективность применения ультразвука по сравнению с механическим воздействием, а также расширение возможностей работы вблизи важных структур, таких как места выхода сосудисто-нервных пучков, а также рядом с твердой мозговой оболочкой. В ходе использования УЗ-технологии срез кости получается более пологим, что способствует большей глубине экспансии тканей орбиты с декомпрессией зрительного нерва при оптической нейропатии.

Внутренняя декомпрессия орбиты является методикой скорой помощи при декомпенсированном экзофтальме и нейропатии. Такая методика подразумевает удаление только орбитальной клетчатки без заинтересованности стенок орбиты. В результате этого позиция глаза по отношению к орбитальной оси не изменяется. Такой вид хирургического вмешательства используется чаще всего с косметической целью и возможен только при условии стабилизации патологического процесса.

Важно отметить, что все методики декомпрессии орбиты являются паллиативным средством лечения, при котором за счет деформации костной орбиты создается дополнительное пространство для увеличенных мягких тканей и мышц [7].

ЛЕЧЕНИЕ РЕСТРИКТИВНОЙ МИОПАТИИ

В активной стадии заболевания развивается воспаление экстраокулярных мышц, переходящее в фиброз. Данное состояние приводит к развитию рестриктивной

миопатии (эндокринная миопатия), сопровождающейся клинически диплопией и косоглазием [15].

В случаях выраженной рестриктивной миопатии прибегают к хирургическому лечению, основная цель которого — восстановление бинокулярного зрения, уменьшение диплопии, а также сокращение косметического дефекта, связанного с отклонением глаза от оптической оси [11].

Методом выбора являются операции ослабляющего характера на пораженных мышцах, то есть их рецессия [15]. Наиболее часто проводят рецессию нижней прямой и/или внутренней прямой мышц (при ЭОП резекция прямых мышц не рекомендуется), обычно с применением регулируемых швов [4, 15, 16].

При выраженных фиброзных изменениях мышц прибегают к максимальным объемам оперативного вмешательства — так называемым глубоким рецессиям, затрагивающим капсулопальпебральную фасцию. Глубокая рецессия капсулопальпебральной фасции часто сопровождается ретракцией нижнего века вследствие особенности расположения и прикрепления к нижней прямой мышце в ее глубоких отделах. В результате возможно возникновение лагофтальма, осложняющегося кератопатией, а также косметических дефектов в виде асимметрии глазных щелей.

С целью коррекции умеренной ретракции нижних век обычно применяют рассечение ретракторов и латеральную кантопластику; при выраженной ретракции прибегают к постановке различных спейсеров. Для минимизации этапов хирургического лечения предложены способы перемещения и рассечения нижней поперечной связки Локвуда. Кроме того, описаны методики рецессии непосредственно головки капсулопальпебральной фасции одномоментно с рецессией нижней прямой мышцы.

Отмечается, что эффективность данных методик остается под вопросом, требует дальнейшего изучения и совершенствования технологий.

ОПЕРАЦИИ НА ВЕКАХ

Одним из ключевых моментов в решении вопроса о тактике хирургического вмешательства на веках является стойкая клиническая ремиссия заболевания (показатели уровня гормонов щитовидной железы) не менее 6 месяцев [17].

Хирургическое лечение ретракции верхнего века является третьим этапом в реабилитации пациентов с ЭОП (после выполнения декомпрессии орбиты и коррекции косоглазия), однако имеются сообщения и об одномоментном выполнении декомпрессии орбиты и операций на веках. Преимуществом данной методики является в первую очередь возможность сокращения количества хирургических вмешательств, а также снижение уровня анестезиологической нагрузки пациента, что особенно важно при наличии сопутствующих соматических патологий [18]. Тем не менее было обнаружено, что после выполнения декомпрессии орбиты происходит частичное или полное восстановление контура верхнего века, не коррелирующее с объемом удаляемой орбитальной клетчатки (в 40 % случаев происходит нормализация контура верхнего века после устранения проптоза). Вышесказанное еще раз указывает на необходимость поэтапного подхода в вопросе хирургической реабилитации пациентов с ЭОП [17]. Окончательное решение о последовательности этапов хирургического лечения принимает офтальмохирург.

Основной целью хирургической репозиции век является восстановление нормального физиологического и функционального положения век, как верхнего, так и нижнего, для купирования лагофтальма, а также предотвращения патологических изменений переднего отрезка глаза [19].

Варианты хирургического вмешательства на веках [18]:

1) рецессия апоневроза леватора верхнего века наружным доступом (монолатеральная, билатеральная);

2) иссечение (полное или частичное) мышцы Мюллера;

3) комбинированная операция: рецессия апоневроза, редукция жировых пакетов, репозиция слезных желез;

4) последовательные вмешательства на апоневрозе леватора и верхней тарзальной мышцы.

Важно отметить, что при развитии осложнений со стороны роговичного эпителия (синдром сухого глаза, кератопатия, язвенный дефект) активно применяют тарзорафию. Данная операция может носить как временный, так и постоянный характер. Техника временной тарзорафии заключается в наложении П-образных швов, сводящих верхнее и нижнее веко. Главной целью операции является сужение глазной щели для предотвращения повреждения роговицы путем сокращения поверхности испарения слезной пленки [20]. В среднем сведение век сохраняется до 6 недель, однако использование пластиковых подкладок позволяет существенно продлить этот срок. Данный метод лечения позволяет сохранить эпителий роговицы до момента стойкого ответа на проводимое медикаментозное лечение или в ожидании декомпрессии орбиты.

При невозможности проведения декомпрессионного лечения или реконструктивных операций на веках (ввиду различных факторов, в том числе обусловленных тяжестью соматического статуса пациента) применение постоянной тарзорафии остается единственным вариантом. Суть операции заключается в закрытии глазной щели на длительный срок с целью избежать осложнений со стороны передней поверхности глаза. Различают два варианта: 1) при кровавой тарзорафии веки расщепляют на переднюю и заднюю пластинки, а затем ушивают их послойно; 2) при некровавой тарзорафии удаляют эпителиальный покров соответствующих краев век и сближают их при помощи швов [6].

БЛЕФАРОПЛАСТИКА

Выраженная отечность периорбитальных тканей, в частности жировых компартментов верхнего и нижнего века, сопровождается существенным растяжением кожи век, что является причиной не только эстетического дискомфорта пациента, но также сопровождается анатомо-функциональными нарушениями (такими как блефарохалазис, птоз, грыжевидные образования и др.).

Чтобы вернуть пациенту комфортный внешний вид, на данном этапе прибегают к общепринятым методикам пластических операций на веках (резекционные либо жиросохраняющие расширенные методики блефаропластики). В каждом конкретном случае иссекают избыточную кожу или операцию сочетают с удалением либо перераспределением жировых пакетов. Варианты доступа — транскутанный либо трансконъюнктивальный — выбирают индивидуально в зависимости от конкретного клинического случая, а также эстетических запросов со стороны пациентов [21, 22].

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Медведев И.Б. — научное редактирование;
Башмакова Н.С. — сбор и обработка материала, написание текста;
Дергачева Н.Н. — научное редактирование;
Егорова Н.С. — сбор и обработка материла, написание текста;
Самодурова Е.В. — сбор и обработка материла;
Медведева А.И. — сбор и анализ литературы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Küchlin S, Gruber M, Reich M, Joachimsen L, Metzger M, Beck J, Grauvogel J, Lagrèze WA. Orbitadekompression bei endokriner Orbitopathie — Erfahrungen und Ergebnisse [Orbital decompression in Graves' orbitopathy-Experiences and results]. Ophthalmologe. 2021 Apr;118(4):345–355. German. doi: 10.1007/s00347-020-01181-8.
2. Самохвалова НМ. Современные взгляды на этиопатогенез, терминологию и клинические формы эндокринной офтальмопатии (обзор литературы). Проблемы здоровья и экологии. 2013;4(38):59–62.
Samokhvalova NM. Modern views on the etiopathogenesis, terminology and clinical forms of endocrine ophthalmopathy (literature review). Problems of health and ecology. 2013;4(38):59–62 (In Russ.).
3. Никонова ЛВ, Тишковский СВ, Гадомская ВИ, Давыдчик ЭВ, Дорошкевич ИП. Эндокринная офтальмопатия: этиология, патогенез, клиника, диагностика. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2018;1:69–76. doi: 10.25298/2221-8785-2018-16-1-69-76.
Nikonova LV, Tishkovsky SV, Gadomskaya VI, Davydchik EV, Doroshkevich IP. Endocrine Ophthalmopathy: Etiology, Pathogenesis, Clinic, and Diagnostics. Journal of the Grodno State Medical University. 2018;1:69–76 (In Russ.).
4. Петунина НА, Трухина ЛВ, Мартиросян НС. Эндокринная офтальмопатия: современный взгляд. Проблемы эндокринологии. 2012;58(6):24–32.
Petunina NA, Trukhina LV, Martirosian NS. Endocrine ophthalmopathy: state-of-the-art approaches. Problems of Endocrinology. 2012;58(6):24–32 (In Russ.). doi: 10.14341/probl201258624-32.
5. Бабаева ДМ, Бессмертная ЕГ, Тарбаева НВ, Волеводз НН, Свириденко НЮ, Мокрышева НГ. Магнитно-резонансная томография орбит в диагностике эндокринной офтальмопатии: обзор литературы. Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. 2023.2:87–109.
Babaeva DM, Bessmertnaya EG, Tarbaeva NV, Volevodz NN, Sviridenko NYu, Mokrysheva NG. Magnetic resonance imaging of orbits in the diagnosis of endocrine ophthalmopathy: a literature review. Vestnik of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology. 2023.2:87–109 (In Russ.).
6. Груша ЯО, Исмаилова ДС, Фетцер ЕИ. Тарзорафия в системе реабилитации пациентов с эндокринной офтальмопатией. Вестник офтальмологии. 2021;137(5):47–51.
Grusha YaO, Ismailova DS, Fettser EI. Tarsorrhaphy in rehabilitation of patients with thyroid eye disease. Russian Annals of Ophthalmology. 2021;137(5):47–51 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202113705147.
7. Бровкина АФ. Эндокринная офтальмопатия: реальность и перспективы. Офтальмологоческие ведомости. 2012;2:31–34.
Brovkina AF. Endocrine Ophthalmopathy: Reality and Prospects. Ophthalmology journal. 2012;2:31–34 (In Russ.).
8. Трошина ЕА, Сенюшкина ЕС, Терехова МА. Роль селена в патогенезе заболеваний щитовидной железы. Клиническая и экспериментальная тиреоидология. 2018;14(4):192–205.
Troshina EA, Senyushkina ES, Terekhova MA. The role of selenium in the pathogenesis of thyroid disease. Clinical and experimental thyroidology. 2018;14(4):192–205 (In Russ.). doi: 10.14341/ket10157.
9. Груша ЯО, Исмаилова ДС, Кочетков ПА, Андреева НА. Оптическая нейропатия при эндокринной офтальмопатии: возможности хирургического лечения. Вестник офтальмологии. 2020;136(4):193–200.
Grusha YaO, Ismailova DS, Kochetkov PA, Andreeva NA. Dysthyroid optic neuropathy: surgical treatment potential. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(4):193–200 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136042193.
10. Bartalena L, Tanda ML. Current concepts regarding Graves' orbitopathy. J Intern Med. 2022 Nov;292(5):692–716. doi: 10.1111/joim.13524.
11. Аветисов СЭ, Груша ЯО, Исмаилова ДС, Кочетков ПА, Данилов СС, Свириденко НЮ. Хирургическая реабилитация пациентов с эндокринной офтальмопатией: систематизированный подход. Вестник офтальмологии. 2017;133(1):4–10.
Avetisov SE, Grusha YaO, Ismailova DS, Kochetkov PA, Danilov SS, Sviridenko NU. Surgical rehabilitation of patients with thyroid eye disease: systematic approach. Russian Annals of Ophthalmology. 2017;133(1):4–10 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201713314-10.
12. Кочетков ПА, Савватеева ДМ, Лопатин АС. Декомпрессия орбиты: обзор хирургических доступов и анализ их эффективности. Российская ринология. 2013;21(1):28–34.
Kochetkov PA, Savvateeva DM, Lopatin AS. Orbital decompression: review of surgical approaches and analyse of effective. Russian Rhinology. 2013;21(1):28–34 (In Russ.).
13. Груша ЯО, Четкарев КВ, Колодина АС. Использование метрического устройства, изготовленного методом 3D-печати, в проведении глубокой латеральной декомпрессии орбиты. Офтальмология. 2025;22(3):572–576.
Grusha YaO, Chetkarev KV, Kolodina AS. 3D printing Metric Device in Deep Lateral Wall Decompression. Clinical Observations. Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):572–576 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-3-572-576.
14. Груша ЯО, Дзамихов ИК. Эндоскопическое сопровождение глубокой латеральной костной декомпрессии орбиты. Вестник офтальмологии. 2025;141(5):23–28.
Grusha YaO, Dzamikhov IK. Endoscopic assistance in deep lateral orbital wall decompression. Russian Annals of Ophthalmology. 2025;141(5):23–28 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202514105123.
15. Бровкина АФ, Жукова ОД. Эндокринная миопатия — одна из клинических форм эндокринной офтальмопатии. Практическая медицина. 2016;94(2):17–21.
Brovkina AF, Zhukova OD. Endocrine myopathy is one of the clinical forms of endocrine ophthalmopathy. Practical medicine. 2016;94(2):17–21 (In Russ.).
16. Груша ЯО, Сергеева МС, Данилов СС. Ретракция нижнего века после рецессии нижней прямой мышцы при эндокринной офтальмопатии. Вестник офтальмологии. 2025;141(2):101–105.
Grusha YaO, Sergeeva MS, Danilov SS. Lower eyelid retraction after inferior rectus recession in thyroid eye disease. Russian Annals of Ophthalmology. 2025;141(2):101–105 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2025141021101.
17. Аникина ЛК, Астахов СЮ, Потемкин ВВ, Бабаева ШЭ, Костыгина СА. Состояние глазной поверхности и контура верхнего века при эндокринной офтальмопатии после хирургического лечения ретракции верхнего века. Офтальмологические ведомости. 2022;15(2):43–52.
Anikina LK, Astakhov SYu, Potemkin VV, Babaeva SE, Kostygina SA. Ocular surface and the upper eyelid contour after surgical treatment of upper eyelid retraction in thyroid eye disease. Ophthalmology journal. 2022;15(2):43–52 (In Russ.). doi: 10.17816/OV105166.
18. Атарщиков ДС, Корчемкина ЕЮ. Обзор возможностей проведения симультанных операций с целью хирургической реабилитации пациентов с эндокринной офтальмопатией. Клиническая офтальмология. 2022;22(3):187–190.
Atarschikov DS, Korchemkina EYu. A review of the possibilities of performing simultaneous surgeries for the purpose of surgical rehabilitation of patients with endocrine ophthalmopathy. Clinical Ophthalmology. 2022;22(3):187–190 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-3-187-190.
19. Krause M, Kamal M, Halama D, Hierl T, Sterker I, Zimmerer R, Lethaus B, Bartella AK. Eyes wide shut: necessity and effect of adjunctive procedures after decompression surgery in patients with endocrine orbitopathy. Head Face Med. 2021 Sep 15;17(1):41. doi: 10.1186/s13005-021-00290-2.
20. Груша ЯО, Исмаилова ДС, Фетцер ЕИ, Преснякова КВ. Возможность применения тарзорафии у пациентов с эндокринной офтальмопатией. Современные технологии в офтальмологии. 2024;2:182–183.
Grusha YaO, Ismailova DS, Fettser EI, Presnyakova KV. Opportunity for tarsorrhaphy in thyroid eye disease. Modern Technologies in Ophthalmology. 2024;2:182–183 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2024-2-182-183.
21. Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Давыдов ДВ, Трубилин АВ, Ильясова МВ, Индилова НИ, Закатянский ВС. От косметолога к офтальмологу: что и как лечить? Клинические примеры. Часть 1. Блефаропластика. Офтальмология. 2024;21(3):565–572.
Trubilin VN, Polunina EG, Davydov DV, Trubilin AV, Ilyasova MV, Indilova NI, Zakatianskii VS. From a Cosmetologist to an Ophthalmologist: What and How to Treat? Clinical Examples. Part 1. Blepharoplasty. Ophthalmology in Russia. 2024;21(3):565–572 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-565-572.

22. Груша ЯО, Колодина АС, Кочетков ПА, Четкарев КВ, Свириденко НЮ. Результаты модифицированной латеральной костной декомпрессии орбиты с использованием ультразвуковой остеодеструкции. Вестник офтальмологии. 2025;141(4):21–28.

Grusha YaO, Kolodina AS, Kochetkov PA, Chetkarev KV, Sviridenko NYu. Outcomes of modified lateral orbital wall decompression using ultrasonic bone removal. Russian Annals of Ophthalmology. 2025;141(4):21–28 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202514104121.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Медведев Игорь Борисович
доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ,
заведующий кафедрой офтальмологии, офтальмохирург
https://orcid.org/0000-0002-8111-0919

Башмакова Наталья Сергеевна
врач-стажер кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0009-0003-7874-7673

Дергачёва Надежда Николаевна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии,
врач-офтальмолог, офтальмохирург
https://orcid.org/0000-0003-3441-9072

Егорова Наталья Сергеевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, лазерный хирург
https://orcid.org/0009-0005-8182-2528

Самодурова Елизавета Владиславовна
врач-стажер кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-9145-7687

Медведева Анна Игоревна
студент
https://orcid.org/0009-0001-1151-3050

ABOUT THE AUTHORS

Medvedev Igor B.
MD, Professor, head of the Ophthalmology Department,
ophthalmosurgeon, Honored Doctor of the Russian Federation
https://orcid.org/0000-0002-8111-0919

Bashmakova Natalia S.
intern of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0009-0003-7874-7673

Dergacheva Nadezhda N.
PhD, Associate Professor, ophthalmologist, ophthalmosurgeon
https://orcid.org/0000-0003-3441-9072

Egorova Natalia S.
PhD, ophthalmologist, laser surgeon
https://orcid.org/0009-0005-8182-2528

Samodurova Elizaveta V.
internist
https://orcid.org/0000-0001-9145-7687

Medvedeva Anna I.
student
https://orcid.org/0009-0001-1151-3050

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-259-267

поступила 21.07.25
was received 21.07.25

Проблемы интраокулярной коррекции у пациентов после радиальной кератотомии

Н.С. Тимофеева

Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
просп. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):259–267**

Широкое распространение радиальной кератотомии (РКТ) в конце прошлого столетия определило многочисленные сложности при планировании интраокулярной коррекции в данной группе пациентов, связанные с расчетом оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ), выбором вида интраокулярной коррекции и особенностями выполнения хирургического вмешательства. Посткератотомические деформации, как правило, сопровождаются иррегулярными изменениями передней и задней поверхностей роговицы и, несмотря на появление новых формул расчета, делают рефракционный результат труднопредсказуемым. Современные методы исследования позволяют детально анализировать кератотопографические показатели в сложных клинических ситуациях при определении показаний к имплантации торических ИОЛ. При этом широкий выбор ИОЛ различных видов и конструкций, обладающих функциональностью для получения зрения на разных дистанциях, позволяет не ограничиваться имплантацией только монофокальных ИОЛ, но требует систематизации существующих знаний применительно к пациентам со сложным рельефом поверхности роговицы. Рекомендации по имплантации мультифокальных ИОЛ (МИОЛ) в большинстве случаев носят предостерегающий характер в связи с особенностями формирования изображения при использовании дифракционного дизайна оптической части. Принцип разделения светового потока, сопровождающийся высокой вероятностью появления фотопических феноменов и потенциально влияющий на показатели контрастной чувствительности, в сочетании со сложностью прогнозирования достижения целевой рефракции относятся к основным ограничивающим факторам. Группа линз с расширенной глубиной фокуса лишена многих недостатков МИОЛ, однако также нуждается в исследовании у пациентов с РКТ. Таким образом, вопрос о выборе вида оптической коррекции напрямую определяется рядом факторов, последовательное изучение которых имеет важное практическое значение для определения оптимальной стратегии при планировании интраокулярной коррекции у пациентов с РКТ в анамнезе.

Ключевые слова: радиальная кератотомия, интраокулярная коррекция, ИОЛ с расширенной глубиной фокуса, факоэмульсификация катаракты, мультифокальные ИОЛ

Для цитирования: Тимофеева Н.С. Проблемы интраокулярной коррекции у пациентов после радиальной кератотомии. *Офтальмология.* 2026;23(2):259–267. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-259-267

Прозрачность финансовой деятельности: автор не имеет финансовой заинтересованности в публикации данного материала.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Problems of Intraocular Correction in Patients after Radial Keratotomy

N.S. Timofeyeva

Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Traktostroiteley ave., 10, Cheboksary, 428028, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):259–267**

Widespread use of radial keratotomy (RKT) at the end of the last century determined numerous difficulties in planning intraocular correction in this group of patients associated with the calculation of the optical power of the intraocular lens (IOL), the choice of the type of intraocular correction and the specifics of surgical intervention. Postkeratotomic deformations are usually accompanied by irregular changes in the anterior and posterior surfaces of the cornea, and, despite the advent of new calculation formulas, make the refractive result difficult to predict. Modern research methods allow a detailed analysis of keratotopographic parameters in complex clinical situations when determining indications for implantation of toric IOLs. At the same time, a wide range of IOLs of various types and designs, with functionality of obtaining vision at different distances, allows not only implantation of monofocal IOLs, but requires systematization of existing knowledge, in relation to patients with complex corneal surface relief. Recommendations for implantation of multifocal IOLs (MIOLs) are in most cases of a cautionary nature due to the peculiarities of image formation when using the diffraction design of the optical part. The principle of splitting the light flux, accompanied by a high probability of photopic phenomena and potentially affecting the indices of contrast sensitivity, in combination with the difficulty of predicting the achievement of target refraction are among the main limiting factors. The group of lenses with extended depth of focus is free from many of the disadvantages of MIOLs, but also needs to be studied in patients with RKT. Thus, the question of choosing the type of optical correction is directly determined by a number of factors, the consistent study of which is of great practical importance for determining the optimal strategy when planning intraocular correction in patients with a history of RKT.

Keywords: radial keratotomy, intraocular correction, extended focal depth IOL, phacoemulsification, multifocal IOL

For citation: Timofeyeva N.S. Problems of Intraocular Correction in Patients after Radial Keratotomy. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):259–267. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-259-267

Financial Disclosure: the author has no financial interest in publishing this material.

There is no conflict of interests.

Частота встречаемости нарушений рефракции в Российской Федерации составляет 15 % [1]. Высокая заболеваемость миопией среди населения определила важнейшее направление развития современной офтальмохирургии — появление кераторефракционных методов коррекции. По данным литературы, в стране было выполнено более 5,5 млн операций радиальной кератотомии (РКТ), в структуре МНТК — более 600 тыс. [2]. Большое количество прооперированных методом РКТ пациентов в настоящее время достигло возраста хирургического лечения катаракты (50–70 лет), что стало настоящим вызовом для катарактальных хирургов.

В течение 10 лет после внедрения и широкого применения метода РКТ были сформированы две основные технологии ее выполнения: американская, согласно которой разрезы выполнялись от центра к периферии, и русская — с разрезами от лимба к краю оптической области. В последующем на основе уже существующих методов была разработана комбинированная методика Genesis, заключающаяся в проведении предоперационной пахиметрии для определения размера центральной оптической зоны и выполнения насечек в первую очередь в самом тонком квадранте роговицы. Данный метод отличался безопасностью и эффективностью и обеспечивал бóльшее уплощение роговицы и меньшую вариабельность роговичных разрезов [3].

Проведенное в 1980 г. многоцентровое исследование РКТ — Prospective Evaluation of Radial Keratotomy (PERK) — показало снижение степени миопии у всех пациентов: в 88 % случаев некорригированная острота зрения (НКОЗ) составляла 20/40 и выше. Однако не все пациенты были удовлетворены результатами операции. Через 1 год после проведенной РКТ 34 % пациентов сообщили о нестабильности остроты зрения, 17 % — о серьезных проблемах с бликами, 48 % — были очень довольны, 42 % — умеренно удовлетворены и 10 % — крайне недовольны результатами вмешательства [4].

АНАТОМИЧЕСКИЕ И РЕФРАКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЛАЗ ПОСЛЕ РКТ

Анатомически измененная поверхность роговицы, определяемая как патологическая деформация роговицы, имеет целый ряд особенностей, требующих учета при планировании хирургического вмешательства при катаракте. Нестабильные и иррегулярные показатели кератометрии, связанные с отсутствием прямолинейности хода роговичных разрезов, неравномерной глубиной прорезания и рубцевания, смещением или малым диаметром оптической зоны, внедрением в лимбальную область, и множество других факторов, имеющих хирургическое происхождение или связанных с биомеханикой роговицы, оказывают влияние на адекватную оценку преломляющей силы роговицы.

Проведенный регрессионный анализ показал, что эффект от кератотомических рубцов изменяется с каждым последующим десятилетием на 0,4–0,6 дптр, сопровождаясь нарастанием гиперметрического сдвига [5]. Во многом это связано с техникой проведения РКТ и стремлением хирургов достичь максимально возможного рефракционного результата. Глубокие разрезы, выполненные с перфорацией десцеметовой мембраны, приводят к ослаблению механических свойств роговицы и развитию прогрессирующей эктазии ее периферической части, усугубляющейся возрастными изменениями. Баланс между внутриглазным давлением (ВГД) и биомеханическими свойствами роговицы определяет уровень уплощения ее вершины и формирование периферического «бублика». В последующем изменения ВГД влияют на флюктуацию зрения и вызывают появление индуцированного астигматизма [2]. Исследование стабильности показателей после перенесенной РКТ выявило, что в 60 % случаев наблюдаются суточные колебания остроты зрения и данных рефрактометрии, причины которых до сих пор остаются дискутабельными (отек роговицы, повышение ВГД и др.) [6, 7]. Установлено, что в большинстве случаев наиболее выраженные суточные колебания остроты зрения наблюдаются в утренние часы, что связано с уплощением поверхности роговицы в ночное время [8]. Вариабельность основных показателей преломляющей силы роговицы также обнаруживается и при долгосрочном наблюдении [9].

В работе О.И. Розановой и соавт. при анализе элевационного профиля роговицы по протоколу Corneal Rings (Pentacam HR, Oculus, Германия) были выделены 6 деформационных паттернов, основанных на комбинации различных профилей по типу «замкнутого» и «незамкнутого» кольца выпячивания и иррегулярного искривления [10]. Предложенное разделение деформаций роговицы позволяет анализировать иррегулярность передней и задней поверхностей роговицы, оптимизировать процесс расчета оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ) и может влиять на решения о выборе вида интраокулярной коррекции у пациентов после РКТ.

Особого внимания заслуживает процесс рубцевания роговицы, который остается незавершенным в течение всей жизни. Он определяется гистологической структурой сформированных рубцов, которая обусловливает их механическую непрочность [11, 12]. В связи с этим хирургия катаракты, как правило, сопровождается высоким риском расхождения несостоятельных кератотомических рубцов и требует наложения швов. С целью предупреждения данного осложнения рекомендуется выполнение роговичного разреза шириной 1,8–2,2 мм между кератотомическими рубцами [13]. В связи с этим Е.Н. Пантелеевым на основе математических расчетов было предложено безопасное расстояние, составившее 0,6 мм, между кератотомическим рубцом и краем основного тоннеля [14].

Одним из вариантов исхода незавершенного процесса рубцевания может быть формирование посткератотомической эктазии, встречающейся, по данным авторов, в 6,5 % случаев [15]. Данное осложнение сопровождается истончением роговицы, увеличением ее кривизны, выраженным уплощением роговицы в центре, миопическим сдвигом и возникновением иррегулярного астигматизма. Подобные изменения часто обусловлены нарушением технологии выполнения РКТ (перфорация роговицы, пересечение радиальных разрезов тангенциальными и др.).

Таким образом, анатомические особенности глаз после РКТ отличаются сложным рельефом передней и задней поверхности роговицы, сопровождаются выраженной иррегулярностью и нестабильностью кератометрических показателей, что требует тщательного подхода на этапе планирования хирургического вмешательства.

ИНТРАОКУЛЯРНАЯ КОРРЕКЦИЯ

Пациенты, перенесшие РКТ и получившие возможность обходиться без очков и контактных линз в молодости и в период начала зрелости, подходя к следующему возрастному этапу, также выражают желание иметь полноценное зрение на разных дистанциях. В связи с этим данная группа пациентов отличается повышенными требованиями к результатам хирургического лечения катаракты. Так, A. Gwon, представляя результаты PERK, отметил более раннее помутнение хрусталика у пациентов после РКТ по сравнению с аналогичной возрастной группой. В группе пациентов после РКТ в возрасте 44 лет катаракта была диагностирована в 22 % случаев, в то время как в группе пациентов без РКТ она была обнаружена у 2,1–8,5 % пациентов.

За последние 75 лет на рынке появилось более 100 видов ИОЛ с различной функциональностью [16]. Наряду с многообразием ИОЛ существуют различные классификации, что еще больше усложняет выбор оптимального вида коррекции в различных клинических ситуациях. Обновленная Международной организацией по стандартизации (ISO) в 2024 г. классификация описывает 4 основных категории ИОЛ в зависимости от конструкции и/или клинических характеристик: монофокальные, торические, для одновременного зрения (SVIOL) и аккомодирующие (AIOL). Конструктивно выделено пять основных видов ИОЛ: мультифокальные, линзы с расширенной глубиной фокуса (Extended Depth of Focus IOL (EDOF)), монофокальные с увеличенной глубиной фокуса (моно-EDOF), монофокальные асферические и сферические линзы [17].

МОНОФОКАЛЬНЫЕ ИОЛ

Проблемы интраокулярной коррекции, связанные со сложностью прогнозирования итогового функционального результата, сформировали устойчивое мнение у большинства оперирующих хирургов относительно выбора вида интраокулярной коррекции у пациентов после

РКТ. Имплантация монофокальной ИОЛ до сих пор рассматривается многими исследователями как единственно правильное решение для этой категории пациентов [18].

Существующая вариабельность клинических исходов факоэмульсификации и высокая вероятность получения побочных эффектов (фотопических феноменов) имеет значение для удовлетворенности пациентов полученным результатом. Большинство жалоб пациентов после операции касаются размытости изображения, искажений, нечеткости даже при удовлетворительных показателях послеоперационной рефракции, данные побочные явления могут быть связаны с некорригированными аберрациями высшего порядка. Авторы, оценивающие изменения глазных аберраций после кераторефракционных операций, показали сдвиг с аберраций третьего порядка (аберрации, подобные коме) на доминирование аберраций четвертого порядка (сферические аберрации, СА) [19]. При этом рост значений СА прямо пропорционально коррелировал с предоперационной рефракцией [20].

Разнообразие асферических монофокальных ИОЛ, имеющих различную величину отрицательной СА, позволяет частично компенсировать изначально завышенные значения положительной СА роговицы, индуцированные РКТ. На практике при превышении величины СА более чем на 0,1 мкм рекомендуется имплантация асферических монофокальных ИОЛ с отрицательной СА, при значениях СА менее 0,1 мкм — имплантация линз с аберрационно-нейтральной оптикой или сферических ИОЛ [21].

Таким образом, ориентируясь на результаты исследований СА после РКТ, имплантация ИОЛ с отрицательной СА может рассматриваться как наиболее оптимальный вид коррекции, направленный на улучшение качественных характеристик зрения у пациентов после РКТ.

ТОРИЧЕСКИЕ ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ

Наличие роговичного астигматизма препятствует полноценной реабилитации пациентов после РКТ. Изменения передней и задней поверхностей роговицы в пределах центральной зоны приводят к существенной разнице в оптической силе между центром и периферией роговицы, что отражается на точности измерения величины и направления оси астигматизма.

Несмотря на актуальность интраокулярной коррекции астигматизма после РКТ, количество публикаций по данной теме немногочисленно. В последнее время в литературе уделяется большое внимание задней поверхности роговицы и ее влиянию на определение оси роговицы с наибольшей преломляющей силой. При этом пациенты после РКТ подвержены большему риску получения некорректных данных из-за топографической нерегулярности поверхностей, что требует проведения повторных кератометрических исследований до получения повторяющихся значений. Так, R. Nuzzi и соавт. рекомендуют проводить топографические исследования 2–3 раза в неделю в разное время суток [22].

Неправильный астигматизм, как правило, коррелирует с диаметром оптической зоны, количеством, качеством и глубиной кератотомических насечек. Кроме того, применение торических ИОЛ (ТИОЛ) при наличии иррегулярных поверхностей роговицы всегда вызывает дискуссию в отношении выбора актуальной зоны для учета кератометрических данных [23, 24]. Авторы отмечают нестабильность значений цилиндрического компонента рефракции, что может быть одной из причин отказа от имплантации ТИОЛ у пациентов после РКТ [25].

В литературе по планированию имплантации ТИОЛ в посткератотомических глазах имеются рекомендации, согласно которым разница в величине роговичного астигматизма между полученными на биометрах IOL Master (Carl Zeiss, Германия) и Lenstar (Haag-Streit, Швейцария) данными не должна превышать ≤0,75 дптр, разница в расположении меридианов при двукратном измерении не должна быть >15°, а регулярность поверхности роговицы должна определяться в 3,0 мм зоне [26].

Вместе с тем имеются случаи успешной коррекции регулярного астигматизма после РКТ с использованием ТИОЛ. По мнению некоторых авторов, имплантация ТИОЛ позволяет в большинстве случаев приблизиться к рефракции цели и улучшить возможный функциональный результат операции. Средние показатели НКОЗ после имплантации ИОЛ SN6AT3–8 (Alcon, США) в 26 глазах составили 0,62 ± 0,18, максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) — 0,77 ± 0,15. Средние значения цилиндрического компонента рефракции после операции были равны 1,03 ± 0,51. Значения сфероэквивалента имели статистически значимую разницу с дооперационными значениями и составили –0,87 ± 0,99 [27].

В исследованиях A.L. Caiado Canedo после РКТ дооперационные значения кератометрического астигматизма уменьшились с 2,10 ± 0,98 до 0,46 ± 0,44 дптр [28]. Описан случай имплантации ТИОЛ XY1AT6 TIOL (Hoya, Япония) пациенту с наличием 30 посткератотомических рубцов. Послеоперационные показатели остроты зрения составили 0,6, величина астигматизма не превысила –2,0 дптр [29]. W.B. Messenger в 2022 г. опубликовал результаты двух клинических случаев имплантации псевдоаккомодирующей торической ИОЛ Trulign (Bausch + Lomb, США), созданной на основе базовой модели CrystaLens. Послеоперационная МКОЗ составила 20/25 в одном случае и 20/20 в другом. В обсуждении автор предположил, что данный вид ИОЛ может быть наиболее подходящим для одномоментной коррекции астигматизма у пациентов с нестабильными показателями рефракции, так как ИОЛ подобной конструкции могут обеспечить более широкий диапазон функционального зрения с минимальными побочными фотопическими феноменами [30].

Таким образом, в настоящее время не существует точных рекомендаций по имплантации ТИОЛ у пациентов после РКТ. Однако на основании результатов исследований можно выделить ряд критериев, позволяющих рассматривать их в качестве линзы выбора. Показания должны включать повторяемость и регулярность топографических данных. Несмотря на сложность полной коррекции астигматизма у пациентов с иррегулярной поверхностью, снижение величины астигматизма, как правило, приводит к улучшению визуальных и качественных характеристик зрения.

МУЛЬТИФОКАЛЬНЫЕ ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ

Хирургическая замена хрусталика с применением мультифокальной оптической коррекции всегда требует тщательного подхода к отбору кандидатов на имплантацию. Так, индуцированный иррегулярный роговичный астигматизм, существующий после РКТ, делает применение мультифокальной коррекции не всегда возможным. Дополнительно сопутствующая патология глазного дна в виде миопической дистрофии сетчатки может вызывать сомнения в целесообразности имплантации мультифокальных ИОЛ (МИОЛ) [31]. Возрастные изменения, приводящие к потере ганглиозных клеток, также ограничивают контрастную чувствительность и качество зрительного восприятия. У лиц пожилого возраста они дополняются снижением нейропластичности головного мозга, в связи с этим становится необходимой оценка выраженности когнитивных и ментальных нарушений при планировании мультифокальной коррекции [32].

Особые требования к пациентам продиктованы дифракционным профилем на поверхности оптической части МИОЛ, предназначенным для создания одновременного зрения путем разделения светового потока на фокусы. Неизбежно возникающие нежелательные фотопические феномены сопровождаются снижением показателей пространственной контрастной чувствительности и увеличением аберраций высшего порядка (АВП) [33]. По данным исследований, в глазах с имплантированными МИОЛ отмечается снижение общих аберраций и увеличение аберраций 3-го и 4-го порядка. Имплантация МИОЛ в посткератотомических глазах с высокими значениями АВП может усугубить существующие проблемы с качеством зрения [34]. При этом завышенные значения АВП являются одной из причин собственной мультифокальности роговицы.

В отечественной литературе описаны единичные случаи имплантации трифокальных ИОЛ пациентам после РКТ, сопровождаемые поиском наиболее эффективных способов расчета оптической силы ИОЛ и анализом полученных результатов в сравнительном аспекте применения различных формул [35]. Анализ результатов имплантации различных видов МИОЛ в зарубежной литературе (AcrySof ReSTOR SN60D3, Tecnis ZMBOO, Acri.LISA 366D, AT LISA tri 839MP и Symfony ZXROO) показал непредсказуемые рефракционные и визуальные исходы, обусловленные низкой точностью попадания в рефракцию цели, составившую в пределах ±0,50 дптр 29 %, в пределах ±1,00 дптр — 65 % случаев. При этом было отмечено снижение послеоперационных значений МКОЗ на 1 строчку в 52,94 % случаев, в 23,53 % случаев МКОЗ осталась без изменений по сравнению с дооперационными данными, в 11,76 и 5,88 % случаев наблюдалась прибавка одной и двух строчек соответственно [36].

Основное требование большинства пациентов, выражающих желание имплантировать МИОЛ, продиктовано необходимостью избавиться от дополнительной очковой коррекции для близи. I. Gupta и соавт. (2014) на основании своего опыта гибридного подхода к формированию зрения по типу моновидения после имплантации Acrysof Restor в недоминантный и монофокальной Tecnis в недоминантной глаз сделали вывод об успешном выборе предложенной стратегии у пациентов после РКТ. Монофокальная Tecnis благодаря отрицательной СА частично компенсировала положительную СА роговицы, а наличие зон апподизации в строении оптической части Acrysof Restor обеспечило приемлемые показатели остроты зрения вдаль и вблизи. Послеоперационная острота зрения на близком расстоянии составила 20/20 [37].

В то же время непредсказуемость послеоперационных результатов после РКТ подтверждается случаем билатеральной имплантации трифокальной дифракционной ИОЛ AT Lisa tri toric 939M IOL (Zeiss, Германия), которая привела к изменению сфероэквивалента рефракции с 1,87 на –1,75 дптр [38]. Авторы связали полученные результаты с предоперационной нестабильностью роговицы и колебаниями послеоперационной рефракции. У пациента также отмечалось снижение показателей контрастной чувствительности, обусловленное дифракционным дизайном данной модели ИОЛ. Однако предоперационное обсуждение прогноза операции с пациентом способствовало адекватному восприятию полученных качественных характеристик зрения, рассматриваемых как компромисс для достижения независимости от дополнительной очковой коррекции.

Таким образом, многими авторами отмечается необходимость индивидуального подхода к пациентам после РКТ при планировании мультифокальной коррекции в связи с изначально высокими значениями АВП, сложностью попадания в целевую рефракцию и выраженностью фотопических феноменов, оказывающих влияние на качественные характеристики зрения, что в сочетании с завышенными требованиями к послеоперационному результату делает данный вид коррекции труднопредсказуемым.

ИНТРАОКУЛЯРНЫЕ ЛИНЗЫ С РАСШИРЕННОЙ ГЛУБИНОЙ ФОКУСА

Группа линз с расширенной глубиной фокуса (EDOF) объединяет различные конструкции и технологические решения для расширения глубины функционального зрения [39]. В сравнении с оптическим дизайном мультифокальных ИОЛ конструктивные особенности линз

с увеличенной глубиной фокуса не делят световой поток, обеспечивая более высокие значения контрастной чувствительности в фотопических и мезопических условиях и меньшее число неизбежно формирующихся оптических феноменов (halo и glare) [40, 41]. Согласно последнему обновлению классификации ISO (2024), в группу линз с расширенной глубиной фокуса входят следующие ИОЛ: Acrysof IQ Vivity (Alcon, США), Tecnis Symfony (Johnson & Johnson Vision, США) и IC-8 (Bausch + Lomb, США) [42]. Опубликованные результаты имплантации данных видов ИОЛ у пациентов после РКТ немногочисленны, в связи с этим данный вопрос нуждается в дальнейшем исследовании.

A. Dołowiec-Kwapisz был описан случай билатеральной имплантации Acrysof IQ Vivity 60-летней пациентке после РКТ с послеоперационными показателями НКОЗ, равными 0,1 и 0,0 logMAR вдаль и 0,0 и 0,1 logMAR на промежуточном расстоянии для правого и левого глаза соответственно [43]. Было отмечено, что конструкция данной недифракционной ИОЛ позволяет получить приемлемые показатели НКОЗ при больших значениях остаточной аметропии, что в сочетании с нестабильностью преломляющей поверхности роговицы после РКТ является несомненным преимуществом для данной категории пациентов.

В работе B.J. Baartman и соавт. анализ результатов имплантации EDOF ИОЛ Tecnis Symfony показал улучшение НКОЗ с 0,56 ± 0,35 до 0,22 ± 0,17 logMAR, при этом количество пациентов с НКОЗ 20/40 и выше составило 79 %. В 44 % случаев пациенты отметили, что не нуждаются в дополнительной очковой коррекции при выполнении любых повседневных задач [44]. В работе K.H. Kim двум пациентам с РКТ в анамнезе была имплантирована ИОЛ с ротационной асимметрией LS 313-MF30 (Oculentis, Германия) [45]. Несмотря на то что у одного из пациентов наблюдались суточные колебания показателей остроты зрения, а у второго была установлена нерегулярность кератотопографических значений поверхности роговицы, был получен запланированный клинический результат. Через 6 месяцев после операции НКОЗ повысилась до 20/20, а зрение вблизи составило J1. В обсуждении авторами было отмечено, что данную ИОЛ отличает минимальная величина индуцируемых аберраций.

Пациенты после имплантации диафрагмальной IC-8 продемонстрировали рефракционный результат в пределах ±0,5 дптр от целевой рефракции, однако при этом отмечалась необходимость применения дополнительной очковой коррекции в условиях пониженной освещенности [46]. Считается, что ИОЛ IC-8 может показывать высокие функциональные результаты даже при остаточном астигматизме до 1,5 дптр [47]. Кроме того, было отмечено, что эффект диафрагмы IC-8 может уменьшать влияние АВП, поскольку существует сильная положительная корреляция между величиной АВП и размером зрачка, что может положительно сказаться на функциональных результатах интраокулярной коррекции у пациентов после РКТ.

Таким образом, имеющиеся в литературе данные имплантации некоторых видов ИОЛ с расширенной глубиной фокуса показывают приемлемые визуальные и рефракционные результаты. Данный вид ИОЛ лишен многих недостатков МИОЛ, однако в связи с недостаточным клиническим опытом применения нуждается в исследовании у пациентов после РКТ.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОПТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ

Эффективность факоэмульсификации с имплантацией ИОЛ определяется достижением рефракции цели, приравненной к эмметропии, что является непростым условием в глазах после РКТ. При этом измерение радиуса кривизны в центре оптической зоны роговицы по-прежнему является недоступным, а использование для расчета оптических зон малого диаметра может приводить к получению ошибочных значений [48]. Приборы, основанные на Шеймфлюг-сканировании (Pentacam, OCULUS, Германия), позволяют проводить измерения в зонах от 1,0 до 4,0 мм. Протокол Cataract Pre-OP оценивает зону в пределах 4,0 мм, при этом полученные значения могут отличаться от измерений в центральных зонах роговицы, что может также приводить к неправильной трактовке полученных данных и недооценке преломляющей силы роговицы [49].

Нарушение конгруэнтности передней и задней поверхностей оперированной роговицы, сопровождающееся более выраженным уплощением задней поверхности, делает невозможным применение стандартного кератометрического индекса (1,3375) и снижает эффективность применения существующих формул, за исключением формулы Haigis, не зависящей от преломляющей силы роговицы. Однако использование в качестве предиктора эффективного положения линзы (ELP) другого биометрического показателя — глубины передней камеры — также может приводить к ошибке расчетов, но с гораздо меньшей погрешностью [50]. Кроме того, расчет оптической силы ИОЛ с использованием данных кератометрии изначально может нести в себе ошибку, так как в большинстве приборов радиус кривизны роговицы представлен в мм с последующим пересчетом в диоптрии на основании факта фиксированного соотношения передней и задней поверхностей роговицы (кератометрический индекс = 1,3375).

В настоящее время большинство хирургов по-прежнему используют усредненные значения кератометрии, что приводит к переоценке преломляющей силы роговицы и имплантации ИОЛ с заниженной диоптрийностью и обусловливает появление гиперметропической послеоперационной рефракции. Практикующие врачи находят решение в пересчете полученной оптической силы ИОЛ на небольшую миопию, позволяющую интуитивно компенсировать гиперметропический сдвиг [51].

Некоторые авторы отмечают эффективность формулы Haigis с целевой рефракцией от –0,5 до –1,0 дптр при использовании в расчете значений самого плоского меридиана, измеренного в пределах 9 колец кератотопографа TMS Tomey (Япония) [52]. При этом в клинических случаях расчета оптической силы ИОЛ в большинстве случаев проводят глубокий анализ используемых формул, учитывающих прогнозирование ELP и различные биометрические показатели, полученные от современных приборов (длина глаза, глубина передней камеры, толщина хрусталика, кератопахиметрия). Ситуация осложняется отсутствием у большей части пациентов кератометрических данных до проведения РКТ, что снижает прогностическую эффективность существующих формул III и IV поколений (SRK/T, Hoffer, Holladay, Burret-True-K).

В отечественной литературе И.В. Богуш на основе математической реконструкции предложил способ определения предоперационных данных преломляющей силы роговицы по оставшейся нетронутой периферической зоне [53]. Предложена также методика расчета оптической силы линзы у пациентов с РКТ на основании ранее разработанной формулы MIKOF/ALF путем изменения параметров расчета положения плоскости ИОЛ, определяющихся величиной А-константы [54]. Описаны алгоритмы проведения расчетов на основании использования формул, не учитывающих данные кератометрии (Haigis, SRK II), или применения скорректированных данных кератометрии, полученных после индивидуальной оценки регулярности в 3,0 мм зоне [49, 55]. В качестве альтернативы для повышения расчетной точности существующих формул И.Э. Иошиным было предложено использование эмпирической поправки в +1,0 дптр к расчетным значениям, полученным по формуле Hoffer Q [56]. Было также показано, что формула Hoffer Q отличается эффективностью при определении послеоперационного положения ИОЛ, так как использует квадрат тангенса значения кератометрии, который оказывает минимальное влияние на ELP [57].

Среди способов расчета, разработанных для пациентов после РКТ, наиболее распространенными являются калькулятор ASCRS post-RK, включающий несколько формул, и метод Double-K Aramberry, нуждающийся в наличии данных роговицы до проведения РКТ. Хорошо зарекомендовавшая себя формула Burrett True-K, доступная в вариантах History и No-History, пригодна к применению в том числе у пациентов без предшествующих данных кератометрии. Проведенное исследование предсказуемости существующих формул у пациентов после РКТ выявило наименьшую ошибку прогнозирования у способов, основанных на работе искусственного интеллекта: Camellin-Calossi, ASCRS, EVO и Kane. Формулы EVO и Kane, а также расчет ASCRS показали схожие результаты: рефракция в пределах ±0,50 дптр была выявлена в 48,65 %, в то время как при использовании формулы Holladay наибольший процент попаданий был в рефракцию ±0,25 дптр, который составил 35,14 % [58].

Тем не менее, несмотря на предложенные различные методы расчета, получение гарантированного результата у пациентов после РКТ все еще остается сложной и не до конца решенной задачей. Представленная T. Olsen в апреле 2012 г. на ASCRS (Чикаго, Иллинойс, США) новая концепция расчета оптической силы ИОЛ с помощью трассировки лучей с использованием С-константы позволила улучшить рефракционные результаты в пределах ±0,50 дптр до 79,6 %, что может свидетельствовать о более эффективном способе достижения рефракции цели [59]. Использование С-константы в формуле подразумевает разделение понятий «ELP» и «фактическое положение ИОЛ». Преимуществом метода трассировки лучей является его независимость от использования кератометрического индекса, а точное прогнозирование послеоперационного положения ИОЛ основывается на оптической биометрии предоперационного положения и размера хрусталика.

Одним из перспективных путей решения у пациентов после РКТ можно считать имплантацию светорегулируемой ИОЛ [60]. Входящий в ее состав специально разработанный фоточувствительный силикон может изменять форму и преломляющую силу ИОЛ под действием ультрафиолетового излучения с помощью процесса фотополимеризации. Так можно исправлять погрешности предоперационной диагностики, расчета оптической силы ИОЛ и корригировать астигматизм. Если проанализировать существующие сложности расчета у пациентов после РКТ, низкие значения попадания в рефракцию цели, то применение данной технологии может иметь свои перспективы.

Таким образом, расчет оптической силы ИОЛ у пациентов с РКТ в анамнезе требует учета и коррекции сразу нескольких факторов: адекватной оценки преломляющей силы роговицы, ограничения использования стандартного кератометрического индекса, прогнозирования ELP. При этом разработка методов расчета, основанных на фактическом положении ИОЛ, может увеличить точность прогнозирования послеоперационного рефракционного результата в сложных клинических ситуациях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкое применение метода коррекции миопии с помощью радиальной кератотомии у пациентов молодого возраста в конце прошлого века ожидаемо обусловило следующий этап, касающийся оперативного лечения катаракты, и особенностей, связанных с прогнозируемостью и стабильностью рефракционного результата, детальной предоперационной диагностикой, включающей анализ АВП и кератотопографических показателей. При этом проведение самого оперативного вмешательства нуждается в максимально деликатном подходе на всех этапах операции, позволяющем избежать интраоперационных осложнений.

Необходимо отметить, что каких-либо обоснованных и общепринятых подходов к выбору оптического метода коррекции у пациентов после РКТ в настоящее время не существует. Отсутствие в источниках достоверных и объективных сведений об эффективности имплантации ИОЛ, способных увеличивать глубину фокуса или МИОЛ, требует проведения всестороннего анализа с целью определения показаний и противопоказаний к подобной коррекции афакии, выявления нежелательных явлений, исследования качественных характеристик зрения и их влияния на функциональные результаты операции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Нероев ВВ. Офтальмологическая заболеваемость в Российской Федерации 2024. Доступно по: https://ovis.ru/ru/encyclopedia/ophthalmological-morbidity-in-russian-federation-2024/ (ссылка активна на 01.07.2025).
Neroev VV. Ophthalmological morbidity in the Russian Federation. Available from: https://ovis.ru/ru/encyclopedia/ophthalmological-morbidity-in-russian-federation 2024/ (accessed July 1st 2025) (In Russ.).
2. Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Смотрич ЕА, Завгородняя ТС, Золотаревский КА. Кератотензотопография — новые диагностические возможности изучения биомеханических свойств роговицы. Офтальмология. 2011;8(4):13–17.
Anisimov SI, Anisimova SYu, Smotrich EA, Zavgorodnyaya TS, Zolotorevsky KA. Keratotensotopography — new diagnostic possibilities for studying of the biomechanical cornea properties. Ophthalmology in Russia. 2011;8(4):13–17 (In Russ.).
3. Cláudia M. Francesconi Radial Keratotomy. Available from: https://entokey.com/radial-keratotomy/ (accessed July 1st 2025).
4. Bourque LB, Cosand BB, Drews C, Waring GO 3rd, Lynn M, Cartwright C. Reported satisfaction, fluctuation of vision, and glare among patients one year after surgery in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy (PERK) Study. Arch Ophthalmol. 1986;104(3):356–363. doi: 10.1001/archopht.1986.01050150056026.
5. Lynn MJ, Waring GO, Sperdutto RD. Factors affecting and predictability of radial keratotomy in the PERK study. Arch Ophthalmol. 1987;105:42–51. doi: 10.1001/archopht.1987.01060010048030.
6. Bullimore MA, Sheedy JE, Owen D. Diurnal visual changes in radial keratotomy: implications for visual standards. Refractive Surgery Study Group. Optom Vis Sci. 1994;71(8):516–521. doi: 10.1097/00006324-199408000-00005.
7. McDonnell PJ, Nizam A, Lynn MJ, Waring GO. Morning-to-evening change in refraction, corneal curvature, and visual acuity 11 years after radial keratotomy in the prospective evaluation of radial keratotomy study. Ophthalmology. 1996;103(2):233–239. doi: 10.1016/s0161-6420(96)30711-2.
8. Rashid ER, Waring GO 3rd. Complications of radial and transverse keratotomy. Surv Ophthalmol. 1989;34(2):73–106. doi: 10.1016/0039-6257(89)90037-4.
9. Charpentier DY, Garcia P, Grunewald F, Brousse D, Duplessix M, David T. Refractive results of radial keratotomy after 10 years. J Refract Surg. 1998;14(6):646–648. doi: 10.3928/1081-597X-19981101-13.
10. Цыренжапова ЕК, Розанова ОИ, Михалевич ИМ, Розанов ИС. Совершенствование диагностики посткератотомической деформации роговицы с использованием методов искусственного интеллекта для оптимизации расчета интраокулярных линз. Российский офтальмологический журнал. 2025;18(S3):37–42.
Tsyrenzhapova EK, Rozanova OI, Mikhalevich IM, Rozanov IS. Improving the diagnosis of postkeratotomic corneal deformity using artificial intelligence methods to optimize the calculation of intraocular lenses. Russian Ophthalmological Journal. 2025;18(S3):37–42 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2025-18-3-supplement-37-42.
11. Хорошилова-Маслова ИП, Андреева ЛД, Илатовская ЛВ, Кузнецова ИА. Клинико-гистопатологические исследования энуклеированных глаз с контузионными разрывами после радиальной кератотомии. Вестник офтальмологии. 1998;4:3–8.
Khoroshilova-Maslova IP, Andreeva LD, Ilatovskaya LV, Kuznetsova IA. Clinical and histopathological studies of enucleated eyes with contusion ruptures after radial keratotomy. Russian Annals of Ophthalmology. 1998;4:3–8 (In Russ.).
12. Аветисов СЭ, Антонов АА, Митичкина ТС, Ведмеденко ИИ, Аветисов КС. К вопросу о коррекции прогрессирующей гиперметропии после радиальной кератотомии. Вестник офтальмологии. 2020;136(5):226231.
Avetisov SE, Antonov AA, Mitichkina TS, Vedmedenko II, Avetisov KS. On the question of progressive hyperopia correction after radial keratotomy. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(5):226231 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136052226.
13. Бикбулатова АА, Пасикова НВ. Факоэмульсификация катаракты через 19 лет после радиальной кератотомии (клинический случай). Современные технологии в офтальмологии. 2014;3:23–25.
Bikbulatova AA, Pasikova NV. Phacoemulsification of cataract 19 years after radial keratotomy (clinical case). Modern technologies in ophthalmology. 2014;3:23–25 (In Russ.).
14. Пантелеев ЕН, Малюгин БЭ, Бессарабов АН, Семакина АС, Хапаева ЛЛ. Проведение роговичного тоннельного разреза у пациентов после радиальной кератотомии при факоэмульсификации. Современные технологии в офтальмологии. 2019;5:121–124.
Panteleev EN, Malyugin BE, Bessarabov AN, Semakina AS, Khapaeva LL. Carrying out corneal tunnel incision in patients after radial keratotomy during phacoemulsification. Modern technologies in ophthalmology. 2019;5:121–124 (In Russ.).
15. Бикбулатова АА, Пасикова НВ. Ятрогенная кератэктазия как отдаленное осложнение передней кератотомии. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015;187(12):38–40.
Bikbulatova AA, Pasikova NV. Iatrogenic keratectasia as a late complication of anterior keratotomy. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015;187(12):38–40 (In Russ.).
16. Искаков ИА. Технологии производства мультифокальных дифракционно-рефракционных интраокулярных линз. Автометрия. 2017;53(5):30–39.
Iskakov IA. Processes for manufacturing multifocal diffractive-refractive intraocular lenses. Avtometriya. 2017;53(5):30–39 (In Russ.). doi: 10.15372/AUT20170503.
17. Kohnen T. Current and future nomenclature and categorization of intraocular lenses. J Cataract Refract Surg. 2024;50(8):787–788. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001510.
18. Alfonso JF, Martín-Escuer B, Domínguez-Vicent A, Montés-Micó R, Fernández-Vega L. Lensectomy after radial keratotomy: 1-year follow-up. Int Ophthalmol. 2019;39(11):2561–2568. doi: 10.1007/s10792-019-01104-w.
19. Applegate RA, Howland HC, Sharp RP, Cottingham AJ, Yee RW. Corneal aberrations and visual performance after radial keratotomy. J Refract Surg. 1998;14(4):397–407. doi: 10.3928/1081-597X-19980701-05.
20. Moreno-Barriuso E, Lloves JM, Marcos S, Navarro R, Llorente L, Barbero S. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes measured with laser ray tracing. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(6):1396–1403.
21. Shammas HJ. Improving Quality of Vision After Cataract Surgery. Cataract Refractive Surgery Today. 2014:3–4.
22. Nuzzi R, Monteu F, Tridico F. Implantation of a Multifocal Toric Intraocular Lens after Radial Keratotomy and Cross-Linking with Hyperopia and Astigmatism Residues: A Case Report. Case Rep Ophthalmol. 2017;8(2):440–445. doi: 10.1159/000479813.
23. Шухаев СВ. Способ подбора данных кератометрии для расчета торичности ИОЛ. Офтальмохирургия. 2023;3s:27–36.
Shukhaev SV. Selection of keratometric data for the iol toricity calculation. Fyodorov journal of ophthalmic surgery. 2023;3s:27–36 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-3S-27-36.
24. Mimura T, Fujimura S, Yamagami S, Usui T, Honda N, Shirakawa R, Fukuoka S, Amano S. Severe hyperopic shift and irregular astigmatism after radial keratotomy. Eye Contact Lens. 2009;35(6):345–347. doi: 10.1097/ICL.0b013e3181bece3d.
25. Kemp JR, Martinez CE, Klyce SD, Coorpender SJ, McDonald MB, Lucci L, Lynn MJ, Waring GO 3rd. Diurnal fluctuations in corneal topography 10 years after radial keratotomy in the Prospective Evaluation of Radial Keratotomy Study. J Cataract Refract Surg. 1999;25(7):904–910. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00090-5.
26. Basilious A, Basilious A. Outcomes of Toric Intraocular Lens Implantation After Radial Keratotomy. Journal of refractive surgery case reports. 2022;2(4):e68–e71. doi: 10.3928/jrscr-20221130-01.
27. Лихорад ЕГ, Беляковский ПВ, Позняк НИ. Имплантация торических иол у пациентов после ранее выполненной радиальной кератотомии. Офтальмология. Восточная Европа. 2022;12(1):18–24.
Likhorad E, Beliakouski P, Pazniak M. Toric IOL implantation in patients with previously performed radial keratotomy. Ophthalmology. Eastern Europe. 2022;12(1):18–24 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2022.12.1.019.
28. Chen SSW, Torii H, Yotsukura E, Nishi Y, Negishi K. Implantation of a toric intraocular lens after repeated radial keratotomy procedures: A case report. Heliyon. 2023;9(12):e22500. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22500.
29. Canedo ALC, Wang L, Koch DD, Al-Mohtaseb Z. Accuracy of astigmatism correction with toric intraocular lens implantation in eyes with previous radial keratotomy. J Cataract Refract Surg. 2022;48(4):417–420. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000779.
30. Messenger WB, Ambati BK. Unilateral implantation of a pseudoaccommodating toric intraocular lens in 2 patients after radial keratotomy. JCRS Online Case Reports. 2014;2(4):73–77. doi: 10.1016/j.jcro.2014.09.005.
31. Weinberger D, Fink-Cohen S, Axer-Siegel R. Rhegmatogenous retinal detachment operation after radial keratotomy. Acta Ophthalmol Scand. 1997;75(2):214–215. doi: 10.1111/j.1600-0420.1997.tb00127.x.
32. Bang SP, Aaker JD, Sabesan R, Yoon G. Improvement of neural contrast sensitivity after long-term adaptation in pseudophakic eyes. Biomed Opt Express. 2022;13(9):4528–4538. doi: 10.1364/BOE.465117.
33. Montés-Micó R, Alió JL. Distance and near contrast sensitivity function after multifocal intraocular lens implantation. J Cataract Refract Surg. 2003;29(4):703–711. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01648-6.
34. Бикбов ММ, Алтынбаева ГР. Аберрации оптической системы глаза после имплантации различных видов мультифокальных интраокулярных линз в хирургии катаракты. Медицинский вестник Башкортостана. 2012;7(2):20–23.
Bikbov MM, Altynbayeva GR. Ocular optic system aberrations following implantation of various multifocal intraocular lenses in cataract surgery. Bashkortostan Medical Journal. 2012;7(2):20–23 (In Russ.).
35. Коновалов МЕ, Бурдель КВ, Зенина МЛ, Коновалова ММ, Резникова АБ. Особенности расчета мультифокальных ИОЛ у пациентов с ранее перенесенной радиальной кератотомией. Современные технологии в офтальмологии. 2019;31(6):46–53.

Konovalov ME, Burdel KV, Zenina ML, Konovalova MM, Reznikova AB. Features multifocal iols calculation in patients after radial keratotomy. Modern technologies in ophthalmology. 2019;31(6):46–53 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2019-6-46-53.
36. Martín-Escuer B, Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Domíngez-Vicent A, Montés-Micó R. Refractive correction with multifocal intraocular lenses after radial keratotomy. Eye (Lond). 2019 Jun;33(6):1000–1007. doi: 10.1038/s41433-019-0364-8.
37. Gupta I, Oakey Z, Ahmed F, Ambati BK. Spectacle Independence after Cataract Extraction in Post-Radial Keratotomy Patients Using Hybrid Monovision with ReSTOR(®) Multifocal and TECNIS(®) Monofocal Intraocular Lenses. Case Rep Ophthalmol. 2014;5(2):157–161. doi: 10.1159/000363372.
38. Agarwal S, Thornell E. Spectacle Independence in Patients with Prior Radial Keratotomy Following Cataract Surgery: A Case Series. Int Med Case Rep J. 2020;13:53–60. doi: 10.2147/IMCRJ.S230863.
39. Breyer DRH, Kaymak H, Ax T, Kretz FTA, Auffarth GU, Hagen PR. Multifocal Intraocular Lenses and Extended Depth of Focus Intraocular Lenses. Asia Pac J Ophthalmol (Phila). 2017;6(4):339–349. doi: 10.22608/APO.2017186.
40. Karuppiah P, Varman NVA, Varman A, Balakumar D. Comparison of clinical outcomes of trifocal intraocular lens (AT LISA, Eyecryl SERT trifocal) versus extended depth of focus intraocular lens (Eyhance, Eyecryl SERT EDOF). Indian J Ophthalmol. 2022;70(8):2867–2871. doi: 10.4103/ijo.IJO_2921_21. Erratum in: Indian J Ophthalmol. 2022;70(12):4472. doi: 10.4103/0301-4738.362035.
41. Asena L, Kırcı Dogan İ, Oto S, Dursun Altınors D. Comparison of visual performance and quality of life with a new nondiffractive EDOF intraocular lens and a trifocal intraocular lens. J Cataract Refract Surg. 2023;49(5):504–511. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001142.
42. Kohnen T. Optical Design and Functional Classification of Contemporary Intraocular Lenses. Alcon Inc. 6/24 IMG-VIV-2400020. 2024. URL: https://crstodayeurope.com/articles/optical-design-and-functional-classification-of-contemporary-intraocular-lenses/optical-design-and-functional-classification-of-contemporary-intraocular-lenses/ (accessed 15.07.2025).
43. Dołowiec-Kwapisz A, Misiuk-Hojło M, Piotrowska H. Cataract Surgery after Radial Keratotomy with Non-Diffractive Extended Depth of Focus Lens Implantation. Medicina (Kaunas). 2022;58(5):689. doi: 10.3390/medicina58050689.
44. Baartman BJ, Karpuk K, Eichhorn B, Ferguson TJ, Sudhagoni RG, Berdahl JP, Thompson VM. Extended depth of focus lens implantation after radial keratotomy. Clin Ophthalmol. 2019;13:1401–1408. doi: 10.2147/OPTH.S208550.
45. Kim KH, Seok KW, Kim WS. Multifocal Intraocular Lens Results in Correcting Presbyopia in Eyes After Radial Keratotomy. Eye Contact Lens. 2017;43(6):e22–e25. doi: 10.1097/ICL.0000000000000208.
46. Barnett V, Barsam A, Than J, Srinivasan S. Small-aperture intraocular lens combined with secondary piggyback intraocular lens during cataract surgery after previous radial keratotomy. J Cataract Refract Surg. 2018 Aug;44(8):1042–1045. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.06.005.
47. Dick HB, Piovella M, Vukich J, Vilupuru S, Lin L. Clinical Investigators. Prospective multicenter trial of a small-aperture intraocular lens in cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2017;43(7):956–968. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.04.038.
48. Цыренжапова ЕК, Розанова ОИ, Селиверстова НН. Анализ оптических свойств задней поверхности роговицы у пациентов после передней радиальной кератотомии. Acta Biomedica Scientifica. 2019;4(4):24–29.
Tsyrenzhapova EK, Rozanova OI, Seliverstova NN. Analysis of optical properties of posterior surface of cornea in patients after anterior radial keratotomy. Acta Biomedica Scientifica. 2019;4(4):24–29 (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2019-4.4.3.
49. Касьянов АА, Рыжкова ЕГ. Расчет оптической силы ИОЛ после радиальной кератотомии. Офтальмология. 2022;19(2):325–333.
Kasyanov AA, Ryzhkova EG. IOL power calculation features after radial keratotomy. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):325–333 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-325-333.
50. Haigis W. Intraocular lens calculation after refractive surgery for myopia: Haigis-L formula. J Cataract Refract Surg. 2008;34(10):1658–1663. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.06.029.
51. Пасикова НВ, Бикбулатова АА. Клинический случай расчета оптической силы интраокулярной линзы у пациента после передней радиальной кератотомии. Практическая медицина. 2016;94(2-1):124–127.
Pasikova NV, Bikbulatova AA. Clinical case of intraocular lens power calculation after the front radial keratotomy. Prakticheskaya meditsina. 2016;94(2-1):124–127 (In Russ.).
52. Geggel HS. Intraocular Lens Power Selection after Radial Keratotomy: Topography, Manual, and IOLMaster Keratometry Results Using Haigis Formulas. Ophthalmology. 2015;122(5):897–902. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.12.002.
53. Богуш ИВ. Комбинированный метод определения оптической силы интраокулярных линз после кератотомии. Бюллетень Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2009;29(4):93–99.
Bogush IV. Combined method of intraocular lens power calculation affer radial keratotomy. The siberian scientific medical journal. 2009;29(4):93–99 (In Russ.).
54. Пантелеев ЕН, Бессарабов АН, Агафонов СГ, Халудорова НБ. Возможности использования стандартных методов оценки преломляющей силы роговицы для расчетов оптической силы ИОЛ после передней дозированной радиальной кератотомии. Вестник Оренбургского государственного университета. 2011;14(133):295–297.
Panteleev EN, Bessarabov AN, Agafonov SG, Khaludorova NB. Possibilities of using standard methods for assessing the refractive power of the cornea to calculate the optical power of IOLs after anterior dosed radial keratotomy. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta. 2011;14(133):295–297 (In Russ.).
55. Awwad ST, Dwarakanathan S, Bowman RW, Cavanagh HD, Verity SM, Mootha VV, McCulley JP. Intraocular lens power calculation after radial keratotomy: estimating the refractive corneal power. J Cataract Refract Surg. 2007;33(6):1045–1050. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.03.018.
56. Иошин ИЭ. Особенности факоэмульсификации и расчета интраокулярных линз у пациентов после кераторефракционных операций. Часть 2. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(4):118–125.
Ioshin IE. Phacoemulsification and calculation of intraocular lenses in patients given keratorefractive surgery. Part 2. Russian ophthalmological journal. 2021;14(4):118–125 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-4-118-125.
57. Haigis W, Lege B, Miller N, Schneider B. Comparison of immersion ultrasound biometry and partial coherence interferometry for intraocular lens calculation according to Haigis. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2000;238(9):765–773. doi: 10.1007/s004170000188.
58. Moshirfar M, Sperry RA, Altaf AW, Stoakes IM, Hoopes PC. Predictability of Existing IOL Formulas After Cataract Surgery in Patients with a Previous History of Radial Keratotomy: A Retrospective Cohort Study and Literature Review. Ophthalmol Ther. 2024;13(6):1703–1722. doi: 10.1007/s40123-024-00946-7.
59. Olsen T, Hoffmann P. C constant: new concept for ray tracing-assisted intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg. 2014;40(5):764–773. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.10.037.
60. Moshirfar M, Duong AA, Shmunes KM, Castillo-Ronquillo YS, Hoopes PC. Light Adjustable Intraocular Lens for Cataract Surgery After Radial Keratotomy. J Refract Surg. 2020;36(12):852–854. doi: 10.3928/1081597X-20201002-01.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Тимофеева Нина Сергеевна
кандидат медицинских наук, заведующая операционным блоком

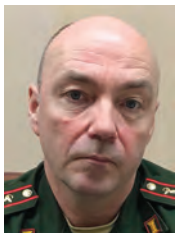
ABOUT THE AUTHOR

Timofeyeva Nina S.
PhD, head of the operating unit

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-268-273

поступила 13.04.26
was received 13.04.26

Профилактика декомпенсации кератотрансплантата после сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии боевой травмы глаза



А.Н. Куликов С.В. Чурашов Е.В. Даниленко

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):268–273**

Цель: проанализировать отдаленные результаты сквозной кератопластики (СКП) как элемента оптико-реконструктивной хирургии (ОРХ) при боевой травме глаза (БТГ), выявить факторы риска декомпенсации трансплантата и их профилактику. **Пациенты и методы.** В исследование вошли 39 пациентов (22–59 лет), разделенные на 2 группы: I — открытая травма глаза (ОТГ) с повреждением структур переднего и заднего сегментов (37 глаз), II — воспалительные заболевания переднего сегмента, осложнившие БТГ, при интактном заднем сегменте (6 глаз). Всем раненым выполнена СКП, помимо которой в группе I — также комплекс ОРХ. В исходе оценивали остроту зрения, скорость эпителизации трансплантата и его прозрачность. **Результаты.** Послеоперационная острота зрения была достоверно выше в группе II — 0,23 ± 0,12 (от 0,05 до 0,3) против 0,05 ± 0,08 (от 0 до 0,4) в группе I. Сроки эпителизации в группе I были значимо меньше, чем в группе II, — 8,05 ± 3,86 против 25,24 ± 11,87 суток. В группе I прозрачное приживление трансплантата наблюдалось в 62,16 %, полупрозрачное — в 35,14 %, мутное — в 2,70 % случаев. В группе II прозрачное приживление наблюдалось в 83,33 %, мутное — в 16,67 % случаев, что достоверно выше. Профилактика контакта кератотрансплантата с содержимым витреальной полости в группе I позволила снизить долю непрозрачного приживления трансплантата с 61,5 до 16,7 %. Выявлены корреляционные зависимости, влияющие на функциональный результат после операции. **Выводы.** При ОРХ БТГ с повреждением структур переднего и заднего сегментов глаза вмешательство на заднем сегменте глаза при наличии кератотрансплантата создает угрозу для его жизнеспособности из-за контакта эндотелия с содержимым витреальной полости. В соответствии с этим основная задача многоэтапной ОРХ БТГ — разграничение переднего и заднего сегментов глаза.

Ключевые слова: боевая травма глаза, сквозная кератопластика, профилактика

Для цитирования: Куликов А.Н., Чурашов С.В., Даниленко Е.В. Профилактика декомпенсации кератотрансплантата после сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии боевой травмы глаза. *Офтальмология.* 2026;23(2):268–273. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-268-273

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Prevention of Keratograft Decompensation after Penetrating Keratoplasty in Combined Optical-reconstructive Surgery for Combat Eye Trauma

A.N. Kulikov, S.V. Churashov, E.V. Danilenko

Medical Military Academy named after S.M. Kirov
Akademician Lebedev str., 6, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):268–273**

Purpose: to evaluate the long-term results of penetrating keratoplasty (PK) as an element of optical reconstructive surgery (ORS) in combat eye injury (CEI), to identify risk factors for transplant decompensation and their prevention. **Patients and Methods.** The study included 39 patients (22–59 years old) divided into two groups: Group I — open globe injuries (OGI) with anterior and posterior segment structures failures (37 eyes) and Group II — anterior segment inflammation, complicating CEI with an intact posterior segment (6 eyes). All patients underwent PK, and in Group I ORS were performed also. Outcome measures included visual acuity, graft epithelialization rate, and graft transparency. **Results.** Postoperative visual acuity was significantly higher in group II — 0.23 ± 0.12 (from 0.05 to 0.3) versus 0.05 ± 0.08 (from 0 to 0.4) in group I. The epithelialization time in group I was significantly shorter than in group II — 8.05 ± 3.86 versus 25.24 ± 11.87 days. In group I, transparent engraftment was observed in 62.16 % of cases, semitransparent — in 35.14 % of cases, and cloudy — in 2.70 % of cases. In group II, transparent engraftment was observed in 83.33 % of cases, cloudy — in 16.67 % of cases, which was significantly higher. Keratograft contact prevention with the vitreous cavity contents in Group I reduced the rate of opaque graft engraftment from 61.5 % to 16.7 %. Correlations affecting the functional outcome after surgery were identified. **Conclusions.** Posterior segment surgery after PK decreases survival of corneal transplant due to endothelium contact with vitreous cavity contents. Therefore, the primary goal of multi-stage ORS is to distinguish anterior and posterior eye segments.

Keywords: combat eye injury, penetrating keratoplasty, prevention

For citation: Kulikov A.N., Churashov S.V., Danilenko E.V. Prevention of Keratograft Decompensation after Penetrating Keratoplasty in Combined Optical-reconstructive Surgery for Combat Eye Trauma. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):268–273. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-268-273

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Частота боевой травмы глаза (БТГ) достигает 10–13 % от числа всех санитарных потерь в вооруженных конфликтах последних десятилетий [1]. Увеличивается доля сочетанных, множественных и комбинированных поражений, а также процент инфекционных осложнений [2]. БТГ, наряду с повреждением структур заднего сегмента, часто сопровождается дефицитом ткани роговицы, ее ожогом, изъязвлением и, как следствие, десцеметоцеле, перфорацией, что требует хирургического лечения, включающего кератопластику [3]. Исход сложных комбинированных операций при БТГ зависит от объема и тяжести поврежденных структур, локализации зоны повреждения, размера и локализации внутриглазных инородных тел (ВГИТ), их количества, срока, прошедшего от момента травмы, исходных показателей и сопутствующих осложнений [4, 5]. Высокотехнологичная хирургическая техника операций позволяет восстановить герметичность глаза и правильные внутриглазные анатомические взаимоотношения, однако окончательные функциональные результаты нередко остаются достаточно низкими вследствие синдрома взаимного отягощения, обусловленного обширным повреждением большого количества структур глаза, а также световоспринимающих и проводящих структур [6].

Цель: проанализировать отдаленные результаты сквозной кератопластики (СКП) как элемента оптико-реконструктивной хирургии (ОРХ) при боевой травме глаза (БТГ), выявить факторы риска декомпенсации трансплантата с целью ее профилактики.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 43 глаза 39 пациентов мужского пола в возрасте от 22 до 59 лет, проходивших лечение в клинике кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с февраля 2022 по август 2025 г. Пациенты были разделены на 2 группы по характеру повреждений органа зрения:

I. Основная группа — ОТГ с повреждением структур переднего и заднего сегментов — 34 пациента (37 глаз) в возрасте от 22 до 59 лет (средний возраст — 36,9 ± 11,2 года);

II. Контрольная группа — воспалительные заболевания переднего сегмента глаза, осложнившие тяжелую БТГ, при интактном заднем сегменте — 5 пациентов (6 глаз) в возрасте от 27 до 52 лет (средний возраст — 34,9 ± 8,8 года).

На диагностическом этапе пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование, при наличии показаний — ультразвуковое В-сканирование глазного яблока (NextGen LOGIQ e, GE HealthCare, Китай)

и оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего сегмента глаза Cassia 2 (Tomey, Япония). С целью поиска и локализации инородных тел орбиты и глазного яблока выполнялась компьютерная томография (КТ) орбит. Для определения сохранности третьего нейрона и прогноза зрительных функций проведено электрофизиологическое исследование. Измерены электрическая чувствительность (ЭЧ) и критическая частота слияния фосфена (КЧИФ) на приборе «ЭСОФИ-01» (РФ), в некоторых случаях потребовалась регистрация электроретинограммы и зрительных вызванных потенциалов на приборе Tomey EP1000 (Tomey, Япония). Перед проведением кератопластики фенотип эпителия роговичной поверхности оценивали с помощью импрессионной цитологии [7–10].

Всем раненым выполнена сквозная кератопластика с использованием свежего донорского материала в клинике кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова МО РФ. Помимо пересадки роговицы, в основной группе комплекс ОРХ включал установку временного кератопротеза (ВКП) и, по показаниям, — реконструкцию передней камеры, пластику радужки с формированием зрачка, удаление травматической катаракты (с имплантацией ИОЛ), гемвитрмембранэктомию, удаление ВГИТ, дренирование геморрагической отслойки сосудистой оболочки, расправление сетчатки перфторорганической жидкостью (ПФОЖ), ретинотомию, эндолазеркоагуляцию сетчатки, заполнение витреальной полости газовоздушной смесью и/или силиконовым маслом, проведение ретенционных нитей согласно запатентованному методу [11]. В контрольной группе выполняли реконструкцию передней камеры, пластику радужки с формированием зрачка, удаление травматической катаракты (с имплантацией ИОЛ).

На послеоперационном этапе оценивали остроту зрения с коррекцией на проекторе знаков «НСР-7000» (Huvitz, Корея), сроки полной эпителизации трансплантата при окрашивании флуоресцеином, степень прозрачности трансплантата (прозрачный/полупрозрачный/мутный), а также морфологические особенности передней камеры.

Срок наблюдения в основной группе составил 59 ± 29 суток, в контрольной группе — 82 ± 34 суток.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В основной группе исследования диагностирована ОТГ тип С. Локализация повреждений была следующей: зона I (роговица) — в 54,05 %, зона II (лимб) — в 35,14 % и зона III (склера) — в 10,81 % случаев. В 24,32 % случаев у пациентов имелся эндофтальмит, осложнивший ОТГ. Кроме того, в структуре повреждений внутриглазных структур имелись нарушение целостности радужной оболочки (полная аниридия в 29,73 %, частичная аниридия — в 35,14 % случаев), афакия (51,35 %), выпадение внутриглазных оболочек (54,05 %), изменения стекловидного тела (гемофтальм в 35,14 %, авитрия — в 18,92 % случаев), травматическая отслойка сетчатки (72,97 %) и геморрагическая отслойка сосудистой оболочки (ОСО, 35,14 %).

В основной группе хирургическая тактика могла иметь двухэтапный характер. Первый этап выполнялся всегда и включал в себя трепанацию роговицы с максимальным сохранением жизнеспособных тканей, устранение повреждения переднего сегмента глаза, установку временного кератопротеза, гемвитрмембранэктомию, удаление ВГИТ, дренирование ОСО, ретинотомию и расправление сетчатки ПФОЖ. В случае выполнения операции одним этапом единую камеру глаза заполняли силиконовым маслом и завершали выполнением СКП (29 глаз). В случае необходимости планировался второй этап, когда нахождение ПФОЖ в заднем сегменте пролонгировали до 7–10 суток, после этого пространство переднего и заднего сегментов глаза разграничивали ретенционными нитями (5 глаз) [11] и проводили последовательную замену ПФОЖ на воздух и силиконовое масло, тампонирующее сетчатку без контакта с кератотрансплантатом. При сохранении остатков капсульного мешка и/или возможности имплантации ИОЛ (3 глаза) также удавалось ограничить контакт заменителя стекловидного тела и кератотрансплантата.

На дооперационном этапе острота зрения варьировала от 0 (амавроз) до 0,04 без различий между группами. К концу периода наблюдения острота зрения с коррекцией была достоверно выше в контрольной группе и составила 0,23 ± 0,12 (от 0,05 до 0,3) против 0,05 ± 0,08 (от 0 до 0,4) в основной группе (U-критерий Манна — Уитни, p = 0,001), что связано с подтвержденной электрофизиологическими исследованиями сохранностью световоспринимающего и проводящего аппарата глаза: в группе I ЭЧ варьировала от 63 мА до полного отсутствия чувствительности и угасших показателей электроретинограммы, КЧИФ — от 37 Гц до отсутствия чувствительности и регистрации зрительных вызванных потенциалов, а в группе контроля сохранность заднего отрезка подтверждалось электрофизиологическими значениями в пределах нормы; так, ЭЧ составила 90,33 ± 46,37 (50–141) мкА, КЧИФ 36,33 ± 2,52 (34–39) Гц.

В группе I послеоперационная острота зрения имела следующее распределение: 0 (амавроз) — 16,22 %, неправильная светопроекция — 16,22 %, правильная светопроекция — 5,41 %, движение руки у лица — 8,11 %, менее 0,03 — 16,22 %, 0,03–0,08 — 18,92 % и более 0,08 — 16,22 % глаз. В результате проведенной ОРХ частота наличия предметного зрения (более 0,03) достоверно повысилась с 8,11 до 35,14 % (критерий Хи-квадрат, p = 0,000). Доля пациентов, имевших остроту зрения на уровне светоощущения и полного отсутствия остроты зрения, значимо снизилась с 59,46 до 37,85 % (критерий Хи-квадрат, p = 0,003) относительно дооперационного уровня.

Сроки эпителизации кератотрансплантата в основной группе были статистически значимо меньше, чем в контрольной, и составили 8,05 ± 3,86 против 25,24 ± 11,87 суток (p = 0,000). При этом на дооперационном этапе в основной группе бокаловидные клетки не были выявлены ни в одном случае, в группе контроля — в 2 случаях в зоне нарастания конъюнктивы. Для возвращения роговичного фенотипа эпителия проводилось хирургическое иссечение паннуса и покрытие амнионом. Указанное замедление процесса эпителизации кератотрансплантата, возможно, связано с наличием признаков конъюнктивализации роговицы по данным импрессионной цитологии на дооперационном этапе в контрольной группе, а также с наличием воспалительного процесса переднего сегмента, что осложнило тяжелую БТГ. Для адекватной оценки результатов из анализа исключены случаи эндофтальмита, комбинированных механо-термических поражений и недостаточного смыкания век.

Оценка состояния кератотрансплантата показала, что в основной группе прозрачное приживление трансплантата наблюдалось в 62,16 %, полупрозрачное — в 35,14 %, мутным кератотрансплантат был в 2,70 % случаев. В контрольной группе прозрачное приживление наблюдалось в 83,33 %, мутное — в 16,67 % случаев. Доля глаз с полным помутнением трансплантата была достоверно выше в группе II (точный критерий Фишера, p = 0,001).

Проведен также анализ прозрачного приживления кератотрансплантата в группе I на фоне разграничения пространства передней и задней камер (8 глаз) и при формировании единой камеры глаза (29 глаз) — дву- и одноэтапное вмешательства. В подгруппу с разграничением передней и задней камер глаза вошли пациенты с проведением нитей на уровне цилиарного тела, имплантированной ИОЛ и остатками капсулы хрусталика. В случаях с единой камерой глаза во всех случаях она была полностью заполнена силиконовым маслом, контактирующим с трансплантатом. При разделении камер глаза в группе I прозрачное приживление трансплантата наблюдалось в 83,3 %, с нарушением прозрачности — в 16,7 % случаев. На фоне формирования единой камеры глаза это соотношение составило 38,5 и 61,5 %, соответственно. Доля случаев с прозрачным приживлением кератотрансплантата была достоверно выше при разграничении передней и задней камер глаза (критерий Хи-квадрат, p = 0,035).

При проведении корреляционного анализа выявлено, что факторы, сопутствующие нарушению анатомической целостности иридохрусталиковой диафрагмы, такие как выпадение внутриглазных оболочек (коэффициент корреляции R = –0,77, p = 0,005), формирование единой камеры глаза при хирургическом вмешательстве (коэффициент корреляции R = –0,66, p = 0,000) и высокий порог электрической чувствительности III нейрона (коэффициент корреляции R = –0,67, p = 0,025), давали плохой прогноз в отношении функционального результата ОРХ. Такие факторы, как травматическая отслойка сетчатки на момент начала ОРХ, сроки эпителизации кератотрансплантата после ОРХ, влияние на конечный уровень зрительных функций не оказывали. Ввиду того что пациенты с эндофтальмитом имели на дооперационном этапе амавроз, мы удалили этот параметр из корреляционного анализа, оставив только показатель остроты зрения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основная цель при лечении БТГ — восстановление анатомии и функции сетчатки, зачастую без учета «интересов» оптики. Необходимость повторных витреоретинальных операций, рецидивы отслойки сетчатки требуют хорошей визуализации, которая невозможна без замены поврежденной роговицы пациента. В такой ситуации донорская роговица имеет крайне низкий шанс сохранения прозрачности. По данным литературы, жизнеспособность трансплантата при ОТГ составляет 80,4 % в течение первого года и 41,7 % — в течение 5 лет. Среди факторов риска гибели трансплантата рассматриваются наличие сопутствующей отслойки сетчатки и эндофтальмит [12], которые присутствуют в большом проценте случаев при БТГ. Проведение вмешательства в условиях сохранности заднего сегмента глазного яблока даже на фоне воспалительного процесса и наличия признаков конъюнктивализации роговицы, неблагоприятно влияющих на эпителизацию в послеоперационном периоде, в отдаленном наблюдении дает более высокий функциональный результат [13].

В основной группе при проведении одноэтапного хирургического вмешательства анатомическая несостоятельность иридохрусталиковой диафрагмы (афакия, аниридия) в исходе ОРХ приводит к формированию единой камеры глаза, заполненной силиконовым маслом, в 62,16 % случаев. Это обусловливает контакт кератотрансплантата с силиконовым маслом и геморрагическим содержимым витреальной полости. Помимо этого, возникает необходимость фиксации кератотрансплантата узловыми швами из-за технических особенностей их наложения в силиконовой среде, а также соблюдения требования к позиционированию пациента вниз лицом, что в некоторых случаях является трудновыполнимым условием при множественных ранениях.

Разграничение пространств передней и задней камер глаза в условиях анатомической несостоятельности иридохрусталиковой диафрагмы с помощью ретенционных нитей особой конфигурации в исходе двухэтапного вмешательства позволяет осуществить профилактику контакта силиконового масла с кератотрансплантатом, структурами радужно-роговичного угла, а также может служить основой для последующих этапов зрительной реабилитации (имплантация ИОЛ) и дает возможность фиксации кератотрансплантата обвивным швом при отсутствии необходимости позиционирования пациента вниз лицом (рис. 1).

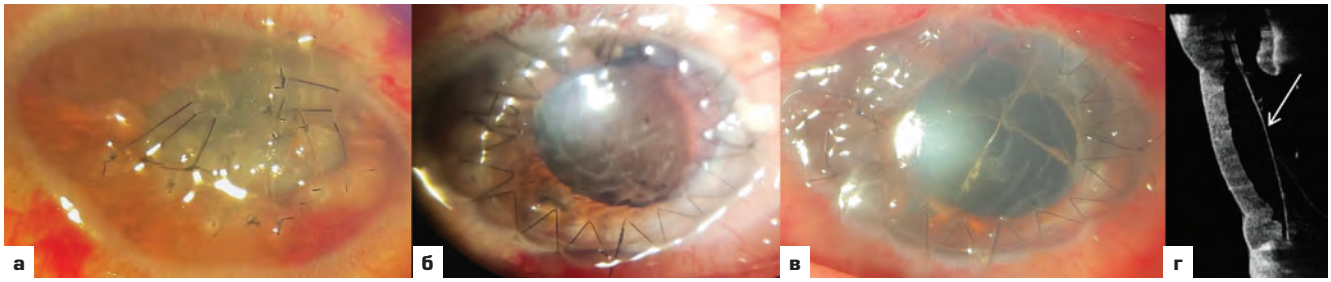


Рис. 1. Пациент с многоэтапной ОРХ: а — состояние после первичной хирургической обработки на этапах эвакуации: травматическая отслойка сетчатки, неокрепшие рубцы роговицы со швами, афакия, частичный организующийся гемофтальм после проникающего роговичного ранения с выпадением внутриглазных оболочек и наличием внутриглазного инородного тела; б — первый этап ОРХ: состояние после интраоперационного временного кератопротезирования, гемвитрэктомии, удаления ВГИТ, швартэктомии, мембранопилинга, расправления сетчатки ПФОЖ и тампонады витреальной полости, эндолазеркоагуляции, СКП; в — второй этап ОРХ: проведение разграничивающих нитей, последовательная замена ПФОЖ на воздух и силиконовое масло; г — оптическая когерентная томография переднего отрезка: разграничивающие нити (белая стрелка) предотвращают выход силиконового масла из витреальной полости и его контакт с кератотрансплантатом

Fig. 1. Patient with multi-staged ORS: a — post-primary surgical management during evacuation transportation: traumatic retinal detachment, immature corneal scars with sutures, aphakia, partial organizing hemophthalmos after penetrating corneal injury with intraocular tissues prolapse, presence of an intraocular foreign body; б — first stage of ORS: status after penetrating keratoplasty, haemorrhage-vitreous removal and IOFB removal, shartectomy, membrane peeling, retinal redetachment and vitreous cavity tamponade with PFOC, laser coagulation; в — second stage of ORS: barrier sutures placement, consecutive exchange of PFOC for air and silicone oil; г — anterior segment optical coherence tomography: barrier sutures (white arrow) prevent silicone oil outflow from vitreous cavity and its contact with the corneal graft

При наличии пересаженной роговицы в хирургическом лечении ОТГ с повреждением переднего и заднего сегментов глаза добавление еще одного этапа — проведение ретенционных нитей — позволяет оградить трансплантат от повреждающих эндотелий контактов, что приводит к достоверно более высокому проценту прозрачного приживления роговицы и увеличению послеоперационной остроты зрения.

ВЫВОДЫ

СКП при ОТГ представляет собой СКП «высокого риска», которая зачастую выполняется до полного купирования воспалительного процесса в оперируемом глазу, имеет высокую вероятность послеоперационного инфицирования и развития пролиферативных изменений. Вероятность неудачи СКП при ОРХ БТГ переднего и заднего сегментов глаза связана с проведением манипуляций в единой камере глаза, сложного комплекса витреоретинального вмешательства и требует установки временного кератопротеза, что приводит к контакту эндотелия с заместителями стекловидного тела (ПФОЖ, силикон). Кроме того, высокая частота требующихся повторных вмешательств на заднем сегменте глаза при наличии кератотрансплантата создает угрозу для его жизнеспособности. В соответствии с этим основная задача многоэтапной ОРХ БТГ — разграничение переднего и заднего сегментов глаза с помощью имплантируемой на остатки капсульного мешка интраокулярной линзы или ретенционных нитей, что позволяет повысить жизнеспособность роговичного трансплантата и сохранить его прозрачность, а также создать лучшие условия для прилегания внутренних оболочек глазного яблока в заднем сегменте глаза.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Куликов А.Н. — окончательное утверждение рукописи;
Чурашов С.В. — окончательное утверждение рукописи, разработка и клиническая апробация метода, редактирование текста;
Даниленко Е.В. — получение и анализ данных, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Куликов АН, Чурашов СВ, Гайдук КЮ, Павлов ВА, Сухинин МВ, Курносов ВЕ. Организация оказания помощи раненым офтальмологического профиля в современных вооруженных конфликтах: состояние и перспективы. Медицинский вестник ГВКГ им. Н.Н. Бурденко. 2022;4:24–30.
Kulikov AN, Churashov SV, Gaiduk KYu, Pavlov VA, Sukhinin MV, Kurnosov VE. Organization of eye care in modern armed conflicts: state and prospects. Medical bulletin of the Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko. 2022;4:24–30 (In Russ.). doi: 10.53652/2782-1730-2022-3-4-24-31.
2. Михин АА, Чурашов СВ, Куликов АН, Николаев СН. Современная боевая травма глаза. Структура, особенности и исходы лечения. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2021;16(1):132–133.
Mihin AA, Churashov SV, Kulikov AN, Nikolaev SN. Modern combat eye injury. Structure, features and outcomes of treatment. Bulletin of Pirogov National medical&surgical center. 2021;16(1):132–133 (In Russ.). doi: 10.25881/BPNMSC.2021.61.84.025.
3. Дронов ММ. Использование кератопластики при оказании офтальмологической помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях. Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2016;4:44–49.
Dronov MM. Keratoplasty in ophthalmologic assistance to injured in emergencies. Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations. 2016;4:44–49 (In Russ.). doi: 10.25016/2541-7487-016-0-4-44-49.
4. Jabłonski M, Winiarczyk M, Biela K, Bielinski P, Jasielska M, Batalia J, Mackiewicz J. Open Globe Injury (OGI) with a Presence of an Intraocular Foreign Body (IOFB) — Epidemiology, Management, and Risk Factors in Long Term Follow-Up. Journal of clinical medicine. 2023;12:190. doi: 10.3390/jcm12010190.
5. Zhang Y, Kang X, Wu Q, Zheng Z, Ying J, Zhanget M. Explosive eye injuries: characteristics, traumatic mechanisms, and prognostic factors for poor visual outcomes. Military Medical Research. 2023;10:3. doi: 10.1186/s40779-022-00438-4.
6. Чурашов СВ, Куликов АН, Сосновский СВ. О причинах неудач многоэтапной оптико-реконструктивной витреоретинальной хирургии при тяжелой открытой травме глаз. Современные технологии в офтальмологии. 2016;3(11):122–126.
Churashov SV, Kulikov AN, Sosnovskii SV. On the causes of failures of multi-stage opto-reconstructive vitreoretinal surgery in severe open eye injury. Modern technologies in ophthalmology. 2016;3(11):122–126 (In Russ.).
7. Гаврилюк ИО, Куликов АН, Черныш ВФ, Чурашов СВ, Злобин ИА. Усовершенствование методики подготовки препаратов эпителия роговицы

для импрессионной цитологии с целью витальной оценки его фенотипа в эксперименте. Современные технологии в офтальмологии. 2017;4:55–57.
Gavrilyuk IO, Kulikov AN, Chernysh VF, Churashov SV, Zlobin IA. Improvement of the method of preparation of corneal epithelium preparations for impression cytology for the purpose of vital evaluation of its phenotype in an experiment. Modern technologies in ophthalmology. 2017;4:55–57 (In Russ.).
8. Злобин ИА, Чурашов СВ, Куликов АН, Чирский ВС, Черныш ВФ, Гаврилюк ИО. Выбор тактики хирургического лечения сосудистых бельм на основе импрессионной цитологии. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(2):61–68.
Zlobin IA, Churashov SV, Kulikov AN, Chirsky VS, Chernysh VF, Gavrilyuk IO. Choosing the tactics of surgical treatment of vascular leukomas based on impression cytology. Russian Ophthalmology Journal. 2022;15(2):61–68 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-supplement-61-68.
9. Чурашов СВ, Злобин ИА, Черныш ВФ, Малафеева АЮ. Диагностика лимбальной недостаточности на глазах с тотальными сосудистыми бельмами методом импрессионной цитологии. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2021;16(1):112–114.
Churashov SV, Zlobin IA, Chernysh VF, Malafeeva AYu. Diagnosis of limbal stem cells deficiency in eyes with total vascular bellams by impression cytology. Bulletin of Pirogov National medical&surgical center. 2021;16(1):112–114 (In Russ.). doi: 10.25881/BPNMSC.2021.29.11.020.
10. Чурашов СВ, Черныш ВФ, Злобин ИА, Рудько АС. О возможностях импрессионной цитологии как метода оценки фенотипа эпителия бельма роговицы при решении вопроса о показаниях к оптической кератопластике. Современные технологии в офтальмологии. 2016;3;32–36.
Churashov SV, Chernysh VF, Zlobin VA, Rud'ko AS. On the possibilities of impression cytology as a method for assessing the phenotype of the epithelium of corneal leukoma when deciding on indications for optical keratoplasty. Modern technologies in ophthalmology. 2016;3;32–36 (In Russ.).
11. Куликов АН, Чурашов СВ, Даниленко ЕВ, Воронков ПС. Способ защиты эндотелия роговицы от контакта с силиконовым маслом при аниридии и афакии в ходе двухэтапной комбинированной оптико-реконструктивной витреоретинальной хирургии. Патент RU 2820386 C1, 28.11.2023.
Kulikov AN, Churashov SV, Danilenko EV, Voronkov PS. Method of protecting corneal endothelium from contact with silicone oil in aniridia and aphakia during two-stage combined optical-reconstractive vitreoretinal surgery. Patent RU 2820386 C1, 28.11.2023 (In Russ.).
12. Li KX, Durrani AF, Zhou Y, Zhao PY, Tannen BL, Mian SI, Musch DC, Zacks DN. Outcomes of penetrating keratoplasty after open globe injury. Cornea. 2022;41(11):1345–1352. doi: 10.1097/ICO.0000000000002918.
13. Куликов АН, Чурашов СВ, Даниленко ЕВ, Воронков ПС, Головнева ЭС. Особенности и исходы сквозной кератопластики при комбинированной оптико-реконструктивной хирургии боевой травмы глаза и ее осложнений. Офтальмология. 2024;21(1):66–73.
Kulikov AN, Churashov SV, Danilenko EV, Voronkov PS, Golovneva ES. Features and outcomes of penetrating keratoplasty in combined opto-reconstructive surgery for combat eye injury and its complication. Ophthalmology in Russia. 2024;21(1):66–73 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-1-66-73.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Куликов Александр Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова

Чурашов Сергей Викторович
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова

Даниленко Екатерина Владимировна
кандидат медицинских наук, заведующая отделением неотложной помощи

ABOUT THE AUTHORS

Kulikov Aleksei N.
MD, Professor, head of the Ophthalmology Department named after V.V. Volkov

Churashov Sergei V.
MD, Professor of the Ophthalmology Department named after V.V. Volkov

Danilenko Ekaterina V.
PhD, head of the Urgent Care Department of the Ophthalmology Clinic

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-274-280

поступила 05.03.26
was received 05.03.26

Анатомо-функциональная эффективность модифицированного метода аутотрансплантации сетчатки при сквозных макулярных разрывах большого диаметра

Д.В. Петрачков[1] К.В. Барышев[1] А.Г. Матющенко[1]
А.З. Кашироков[2]

[1] ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

[2] ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119048, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):274–280**

Цель: проанализировать анатомо-функциональную эффективность модифицированного метода аутотрансплантации сетчатки (АС) при хирургическом лечении сквозных макулярных разрывов (СМР) большого диаметра. **Пациенты и методы.** В исследование был включен 41 пациент (42 глаза) с минимальным диаметром СМР более 800 мкм, ранее перенесший витрэктомию с пилингом внутренней пограничной мембраны и газовой тампонадой витреальной полости по поводу СМР. Пациенты были разделены на две группы. В основной группе применяли модифицированную АС с дооперационной навигационной разметкой лоскута, интраоперационным ОКТ-контролем и фиксацией аутологичной богатой тромбоцитами плазмой (БоТП). В контрольной группе выполняли аспирационное сближение краев разрыва с аппликацией аутологичной БоТП. Оценивали анатомический результат по данным ОКТ, максимально корригируемой остроте зрения и центральной светочувствительности сетчатки. Срок наблюдения составил 6 месяцев. **Результаты.** В основной группе во всех случаях достигнуто стабильное анатомическое закрытие СМР. В контрольной группе рецидивы выявлены у 22 % пациентов ($p = 0{,}049$). В обеих группах отмечено статистически значимое улучшение остроты зрения и светочувствительности сетчатки уже через 1 месяц после операции без достоверных межгрупповых различий при успешном анатомическом исходе. **Выводы.** Модифицированная АС обеспечивает более высокий и устойчивый анатомический эффект при СМР большого диаметра по сравнению с методикой сближения краев разрыва. Функциональные результаты характеризуются ранним улучшением и последующей стабилизацией.

Ключевые слова: сквозной макулярный разрыв, аутотрансплантация сетчатки, витрэктомия, оптическая когерентная томография, богатая тромбоцитами плазма крови

Для цитирования: Петрачков Д.В., Барышев К.В., Матющенко А.Г., Кашироков А.З. Анатомо-функциональная эффективность модифицированного метода аутотрансплантации сетчатки при сквозных макулярных разрывах большого диаметра. *Офтальмология.* 2026;23(2):274–280. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-274-280

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Anatomical and Functional Efficiency of a Modified Method of Autologous Retinal Transplantation for Large Full-thickness Macular Holes

D.V. Petrachkov[1], K.V. Baryshev[1], A.G. Matyuschenko[1], A.Z. Kashirokov[2]

[1] Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11a, b, Moscow, 119021, Russian Federation

[2] First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov
Trubetskaya str., 8, bld. 2, Moscow, 119048, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):274–280**

Purpose. To evaluate the anatomical and functional efficacy of a modified autologous retinal transplantation (ART) technique in the surgical treatment of large full-thickness macular holes (FTMH). **Material and Methods.** The study included 41 patients (42 eyes) with a minimum FTMH diameter greater than 800 μm who had previously undergone vitrectomy with internal limiting membrane peeling and gas tamponade due to FTHM. Patients were divided into two groups. In the main group, a modified ART was performed using preoperative navigated flap planning, intraoperative optical coherence tomography guidance, and fixation with autologous platelet-rich plasma. In the control group, macular hole edges were closed using an aspiration technique followed by application of autologous platelet-rich plasma. Anatomical outcomes were assessed by optical coherence tomography, while functional outcomes included best-corrected visual acuity and central retinal sensitivity. The follow-up period was 6 months. **Results.** Stable anatomical closure of the FTMH was achieved in all cases in the main group. In the control group, macular hole recurrence was observed in 22 % of patients (p = 0.049). Both groups demonstrated a statistically significant improvement in best-corrected visual acuity and retinal sensitivity as early as 1 month postoperatively, with no significant intergroup differences in cases with successful anatomical closure. **Conclusions.** Modified ART provides a higher and more stable anatomical success rate in the treatment of large FTMH compared with the edge approximation technique. Functional outcomes are characterized by early improvement followed by stabilization during follow-up.

Keywords: full-thickness macular hole, autologous retinal transplantation, vitrectomy, optical coherence tomography, platelet-rich plasma

For citation: Petrachkov D.V., Baryshev K.V., Matyuschenko A.G., Kashirokov A.Z. Anatomical and Functional Efficiency of a Modified Method of Autologous Retinal Transplantation for Large Full-thickness Macular Holes. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):274–280. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-274-280

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Сквозной макулярный разрыв (СМР) морфологически представляет собой дефект нейроэпителия (НЭ) в фовеолярной зоне, распространяющийся от уровня внутренней пограничной мембраны (ВПМ) до ретинального пигментного эпителия (РПЭ). Первичный СМР чаще всего возникает в результате витреомакулярной тракции, как тангенциальной, так и переднезадней. Распространенность данного патологического состояния составляет 0,3 % в общей популяции, увеличиваясь до 0,8 % в возрастной группе старше 75 лет [1]. СМР является социально значимым заболеванием и представляет собой угрожающее центральному зрению заболевание, требующее хирургического лечения в ускоренном порядке. Первое сообщение об успешном хирургическом лечении СМР было сделано N.E. Kelly, R.T. Wendel в 1991 г. [2]. Это сообщение можно назвать сенсационным, потому как ранее СМР считался неизлечимым недугом, и пациенты, страдающие этим заболеванием, были обречены на необратимую потерю центрального зрения. С тех пор началась эпоха стремительного развития и совершенствования диагностических методик и хирургических техник, направленных на борьбу с данной патологией самой ответственной зоны сетчатки. Понимание морфологических особенностей развития СМР и макулярной патологии в целом, безусловно, связано с внедрением в широкую офтальмологическую практику метода оптической когерентной томографии (ОКТ). Появление данной методики стало революционным этапом в становлении и совершенствовании ретинологии. ОКТ обеспечила возможность детальной визуализации глубины и характера нарушений ретинальных и субретинальных структур [3].

Микроинвазивная 3-портовая витрэктомия в сочетании с пилингом внутренней пограничной мембраны (ВПМ) и газовой тампонадой витреальной полости по сей день является золотым стандартом хирургического лечения СМР [4–6]. Основополагающие принципы данного вида хирургического лечения основаны на механической индукции отслойки задней гиалоидной мембраны, а также на устранении горизонтального натяжения ретинальной ткани и создании условий для закрытия СМР.

Однако СМР диаметром более 650 мкм и так называемые рефрактерные разрывы объективно имеют меньше

шансов для закрытия с помощью стандартной методики [7]. В связи с этим разработка надежного способа закрытия рефрактерных разрывов и гигантских СМР является актуальной задачей витреоретинальной хирургии.

Манипуляции, непосредственно направленные на создание условий закрытия СМР, достаточно вариабельны и регулярно совершенствуются. На сегодняшний день наибольшую популярность получили методы использования перевернутого или свободного лоскута ВПМ и применение аутологичной, богатой тромбоцитами плазмы (БоТП), которая способна выполнять функцию «биоклея», способствуя более надежному смыканию краев нейроэпителия [8–10].

Тем не менее большинство вариантов закрытия СМР имеют тот же недостаток, что и стандартная методика: эффективность обратно коррелирует с диаметром разрыва [7]. Однако данное ограничение применимо не ко всем методикам. В последние годы все большее распространение получает методика аутотрансплантации лоскута сетчатки (АС), на анатомический успех которой диаметр разрыва влияет в меньшей степени [7].

Цель: проанализировать анатомо-функциональную эффективность метода АС при СМР большого диаметра.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В процессе работы с пациентами участниками исследования соблюдались этические принципы, установленные Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki).

В исследование был включен 41 пациент (42 глаза) (4 мужчины и 37 женщин) с диаметром СМР более 800 мкм. Все пациенты ранее подвергались эндовитреальному вмешательству в объеме витрэктомии с пилингом внутренней пограничной мембраны (ВМП) и газовой тампонадой витреальной полости по поводу СМР. За 14 дней до операции всем пациентам исключали прием препаратов, влияющих на свертывающую систему крови, нестероидные противовоспалительные средства, прием алкоголя и табакокурение.

Пациентам в первой группе в день операции при помощи лазерной навигационной системы Navilas (OD-OS, Германия) выполнили разметку выкраиваемого лоскута. Для этого сначала накладывали фронтальное ОКТ-А изображение глаза на фото глазного дна с целью улучшения визуализации зоны разрыва. Затем виртуально выполняли разметку лоскута-шаблона нейросенсорной сетчатки с отступом от края разрыва на 1/4 диаметра разрыва в наибольшем меридиане и перемещали размеченный лоскут-шаблон в бессосудистую зону верхне-носовой сосудистой аркады на средней периферии сетчатки. После этого в соответствии с разметкой намечали границы лоскута нейроэпителия с помощью лазерных коагулятов с диаметром 110 мкм, расположенных вплотную друг к другу. На интраоперационном этапе выполняли ревизию витреальной полости, вводили ретинальный краситель (membrane blue dual, Dorc, Нидерланды) с целью подтверждения отсутствия ВПМ в макулярной области, после этого вырезали размеченный лоскут по внутреннему краю лазерных коагулятов, позиционировали выкроенный лоскут на область СМР, совмещали центр лоскута с центром СМР, затем выполняли аппликацию аутологичной, богатой тромбоцитами плазмы (БоТП) на уложенный лоскут с экспозицией 5 минут, затем осуществляли газовую тампонаду витреальной полости перфторпропаном (C3F8) [11, 12]. В конце операции выполняли оценку локализации лоскута при помощи интраоперационного ОКТ (иОКТ) (Leica EnFocus, Leica Microsystems, Германия) с последующей коррекцией положения в случае его децентрации относительно СМР.

У пациентов во 2-й группе выполняли ревизию витреальной полости, окрашивание поверхности сетчатки ретинальным красителем (membrane blue dual, DORC) с целью подтверждения отсутствия ВПМ в макулярной области, после этого сближали края разрыва аспирационной техникой с помощью канюли с силиконовым наконечником и вводили БоТП на область разрыва, операция завершалась газовой тампонадой витреальной полости перфторпропаном (C3F8).

Всем пациентам было рекомендовано вынужденное положение тела «вниз лицом» в течение 6 часов после хирургического вмешательства.

Получение БоТП проводили путем центрифугирования цельной крови пациента в течение 5 минут со скоростью 1500 оборотов в минуту. Для центрифугирования использовали лабораторную центрифугу Hettich ROTOFIX 32 A (Германия). Во всех случаях интравитреальная аппликация препарата плазмы выполнялась в срок до 30 минут от окончания процесса центрифугирования.

Всем пациентам выполнялось стандартное офтальмологическое обследование, включающее визометрию с определением максимально корригируемой остроты зрения (МКОЗ) с помощью проектора знаков и набора пробных очковых линз по методике ETDRS. Уровень внутриглазного давления (ВГД) определяли пневмотонометром Full Auto Tonomerer TX-F (Canon (Toshiba), Япония). Анализ структуры ретинальных слоев проводили с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) с использованием прибора SOLIX (Optovue, США), оснащенного источником лазерного излучения с длиной волны 840 нм. Для анализа состояния сетчатки в макулярной зоне определяли ее центральную толщину (ЦТС) (average central macular thickness). Измерение минимального диаметра сквозного макулярного разрыва (МДР) выполняли на уровне наружной пограничной мембраны сетчатки параллельно слою ретинального пигментного эпителия в ручном режиме с использованием протокола Retina Cube QuickVue. Измерение диаметра лоскута в наибольшем меридиане

проводили в ручном режиме с помощью протокола Retina Cube QuickVue, регистрацию исследуемых параметров — с помощью программного обеспечения ретинального томографа.

Микропериметрию проводили на периметре MAIA (CenterVue Inc., США). В настройках прибора применяли программу «6° (37 stim.)», которая позволяет проводить оценку светочувствительности сетчатки в зоне 6° с центром в фовеа (37 точек) и основана на пороговой стратегии 4-2. Исследование выполнялось на фоне медикаментозного мидриаза в затемненном помещении после темновой адаптации в течение 15 минут.

Срок наблюдения составил 6 месяцев, все исследования проводились до, через 1, 3 и 6 месяцев после операции.

Статистический анализ и оценка значимости различий осуществлены с помощью программы SPSS 26.0 (Statistical Package for the Social Science). Характер распределения определяли при помощи критерия Колмогорова — Смирнова. Данные представлены в формате Me [Q0,25;/Q0,75], где Me — медиана, Q0,25 и Q0,75 — квартили. В качестве дополнительной информации данные также представлены в формате M ± σ, где M — среднее значение, σ — среднеквадратическое отклонение. Для сравнения показателей выборок применяли непараметрические методы: U-критерий Манна — Уитни (для независимых выборок), Хи-квадрат Пирсона, точный критерий Фишера, W-критерий Вилкоксона (для связанных выборок). Во всех случаях различия считали значимыми при достижении уровня значимости p меньше 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

На момент включения в исследование пациенты были сопоставимы по полу, возрасту и основным исследуемым характеристикам (МКОЗ, МДР, центральная светочувствительность). Подробная характеристика пациентов представлена в таблице 1.

Анатомический результат операции оценивали по данным ОКТ и считали положительным в случае отсутствия сквозного дефекта сетчатки в проекции фовеа. В контексте текущего исследования выявление в первой группе пациентов эксцентричного дефекта (ЭД), описываемого в литературе как наличие сквозного дефекта сетчатки, размером менее 10 % от исходного размера разрыва, располагающегося более чем в 500 мкм от центра фовеа [13], принимали за отрицательный анатомический результат.

В первой группе во всех случаях наблюдали полное закрытие СМР на всех сроках наблюдения. Во второй группе выявили 5 случаев (22 %) рецидива СМР во время первого послеоперационного визита (1 месяц). Таким образом, анатомический ответ во второй группе был статистически значимо хуже (p = 0,049).

В рамках текущей работы оценку диаметра лоскута у пациентов первой группы проводили во время каждого послеоперационного визита. Авторы зафиксировали статистически значимое снижение размеров лоскута между визитами через 1 и 3 месяца (p = 0,021), между визитами 3 и 6 месяцев (p = 0,18). Средние значения диаметра лоскута на каждом визите представлены в таблице 2.

Оценку функциональных параметров в послеоперационном периоде проводили только у пациентов с положительным анатомическим результатом (20 и 17 случаев в первой и второй группе соответственно). В обеих группах отмечено статистически значимое повышение остроты зрения через 1 месяц после операции с 28 [20; 35] до 50 [40; 56] букв в первой группе и с 35 [23; 36] до 50 [42,5; 60] букв во второй группе (ETDRS). В дальнейшем острота зрения в первой группе оставалась практически неизменной вплоть до окончания исследования. Во второй группе отмечено плавное повышение остроты зрения вплоть до окончания срока наблюдения. При анализе межгрупповых различий данного показателя статистически значимой разницы не выявлено на протяжении всего срока наблюдения, однако отмечена тенденция к более высокой остроте зрения у пациентов второй группы. Подробные данные представлены в таблице 3.

Таблица 1. Характеристика пациентов перед включением в исследование

Table 1. Characteristics of Patients before the study

	Группа 1 / Group 1	Группа 2 / Group 2	
Пол, муж./жен., абс. Sex, male/female, n.	3/17	1/20	
Возраст, лет Age, years, M ± σ.	67,1 ± 4,2	67,2 ± 6,7	p = 0,937
Острота зрения, балл ETDRS Visual acuity, ETDRS score	28 [20; 35] 26,7 ± 10,8	35 [23; 36] 30,9 ± 11,3	p = 0,160
Минимальный диаметр разрыва, мкм Minimum hole diameter, μm	877 [841; 954] 890,9 ± 82,8	850 [819; 900] 868,6 ± 61,3	p = 0,203
Центральная светочувствительность, дБ Central photosensitivity, dB	19,8 [16,4; 21,8] 19,2 ± 3,3	21,2 [19,7; 22,1] 20,8 ± 1,8	p = 0,099

Таблица 2. Динамика изменения диаметра лоскута аутотрансплантата в наибольшем меридиане

Table 2. Dynamics of the autologus graft diameter changes in the largest meridian

	1 месяц / 1 month	3 месяца / 3 months	6 месяцев / 6 months
Диаметр лоскута, мкм Diameter of the graft, μm	1110 [967; 1270] 1137 ± 256	907 [799; 1045] 966 ± 223	834 [721; 1017] 888 ± 220

Таблица 3. Динамика изменения остроты зрения

Table 3. Dynamics in visual acuity changes

	До операции / Baseline	1 месяц / 1 month	3 месяца / 3 months	6 месяцев / 6 months
Группа 1, балл ETDRS Group 1, ETDRS score	28 [20; 35] 26,7 ± 10,8	50 [40; 56] 48,3 ± 8,4	50 [44; 55] 48,8 ± 7,4	51,5 [46; 60] 52,7 ± 8,0
Группа 2, балл ETDRS Group 2, ETDRS score	35 [23; 36] 30,9 ± 11,3	50,0 [42,5; 60,0] 49,2 ± 11,1	55,0 [44,2; 60,0] 52,0 ± 10,3	60,0 [51,0; 64,5] 57,0 ± 9,2
p	p = 0,160	p = 0,577	p = 0,156	p = 0,117

Таблица 4. Динамика изменения центральной светочувствительности сетчатки

Table 4. Dynamics in central retinal sensitivity changes

	До операции / Baseline	1 месяц / 1 month	3 месяца / 3 months	6 месяцев / 6 months
Группа 1, дБ Group 1, dB	19,8 [16,4; 21,8] 19,2 ± 3,3	21,1 [19,0; 22,7] 20,8 ± 3,1	21,6 [20,1; 23,4] 21,6 ± 2,4	21,3 [20,1; 23,6] 21,5 ± 2,2
Группа 2, дБ Group 2, dB	21,2 [19,7; 22,1] 20,8 ± 1,8	22,5 [20,6; 24,5] 22,2 ± 2,3	21,8 [20,4; 23,8] 22,0 ± 2,2	22,6 [20,1; 24,3] 22,1 ± 2,3
p	*p* = 0,099	*p* = 0,167	*p* = 0,683	*p* = 0,460

При анализе центральной светочувствительности сетчатки на контрольном осмотре через 1 месяц после операции выявили улучшение данного показателя с 19,8 [16,4; 21,8] до 21,1 [19,0; 22,7] дБ в первой группе и с 21,2 [19,7; 22,1] до 22,5 [20,6; 24,5] дБ во второй группе. В дальнейшем в обеих группах не отмечено статистически значимых изменений данного показателя. При анализе межгрупповых различий на всем сроке наблюдения не было выявлено достоверных различий. Подробные данные представлены в таблице 4.

В процессе исследования ни у одного пациента из обеих групп не отмечены тяжелые интра- и послеоперационные осложнения. В основной группе пациентов в 1 случае развилось интраоперационное кровотечение в зоне забора аутотрансплантата, что потребовало применения диатермии с целью его остановки. Тем не менее данное нежелательное кровотечение не повлияло на ход или результат операции. В раннем послеоперационном периоде (контрольная точка 1 месяц) в 1 случае в основной группе и в 2 случаях в контрольной группе развилась офтальмогипертензия, купированная применением гипотензивных препаратов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в настоящем исследовании результаты свидетельствуют о более высокой анатомической эффективности модифицированного метода АС при хирургическом лечении сквозных макулярных разрывов большого диаметра в сравнении с методикой сближения краев разрыва с применением аутологичной кондиционированной плазмы.

Принципиальное отличие АС от методик, основанных на сближении краев разрыва, заключается в механизме устранения дефекта. При аутотрансплантации достигается непосредственное закрытие дефекта за счет блокирования участка ретинального диастаза аутотрансплантатом, тогда как при аспирационном сближении краев анатомический результат зависит от эластичности и подвижности ретинальной ткани. При больших диаметрах СМР эти возможности ограничены, что снижает устойчивость анатомического эффекта. Данный факт подтверждают как результаты настоящего исследования, так и данные ранее опубликованных работ [7].

Дислокация лоскута является наиболее частым осложнением раннего послеоперационного периода [13], в связи с этим высокую актуальность приобретают способы борьбы с данным нежелательным явлением. Применение иОКТ для оценки позиционирования лоскута позволяет снизить риск развития ЭД из-за интраоперационной децентрации лоскута, а нанесение БоТП на область аутотрансплантации надежно фиксирует лоскут в заданном положении, что снижает риск его смещения в раннем послеоперационном периоде.

Дополнительное значение имеет прецизионное планирование размеров трансплантата. Использование лазерной навигационной системы для разметки лоскута обеспечивает соответствие трансплантата размерам макулярного разрыва с учетом величины послеоперационного сокращения размеров лоскута. Таким образом, снижается риск развития эндотелиальной дисфункции (ЭД) ввиду сокращения слишком маленького лоскута, а также исключается излишняя травматизация сетчатки вследствие иссечения аутотрансплантата диаметром больше необходимого. По результатам данного исследования в послеоперационном периоде происходило постепенное сокращение диаметра лоскута. Так, к моменту окончания исследования средний диаметр лоскута составил 75 % от исходного (1 месяц после операции). Однако для оценки итоговой величины сокращения лоскута необходимо проведение исследования с более длительным периодом наблюдения.

В настоящем исследовании наличие эксцентричного дефекта сетчатки расценивалось как отрицательный анатомический результат, несмотря на то что в ряде публикаций подобные изменения рассматриваются как приемлемый вариант исхода при условии улучшения зрительных функций [13]. Применение более строгих критериев оценки анатомического успеха позволило объективно продемонстрировать устойчивость результата в основной группе пациентов.

Результаты настоящего исследования согласуются с данными литературы, в которых метод АС демонстрирует высокую частоту закрытия как первичных, так и рефрактерных макулярных разрывов большого диаметра, включая случаи, не поддающиеся стандартным хирургическим методам [7, 13, 14]. При этом модифицированный подход с использованием навигационной разметки лоскута и строгой стандартизации этапов операции с иОКТ-контролем позволяет повысить воспроизводимость и стабильность анатомического результата.

Функциональные результаты в обеих группах характеризовались статистически значимым повышением максимально корригируемой остроты зрения уже через 1 месяц после операции. Аналогичным образом изменялся параметр светочувствительности сетчатки. Отсутствие достоверного функционального превосходства одной методики над другой при условии успешного анатомического исхода указывает на то, что функциональное восстановление при больших СМР в значительной степени определяется исходным повреждением

наружных слоев сетчатки и фоторецепторов. Отмеченная к концу наблюдения тенденция к более высокой остроте зрения у пациентов второй группы побуждает к проведению исследования на большем объеме выборки с бóльшим сроком наблюдения для уточнения данных. Вместе с тем более высокая частота рецидивов во второй группе объективно ограничивает общую функциональную эффективность данной методики в клинической практике, несмотря на сопоставимые показатели зрительных функций у пациентов с достигнутым анатомическим эффектом.

Нерешенным остается вопрос, касающийся механизмов восстановления зрительных функций при операции по методике AC. Olufsen и соавт. в экспериментальной работе путем гистологического исследования энуклеированных свиных глаз, подвергшихся операции по методике AC, продемонстрировали отсутствие интеграции внутренних слоев лоскута сетчатки в структуру нативной сетчатки, отметив при этом наличие фоторецепторов в зоне лоскута [15]. Говоря о механизме закрытия СМР, эти авторы предположили, что лоскут служит каркасом, подверженным с течением времени ретракции, а это способствует центростремительной миграции краев отверстия.

Таким образом, полученные данные подтверждают, что модифицированная аутотрансплантация нейросенсорной сетчатки является эффективным методом хирургического лечения сквозных макулярных разрывов большого диаметра, обеспечивающим высокий уровень анатомического закрытия и стабильные функциональные показатели в послеоперационном периоде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение дооперационной разметки аутотрансплантата, иОКТ-контроль положения лоскута, а также применение БоТП в качестве способа фиксации лоскута обеспечило стабильное закрытие разрыва у всех пациентов исследуемой группы на протяжении всего срока наблюдения, что выгодно отличает ее от подхода, основанного на сближении краев разрыва с использованием БоТП. Функциональные результаты характеризовались ранним улучшением и последующей стабилизацией. Полученные данные подтверждают целесообразность использования модифицированной аутотрансплантации нейросенсорной сетчатки в качестве метода хирургического лечения рефрактерных сквозных макулярных разрывов большого диаметра.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Петрачков Д.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Барышев К.В. — сбор и обработка материала, написание текста;
Матющенко А.Г. — написание текста;
Кашироков А.З. — написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Klein R, Klein BE, Wang Q, Moss SE. The epidemiology of epiretinal membranes. Trans Am Ophthalmol Soc. 1994;92:403–430.
2. Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study. Arch Ophthalmol. 1991 May;109(5):654–659. doi: 10.1001/archopht.1991.01080050068031.
3. Самойлов АН, Хайбрахманов ТР, Фазлеева ГА, Самойлова ПА. Идиопатический макулярный разрыв: история и современное состояние проблемы. Вестник офтальмологии. 2017;133(6):131–137.
   Samoĭlov AN, Khaibrakhmanov TR, Fazleeva GA, Samoylova PA. Idiopathic macular hole: history and status quo review. Russian Annals of Ophthalmology. 2017;133(6):131–137 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma20171336131-137.
4. Gupta D. Face-down posturing after macular hole surgery. A review. Retina. 2009;29(4):430–443. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181a0bd01.
5. Jančo L, Vida R, Bartoš M. Chirurgická liečba idiopatickej diery makuly naše skúsenosti. [Surgical treatment of the idiopatic macular hole — our experience.] Cesk Slov Oftalmol. 2013;69(3):102–105 (In Czech).
6. Белый ЮА, Терещенко АВ, Шкворченко ДО. Хирургическое лечение больших идиопатических макулярных разрывов. Практическая медицина. 2015;2:119–123.
   Belyi YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO. Surgical treatment of large idiopathic macular tears. Practical medicine. 2015;2:119–123 (In Russ.).
7. Rezende FA, Ferreira BG, Rampakakis E, Steel DH, Koss MJ, Nawrocka ZA, Bacherini D, Rodrigues EB, Meyer CH, Caporossi T, Mahmoud TH, Rizzo S, Johnson MW, Duker JS. Surgical classification for large macular hole: based on different surgical techniques results: the CLOSE study group. Int J Retina Vitreous. 2023;9(1):4. doi: 10.1186/s40942-022-00439-4.
8. Hoerauf H, Kluter H, Joachimmeyer E, Roider J, Framme C, Schlenke P, Kirchner H, Lagua H. Results of vitrectomy and the no-touch-technique using autologous adjuvants in macular hole treatment. Int Ophthalmol. 2001;24(3):151–159. doi:.10.1023/a:1021566806836.
9. Gaudric A, Massin P, Paques M, Santiago P-Y, Guez J-E, Le Gargasson J-F, Mundler O, Drouet L. Autologous platelet concentrate for the treatment of fullthickness macular holes. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 1995;233(9):549–554. doi: 10.1007/bf00404704.
10. Петрачков ДВ, Алхарки Л, Матющенко АГ, Филиппов ВМ, Дудиева ФК. Сравнение ранних результатов лечения больших сквозных макулярных разрывов при использовании различных хирургических методик. Офтальмология. 2021;18(3S):681–687.
    Petrachkov DV, Alkharki L, Matyushchenko AG, Filippov VM, Dudieva FK. Comparison of Early Treatment Outcomes for Large Macular Hole Using Various Surgical Techniques. Ophthalmology in Russia. 2021;18(3S):681–687 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-3S-681-687.
11. Юсеф Ю, Петрачков ДВ, Барышев КВ, Шабалина КН, Алхарки Л, Федорук НА, Филиппов ВМ, Телятов БА. Способ хирургического лечения идиопатического сквозного макулярного разрыва большого диаметра. Патент RU 2826123, 04.09.2024.
    Yusef Yu, Petrachkov DV, Baryshev KV, Shabalina KN, Alharki L, Fedoruk NA, Filippov VM, Telyatov BA. Method for surgical treatment of large idiopathic full-thickness macular hole. Patent RU 2826123, 04.09.2024 (In Russ.).
12. Юсеф Ю, Петрачков ДВ, Барышев КВ, Алхарки Л, Матющенко АГ, Коробов ЕН, Филиппов ВМ. Способ хирургического лечения идиопатического сквозного макулярного разрыва большого диаметра. Патент RU 2846215, 02.09.2025.
    Yusef Yu, Petrachkov DV, Baryshev KV, Alkharki L, Matyushchenko AG, Korobov EN, Filippov VM. Method for surgical treatment of large idiopathic full-thickness macular hole. Patent RU 2846215, 02.09.2025 (In Russ.).
13. Moysidis SN, Koulisis N, Adrean SD. Autologous Retinal Transplantation for Primary and Refractory Macular Holes and Macular Hole Retinal Detachments: The Global Consortium. Ophthalmology. 2021;128(5):672–685. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.10.007.
14. Grewal DS, Charles S, Parolini B, Kadonosono K, Mahmoud TH. Autologous Retinal Transplant for Refractory Macular Holes: Multicenter International Collaborative Study Group. Ophthalmology. 2019; 126(10):1399–1408. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.01.027.
15. Olufsen ME, Hannibal J, Soerensen NB. Autologous Neurosensory Retinal Flap Transplantation in a Porcine Model of Retinal Hole. Ophthalmol Sci. 2024;5(2):100644. doi: 10.1016/j.xops.2024.100644.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Петрачков Денис Валерьевич
кандидат медицинских наук, заведующий отделом инновационных витреоретинальных технологий
https://orcid.org/0000-0003-4757-5584

ABOUT THE AUTHORS

Petrachkov Denis V.
PhD, head of the Innovative Vitreoretinal Technologies Department
https://orcid.org/0000-0003-4757-5584

Барышев Константин Владимирович
младший научный сотрудник отдела инновационных витреоретинальных технологий
https://orcid.org/0000-0003-0927-430X

Матющенко Анна Георгиевна
научный сотрудник отдела инновационных витреоретинальных технологий
https://orcid.org/0000-0002-0263-4096

Кашироков Адам Залимович
студент
https://orcid.org/0009-0007-7408-1789

Baryshev Konstantin V.
junior researcher of the Innovative Vitreoretinal Technologies Department
https://orcid.org/0000-0003-0927-430X

Matyuschenko Anna G.
researcher of the Innovative Vitreoretinal Technologies Department
https://orcid.org/0000-0002-0263-4096

Kashirokov Adam Z.
student
https://orcid.org/0009-0007-7408-1789

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-281-286

поступила 15.04.26
was received 15.04.26

Повторный акселерированный локальный кросслинкинг роговичного коллагена в лечении прогрессирующего кератоконуса

Х. Храйстин Г.А. Осипян
Е.В. Рубайко, М.А. Макарова

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):281–286**

Цель исследования: проанализировать клинико-функциональную эффективность и безопасность применения ускоренного локального кросслинкинга роговичного коллагена (УЛ-КРК) у пациентов с прогрессирующим кератоконусом, перенесших ранее процедуру кросслинкинга. **Пациенты и методы.** Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 11 пациентов (12 глаз) с прогрессирующим кератоконусом I–III стадий (возраст 27 ± 6 лет). Исходная максимально корригированная острота зрения составляла 0,65 ± 0,11, средняя преломляющая сила роговицы — 53,1 ± 2,42 дптр, минимальная толщина стромы — 459 ± 19,6 мкм. Хирургическое лечение заключалось в проведении персонализированного кросслинкинга: после локальной деэпителизации вершины конуса и фотосенсибилизации 0,1 % раствором рибофлавина с последующим УФ-облучением (6 мВт/см^2) в течение 15 минут. Послеоперационное ведение включало стандартную антибактериальную, противовоспалительную и длительную кератопротекторную терапию. **Результаты.** Данная когорта пациентов полностью удовлетворяла требованиям для проведения повторного кросслинкинга по протоколу УЛ-КРК, оценка состояния роговицы осуществлялась через 6, 12, 18 и 36 месяцев после выполнения процедуры акселерированного локального кросслинкинга. НКОЗ повысилась с 0,32 ± 0,19 до 0,55 ± 0,15 уже к 6 месяцу наблюдения и оставалась стабильной на протяжении всего исследования, МКОЗ значимо не менялась (0,66 ± 0,16). По данным прибора Pentacam HR (Oculus, Германия) Kmax снизился с 53,1 ± 2,42 до 51,9 ± 1,09 дптр, а цилиндрический компонент (Cyl) уменьшился с –2,89 ± 1,02 до –1,95 ± 0,77 дптр. Формирование демаркационной линии визуализировалось на глубине 270–330 мкм в первые 3 месяца по данным оптической когерентной томографии роговицы (оптический когерентный томограф — Solix (Optovue Inc., США)). Показатели плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) оставались стабильными на протяжении всего срока наблюдения (2327 ± 121 кл/мм^2) (эндотелиальный микроскоп «Topcon SP-1P»). **Заключение.** Повторный кросслинкинг является эффективным и безопасным методом стабилизации прогрессирующего кератоконуса, обеспечивающим долгосрочный рефракционный эффект и сохранение морфофункциональных параметров роговицы.

Ключевые слова: кератоконус, повторный кросслинкинг роговичного коллагена, рибофлавин, демаркационная линия, кератэктазия, УФ-облучение, фотосенсибилизация

Для цитирования: Храйстин Х., Осипян Г.А., Рубайко Е.В., Макарова М.А. Повторный акселерированный локальный кросслинкинг роговичного коллагена в лечении прогрессирующего кератоконуса. *Офтальмология*. 2026;23(2):281–286. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-281-286

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Repeated Accelerated Local Corneal Collagen Crosslinking in the Treatment of Progressive Keratoconus

H. Khraistin, G.A. Osipyan, E.V. Rubayko, M.A. Makarova

M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11a, b, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):281–286**

Study objective: To analyze the clinical, functional, and safety efficacy of accelerated local corneal collagen crosslinking (ALCCL) in patients with progressive keratoconus who had previously undergone crosslinking. **Patients and methods.** A retrospective analysis of treatment outcomes was performed in 11 patients (12 eyes) with progressive keratoconus stages I–III (age 27 ± 6 years). The initial best-corrected visual acuity was 0.65 ± 0.11, the mean corneal refractive power was 53.1 ± 2.42 D, and the minimum stromal thickness was 459 ± 19.6 μm. Surgical treatment consisted of personalized crosslinking: local de-epithelialization of the cone apex and photosensitization with a 0.1% riboflavin solution, followed by UV irradiation (6 mW/cm^2) for 15 minutes. Postoperative care included standard antibacterial, anti-inflammatory, and long-term keratoprotective therapy. **Results.** This cohort of patients fully met the requirements for repeat crosslinking according to the UL-KRK protocol. Corneal condition was assessed at 6, 12, 18, and 36 months after the accelerated local crosslinking procedure. The uncorrected visual acuity (UCVA) increased from 0.32 ± 0.19 to 0.55 ± 0.15 by the 6-month follow-up and remained stable throughout the study. The BCVA did not change significantly (0.66 ± 0.16). According to the Pentacam HR device (Oculus, Germany), Kmax decreased from 53.1 ± 2.42 to 51.9 ± 1.09 D, and the cylindrical component (Cyl) decreased from –2.89 ± 1.02 to –1.95 ± 0.77 D. The formation of the demarcation line was visualized at a depth of 270–330 μm in the first 3 months according to corneal optical coherence tomography (optical coherence tomograph — Solix (Optovue Inc., USA)). Endothelial cell density (ECD) remained stable throughout the entire observation period (2327 ± 121 cells / mm^2) (endothelial microscope Topcon SP-1P). **Conclusion.** Repeated crosslinking is an effective and safe method for stabilizing progressive keratoconus, providing a long-term refractive effect and preserving the morphofunctional parameters of the cornea.

Keywords: keratoconus, repeated corneal collagen crosslinking, riboflavin, demarcation line, keratectasia, UV irradiation, photosensitivity

For citation: Khraistin H., Osipyan G.A., Rubayko E.V., Makarova M.A. Repeated Accelerated Local Corneal Collagen Crosslinking in the Treatment of Progressive Keratoconus. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):281–286. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-281-286

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

В последние годы отмечается увеличение распространенности заболеваний роговицы, сопровождающихся нарушением структуры и деструкцией коллагенового матрикса. Развитие данных патологических состояний имеет многофакторный характер и может быть обусловлено неблагоприятными экологическими факторами, ростом объема офтальмологических рефракционных вмешательств, а также результатом совершенствования современных методов диагностики, включая кератотопографию, пахиметрию и оптическую когерентную томографию, способствующих более раннему выявлению патологических изменений роговицы и увеличению регистрируемой заболеваемости [1].

В основе развития кератоэктазий, в частности кератоконуса (КК), лежит прогрессирующая структурная дезорганизация коллагенового матрикса роговицы невоспалительного генеза, приводящая к снижению ее биомеханической прочности.

В результате прогрессирующей деформации происходит постепенное истончение роговицы, преимущественно в ее центральных или парацентральных отделах. По мере прогрессирования заболевания происходят дальнейшие морфологические и функциональные нарушения, включая развитие стромальных помутнений, формирование рубцовых изменений и значительное снижение остроты зрения [2].

Эти изменения возникают вследствие нарушения каркасной функции роговицы за счет снижения ее биомеханических свойств. Преимущественно в центральной зоне роговицы происходит нарушение регулярности расположения волокон, что обусловлено анатомической особенностью — в этой зоне поперечные связи между коллагеновыми волокнами выражены слабее и подвержены деструкции в большей степени. При лечении начальных стадий КК общепризнанным «золотым стандартом» является процедура кросслинкинга роговичного коллагена (КРК). Данная методика была впервые разработана и внедрена профессором Тео Зайлером.

Классический протокол проведения кросслинкинга предполагает использование фотосенсибилизирующего вещества — раствора рибофлавина (витамин В2) в сочетании с ультрафиолетовым излучением с длиной волны 370 нм и плотностью мощности 3 мВт/см^2, что соответствует суммарной плотности энергии 5,4 Дж/см^2.

Воздействие данной комбинации индуцирует фотохимическую реакцию, приводящую к фотополимеризации коллагеновых волокон стромы роговицы, в результате

усиливаются поперечные межмолекулярные связи между коллагеновыми фибриллами, что сопровождается образованием димеров из двух α-цепей без разрушения коллагеновых белков. Это приводит к повышению биомеханической прочности и стабилизации структуры роговицы [3].

Ряд клинических исследований демонстрируют, что кросслинкинг роговичного коллагена замедляет или тормозит прогрессирование кератоконуса в большинстве случаев. Однако среди многочисленных исследований эффективности кросслинкинга в литературе встречаются упоминания о случаях прогрессирования кератоконуса в течение 6–10 лет после проведенного лечения, что может быть ассоциировано с возможной регенерацией коллагеновых волокон, при этом роговица становится менее «жесткой» и более уязвимой к возможным изменениям [3].

Прогрессирование кератоконуса после ранее проведенного КРК обусловило необходимость оценки эффективности и безопасности повторного вмешательства, однако вследствие ряда ограничений этот метод остается на стадии изучения и требует большего числа исследований.

На базе ФГБНУ «НИИ глазных болезней имени М.М. Краснова» более 6 лет успешно применяют запатентованную методику ускоренного локального кросслинкинга (УЛ-КРК) [7]. Анализ отдаленных результатов показал высокую стабилизирующую эффективность метода, прогрессирование кератоконуса в различные сроки наблюдения было зафиксировано лишь в 2,8 % случаев [3].

В настоящей работе представлен статистический анализ результатов повторных процедур ускоренного локального кросслинкинга роговичного коллагена со сроком наблюдения до трех лет.

Цель исследования: проанализировать эффективность и безопасность проведения повторного кросслинкинга роговичного коллагена методом УЛ-КРК у пациентов с прогрессирующим кератоконусом после выполненного ранее кросслинкинга.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование основано на ретроспективном анализе результатов лечения 11 пациентов: 6 мужчин (54,5 %) и 5 женщин (45,5 %) (12 глаз). Возраст пациентов составил 27 ± 6 лет.

Все пациенты были информированы о наличии рисков хирургического вмешательства, а также об особенностях хода операции и дали добровольное письменное согласие на диагностическое и медицинское вмешательство, а также обработку персональных данных.

Всем пациентам с прогрессирующим кератоконусом I–III степеней (по классификации Amsler-Krumeich) проводили оценку эффективности первичного лечения на основании проведения стандартного офтальмологического обследования и ряда специфических методов исследования (ОКТ роговицы с функцией пахиметрии, кератометрия и топография роговицы (Pentacam AXL (Oculus, Германия)).

Таблица 1. Предоперационные данные (*n* = 12 глаз), M ± σ

Table 1. Preoperative data (*n* = 12 eyes), M ± σ

Показатель / Parameter	
НКОЗ / UCVA	0,32 ± 0,19
МКОЗ / MCVA	0,65 ± 0,11
Cyl	–2,89 ± 1,02
Kmax, дптр / D	53,1 ± 2,42
МТР, мкм / MCT microns	459 ± 19,6
ПЭК, кл/мм2 / ECD cells/mm^2	2455 ± 132

Исходные функциональные и морфофункциональные показатели пациентов (M ± σ) до проведения повторного кросслинкинга представлены в таблице 1.

Средняя некорригированная острота зрения составила 0,32 ± 0,19, максимально корригированная — 0,65 ± 0,11. Исходный цилиндрический компонент был равен –2,89 ± 1,02, максимальная преломляющая сила роговицы — 53,1 ± 2,42 дптр при минимальной толщине 459 ± 19,6 мкм, плотность эндотелиальных клеток — 2455 ± 132 кл/мм^2.

Критериями включения в исследование служили: документированное прогрессирование кератоконуса после ранее выполненного кросслинкинга роговичного коллагена (рост показателей кератометрии, снижение МТР и ухудшение визометрических данных в динамике), отсутствие выраженного стромального помутнения (хейза) после первичного вмешательства, а также высокие функциональные показатели при использовании очковой или контактной коррекции, приверженность пациентов к ношению склеральных линз.

Критериями невключения являлись: низкая острота зрения, наличие системных заболеваний, способных негативно влиять на процессы реэпителизации, период беременности и лактации, воспалительные заболевания роговицы и глазной поверхности, глаукома, проникающие ранения глазного яблока в анамнезе.

Всем пациентам проведена операция кросслинкинга по модификации УЛ-КРК. В основе метода лежит возможность локального воздействия на роговицу, что позволяет создавать в ней зоны увеличенной ригидности по индивидуальному паттерну.

ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Предоперационная подготовка включала стандартную обработку и премедикацию с последующей разметкой зоны эктазии.

На первом этапе выполняли механическую деэпителизацию вершины кератоконуса, не затрагивая центральную оптическую зону. Далее проводили фотосенсибилизацию 0,1 % раствором рибофлавина (на BSS) путем инстилляций каждые 2 минуты в течение 25–30 минут до полного насыщения стромы.

УФ-облучение (375–376 нм) осуществляли при плотности мощности 6 мВт/см^2 с экспозицией 15 минут. Процедуру завершали инстилляцией антибиотика и наложением защитной контактной линзы на 2–3 дня. Послеоперационное

ведение включало применение антибактериальных препаратов (4 раза в день в течение 7 суток) и глюкокортикостероидов по убывающей схеме (3 раза в день в течение 7 дней с полной отменой через 10 дней). С целью пролонгированной регенерации назначали кератопротекторы на срок до 2 месяцев.

Рис. 1. Динамика НКОЗ и МКОЗ до операции и в течение всего периода наблюдения

Fig. 1. Dynamics of UCVA and BCVA before surgery and during the entire observation period

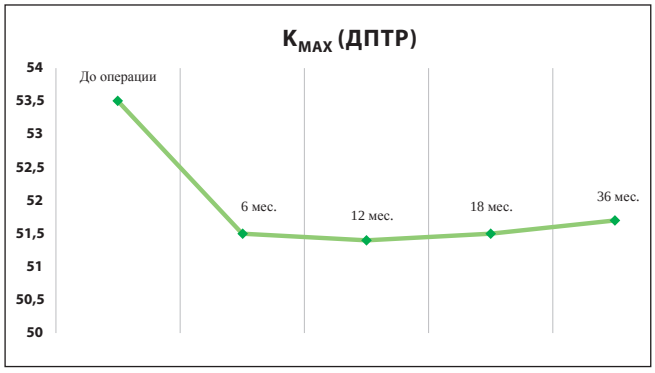


Рис. 2. Динамика КМАХ до операции и в течение всего периода наблюдения

Fig. 2. Dynamics of KMAX before surgery and during the entire observation period

Таблица 2. Данные после повторного УЛ-КРК (M ± σ)

Table 2. Data after repeated UL-KRK (M ± σ)

	До операции / Before surgery	После операции / After surgery/			
		6 мес. / 6 month (*n* = 11)	12 мес. / 12 month (*n* = 11)	18 мес. / 18 month (*n* = 11)	36 мес. / 36 month (*n* = 9)
НКОЗ / UCVA	0,32 ± 0,19	0,45 ± 0,08	0,50 ± 0,12	0,48 ± 0,09	0,55 ± 0,15
МКОЗ / MCVA	0,65 ± 0,11	0,68 ± 0,11	0,70 ± 0,16	0,70 ± 0,11	0,66 ± 0,16
Cyl	–2,89 ± 1,02	–2,34 ± 0,95	–1,87 ± 1,15	–1,90 ± 0,88	–1,95 ± 0,77
Kmax, дптр / D	53,10 ± 2,42	51,30 ± 3,09	51,10 ± 2,78	51,50 ± 2,98	51,90 ± 1,09
МТР, мкм / MCT microns	459,0 ± 19,6	448,0 ± 12,1	450,0 ± 16,7	455,0 ± 13,9	453,8 ± 14,2
ПЭК, кл/мм² / ECD cells/mm²	2455 ± 132	2357 ± 115	2391 ± 102	2371 ± 144	2327 ± 121

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ранний послеоперационный период в первые часы сопровождался корнеальным синдромом, который полностью был купирован через 4–6 часов. Помимо этого, наблюдались снижение остроты зрения и жалобы на ощущение «тумана» из-за отека роговицы, однако через 1,5 месяца зафиксирована стабилизация показателей до предоперационных. Анализ результатов обследования выявил положительную динамику показателей некорригированной остроты зрения и цилиндрического компонента в течение всего периода наблюдения. НКОЗ продемонстрировала постепенный рост с последующей стабилизацией, через 6 месяцев этот показатель составил 0,45 ± 0,08, максимальное значение было получено к 36 месяцу наблюдения и составило 0,55 ± 0,15 (рис. 1). Цилиндрический компонент через 6 месяцев после вмешательства снизился до –2,34 ± 0,95 дптр, достигнув минимума к 12 месяцу наблюдения: 1,87 ± 1,15 дптр. В отдаленном послеоперационном периоде (18 и 36 месяцев) достигнутый результат демонстрировал стабильность: 1,90 ± 0,88 и –1,95 ± 0,77 дптр соответственно. МКОЗ значимо не изменялась в течение всего периода наблюдения — перед операцией ее значение было равно 0,65 ± 0,11, а к 36 месяцу составила 0,66 ± 0,16.

Средний показатель кератометрии (K_{max}) у пациентов снизился с 53,1 ± 2,42 до 51,9 ± 1,09 через 36 месяцев после вмешательства (рис. 2). В среднем уменьшение K_{max} произошло на 1,20 ± 1,33, что отражает стабилизацию роговицы и является благоприятным прогностическим признаком, указывающим на положительную динамику и снижение риска прогрессирования кератоконуса.

Плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) снизилась с 2455 ± 132 до 2357 ± 115 кл/мм² к 6 месяцу наблюдения и до 2327 ± 121 кл/мм² через 36 месяцев после проведенного вмешательства, таким образом, снижение составило 128 кл/мм² (~5,2 %), что соответствует описанным в литературе показателям и не превышает безопасного порога, касающегося функциональной стабильности эндотелия.

Минимальная толщина роговицы составила 459,0 ± 19,6 мкм до УЛ-КРК, снизилась до 448,0 ± 12,1 мкм через 6 месяцев и восстановилась до 453,8 ± 14,2 мкм к 36 месяцу наблюдения. Результаты не выходят за пределы критических изменений в послеоперационном периоде, это может быть связано с минимальными отечно-воспалительными реакциями, которые впоследствии нейтрализуются, динамика демонстрирует долгосрочную стабилизацию.

Динамика функциональных и морфометрических показателей после повторного кросслинкинга роговичного коллагена в течение всего периода наблюдения представлена в таблице 2.

С использованием оптической когерентной томографии переднего сегмента дополнительно осуществлялась

оценка глубины формирования демаркационной линии, показатели которой варьировали в пределах 270–330 мкм. Мониторинг данного показателя осуществляли через 1 и 3 месяца после вмешательства. К 6 месяцу наблюдения визуализация линии была затруднена в связи с завершением процессов ремоделирования стромы.

Специфических осложнений, не встречаемых после проведения классического протокола кросслинкинга, за весь период наблюдения нами обнаружено не было. Однако у части пациентов отмечено более выраженное течение стандартных послеоперационных проявлений. Так, у одного пациента отек роговицы сохранялся 1,5 месяца, что превышает среднестатистическое значение. Помимо этого, у двух пациентов был зафиксирован выраженный хейз, который регрессировал после проведения медикаментозной терапии с помощью дексаметазона (0,1 %) и физиотерапевтического лечения, заключавшегося в проведении низкочастотной магнитотерапии на аппарате «Полюс-2М», частота в среднем составляла от 17 до 50 Гц, 2-й уровень интенсивности, длительность 10–15 минут, с добавлением лидазы 1280(МЕ):2, курс 2 недели. Важно отметить, что, несмотря на значимость проявления указанных осложнений, на остроту зрения это не влияло, поскольку зона облучения располагалась вне оптической области роговицы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на то что повторный кросслинкинг роговичного коллагена при прогрессировании кератоконуса после первичного вмешательства на данный момент не является широко распространенной практикой, наши данные свидетельствуют о его высокой клинической эффективности и безопасности. Ограниченное применение данной методики в мировой практике обусловлено прежде всего дефицитом рандомизированных исследований и малой репрезентативностью соответствующей когорты пациентов.

Полученные нами результаты демонстрируют, что повторный УФ-кросслинкинг роговичного коллагена обеспечивает стойкую стабилизацию эктатического процесса и минимальные послеоперационные риски. Данный факт подтверждает обоснованность повторной процедуры у пациентов с верифицированным прогрессированием заболевания, что коррелирует с результатами немногочисленных зарубежных и отечественных клинических наблюдений

Согласно данным Э.Л. Усубова и соавт., установлено, что после трансэпителиального кросслинкинга в течение 24 месяцев в 12 глазах (44 %) отмечалось прогрессирование заболевания, проводился повторный кросслинкинг по стандартному «Дрезденскому протоколу» с высокой эффективностью в виде положительной динамики в 10 случаях (83,3 %), что выражалось в снижении среднего показателя кератометрии в среднем на 1,10 ± 1,25 дптр, роговичного астигматизма — на 1,20 ± 0,31 дптр, толщины роговицы — до 427,0 ± 38,7 мкм, стабилизация процесса имела место в 12 случаях [4]. Клинически значимым изменением в первые 3 месяца наблюдения стало снижение НКОЗ и МКОЗ до 0,15 ± 0,06 и 0,45 ± 0,58 соответственно. Это снижение в первую очередь обусловлено вовлечением оптической зоны в поле облучения, что существенно влияет на остроту зрения. При тех же сроках наблюдения наши результаты показали повышение НКОЗ и МКОЗ до 0,45 ± 0,08 и 0,68 ± 0,11 соответственно. Хотя улучшение НКОЗ не являлось первоочередной задачей нашего исследования, данные свидетельствуют о получении статистически значимого положительного результата, наиболее вероятно, благодаря разработанной нами и использованной методике УЛ-КРК.

При анализе послеоперационных результатов исследования не было выявлено осложнений, отличных от тех, которые могут быть ассоциированы с первичной процедурой кросслинкинга роговичного коллагена. Эти данные полностью коррелируют с выводами, полученными Joelle Antoun и соавт. в ретроспективном анализе, в котором из общего числа обследованных семь глаз (3,17 %) соответствовали критериям прогрессирования заболевания, при этом была убедительно продемонстрирована не только высокая эффективность, но и безопасность повторного кросслинкинга у пациентов с прогрессирующим кератоконусом, что подтверждено на каждом этапе наблюдения посредством топографического исследования [5]

В ходе нашего исследования, как и у других авторов, не было зафиксировано ни одного случая клинически значимого уменьшения плотности эндотелиальных клеток с развитием вторичной дистрофии роговицы.

Несмотря на эффективность повторного кросслинкинга роговицы в стабилизации прогрессирующего кератоконуса, клиническая практика выявляет ряд ограничений, влияющих на подбор пациентов и протокол процедуры. Эти факторы определяют применимость метода и требуют тщательного отбора случаев для минимизации рисков [8–15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из предоставленных нами данных на период наблюдений в течение 3 лет после повторно проведенного кросслинкинга роговичного коллагена была отмечена стабилизация процесса, несмотря на прогрессирование в дооперационном периоде. Помимо этого, повторный УЛ-КРК показал высокую безопасность метода и его эффективность, в соответствии с этим такая методика может быть рекомендована пациентам с аналогичными исходными данными при условии, что центральная зона остается интактной, а конфигурация роговицы сохраняется стабильной, оставляя возможность контактной коррекции с целью достижения

высокой остроты зрения. Однако несмотря на высокую эффективность и безопасность повторного УЛ-КРК, необходимо большее количество исследований с длительным периодом наблюдения с целью популяризации методики.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Храйстин Х. — разработка и дизайн исследования, получение и анализ данных, написание текста;
Рубайко Е.В. — получение и анализ данных, написание текста;
Макарова М.А. — написание текста;
Осипян Г.А. — редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Слонимский АЮ. Тактика ведения больных при остром кератоконусе. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2004;5(2):75–77.
   Slonimskiy AYu. Tactic of conducting patients with acute keratoconus. Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology. 2004;5(2):75–77 (In Russ.).
2. Бикбов ММ, Халимов АР, Усубов ЭЛ. Ультрафиолетовый кросслинкинг роговицы. Вестник РАМН. 2016;71(3):224–232.
   Bikbov MM, Khalimov AR, Usubov EL. Ultraviolet crosslinking of the cornea. Annals of the Russian academy of medical sciences. 2016;71(3):224–232 (In Russ.). doi: 10.15690/vramn562.
3. Храйстин Х, Осипян ГА, Анисимов СИ, Дзамихова АК, Журиех М. Результаты ускоренного локального кросслинкинга при кератоконусе. Офтальмология. 2023;20(3):437–443.
   Khraistin H, Osipyan GA, Anisimov SI, Dzamikhova AK, Jourieh M. Results of Accelerated Local Cross-Linking in Keratoconus. Ophthalmology in Russia. 2023;20(3):437–443 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-437-443.
4. Усубов ЭЛ. Повторный кросслинкинг роговицы при прогрессирующем кератоконусе. Офтальмология. 2019;16(1S):56–60.
   Usubov EL. Repeated corneal crosslinking in progressive keratoconus. Ophthalmology. 2019;16(1S):56–60 (In Russ.). doi: 10.18908/1816-5095-2019-1S-56-60.
5. Antoun J, Slim E, El Hachem R, Chelala E, Jabbour E, Cherfan G, Jarade EF. Rate of corneal collagen crosslinking redo in private practice: risk factors and safety. J Ophthalmol. 2015;2015:690961. doi: 10.1155/2015/690961.
6. Akkaya Turhan S, Aydın FO, Toker E. Clinical Results of Repeated Corneal Collagen Cross-linking in Progressive Keratoconus. Cornea. 2020 Jan;39(1):84–87. doi: 10.1097/ICO.0000000000002128.
7. Храйстин Х, Осипян ГА, Юсеф Ю, Анисимов СИ, Алхарки Л, Фисенко НВ, Дзамихова АК. Патент на изобретение RU 2804716 C1, 04.10.2023.
   Khraistin H, Osipyan GA, Yusef Yu, Anisimov SI, Alharki L, Fisenko NV, Dzamikhova AK. Patent for invention RU 2804716 C1, 04.10.2023 (In Russ.).
8. Tzamalis A, Diafas A, Vinciguerra R, Ziakas N, Kymionis G. Repeated Corneal Cross-linking (CXL) in Keratoconus Progression After Primary Treatment: Updated Perspectives. Semin Ophthalmol. 2021;36(7):523–530. doi: 10.1080/08820538.2021.1893762.
9. Vinciguerra R, Pagano L, Borgia A, Montericcio A, Legrottaglie EF, Piscopo R, Rosetta P, Vinciguerra P. Corneal Cross-linking for Progressive Keratoconus: Up to 13 Years of Follow-up. Journal of Refractive Surgery. 2020;36(12):838–843. doi: 10.3928/1081597X-20201021-01.
10. Бикбов ММ, Бикбова ГМ, Хабибуллин АФ. «Кросслинкинг» роговичного коллагена в лечении кератоконуса. Вестник офтальмологии. 2011;127(5):21–25.
    Bikbov MM, Bikbova GM, Khabibullin AF. Corneal collagen cross-linking in keratoconus management. Annals of Ophthalmology. 2011;127(5):21–25 (In Russ.).
11. Kuechler SJ, Tappeiner C, Epstein D, Frueh BE. Keratoconus progression after corneal cross-linking in eye with preoperative maximum keratometry values of 58 diopters and steeper. Cornea. 2018;37(11):1444–1448. doi: 10.1097/ICO.0000000000001736.
12. Wittig-Silva C, Chan E, Islam FM, Wu T, Whiting M, Snibson GR. A randomized, controlled trial of corneal collagen cross-linking in progressive keratoconus: three-year results. Ophthalmology. 2014;121(4):812–821. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.10.028.
13. Wu H, Li L, Luo S. Safety and efficacy of repeated crosslinking assisted by transepithelial double-cycle iontophoresis in keratoconus progression after primary corneal crosslinking. Eye. 2021;35(11):3020. doi: 10.1038/S41433-020-01365-1.
14. Бикбов ММ, Суркова ВК, Бикбова ГМ, Зайнуллина НБ. Клинические результаты лечения кератоконуса методом трансэпителиального кросслинкинга роговичного коллагена. Офтальмология. 2016;13(1):4–9.
    Bikbov MM, Bikbova GM, Surkova VK, Zainullina NB. Clinical results of transepithelial corneal collagen crosslinking in patients with keratoconus. Ophthalmology in Russia. 2016;13(1):4–9 (In Russ.).
15. Tabibian D, Kling S, Hammer A, Richoz O, Hafezi F. Repeated Cross-linking After a Short Time Does Not Provide Any Additional Biomechanical Stiffness in the Mouse Cornea In Vivo. J Refract Surg. 2017;33(1):56–60. doi: 10.3928/1081597X-20161006-02.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Храйстин Хусам
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии оптических сред глаза, офтальмохирург
https://orcid.org/0000-0001-6837-8008

Осипян Григорий Альбертович
доктор медицинских наук, заведующий отделом патологии оптических сред глаза, офтальмохирург
https://orcid.org/0000-0002-1056-4331

Рубайко Екатерина Валерьевна
ординатор
https://orcid.org/0009-0009-3069-0077

Макарова Марина Александровна
младший научный сотрудник отдела офтальмореабилитации
https://orcid.org/0000-0002-3238-2336

ABOUT THE AUTHORS

Khraistin K.
PhD, senior researcher, Department of Optical Media Pathology, ophthalmicsurgeon
https://orcid.org/0000-0001-6837-8008

Osipyan Grigory A.
MD, head of the Department of Optical Media Pathology, ophthalmic surgeon
https://orcid.org/0000-0002-1056-4331

Rubayko Ekaterina V.
resident
https://orcid.org/0009-0009-3069-0077

Makarova Marina A.
junior researcher, Department of Ophthalmic Rehabilitation
https://orcid.org/0000-0002-3238-2336

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-287-293

поступила 23.01.26
was received 23.01.26

Факоэмульсификация в глазах с прооперированной глаукомой: проблемы и пути решения

Ю.Н. Юсеф Г.В. Воронин Т.И. Банкурова А.В. Волжанин

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):287–293**

Глаукома и катаракта остаются ведущими причинами снижения зрения и слепоты в России и в мире. При сочетанном течении этих патологий часто требуется последовательное выполнение антиглаукомной операции (АГО) и факоэмульсификации (ФЭ), однако экстракция катаракты представляет угрозу долгосрочной функциональности имеющейся успешной АГО. Это связано с локальной воспалительной реакцией и рубцеванием в зоне оттока водянистой влаги, инициированными операционной травмой в ходе ФЭ. Согласно имеющимся исследованиям в большинстве случаев ФЭ приводит к неудачному исходу АГО, однако количественная оценка декомпенсации уровня внутриглазного давления в разных работах может существенно отличаться. Оптическая когерентная томография фильтрационной подушки после ФЭ демонстрирует ее дегенерацию — уменьшение размеров и рост гиперрефлективной ткани. Ограниченные данные о фемтолазерном сопровождении ФЭ показывают многообещающие результаты за счет снижения операционной травмы. Возможными перспективными подходами являются патогенетически обоснованная ФЭ при закрытоугольной глаукоме и одномоментное выполнение обеих процедур при возможности использования современных микроинвазивных методик в роли АГО. Оптимизация послеоперационной противовоспалительной терапии и применение антиметаболитов с ингибиторами ангиогенеза требуют дальнейшего изучения. Клиническое ведение таких пациентов требует персонализированного подхода, учитывающего уровень офтальмотонуса, стадию глаукомы, морфологию угла передней камеры и индивидуальные особенности восприимчивости к воспалению и рубцеванию.

Ключевые слова: катаракта, глаукома, факоэмульсификация, фильтрационная подушка, МИХГ

Для цитирования: Юсеф Ю.Н, Воронин Г.В., Волжанин А.В., Банкурова Т.И. Факоэмульсификация в глазах с прооперированной глаукомой: проблемы и пути решения. *Офтальмология.* 2026;23(2):287–293. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-287-293

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Phacoemulsification in Eyes with Prior Glaucoma Surgery: Problems and Solutions

Yu.N. Yusef, G.V. Voronin, A.V. Volzhanin, T.I. Bankurova

M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11a, b, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):287–293**

Glaucoma and cataract remain the leading causes of vision loss and blindness in Russia and worldwide. When these conditions coexist, sequential glaucoma surgery and phacoemulsification (PE) are often required. However, cataract extraction poses a threat to the long-term functionality of successful bleb. This is due to a local inflammatory reaction and scarring in the filtering bleb area, initiated by surgical trauma during PE. According to existing studies, PE leads to failed glaucoma surgery in most cases; however, quantitative assessments of intraocular pressure decompensation can vary significantly between studies. Optical coherence tomography of the filtration bleb after PE demonstrates its degeneration — a decrease in size and growth of hyperreflective tissue. Limited data on femtosecond laser assisted PE show promising results due to the reduction in surgical trauma. Possible promising approaches include pathogenetically based PE for angle-closure glaucoma and simultaneous performance of both procedures, with the possibility of using modern microinvasive techniques for glaucoma surgery. Optimization of postoperative anti-inflammatory therapy and the use of antimetabolites with angiogenesis inhibitors require further study. Clinical management of these patients requires a personalized approach, taking into account the level of intraocular pressure, the stage of glaucoma, the morphology of the anterior chamber angle, and individual susceptibility to inflammation and scarring.

Keywords: cataract, glaucoma, phacoemulsification, filtering bleb, MIGS

For citation: Yusef Yu.N., Voronin G.V., Volzhanin A.V., Bankurova T.I. Phacoemulsification in Eyes with Prior Glaucoma Surgery: Problems and Solutions. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):287–293. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-287-293

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Глаукома относится к числу ведущих причин необратимой слепоты в мире. По оценкам за 2020 г. среди лиц старше 50 лет глаукома обусловила слепоту в 3,6 млн случаев и снижение остроты зрения до 0,33 и ниже — в 4,1 млн случаев, при этом прогнозируемая численность пациентов с глаукомой к 2040 г. может достигать 111,8 млн человек [1, 2]. В Российской Федерации в 2022 г. было зарегистрировано 1 250 558 больных глаукомой; у 110 680 пациентов диагноз установлен впервые [3]. Несмотря на многофакторную природу заболевания, единственным клинически значимым модифицируемым фактором риска прогрессирования глаукомы остается уровень внутриглазного давления (ВГД).

Катаракта также является одной из наиболее распространенных причин слепоты. В 2020 г. у лиц старше 50 лет катаракта привела к отсутствию зрения в 15,2 млн случаев, а к выраженному снижению остроты зрения до 0,33 и ниже — в 78,8 млн случаев. Более частой причиной частичного ухудшения зрения выступают лишь некорригированные аномалии рефракции [2, 4]. В отличие от глаукомы, снижение зрения при катаракте обратимо: так, малоинвазивная факоэмульсификация (ФЭ) помутневшего хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы является «золотым стандартом» лечения катаракты и на сегодняшний день одной из наиболее распространенных операций в мировой офтальмологии [5].

Глаукома и катаракта представляют значимую медико-социальную проблему, ассоциированную со снижением качества жизни и трудоспособности пациентов [6–8]. Наличие катаракты связано с повышенным риском смертности и депрессии [9, 10]; основная доля пациентов с катарактой проживает в развивающихся странах [11]. В связи с этим обеспечение доступности хирургического лечения катаракты и глаукомы рассматривается как важная задача системы здравоохранения [12, 13]. Факохирургия характеризуется высокой стоимостью, однако является экономически эффективной за счет восстановления трудоспособности: так, в США проведение операций у 1,5 млн человек ежегодно оценивается в 3,4 млрд долларов, при этом в последующие 13 лет совокупная окупаемость благодаря экономической активности вследствие восстановления трудоспособности достигает 4567 % [14]. Несмотря на увеличение доступности операции по поводу катаракты, в Китае прогнозируется усиление ее социальной значимости в период до 2030 г. [15]. Число операций экстракции катаракты в мире увеличивается как за счет государственных программ бесплатной факохирургии [16, 17], так и за счет общего снижения стоимости вмешательства. Так, в 2015 г. экстракция катаракты с имплантацией ИОЛ стала дешевле на 34,4 %, чем в 2000 г., и на 85,0 %, чем в 1985 году [14]. В то же время на сегодняшний день снижение заболеваемости отмечается лишь в отдельных странах Латинской Америки [18].

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКЦИИ ХРУСТАЛИКА НА АНТИГЛАУКОМНУЮ ОПЕРАЦИЮ

Механизм действия подавляющего большинства современных антиглаукомных операций (АГО) основан на снижении ВГД (внутриглазного давления) с помощью создания нового пути оттока водянистой влаги в субконъюнктивальное пространство. Несмотря на хороший гипотензивный эффект, критической уязвимостью таких вмешательств является пролиферативная реакция в интрасклеральных и субконъюнктивальных путях оттока, приводящая к прекращению тока влаги с последующим подъемом ВГД [19].

Патогенез репаративных процессов в зоне АГО схож с таковым при других хирургических травмах и состоит из воспалительной, пролиферативной и фазы ремодуляции [20]. Факторами риска неудачного исхода АГО, таким образом, становятся состояния, стимулирующие воспалительный ответ: местная вялотекущая воспалительная реакция, молодой возраст и т. п., последующие оперативные вмешательства, в том числе экстракция катаракты [21]. В классификации факторов риска неудачи при операции по поводу рефрактерной глаукомы, созданной В.П. Еричевым и А.М. Бессмертным (2005), «афакичная (артифакичная) глаукома» включена во 2-ю степень риска из трех [22]. Воспалительный механизм является доминирующим в дисфункции фильтрационной зоны, второстепенным механизмом может быть уменьшение тока влаги через фильтрационную подушку из-за усиления увеосклерального оттока вследствие воспалительной реакции [23].

Несмотря на малую травматичность ФЭ, при объективной оценке воспалительной реакции в передней камере путем фотометрии признаки воспаления могут определяться до полугода после вмешательства [24] (этот же метод показывает значительно бóльшую и длительную реакцию после экстракапсулярной экстракции [25]). Тем не менее, несмотря на значительно меньшую операционную травму при ФЭ по сравнению с трабекулэктомией, объективная оценка влаги передней камеры показывает сравнимую реакцию в ранние сроки [26]. Воспалительная реакция коррелирует с параметрами ФЭ: общим объемом энергии, временем работы ультразвука и прочими факторами [27]. В свою очередь, у пациентов с глаукомой чаще наблюдается ригидный зрачок и слабость связочного аппарата хрусталика, что требует дополнительных манипуляций и увеличивает операционную травму [28]. Интраоперационная травма радужки при факохирургии была выделена как отдельный фактор риска декомпенсации ВГД в исследовании, непосредственно сравнивающем влияние ФЭ и экстракапсулярной экстракции катаракты на АГО [29]. Стимулирование местного воспалительного ответа инициирует пролиферативные процессы в путях оттока АГО и приводит к повышению ВГД.

ОТКАЗ ОТ ОПЕРАЦИИ ПО ПОВОДУ ГЛАУКОМЫ КАК ПЕРВИЧНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

В ряде клинических ситуаций с компенсированным или умеренно повышенным ВГД целесообразно выполнение ФЭ первым этапом, что нивелирует проблему экстракции катаракты как фактора риска неудачи АГО. Так, при первичном закрытии угла передней камеры глаза и закрытоугольной глаукоме факохирургия является патогенетически обоснованным вмешательством, позволяющим достичь открытия угла передней камеры (УПК). При этом морфометрические параметры УПК до операции являются четкими предикторами снижения ВГД после операции [30], а сам гипотензивный эффект при этом более выражен, чем после лазерной иридэктомии [31–33].

Другим вариантом тактики ведения, нивелирующим влияние факохирургии на АГО, является одномоментная ФЭ и АГО. Ранее такой подход не был распространен по соображениям травматичности. Так, Кохрановский обзор 2015 г., включивший 657 глаз, не показал явного преимущества одномоментного вмешательства по сравнению с ФЭ без антиглаукомного компонента в плане контроля ВГД [34]. Однако в настоящее время такой подход переживает ренессанс благодаря развитию микроинвазивного хирургического вмешательства при глаукоме (МИХГ; microinvasive glaucoma surgery, MIGS). Очевидным преимуществом такого подхода является снижение травматичности благодаря одномоментному выполнению двух процедур. Тем не менее в случае применения распространенных методик МИХГ, основанных на «обходе» трабекулярной сети (iStent, Hydrus, Kahook Dual Blade и им подобные), гипотензивный эффект может быть ограничен, что является критичным при далекозашедшей стадии глаукомы [35, 36]. Отчасти эта проблема может быть решена за счет использования дренажа, направленного на создание субконъюнктивальной фильтрационной подушки (XEN, Preserflo), однако, как и традиционные вмешательства, при этих методах имеется риск рубцевания.

Общей проблемой для МИХГ, приблизившейся к решению только в последние годы, является отсутствие долгосрочных данных об эффективности и безопасности [37]. Помимо этого, метаанализ 2025 г., объединивший данные 669 глаз после МИХГ, показал значительный разброс результатов исследований и их методологического уровня [38].

ВЛИЯНИЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА ПО ПОВОДУ КАТАРАКТЫ НА АГО: КЛИНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

На сегодняшний день есть множество исследований, посвященных оценке влияния ФЭ на функциональность имеющейся АГО. Их результаты объединены в ряде обзорных работ [39–42], в которых авторы приходят к схожим результатам, касающимся того, что экстракция катаракты в большинстве случаев ухудшает долгосрочный

прогноз функциональности АГО. В отличие от экстракапсулярной экстракции катаракты, ассоциирующейся с явным деструктивным эффектом в отношении новых путей оттока [43, 44], количественная оценка влияния ФЭ варьирует в различных исследованиях. Так, в некоторых работах вообще не было обнаружено влияния ФЭ на ВГД в глазах с прооперированной глаукомой [23, 45]; в другом исследовании, напротив, использование медикаментозного лечения в течение 5,5 лет потребовалось в 28,7 % случаев ФЭ после АГО по сравнению с 15,7 % в группе АГО без ФЭ [46].

Оптическая когерентная томография фильтрационной подушки наравне с уровнем ВГД позволяет объективизировать состояние хирургических путей оттока. Исследования с применением этого метода показывают деструктивное влияние ФЭ на фильтрационную зону: фильтрационная подушка уменьшается в размерах и объеме. Уже в первый месяц после ФЭ фильтрационная зона, определяемая как гипорефлективное пространство под конъюнктивой, уменьшается примерно на четверть и сохраняется в таком состоянии в течение первого года [47]. При наблюдении в течение нескольких лет доля уплощенных фильтрационных подушек в выборке из 98 глаз увеличилась более чем вдвое [48].

В настоящее время существует единственное исследование, посвященное влиянию ФЭ с фемтолазерным сопровождением на предшествующую АГО, в котором было показано снижение ВГД с 14,5 ± 6,6 до 13,5 ± 3,7 мм рт. ст., а количество принимаемых антиглаукомных препаратов — с 2,1 ± 1,5 до 1,8 ± 1,4 [49]. Возможно, такой результат может быть обусловлен значительно сниженной травматичностью ФЭ с фемтолазерным сопровождением.

ПУТИ РЕШЕНИЯ

Необходимость ФЭ после АГО часто бывает актуальной клинической ситуацией, хотя данные о катарактогенном эффекте трабекулэктомии отличаются [50–52]. Так, согласно разным исследованиям, развитие катаракты в течение 7 лет после трабекулэктомии происходит в 20–52 % случаев [42] либо в половине случаев в течение 5 лет после трабекулэктомии [40]. Хотя очевидным вариантом решения является максимизация периода между АГО и ФЭ, определить оптимальный срок между операциями непросто. Так, степень риска неудачи трабекулэктомии (hazard ratio, отношение вероятности в одной группе по отношению к другой) при ФЭ через 6 месяцев составляет 3, через 1 год — 1,73, еще через год — 1,32 [50]. В других исследованиях рекомендуются сроки в 12 месяцев [53] или 1–2 года [40].

Общие принципы местной противовоспалительной терапии после ФЭ и АГО схожи и включают в себя использование глюкокортикостероидов (ГКС) и нестероидных противовоспалительных препаратов (НПВП) по убывающим схемам. Послеоперационное применение ГКС положительно влияло на долгосрочный успех АГО спустя 5 [54] и 10 лет [55]. Положительное влияние как до-, так и послеоперационного применения ГКС на АГО подтверждается в метаанализе 2019 г., в который было включено 7 рандомизированных исследований с 342 больными, при этом системное применение ГКС либо создание депо препарата путем субконъюнктивального или субтенонового введения не увеличивало эффективность лечения [56]. Выбору оптимальной тактики противовоспалительной терапии после экстракции катаракты посвящено большое количество исследований: в факохирургии актуальность этого вопроса обусловлена профилактикой развития синдрома Ирвина — Гасса и экссудативно-воспалительной реакции передней камеры. Тем не менее Кохрановский обзор 48 исследований не показал явного преимущества НПВП, ГКС или их комбинации после ФЭ [57]. В хирургии глаукомы ГКС явно играют бóльшую роль: на сегодняшний день данные о влиянии НПВП в комбинации с ГКС на исход АГО противоречивы [56, 58].

Перспективным направлением является персонализированный подбор местной противовоспалительной терапии на основе генетических исследований [59]. Другим перспективным, но малоизученным вариантом является выполнение ФЭ на более ранних стадиях катаракты с целью снижения времени работы ультразвука с целью минимизации операционной травмы. Однако в настоящее время данные о зависимости общего объема рассеиваемой энергии от плотности катаракты противоречивы [60, 61].

Использование местных антиметаболитов и ингибиторов ангиогенеза (анти-VEGF) в дополнение к ГКС и НПВС может значительно улучшить прогноз АГО [62]. Тем не менее Кохрановские обзоры 2014 [63] и 2021 г. [64] не обнаружили сравнительных рандомизированных исследований по оценке применения антиметаболитов или анти-VEGF препаратов в ходе ФЭ для улучшения прогноза присутствующей АГО. Имеющиеся работы на эту тему дают противоречивые результаты [65, 66].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глаукома и катаракта представляют две наиболее значимые причины слепоты, создавая существенное бремя для систем здравоохранения, при этом частой клинической ситуацией является необходимость последовательного выполнения АГО и ФЭ. Экстракция катаракты является потенциальной угрозой функциональности имеющейся успешной АГО вследствие локального воспалительного ответа и рубцевания в зоне оттока. Согласно текущим клиническим данным, в большинстве случаев ФЭ ухудшает долгосрочный прогноз функциональности АГО.

Перспективными способами отказа от такой последовательности вмешательств являются патогенетически обоснованная ФЭ при закрытоугольной глаукоме или одномоментное выполнение обеих процедур с МИХГ в роли антиглаукомного компонента. Тем не менее пока эти подходы нельзя распространить на большинство пациентов с сочетанием катаракты и глаукомы.

Хотя фармакологические подходы к послеоперационному ведению в целом известны, они требуют дальнейшего изучения и оптимизации. Так, местное применение антиметаболитов и ингибиторов ангиогенеза может быть перспективным направлением, но требует проведения дополнительных исследований. Необходимо более детальное изучение влияния техники ФЭ: хотя время работы ультразвука и объем поглощенной энергии могут ассоциироваться с выраженностью воспалительного ответа и последующим рубцеванием, эта взаимосвязь на текущий момент не изучена. Фемтолазерное сопровождение ФЭ продемонстрировало многообещающие результаты в единственном исследовании, однако имеется необходимость в дальнейшей валидации.

В настоящее время отсутствует единый универсальный подход к лечению сочетания катаракты и глаукомы. Клиническое ведение таких пациентов требует персонализированного подхода, учитывающего степень компенсации ВГД, состояние угла передней камеры и ряд прочих индивидуальных особенностей. Это направление может быть расширено в перспективных работах, посвященных генотипическому исследованию восприимчивости к противовоспалительной терапии и склонности к рубцовой реакции. Тем не менее пока такие исследования находятся на экспериментальной стадии, а большинство имеющихся работ посвящено клиническим аспектам, в частности последовательному или одномоментному применению МИХГ.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Ю.Н. — концепция работы, утверждение финальной версии;
Воронин Г.В. — концепция работы, редактирование, анализ данных;
Волжанин А.В. — сбор и анализ данных, написание и редактирование работы;
Банкурова Т.И. — сбор и анализ данных, написание работы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. Ophthalmology. 2014;121(11):2081–2090. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
2. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. Lancet Glob Health. 2021;9(2):e144–e160. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30489-7.
3. Нероев ВВ, Михайлова ЛА, Малишевская ТН, Петров СЮ, Филиппова ОМ. Эпидемиология глаукомы в Российской Федерации. Российский офтальмологический журнал. 2024;17(3):7–12.
Neroev VV, Mikhaylova LA, Malishevskaya TN, Petrov SYu, Filippova OM. Glaucoma epidemiology in the Russian Federation. Russian Ophthalmological Journal. 2024;17(3):7–12 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-3-7-12.
4. Lee CM, Afshari NA. The global state of cataract blindness. Curr Opin Ophthalmol. 2017;28(1):98–103. doi: 10.1097/ICU.0000000000000340.
5. Hashemi H, Fayaz F, Hashemi A, Khabazkhoob M. Global prevalence of cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol. 2025;36(1):10–17. doi: 10.1097/ICU.0000000000001092.
6. Assi L, Chamseddine F, Ibrahim P, Sabbagh H. A Global Assessment of Eye Health and Quality of Life: A Systematic Review of Systematic Reviews. JAMA Ophthalmol. 2021;139(5):526–541. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2021.0146.
7. Кантемирова РК, Мамедова ИД, Клюшникова ЕВ, Трофимова СВ. Качество жизни пациентов с катарактой как важнейшая медико-социальная детерминанта в пожилом и старческом возрасте. Физическая и реабилитационная медицина. 2020;2(4):65–74.
Kantemirova RK, Mamedova ID, Klyuschnikova EV, Trofimova SV. Quality of life of patients with cataract as the most important medical and social determinant in the elderly and old age. Physical and rehabilitation science. 2020;2(4):65–74 (In Russ.). doi: 10.26211/2658-4522-2020-2-4-65-74.
8. Бойко ЭВ, Сысоев ВН, Новик АА, Кузьмичева ОВ. Качество жизни и психологический статус больных с глаукомой и катарактой. Глаукома. 2010;1:21–25.
Boiko AV, Syisoev VN, Novik AA, Kuzmitchova OV. Quality of life and phsychological status of patients suffering from glaucoma and cataract. Glaukoma. 2010;1:21–25 (In Russ.).
9. Hong T, Mitchell P, Burlutsky G, Gopinath B, Liew G, Wang JJ. Visual impairment and depressive symptoms in an older Australian cohort: longitudinal findings from the Blue Mountains Eye Study. Br J Ophthalmol. 2015;99(8):1017–1021. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-306308.
10. Thomas BJ, Sanders DS, Oliva MS, Orrs MS. Blindness, cataract surgery and mortality in Ethiopia. Br J Ophthalmol. 2016;100(9):1157–1162. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-308328.
11. Isaacs R, Ram J, Apple D. Cataract blindness in the developing world: is there a solution? J Agromedicine. 2004;9(2):207–220.
12. Денкевиц МН, Малов ВМ, Ерошевская ЕБ, Малов ИВ. Влияние экстракции возрастной катаракты в амбулаторных условиях и стационаре на качество жизни больных. Вестник Оренбургского государственного университета. 2010;12-2(118):30–32.
Denkevits MN, Malov VM, Eroshevskaya EB, Malov IV. The influence of the senile cataract extraction in the outpatient setting and hospital on patient life quality. Vestnik Orenburg State University. 2010;12-2 (118):30–32 (In Russ.).
13. Кудрявцева ЮВ, Гаврилова ИА, Подыниногина ВВ. Особенности амбулаторной хирургии в условиях бюджетного учреждения здравоохранения. Современные технологии в офтальмологии. 2018;(5):317–318.
Kudryavtseva YuV, Gavrilova IA, Podyninogina VV. Features of outpatient surgery in a public healthcare settings. Modern technologies in ophthalmology. 2018;(5):317–318 (In Russ.).
14. Thompson J, Lakhani N. Cataracts. Prim Care. 2015;42(3):409–423. doi: 10.1016/j.pop.2015.05.012.
15. Wu TH, Jiang B, Liu WM, Li JQ, Song ZY, Lu PR. Time trends and gender disparities of Chinese cataract burden and their predictions. Int J Ophthalmol. 2023;16(9):1527–1534. doi: 10.18240/ijo.2023.09.21.
16. Rao GN. The Barrie Jones Lecture-Eye care for the neglected population: challenges and solutions. Eye (Lond). 2015;29(1):30–45. doi: 10.1038/eye.2014.239.
17. Lin H, Lin D, Long E, Jiang H. Patient participation in free cataract surgery: a cross-sectional study of the low-income elderly in urban China. BMJ Open. 2016;6(4):e011061. doi: 10.1136/bmjopen-2016-011061.
18. Batlle JF, Lansingh VC, Silva JC, Eckert KA, Resnikoff S. The cataract situation in Latin America: barriers to cataract surgery. Am J Ophthalmol. 2014;158(2):242–250 e241. doi: 10.1016/j.ajo.2014.04.019.
19. Петров СЮ, Сафонова ДМ. Современная концепция избыточного рубцевания в хирургии глаукомы. Офтальмология. 2015;12(4):9–17.
Petrov SYu, Safonova DM. The modern concept of wound healing in glaucoma surgery. Ophthalmology in Russia. 2015;12(4):9–17 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2015-4-9-17.
20. Юсеф ЮН, Антонов АА, Суббот АМ, Виткова ИИ. Проблема избыточного рубцевания в хирургии глауком. Часть 1: Современные представления о раневом процессе при антиглаукомных операциях. Национальный журнал глаукома. 2025;24(2):84–92.
Yusef YuN, Antonov AA, Subbot AM, Vitkova II. Excessive scarring in glaucoma surgery. Part 1: Current concepts of wound healing in glaucoma surgery. National Journal glaucoma. 2025;24(2):84–92 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2025-24-2-84-92.
21. Абудайяк Бахаа АМ, Николаенко ВП. Воспаление и фильтрующая хирургия глаукомы. Часть 1: факторы риска неудачи операции. Национальный журнал глаукома. 2025;24(4):59–69.
Abudayyak Bahaa AM, Nikolaenko VP Inflammation and glaucoma filtration surgery. Part 1: risk factors for surgical failure. National Journal glaucoma. 2025;24(4):59–69 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2025-24-4-59-69.
22. Бессмертный АМ. К вопросу о дифференцированном хирургическом лечении основных форм рефрактерной глаукомы. РМЖ Клиническая офтальмология. 2005;2:80–82.
Bessmertniy AM. To the question on the differentiated surgical treatment of basic forms refractory glaucoma. RMJ Clinical Ophthalmology. 2005;2:80–82 (In Russ.).
23. Inal A, Bayraktar S, Inal B, Bayraktar Z, Yilmaz OF. Intraocular pressure control after clear corneal phacoemulsification in eyes with previous trabeculectomy: a controlled study. Acta Ophthalmol Scand. 2005;83(5):554–560. doi: 10.1111/j.1600-0420.2005.00497.x.
24. Siriwardena D, Kotecha A, Minassian D, Dart JK, Khaw PT. Anterior chamber flare after trabeculectomy and after phacoemulsification. Br J Ophthalmol. 2000;84(9):1056–1057. doi: 10.1136/bjo.84.9.1056.
25. Chee SP, Ti SE, Sivakumar M, Tan DT. Postoperative inflammation: extracapsular cataract extraction versus phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 1999;25(9):1280–1285. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00161-3.
26. Ahmed Y, Erichsen JH, Ahmadzadeh A, Holm LM, Kessel L, Bach-Holm D. Anterior chamber flare and central macular thickness after trabeculectomy versus after phacoemulsification. Acta Ophthalmol. 2025. doi: 10.1111/aos.70032. Online ahead of print.

27. Cakir I, Altan C, Yalcinkaya G, Ozveren M, Kabakci AK, Taskapili M. Evaluation of post phacoemulsification inflammation in eyes with and without pseudoexfoliation syndrome according to phaco parameters via laser flare photometry. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2022;38:102805. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.102805.
28. Ивачёв ЕА. Особенности хирургии катаракты и послеоперационного периода у пациентов с глаукомой. Обзор литературы (сообщение 1). Национальный журнал глаукома. 2022;21(3):49–56.
Ivachev EA. Features of cataract surgery and the postoperative period in patients with glaucoma (part 1). National Journal glaucoma. 2022;21(3):49–56 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-3-49-56.
29. Chen PP, Weaver YK, Budenz DL, Feuer WJ, Parrish RK 2nd. Trabeculectomy function after cataract extraction. Ophthalmology. 1998;105(10):1928–1935. doi: 10.1016/S0161-6420(98)91044-2.
30. Курышева НИ, Померанцев АЛ, Родионова ОЕ, Шарова ГА. Результаты применения метода машинного обучения в определении предикторов гипотензивной эффективности ленсэктомии у больных с первичным закрытием угла передней камеры. Национальный журнал глаукома. 2024;23(1):3–11.
Kurysheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OE, Sharova GA. The results of using the machine learning method in determining the predictors of hypotensive efficacy of lens extraction in patients with primary angle closure. National Journal glaucoma. 2024;23(1):3–11 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2024-23-1-3-11.
31. Курышева НИ, Померанцев АЛ, Родионова ОЕ, Шарова ГА. Персонализированное лечение первичного закрытия угла передней камеры. Национальный журнал глаукома. 2024;23(2):11–18.
Kurysheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OYe, Sharova GA. Personalized treatment of primary angle closure. National Journal glaucoma. 2024;23(2):11–18 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2024-23-2-11-18.
32. Yan C, Han Y, Yu Y, Wang W. Effects of lens extraction versus laser peripheral iridotomy on anterior segment morphology in primary angle closure suspect. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2019;257(7):1473–1480. doi: 10.1007/s00417-019-04353-8.
33. Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, Cooper D. Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE): a randomised controlled trial. Lancet. 2016;388(10052):1389–1397. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30956-4.
34. Zhang ML, Hirunyachote P, Jampel H. Combined surgery versus cataract surgery alone for eyes with cataract and glaucoma. Cochrane Database Syst Rev. 2015;2015(7):CD008671. doi: 10.1002/14651858.CD008671.pub3.
35. Oberfeld B, Golsoorat Pahlaviani F, Hall N, Falah-Trzcinski H. Combined MIGS: Comparing Additive Effects of Phacoemulsification, Endocyclophotocoagulation, and Kahook Dual Blade. Clin Ophthalmol. 2023;17:1647–1659. doi: 10.2147/OPTH.S410471.
36. Bicket AK, Le JT, Azuara-Blanco A, Gazzard G. Minimally Invasive Glaucoma Surgical Techniques for Open-Angle Glaucoma: An Overview of Cochrane Systematic Reviews and Network Meta-analysis. JAMA Ophthalmol. 2021;139(9):983–989. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2021.2351.
37. Balas M, Mathew DJ. Minimally Invasive Glaucoma Surgery: A Review of the Literature. Vision (Basel) 2023;7(3):54. doi: 10.3390/vision7030054.
38. Bidiwala S, Jabarkhyl D, Bidiwala K. Outcomes of Minimally Invasive Glaucoma Surgery (MIGS) in Glaucoma Patients With Coexisting Cataract: A Systematic Review and Meta-Analysis. Cureus. 2025;17(1):e77007. doi: 10.7759/cureus.77007.
39. Аветисов СЭ, Еричев ВП, Петров СЮ, Волжанин АВ. Влияние факохирургии на гидродинамику глаза после предшествующей синустрабекулэктомии. Вестник офтальмологии. 2018;138(5-2):99–103. doi: 10.17116/oftalma201813405199.
Avetisov SE, Erichev VP, Petrov SYu, Volzhanin AV. Influence of cataract phacoemulsification on eye hydrodynamics in patients with prior trabeculectomy. Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(5):99–103 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201813405199.
40. Patel HY, Danesh-Meyer HV. Incidence and management of cataract after glaucoma surgery. Curr Opin Ophthalmol. 2013;24(1):15–20. doi: 10.1097/ICU.0b013e32835ab55f.
41. Vass C, Menapace R. Surgical strategies in patients with combined cataract and glaucoma. Curr Opin Ophthalmol. 2004;15(1):61–66. doi: 10.1097/00055735-200402000-00012.
42. Mathew RG, Murdoch IE. The silent enemy: a review of cataract in relation to glaucoma and trabeculectomy surgery. Br J Ophthalmol. 2011;95(10):1350–1354. doi: 10.1136/bjo.2010.194811.
43. Casson RJ, Riddell CE, Rahman R, Byles D, Salmon JF. Long-term effect of cataract surgery on intraocular pressure after trabeculectomy: extracapsular extraction versus phacoemulsification. J Cataract Refract Surg. 2002;28(12):2159–2164. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01501-8.
44. Manoj B, Chako D, Khan MY. Effect of extracapsular cataract extraction and phacoemulsification performed after trabeculectomy on intraocular pressure. J Cataract Refract Surg. 2000;26(1):75–78. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00321-1.
45. Park HJ, Kwon YH, Weitzman M, Caprioli J. Temporal corneal phacoemulsification in patients with filtered glaucoma. Arch Ophthalmol. 1997;115(11):1375–1380.
46. Longo A, Uva MG, Reibaldi A, Avitabile T, Reibaldi M. Long-term effect of phacoemulsification on trabeculectomy function. Eye (Lond). 2015;29(10):1347–1352. doi: 10.1038/eye.2015.108.
47. Narita A, Morizane Y, Miyake T, Sugihara K. Impact of Cataract Surgery on Filtering Bleb Morphology Identified Via Swept-source 3-dimensional Anterior Segment Optical Coherence Tomography. J Glaucoma. 2019;28(5):433–439. doi: 10.1097/IJG.0000000000001204.
48. Yalçınkaya G, Altan C, Çakmak S, Başarır B. Effect of phacoemulsification surgery on intraocular pressure and function of bleb after trabeculectomy. Int Ophthalmol. 2021;41(1):185–193. doi: 10.1007/s10792-020-01565-4.
49. Salimi A, Qi SR, Harasymowycz P. Femtosecond Laser-assisted Cataract Surgery in Patients With Prior Glaucoma Surgery. J Glaucoma. 2022;31(7):547–556. doi: 10.1097/IJG.0000000000002034.
50. Husain R, Liang S, Foster PJ, Gazzard G. Cataract surgery after trabeculectomy: the effect on trabeculectomy function. Arch Ophthalmol. 2012;130(2):165–170. doi: 10.1001/archophthalmol.2011.329.
51. Arimura S, Iwasaki K, Gozawa M, Takamura Y, Inatani M. Trabeculectomy followed by phacoemulsification versus trabeculectomy alone: The Collaborative Bleb-Related Infection Incidence and Treatment Study. PLoS One 2019;14(10):e0223439. doi: 10.1371/journal.pone.0223439.
52. Nguyen DQ, Niyadurupola N, Tapp RJ, O'Connell RA, Coote MA, Crowston JG. Effect of phacoemulsification on trabeculectomy function. Clin Exp Ophthalmol. 2014;42(5):433–439. doi: 10.1111/ceo.12254.
53. Awai-Kasaoka N, Inoue T, Takihara Y, Kawaguchi A. Impact of phacoemulsification on failure of trabeculectomy with mitomycin-C. J Cataract Refract Surg. 2012;38(3):419–424. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.09.035.
54. Roth SM, Spaeth GL, Starita RJ, Birbillis EM, Steinmann WC. The effects of postoperative corticosteroids on trabeculectomy and the clinical course of glaucoma: five-year follow-up study. Ophthalmic Surg. 1991;22(12):724–729.
55. Araujo SV, Spaeth GL, Roth SM, Starita RJ. A ten-year follow-up on a prospective, randomized trial of postoperative corticosteroids after trabeculectomy. Ophthalmology. 1995;102(12):1753–1759. doi: 10.1016/s0161-6420(95)30797-x.
56. Almatlouh A, Bach-Holm D, Kessel L. Steroids and nonsteroidal anti-inflammatory drugs in the postoperative regime after trabeculectomy — which provides the better outcome? A systematic review and meta-analysis. Acta Ophthalmol. 2019;97(2):146–157. doi: 10.1111/aos.13919.
57. Juthani VV, Clearfield E, Chuck RS. Non-steroidal anti-inflammatory drugs versus corticosteroids for controlling inflammation after uncomplicated cataract surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2017;7(7):CD010516. doi: 10.1002/14651858.CD010516.pub2.
58. Ahmadzadeh A, Kessel L, Schmidt BS, Kolko M, Bach-Holm D. Steroids and/or Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs as Postoperative Treatment after Trabeculectomy-12-Month Results of a Randomized Controlled Trial. J Clin Med. 2024;13(3). doi: 10.3390/jcm13030887.
59. Yu-Wai-Man C, Khaw PT. Personalized Medicine in Ocular Fibrosis: Myth or Future Biomarkers. Adv Wound Care (New Rochelle). 2016;5(9):390–402. doi: 10.1089/wound.2015.0677.
60. Ou Y, Wang Y, Wu T. Comparison of ultrasound energy consumption between low-energy femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phacoemulsification cataract surgery in patients with different cataract densities. Eur J Ophthalmol. 2023;33(3):1373–1379. doi: 10.1177/11206721221147952.
61. Kaur M, Titiyal JS, Surve A, Falera R, Verma M. Effect of Lens Fragmentation Patterns on Phacoemulsification Parameters and Postoperative Inflammation in Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery. Curr Eye Res. 2018;43(10):1228–1232. doi: 10.1080/02713683.2018.1485951.
62. Юсеф Ю, Антонов АА, Суббот АМ, Виткова ИИ, Емец ЕВ, Витков АА. Проблема избыточного рубцевания в хирургии глауком. Часть 2: Противовоспалительная терапия, антиметаболиты, ингибиторы ангиогенеза. Национальный журнал глаукома. 2025;24(3):66–75.
Yusef Yu, Antonov AA, Subbot AM, Vitkova II, Emets EV, Vitkov AA. Excessive scarring in glaucoma surgery. Part 2: Anti-inflammatory therapy, antimetabolites, angiogenesis inhibitors. National Journal glaucoma. 2025;24(3):66–75 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2025-24-3-66-75.
63. Thomas RE, Crichton A, Thomas BC. Antimetabolites in cataract surgery to prevent failure of a previous trabeculectomy. Cochrane Database Syst Rev. 2014;2014(7):CD010627. doi: 10.1002/14651858.CD010627.pub2.
64. Ng WS, Jayaram H. Adjunctive modulation of wound healing during cataract surgery to promote survival of a previous trabeculectomy. Cochrane Database Syst Rev. 2021;8(8):CD013664. doi: 10.1002/14651858.CD013664.pub2.
65. Shahid H, Salmon JF. Use of 5-Fluorouracil injections to reduce the risk of trabeculectomy bleb failure after cataract surgery. J Ocul Pharmacol Ther. 2010;26(1):119–123. doi: 10.1089/jop.2009.0067.
66. Sharma TK, Arora S, Corridan PG. Phacoemulsification in patients with previous trabeculectomy: role of 5-fluorouracil. Eye (Lond). 2007;21(6):780–783. doi: 10.1038/sj.eye.6702327.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юсеф Наим Юсеф
доктор медицинских наук, профессор, директор
https://orcid.org/0000-0003-4043-456X

ABOUT THE AUTHORS

Yusef Yusef N.
MD, Professor, director
https://orcid.org/0000-0003-4043-456X

Воронин Григорий Викторович
доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела патологии оптических сред глаза
https://orcid.org/0000-0002-5769-6593

Волжанин Андрей Вячеславович
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела глаукомы
https://orcid.org/0000-0002-1421-8882

Банкурова Танзила Исаевна
аспирант
https://orcid.org/0000-0002-1672-4666

Voronin Grigory V.
MD, Professor, leading researcher of of the Optical Media Eye Pathology Department
https://orcid.org/0000-0002-5769-6593

Volzhanin Andrey V.
PhD, researcher of the Glaucoma Department
https://orcid.org/0000-0002-1421-8882

Bankurova Tanzila I.
postgraduate
https://orcid.org/0000-0002-1672-4666

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-294-303

поступила 14.05.25
was received 14.05.25

Эффективность транссклеральной микроимпульсной циклофотокоагуляции при различных видах глаукомы

А.В. Малышев[1,2] А.С. Апостолова[1,3] Д.Н. Ловпаче[3,6]
А.А. Сергиенко[1,4], А.Ф. Тешев[1,5], Г.Ю. Карапетов[1,2], М.К. Ашхамахова[1,5], Б.Н. Хацукова[1,5]

[1] ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»
ул. Первомайская, 191, Майкоп, 385000, Республика Адыгея, Российская Федерация

[2] ГБУЗ «Научно-исследовательский институт — Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского»
ул. Первого Мая, 167, Краснодар, 350086, Российская Федерация

[3] Клиника заботы о зрении «3Z»
ул. Красных Партизан, 18, Краснодар, 350047, Российская Федерация,
ул. Бориса Галушкина, 3, Москва, 129301, Российская Федерация

[4] ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Министерства здравоохранения Краснодарского края
пл. Победы, 1, Краснодар, 350007, Российская Федерация

[5] ГБУЗ «Адыгейская республиканская клиническая больница»
ул. Жуковского, 4, Майкоп, 385000, Республика Адыгея, Российская Федерация

[6] Институт клинической медицины ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Островитянова, 1, Москва, 117513, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):294–303**

Транссклеральная микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК) — безопасная методика снижения офтальмотонуса, показавшая свою эффективность при различных вариантах течения глаукомы, в том числе у пациентов с высокой остротой зрения. **Цель:** изучить эффективность применения мЦФК при различных формах глаукомы. **Пациенты и методы.** Проанализированы данные 193 глаз 192 пациентов с декомпенсированной глаукомой (первичная открытоугольная глаукома, вторичная глаукома, неоваскулярная глаукома, в том числе после репозиции ИОЛ, первичная закрытоугольная глаукома) различных стадий, которым была проведена мЦФК. Срок наблюдения составил до 12 месяцев, мЦФК была произведена на приборе Vitra A 810 (Quantel Medical, Франция) с параметрами лазера: энергия W = 2000 мВт, экспозиция цикла 31,3 %, суммарное время воздействия на четыре сектора — 160 сек. **Результаты.** При ПОУГ эффективность мЦФК была высокой — снижение ВГД составило 32 % от исходного к концу наблюдения, при ПЗУГ снижение к концу 6 месяцев — 51–56 % от исходных значений, при вторичной глаукоме к концу периода наблюдения — 37,5 % от исходного ВГД, при неоваскулярной глаукоме — 29 %, однако без достижения целевых значений. Суммарная эффективность мЦФК в группе ПОУГ составила 76,5 %, вторичной глаукомы — 61,5 %, ПЗУГ — 100 %, неоваскулярной глаукомы — 70 %, после репозиции ИОЛ — 76,5 %. При этом разница в результатах между группами не выявлена (p = 0,117). Более эффективна мЦФК оказалась при развитой глаукоме, при которой к концу наблюдения снижение офтальмотонуса составило 40 % от исходного и при далекозашедшей глаукоме –38 % от исходного. Суммарная эффективность мЦФК в группе развитой глаукомы составила 73,3 %, далекозашедшей — 80,3 %, терминальной — 75 %, причем без разницы эффективности между группами (p = 0,938). После проведения мЦФК количество препаратов местной гипотензивной терапии снизилось с 3,09 ± 0,6 до 2,95 ± 0,67 (p = 0,011). При выполнении мЦФК с целью купирования болевого синдрома в 43 глазах результат был достигнут во всех случаях. **Выводы.** мЦФК показала себя как эффективное и безопасное вмешательство при различных видах глаукомы с максимальной эффективностью при ПОУГ и ПЗУГ начальных и развитых стадий. При различных видах вторичной глаукомы гипотензивный эффект был выраженным и стойким, однако в большем количестве глаз — без достижения целевой компенсации. мЦФК может быть также рекомендована для купирования болевого синдрома, дополнительного гипотензивного эффекта и снижения медикаментозной нагрузки при различных формах глаукомы.

Ключевые слова: транссклеральная микроимпульсная циклофотокоагуляция, первичная открытоугольная глаукома, первичная закрытоугольная глаукома, вторичная глаукома, неоваскулярная глаукома, далекозашедшая глаукома, терминальная глаукома

CC BY 4.0

Для цитирования: Малышев А.В., Апостолова А.С., Ловпаче Д.Н., Сергиенко А.А., Тешев А.Ф., Карапетов Г.Ю., Ашхамахова М.К., Хацукова Б.Н. Эффективность транссклеральной микроимпульсной циклофотокоагуляции при различных видах глаукомы. *Офтальмология.* 2026;23(2):294–303. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-294-303

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

Efficiency of Transscleral Micropulse Cyclophotocoagulation in Different Types of Glaucoma

A.V. Malyshev[1,2], A.S. Apostolova[1,3], D.N. Lovpache[3,6], A.A. Sergienko[1,4], A.F. Teshev[1,5], G.Yu. Karapetov[1,2], M.K. Ashkhamakhova[1,5], B.N. Hatsukova[1,5]

[1] Maykop State Technological University
Pervomayskaya str., 191, Maykop, 385000, Adygea Republic, Russian Federation

[2] Scientific Research Institution — S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital No. 1
1st May str., 167, Krasnodar, 350000, Russian Federation

[3] Vision care clinic "3Z"
Krasnykh Partizan str., 18, Krasnodar, 350047, Russian Federation
Boris Galushkin str., 3, Moscow, 129301, Russian Federation

[4] Children's Regional Clinical Hospital
Pobeda sq., 1, Krasnodar, 1350007, Russian Federation

[5] Adygean Republican Clinical Hospital
Zhukovsky str., 4, Maykop, 385000, Adygea Republic, Russian Federation

[6] Pirogov Russian National Research Medical University
Ostrovityanova str., 1, Moscow, 117513, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):294–303

Transscleral micropulse cyclophotocoagulation is a safe method for reducing ophthalmotonus, which has proven its effectiveness in various forms of glaucoma, including patients with high visual acuity. **Purpose:** to study the effectiveness of transscleral micropulse cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) in various types of glaucoma. **Materials and methods.** The data of 193 eyes of 192 patients with decompensated glaucoma (primary open-angle glaucoma, secondary glaucoma, neovascular glaucoma, including after IOL repositioning, primary angle-closure glaucoma) of various stages who underwent MP-TSCPC were analyzed. The observation period was up to 12 months. MP-TSCPC was performed on a Vitra A 810 device (Quantel Medical, France) with the following laser parameters: energy — W = 2000 mW, cycle exposure 31.3 %, total exposure time on four sectors — 160 sec. **Results.** The MP-TSCPC is effective in POAG, where the IOP reduction was 32 % from the initial value by the end of the observation period, as well as in PACG, where the reduction by the end of 6 months was 51–56 % from the initial values. In secondary glaucoma by the end of the observation period — 37.5 % of the initial IOP, but without achieving the target values, including in neovascular glaucoma — 29 %. The total effectiveness of MP-TSCPC in the POAG group was 76.5 %, secondary glaucoma — 61.5 %, PACG — 100 %, neovascular glaucoma — 70 %, after IOL repositioning — 76.5 %. At the same time, no difference in effectiveness was found between the groups (p = 0.117). MP-TSCPC is more effective in advanced glaucoma, where by the end of the observation the hypotensive effect was 40 % of the initial value, and in advanced glaucoma, where it was 38 % of the initial one. The total effectiveness of MP-TSCPC in the advanced glaucoma group was 73.3 %, in advanced glaucoma — 80.3 %, in terminal glaucoma — 75 %, with no difference in effectiveness between the groups (p = 0.938). After MP-TSCPC, the number of drops of local hypotensive therapy decreased from 3.09 ± 0.6 to 2.95 ± 0.67 (p = 0.011). When performing MP-TSCPC to relieve pain in 43 eyes, the result was achieved in all cases. **Conclusion.** MP-TSCPC has proven to be an effective and safe intervention for various types of glaucoma, with maximum effectiveness in the case of POAG and PACG at early and advanced stages. In various types of secondary glaucoma, the hypotensive effect is pronounced and persistent, but in a greater number of eyes without achieving compensation. Also, MP-TSCPC can be recommended for pain relief and reducing the drug load.

Keywords: transscleral micropulse cyclophotocoagulation, primary open-angle glaucoma, secondary glaucoma, advanced glaucoma, terminal glaucoma, primary angle-closed glaucoma, neovascular glaucoma

For citation: Malyshev A.V., Apostolova A.S., Lovpache D.N., Sergienko A.A., Teshev A.F., Karapetov G.Yu., Ashkhamakhova M.K., Hatsukova B.N. Efficiency of Transscleral Micropulse Cyclophotocoagulation in Different Types of Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):294–303. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-294-303

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время старт терапии глаукомы предпочтителен с медикаментозного лечения. Однако в недавнем анализе клинико-эпидемиологических показателей пациентов с первичной открытоугольной глаукомой, поступивших на оперативное лечение в офтальмологический стационар, в сравнении с предыдущими годами оказалось, что среднее число препаратов на момент госпитализации значительно увеличилось по сравнению с данными начала и середины 2000-х гг. Авторы делают вывод о неоправданной медикаментозной гиперкоррекции с отсрочкой более активных методов лечения [1]. Известно, что основной проблемой местной гипотензивной терапии считают низкую приверженность лечению у большинства пациентов. В данном аспекте наиболее надежными методами снижения ВГД можно рассматривать лазерные [2, 3] и хирургические методики [4], в том числе имплантацию современных дренирующих устройств [5].

На сегодняшний день достаточное распространение получила методика лечения глаукомы путем транссклеральной микроимпульсной циклофотокоагуляции (мЦФК), которая сопровождается минимальным количеством осложнений в сравнении с непрерывной методикой циклофотокоагуляции. В сравнительном исследовании мЦФК и непрерывной методики авторы делают вывод, что обе процедуры являются эффективными для снижения ВГД, однако микроимпульсный режим обеспечивает более последовательный и предсказуемый эффект снижения внутриглазного давления с минимальными осложнениями [6].

Одним из возможных механизмов действия мЦФК считают фотодеструкцию пигментированного и непигментированного эпителия цилиарного тела и увеличение дренирования водянистой влаги через увеосклеральный путь при минимальном повреждении окружающих тканей. Благодаря короткой длительности импульса и непродолжительному рабочему циклу температура в клетках эпителия повышается избирательно. В недавнем исследовании были изучены два энуклеированных глазных яблока от пациентов с вторичной рефрактерной глаукомой: один с увеальной глаукомой и отдаленным анамнезом микроимпульсного транссклерального воздействия, а другой — с неоваскулярной глаукомой и недавним анамнезом традиционного непрерывного транссклерального вмешательства. После проведения непрерывного транссклерального вмешательства обнаружен почти полнослойный коагуляционный некроз пигментированного, непигментированного цилиарного эпителия и цилиарной мышцы, а также некроз прилегающих тканей с наличием фибрина в передней камере. После мЦФК отмечалось частичное заживление фиброза цилиарного тела и присутствие некоторых оставшихся жизнеспособными цилиарных отростков [7]. Исследованиями подтверждено, что мЦФК не приводит к изменению пространственных соотношений структур переднего отрезка глаза, что трактуется авторами как минимальная травматичность методики, это позволяет сохранить стабильность анатомии передней камеры глаза, при этом отсутствуют послеоперационные осложнения в раннем и отдаленном периодах наблюдений [8].

При знакомстве с методикой ее применяли в случаях рефрактерной глаукомы у пациентов с невысокими зрительными функциями, однако по мере накопления клинического опыта и отсутствия множества осложнений на данный момент метод с успехом применяется и при ранних стадиях глаукомы у пациентов с высокой остротой зрения [9, 10].

В недавнем обзоре, целью которого явилась оценка эффективности и профиля безопасности процедуры мЦФК по сравнению с непрерывной методикой воздействия для лечения глаукомы, авторы пришли к выводу, что мЦФК при сопоставимых результатах снижения ВГД и меньшем количестве случаев серьезных глазных осложнений может широко использоваться в клинической практике, в том числе на ранних стадиях глаукомы. Однако эффективность метода в детской популяции и при неоваскулярной глаукоме остается менее определенной, что требует дальнейших исследований для установления оптимальных параметров лазерного воздействия для различных типов глаукомы и конкретных групп пациентов с глаукомой [11].

Цель исследования: изучить эффективность применения транссклеральной микроимпульсной циклофотокоагуляции (мЦФК) при различных видах глаукомы.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Были проанализированы данные 193 глаз 192 пациентов с декомпенсированной глаукомой, которым была проведена транссклеральная микроимпульсная циклофотокоагуляция (мЦФК). Срок наблюдения составил до 12 месяцев.

Женщин было 89 (46 %), мужчин — 104 (54 %). Средний возраст составил 65,83 ± 0,85 года.

Характеристика группы представлена в таблице 1.

В категорию вторичной глаукомы была отнесена глаукома при авитрии, при тампонаде витреальной полости силиконовым маслом, увеальная глаукома.

Процедура мЦФК проводилась по нескольким показаниям: для снижения уровня ВГД и сохранения зрительных функций, для купирования болевого синдрома, с органосохраняющей целью при дегенеративных изменениях, для возможности отмены одного из медикаментов при местной медикаментозной непереносимости.

Среди пациентов болевой синдром встречался в 43 глазах. Местная медикаментозная непереносимость лекарственной терапии с необходимостью ее отмены наблюдалась в 38 случаях. Псевдоэксфолиативный синдром осложнял течение глаукомы в 131 глазу (68 % случаев).

Диагностическое обследование при глаукоме включало визометрию, тонометрию, пахиметрию, гониоскопию,

Таблица 1. Характеристика исследуемой группы по различным параметрам

Table 1. Characteristics of the study group according to various parameters

Стадии глаукомы / Stages of glaucoma									
Начальная Initial stage		Развитая Advanced stage		Далекозашедшая Developed stage		Терминальная Terminal stage			
5 (2,5 %)		12 (6 %)		75 (39 %)		98 (51 %)			
Формы глаукомы / Forms of glaucoma									
ПОУГ POAG		ВГ SG		ЮОУГ JOAG		НГ NG		ПЗУГ PACG	рИОЛ rIOL
127 (66 %)		21 (11 %)		2 (1 %)		24 (12,5 %)		13 (6,5 %)	6 (3 %)
Предшествующие вмешательства / Previous procedures									
ФЭК Faco		Лазер Laser		АГО AGS		Лазер + АГО Laser + AGS		Многократно Repeatedly	
74		46		25		11		16	
Терапия до мЦФК / Therapy before MP-TSCPC									
нет	апг + βв + αм	αм + βв + ика	апг + βв + ика	αм + βв	апг + αм + ика	апг+ αм + βв + ика	ика + βв	апг	апг+ βв
3	34	15	48	7	2	61	8	4	10

Примечание: ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома, ВГ — вторичная глаукома, ЮОУГ — ювенильная открытоугольная глаукома, НГ — неоваскулярная глаукома, ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома, рИОЛ — глаукома вследствие дислокации и репозиции ИОЛ, ФЭК — факоэмульсификация катаракты, АГО — антиглаукомное хирургическое вмешательство. АПГ — синтетический аналог простагландина, βв — β-адреноблокатор (Тимолол), αм — α-адреномиметик (Бримонидин), ика — ингибиторы карбоангидразы.

Notes: POAG — primary open-angle glaucoma, SG — secondary glaucoma, JOAG — juvenile open-angle glaucoma, NG — neovascular glaucoma, PACG — primary angle-closure glaucoma, rIOL — glaucoma due to IOL dislocation and reposition, phacoemulsification of cataracts, AGS — antiglaucoma surgery. APG — synthetic prostaglandin analogue, βв — β-blocker (Timolol), αм — α-adrenergic agonist (Brimonidine), ICA — carbonic anhydrase inhibitors

Таблица 2. Показатели офтальмотонуса после мЦФК у пациентов при различных видах глаукомы

Table 2. Ophthalmotonus after MP-TSCPC in patients with different types of glaucoma

Форма глаукомы **Form glaucoma**	**Уровень ВГД / IOP level**							
	Исх. Initial	**1 сут.** **1 day**	**7 сут.** **7 day**	**1 мес.** **1 month**	**2 мес.** **2 month**	**3 мес** **3 month**	**6 мес.** **6 month**	**12 мес.** **12 month**
ПОУГ POAG	37,19 ± 1,18	22,12 ± 0,70 *p* = 0,000	19,01 ± 0,90 *p* = 0,000	22,27 ± 1,05 *p* = 0,000	22,61 ± 1,30 *p* = 0,000	20,96 ± 1,40 *p* = 0,000	24,03 ± 1,20 *p* = 0,000	25,60 ± 2,20 *p* = 0,000
ВГ SG	40,2 ± 2,6	27,4 ± 3,1 *p* = 0,000	26,7 ± 2,9 *p* = 0,000	28,7 ± 2,9 *p* = 0,000	28,0 ± 2,8 *p* = 0,000	29,4 ± 4,6 *p* = 0,005	23,9 ± 5,2 *p* = 0,041	25,1 ± 5,9 *p* = 0,045
НГ NG	51,05 ± 3,6	34,3 ± 2,9 *p* = 0,000	24,2 ± 3,5 *p* = 0,001	34,6 ± 3,9 *p* = 0,000	36,8 ± 4,5 *p* = 0,003	—	36,5 ± 3,5 *p* = 0,053	—
ПЗУГ PACG	39,3 ± 3,1	16,3 ± 2,5 *p* = 0,000	16,2 ± 2,3 *p* = 0,000	17,8 ± 2,2 *p* = 0,000	17,1 ± 1,7 *p* = 0,000	17,4 ± 2,4 *p* = 0,019	19,8 ± 4,6 *p* = 0,031	—
рИОЛ rIOL	41,25 ± 1,7	25,3 ± 3,3 *p* = 0,02	—	17,8 ± 2,7 *p* = 0,005	—	—	20,6 ± 2,3 *p* = 0,007	—

Примечание: *p* — достоверность отличий в сравнении с исходными значениями; ПОУГ — первичная открытоугольная глаукома, НГ — неоваскулярная глаукома, ПЗУГ — первичная закрытоугольная глаукома, рИОЛ — глаукома вследствие дислокации и репозиции ИОЛ.

Notes: *p* — significance of differences compared to baseline values, POAG — primary open-angle glaucoma, SG — secondary glaucoma, NG — neovascular glaucoma, PACG — primary angle-closure glaucoma, rIOL — glaucoma due to IOL dislocation and reposition, phacoemulsification of cataracts.

оптическую когерентную томографию (Cirrus HD-OCT 5000, Carl Zeiss, Германия), стандартную автоматизированную периметрию (САП) на периметре TomeyAP-1000 по программе «глаукома скрининг». Биометрические параметры глаза исследовались на приборе ZeissIOLMaster 700. Стандартная бесконтактная тонометрия проводилась на приборе Reichert 7 CR с возможностью получения роговично-компенсированного давления.

Томографию роговицы и биомеханические параметры измеряли с помощью Pentacam (Oculus) и CorVis ST соответственно.

Микроимпульсная циклофотокоагуляция была произведена с помощью прибора Vitra A 810 (Quantel Medical, Франция). Во время процедуры мЦФК применяли протокол, при котором полусферы (верхнюю и нижнюю) глазной поверхности разделяют на сегменты по квадрантам[1]. Параметры лазерного воздействия составляли: энергия — W = 2000 мВт, экспозиция цикла 31,3 %, суммарное время воздействия на четыре сектора — 160 сек. (по 80 сек. на полусферу). Скорость продвижения по квадранту составила 10 сек. [12]. Операционное поле стандартно обрабатывали раствором антисептика. Анестезиологическое пособие включало местную поверхностную анестезию и введение 2,0 мл анестетика в субтеноновое пространство в нижне-темпоральной зоне по переходной складке. После нанесения разметки в 3 мм от лимба в 4 секторах глазного яблока проводилось микроимпульсное воздействие, исключая зоны 3 и 9 часов. После мЦФК рекомендовано применение

[1] Иошин И.Э., Толчинская А.И. Способ проведения микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции при рефрактерной глаукоме. Патент на изобретение RU 2780277, 21.09.22

раствора левофлоксацина в режиме инстилляций 5 раз в сутки в течение 7 дней, раствора дексаметазона 0,1 % в режиме инстилляций 5 раз в сутки в течение 7 дней, декспантенола 5 % в режиме инстилляций 3 раза в сутки в течение 7 дней.

Контроль офтальмотонуса осуществляли на следующие сутки после мЦФК, через 1 неделю, 1, 2, 3, 6, 12 месяцев после вмешательства.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За успех вмешательства, ориентируясь на литературные данные, мы принимали снижение ВГД более чем на 20 % от исходных значений.

При анализе динамики уровня ВГД после проведения мЦФК у пациентов при различных видах глаукомы были получены следующие результаты (табл. 2).

Из данных таблицы следует, что получен выраженный гипотензивный эффект во всех представленных группах, что позволяет широко рекомендовать процедуру мЦФК при различных видах глаукомы, в том числе при вторичных ее формах, при которых имеется исходно более высокий уровень ВГД. Однако при неоваскулярной и других видах вторичной глаукомы не удалось добиться во многих случаях давления цели, тогда как при ПОУГ и ПЗУГ гипотензивный эффект был достаточным.

Хорошие результаты получены в исследовании, в котором сравнивали применение непрерывной и микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции при неоваскулярной глаукоме, при этом было показано, что успех через 12 месяцев составил 54,5 % в группе непрерывной и 33,3 % в группе мЦФК. В обеих группах получили выраженный гипотензивный эффект, снижение количества местных противоглаукомных препаратов, однако при непрерывной циклофотокоагуляции чаще возникали серьезные осложнения. Авторы сделали вывод, что при обоих методах эффективно снижается ВГД, при этом лучший контроль ВГД в долгосрочной перспективе показала непрерывная циклофотокоагуляция, но со значительно более низким профилем безопасности [13]. При исследовании мЦФК при вторичной рефрактерной глаукоме, развившейся после витрэктомии с эндотампонадой силиконовым маслом, авторы определили успех как снижение исходного ВГД как минимум на 20 % от исходного, которое должно находиться в диапазоне от 10 до 20 мм рт. ст. без повторного сеанса мЦФК в конце наблюдения, который составил 24 месяца. Исследовали 11 глаз, у которых уровень успеха составил 72 % при неизменном количестве противоглаукомных препаратов [14]. Обратим внимание, что исходный уровень ВГД у наших пациентов находился в более высоком диапазоне.

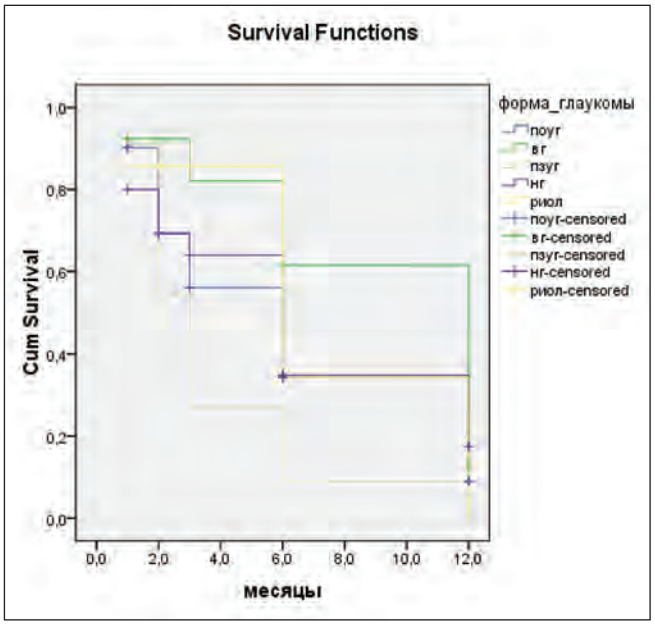


Рис. 1. Суммарная вероятность успеха, полученная метолом Каплана — Майера, при различных видах глаукомы

Fig. 1. Kaplan-Meier cumulative probability of success for different types of glaucoma

По методу анализа Каплана — Майера эффективность мЦФК в группе ПОУГ составила 76,5 %, вторичной глаукомы — 61,5 %, ПЗУГ — 100 %, неоваскулярной глаукомы — 70 %, после репозиции ИОЛ — 76,5 %. При этом разница в эффективности между группами не выявлена, $p = 0{,}117$. Кумулятивная вероятность успеха процедуры мЦФК при различных видах глаукомы представлена на рисунке 1.

Из полученных данных следует, что при неоваскулярной глаукоме чаще, чем при других видах, мЦФК была недостаточно эффективна и декомпенсация наступала в первый месяц после вмешательства. При этом, если гипотензивный эффект был получен, он оказывался стойким в период до 6 месяцев. В подгруппе других видов вторичной глаукомы наблюдался стойкий гипотензивный эффект до 3 месяцев после вмешательства почти в половине случаев (42 %) с сохранением эффективности до конца срока наблюдения. Однако в данной подгруппе с исходно высоким уровнем офтальмотонуса и с учетом возможности снижения его не менее чем на 20 % давления цели у большей части пациентов мы не добились. При ПОУГ, при которой в большем количестве случаев удалось достигнуть давления цели, к концу 3-го месяца наблюдалось снижение эффективности вмешательства у многих пациентов (38 %), вероятно, за счет большого количества случаев с терминальной глаукомой. У пациентов с сохранными зрительными функциями долгосрочный успех вмешательства был выше. У пациентов с гипертензией в ранние сроки (до 3 месяцев) после репозиции ИОЛ количество случаев наблюдения было невысоким, носило больше наблюдательный характер, и эти пациенты выбывали из исследования во времени, но при этом у оставшихся под наблюдением был стойкий продолжительный результат. При ПЗУГ во всех случаях нам удалось добиться давления цели, однако в данной подгруппе был небольшой срок наблюдения, что отражено на характере кривой.

Полученные данные согласуются с выводами в проведенном ранее исследовании, которое включало пациентов с различными типами глаукомы: ПОУГ, ПЭГ, ПЗУГ, ювенильной глаукомой, при этом ЦФК оказалась успешной в 76,8 % случаев. Однако в данной работе пациенты были с периметрической глаукомой, резистентной к местной медикаментозной терапии, и эффект от вмешательства был выше, чем в слепых глазах, а также с неоднократно проведенной мЦФК (до 5 процедур). Авторам удалось добиться снижения ВГД и уменьшения среднего количества гипотензивных препаратов [15].

Данные, отличные от наших, при применении мЦФК в случаях рефрактерной глаукомы получены в исследованиях с исходно более низкими значениями офтальмотонуса [16, 17], при этом отмечено, что мЦФК оказывает выраженный кратковременный гипотензивный эффект. Вероятность успешного исхода была выше в глазах, которым ранее была проведена синустрабекулэктомия [17].

При исследовании эффективности применения мЦФК при ПОУГ в сравнении с вторичной глаукомой получены результаты, представленные в таблице 2.

Из данных таблицы следует, что при ПОУГ исходный уровень офтальмотонуса был ниже, чем при вторичной глаукоме. Гипотензивный эффект при ПОУГ составил в раннем послеоперационном периоде (до 6 месяцев) не менее 37 % от исходного, а к концу периода наблюдения — 32 %. При вторичной глаукоме был получен стойкий гипотензивный эффект, равный 29–33 % от исходного. Полученные результаты согласуются с данными опубликованного исследования на 96 глазах с первичной открытоугольной глаукомой, псевдоэксфолиативной глаукомой и другими типами вторичной глаукомы. Через 12 месяцев показатели успешности в группах с первичной открытоугольной глаукомой, псевдоэксфолиативной глаукомой и вторичной глаукомой составили 68,75, 66,60 и 64,70 % соответственно. Авторы заключают, что микроимпульсная трансскleральная циклофотокоагуляция является в одинаковой степени эффективным методом снижения внутриглазного давления у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой, псевдоэксфолиативной глаукомой и другими типами вторичной глаукомы. Частота повторных операций была выше у пациентов с рефрактерной вторичной глаукомой [18].

В работе 2023 г., в которой оценивали эффективность использования мЦФК у пациентов с различными видами тампонады после витрэктомии, оказалось, что выбор эндотампонады не определяет эффективность методики, а зависит от этиологии заболевания. При этом наименьшая эффективность мЦФК отмечена при гемофтальме и при эндотампонаде силиконовым маслом, тогда как наибольшая эффективность отмечена при пилинге эпиретинальной мембраны и/или операциях по поводу макулярного отверстия [19].

В крупном исследовании, которое включало 141 глаз 136 пациентов с первичной и вторичной глаукомой с исходным ВГД 23,5 ± 9,4 мм рт. ст. и средним количеством гипотензивных препаратов, использованных до операции, 3,3 ± 1,4, показана успешность методики. Среднее послеоперационное истинное ВГД снизилось до 16,8 ± 9,2 мм рт. ст. через 24 месяца наблюдения, а среднее количество использованных препаратов составило 2,2 ± 1,5 [20].

При исследовании гипотензивной эффективности мЦФК при различных стадиях глаукомы получены результаты, представленные в таблице 4.

Таблица 3. Эффективность мЦФК при первичной открытоугольной глаукоме в сравнении со вторичной глаукомой

Table 3. Efficacy of MP-TSCPC in primary open-angle glaucoma compared with secondary glaucoma

Форма глаукомы Form glaucoma	Уровень ВГД / IOP level							
	Исх. Initial	1 сут. 1 day	7 сут. 7 day	1 мес. 1 month	2 мес. 2 month	3 мес. 3 month	6 мес. 6 month	12 мес. 12 month
ПОУГ POAG	37,7 ± 1,2	22,0 ± 0,7 *p* = 0,000	19,0 ± 1,0 *p* = 0,000	22,2 ± 1,0 *p* = 0,000	22,2 ± 1,3 *p* = 0,000	21,0 ± 1,4 *p* = 0,000	23,8 ± 1,2 *p* = 0,000	25,1 ± 2,1 *p* = 0,000
Вторичная глаукома Secondary glaucoma	45,8 ± 2,0	30,1 ± 1,9 *p* = 0,000	24,8 ± 2,1 *p* = 0,000	30,2 ± 2,2 *p* = 0,006	31,8 ± 2,8 *p* = 0,001	32,6 ± 4,0 *p* = 0,001	30,6 ± 3,0 *p* = 0,013	—

Примечание: *p* — достоверность отличий в сравнении с исходными значениями.
Note: *p* — significance of differences compared to baseline values.

Таблица 4. Показатели офтальмотонуса после мЦФК в зависимости от стадии глаукомы

Table 4. Ophthalmotonus after MP-TSCPC depending on the stage of glaucoma

Стадия глаукомы Stages of glaucoma	Уровень ВГД / IOP level							
	Исх. Initial	1 сут. 1 day	7сут. 7 day	1 мес. 1 month	2 мес. 2 month	3 мес. 3 month	6 мес. 6 month	12 мес. 12 month
Развитая Advanced stage	39,1 ± 3,2	19,7 ± 0,9 *p* = 0,000	16,7 ± 1,3 *p* = 0,000	21,2 ± 2,7 *p* = 0,000	19,1 ± 1,9 *p* = 0,000	15,9 ± 2,2 *p* = 0,005	22,8 ± 2,4 *p* = 0,000	19,9 ± 0,7 *p* = 0,001
Далекозашедшая Developed stage	34,3 ± 1,4	19,1 ± 0,7 *p* = 0,000	16,9 ± 0,8 *p* = 0,000	17,6 ± 0,7 *p* = 0,000	19,8 ± 1,0 *p* = 0,000	20,6 ± 1,4 *p* = 0,000	21,5 ± 1,2 *p* = 0,000	19,5 ± 1,4 *p* = 0,000
Терминальная Terminal stage	45,0 ± 1,4	28,5 ± 1,3 *p* = 0,000	23,7 ± 1,5 *p* = 0,000	29,2 ± 1,5 *p* = 0,000	28,8 ± 2,2 *p* = 0,000	28,0 ± 3,0 *p* = 0,000	28,9 ± 2,0 *p* = 0,000	29,3 ± 2,6 *p* = 0,000

Примечание: *p* — достоверность отличий в сравнении с исходными значениями.
Note: *p* — significance of differences compared to baseline values.

Их данных таблицы следует, что исходный уровень ВГД при терминальной стадии выше, чем при развитой и далекозашедшей. На протяжении всего периода наблюдения при развитой глаукоме мы получили гипотензивный эффект более 40 % от исходного, с максимальным снижением более чем на 50 % через 3 месяца после вмешательства. Во всех случаях далекозашедшей глаукомы был получен значительный гипотензивный эффект, которого не удалось добиться посредством предшествующей гипотензивной терапии и который составил более 38 % от исходного и при этом сохранялся до конца периода наблюдения. В случаях с терминальной глаукомой гипотензивный эффект был также значительным. К концу

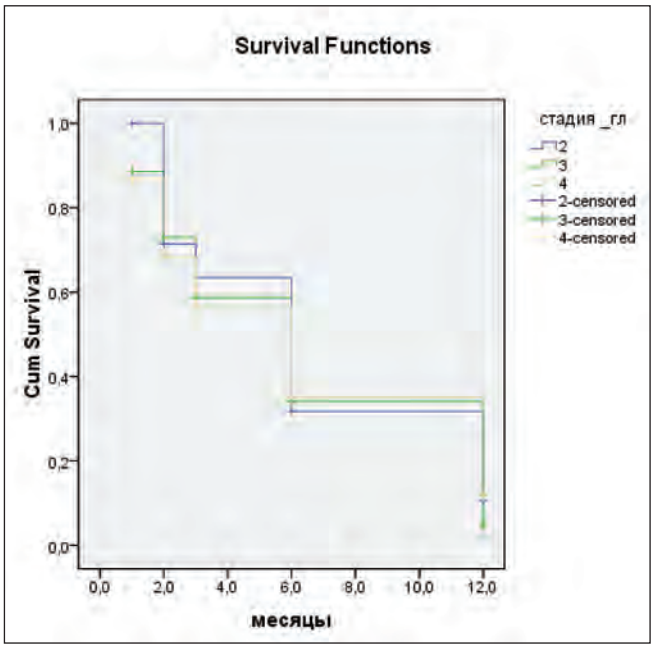


Рис. 2. Суммарная вероятность успешности мЦФК в зависимости от тяжести глаукомы

Fig. 2. Overall probability of success of MP-TSCPC depending on the severity of glaucoma

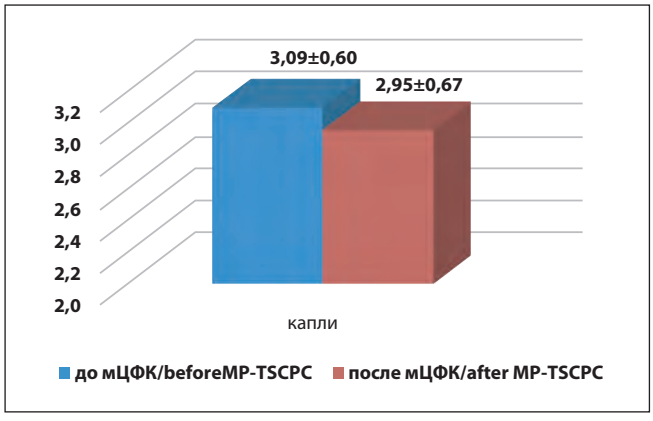


Рис. 3. Местное медикаментозное лечение у пациентов до и после проведения мЦФК

Fig. 3. Local drug treatment in patients before and after MP-TSCPC

третьего месяца в данной группе эффективность мЦФК составила 35 % от исходной. У большей части данных пациентов целью лечения было купирование болевого синдрома либо сохранение глаза как органа при развитии в нем необратимых изменений (неоваскуляризация, буллезная кератопатия и т. д.).

По методу анализа Каплана — Майера эффективность мЦФК в группе развитой глаукомы составила 73,3 %, далекозашедшей глаукомы — 80,3 %, терминальной глаукомы — 75 %. При этом разница в эффективности между группами не выявлена, p = 0,938. Кумулятивная вероятность успеха процедуры мЦФК при различных стадиях глаукомы представлена на рисунке 2.

Как следует из рисунка 2, в ранний послеоперационный период эффективность мЦФК при развитой стадии глаукомы была выше, чем при продвинутых стадиях. Однако к 3-му месяцу наблюдения гипотензивный эффект уменьшался в значительном числе случаев. При далекозашедшей и терминальной стадиях вероятность успеха вмешательства примерно равна. В периоде наблюдения более 6 месяцев график демонстрирует сходную эффективность мЦФК при различных стадиях глаукомы.

По литературным данным, мЦФК может быть использована как эффективная процедура, применяемая для лечения пациентов с различными стадиями глаукомы и высокой МКОЗ в качестве первичного вмешательства, гипотензивная эффективность которой через 12 месяцев наблюдения составляет от 26,5 до 59,9 % от исходного уровня ВГД [21]. По данным отечественных авторов, применение мЦФК при рефрактерной глаукоме разных стадий при однократном и двукратном вмешательствах приводит к стабилизации ВГД в 83 % случаев в течение 12 месяцев наблюдения [22]. При обследовании пациентов с различными типами глаукомы и степенью тяжести от легкой до тяжелой показатель успешности после первого сеанса составил 73,8 %, а после второго сеанса увеличился до 78,7 %, среднее количество глазных капель снизилось с 2,6 ± 1,0 до 1,7 ± 1,2 и сохранялось при наблюдении через 6 месяцев после последнего сеанса лечения [23].

В данном исследовании была поставлена задача анализа эффективности мЦФК в зависимости от перенесенной ранее факоэмульсификации. Результат отражен в таблице 5.

Из данных таблицы следует, что эффективность мЦФК не зависит от предшествующего проведения факоэмульсификации катаракты. В обеих группах мы получили снижение ВГД в пределах 41–44 % от исходных значений.

При анализе количества местной медикаментозной терапии до и после проведения мЦФК получен результат, представленный на рисунке 3.

Полученные данные свидетельствуют, что количество капель после проведения мЦФК снизилось, разница оказалась достоверной, p = 0,011.

Таблица 5. Эффективность мЦФК в зависимости от наличия артифакии при далекозашедшей стадии заболевания

Table 5. Efficacy of MP-TSCPC depending on pseudophakia in advanced stage of the disease

	Уровень ВГД / IOP level							
	Исх. Initial	1 сут. 1 day	7 сут. 7 day	1 мес. 1 month	2 мес. 2 month	3 мес. 3 month	6 мес. 6 month	12 мес. 12 month
Факия Phacia	34,6 ± 1,7	18,4 ± 0,9	15,6 ± 1,1	17,7 ± 0,9	19,8 ± 1,3	19,9 ± 1,8	20,3 ± 1,9	19,0 ± 1,2
Артифакия Pseudophacia	33,9 ± 2,8 $p = 0,811$	19,9 ± 0,9 $p = 0,268$	19,1 ± 1,0 $p = 0,041$	17,5 ± 1,0 $p = 0,860$	19,7 ± 1,5 $p = 0,991$	21,7 ± 2,3 $p = 0,554$	23,1 ± 1,2 $p = 0,265$	20,1 ± 1,9 $p = 0,72$

Примечание: *p* — достоверность отличий между группами сравнения.
Note: *p* — significance of differences between comparison groups.

Таким образом, результаты согласуются с данными исследования, в котором оценивали эффективность мЦФК в глазах с ПОУГ с высокой МКОЗ, бóльшая часть которых была ранее оперирована. Срок наблюдения составил 6 месяцев, к концу которого отмечено снижение количества местных гипотензивных средств, а также необходимости перорального приема ацетазоламида более чем на 40 % при снижении ВГД более чем на 30 % [24].

При выполнении мЦФК с целью купирования болевого синдрома в 43 глазах результат был достигнут во всех случаях. В данной группе пациентов исходный уровень ВГД составил 50,65 ± 2,25 мм рт. ст., в первые сутки после мЦФК снизился до 30,76 ± 2,20 мм рт. ст. ($p = 0,000$), к концу первого месяца составил 31,62 ± 2,50 мм рт. ст. ($p = 0,000$) к концу 6-го месяца — 30,06 ± 2,80 мм рт. ст., к концу срока наблюдения (12 мес.) — 23,12 ± 2,90 мм рт. ст.

К 12-му месяцу из всех 193 глаз, включенных в исследование, в 11 случаях потребовались дополнительно следующие вмешательства: повторная мЦФК в 5 глазах, непроникающая глубокая склерэктомия — в 3, глубокая склерэктомия — в 1, репозиция ИОЛ — в 2. Добиться давления цели удалось лишь в 6 глазах, у 5 пациентов после повторных вмешательств уровень ВГД остался высоким.

Из осложнений, описанных в литературе (увеит, отслойка сосудистой оболочки, гифема и т. д.), в нашем исследовании у 4 пациентов развился увеит, в одном случае потребовалась госпитализация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее эффективной процедура мЦФК оказалась у пациентов с ПОУГ, у которых снижение ВГД составило 32 % от исходного уровня к концу периода наблюдения с максимальным снижением 45 % от исходного через 3 месяца наблюдения.

Отмечена также высокая эффективность процедуры при ПЗУГ, при которой снижение офтальмотонуса к концу 6-го месяца наблюдения составило 51–56 % от исходных значений.

При вторичной глаукоме снижение ВГД к концу 3-го месяца наблюдения составило 27,5 %, к концу периода наблюдения — 37,5 %. Однако в данной подгруппе нам не удалось достичь целевых значений ВГД при исходных высоких значениях. При неоваскулярной глаукоме были максимальные значения исходного ВГД и гипотензивный эффект снижения на 29 %. Однако в данной подгруппе при относительно неблагоприятных результатах удалось достичь давления цели в 7 глазах.

После репозиции ИОЛ гипотензивный эффект составил 51 % от исходного к концу 6-го месяца наблюдения.

По методу анализа Каплана — Майера эффективность мЦФК в группе ПОУГ составила 76,5 %, вторичной глаукомы — 61,5 %, ПЗУГ — 100 %, неоваскулярной глаукомы — 70 %, после репозиции ИОЛ — 76,5 %. При этом разницы в эффективности между группами не выявлено, $p = 0,117$.

При сравнении эффективности мЦФК при ПОУГ и вторичной глаукоме выявлено, что при ПОУГ гипотензивный эффект составил в раннем послеоперационном периоде (до 6 месяцев) не менее 37 % от исходного, а к концу периода наблюдения — 32 %, тогда как при вторичной глаукоме был получен стойкий гипотензивный эффект, равный 29–33 % от исходного. Отметим, что при ПОУГ исходный уровень офтальмотонуса был ниже и в большинстве глаз удалось добиться целевых значений офтальмотонуса, в отличие от вторичной глаукомы.

При сравнении гипотензивной эффективности мЦФК в зависимости от стадии заболевания при развитой глаукоме к концу 12-го месяца наблюдения полученный гипотензивный эффект составил более 40 % от исходного, с максимальным снижением более чем на 50 % через 3 месяца после вмешательства, а при далекозашедшей глаукоме — 38 % от исходного и сохранялся до конца периода наблюдения. В случаях с терминальной глаукомой гипотензивный эффект был также значительным, к концу 3-го месяца эффективность мЦФК составила 35 % от исходного и, несмотря на сохранение показателей офтальмотонуса на де- и субкомпенсированных значениях, у всех пациентов достигнуто купирование болевого синдрома либо сохранение глаза как органа при развитии в нем необратимых дегенеративных изменений. По методу анализа Каплана — Майера эффективность мЦФК в группе развитой глаукомы составила 73,3 %, далекозашедшей глаукомы — 80,3 %, терминальной глаукомы — 75 %. При этом разница в эффективности между группами не была выявлена, $p = 0,938$.

Зависимость результатов мЦФК от предшествующей факоэмульсификации катаракты или без нее не определена. В обеих группах получено снижение ВГД в пределах 41–44 % от исходных значений к концу наблюдения — 12 месяцев.

После проведения мЦФК снизилось количество капель местной гипотензивной терапии. Так, до мЦФК пациенты применяли 3,09 ± 0,60 вида капель, после нее — 2,95 ± 0,67 (p = 0,011).

При выполнении мЦФК с целью купирования болевого синдрома на 43 глазах результат был достигнут во всех случаях.

К 12-му месяцу из всех глаз, включенных в исследование, в 11 случаях потребовались дополнительно следующие вмешательства: повторная мЦФК в 5 глазах, непроникающая глубокая склерэктомия — в 3, глубокая склерэктомия — в 1, репозиция ИОЛ — в 2. Добиться давления цели удалось лишь в 6 глазах, у 5 пациентов уровень ВГД остался высоким.

У 4 пациентов развилось осложнение в виде увеита, в одном случае потребовалась госпитализация.

ВЫВОДЫ

Транссклеральная микроимпульсная циклофотокоагуляция показала себя как эффективное и безопасное вмешательство при различных видах глаукомы, при котором получен выраженный гипотензивный эффект, а в случае ПОУГ и ПЗУГ начальной и развитой стадий — с возможностью достижения целевых значений офтальмотонуса. При различных видах вторичной глаукомы с исходно экстремальными значениями ВГД также получен выраженный и стойкий гипотензивный эффект, однако в большем количестве глаз — без достижения компенсации. Также мЦФК также может быть рекомендована для купирования болевого синдрома и снижения медикаментозной нагрузки, что особенно актуально при непереносимости местной медикаментозной терапии.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малышев А.В. — концепция и дизайн исследования;
Апостолова А.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание статьи;
Ловпаче Д.Н. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Карапетов Г.Ю. — сбор и обработка материала;
Тешев А.Ф. — сбор и обработка материала;
Сергиенко А.А. — написание статьи, редактирование;
Ашхамахова М.К. — редактирование;
Хацукова Б.Н. — редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Куроедов АВ, Городничий ВВ, Гапонько ОВ, Григорьев ДВ, Диордийчук СВ, Кривулина ДА, Микулик ВВ, Петров АА. Топическая гипотензивная терапия, предшествующая хирургическому этапу лечения глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2023;22(3):34–43.
   Kuroyedov AV, Gorodnichiy VV, Gaponko OV, Grigoriev DV, Diordiychuk SV, Krivulina DA, Mikulik VV, Petrov AA. Topical hypotensive therapy preceding surgical treatment of glaucoma. National Journal glaucoma. 2023;22(3):34–43 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-3-34-43.
2. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, Garg A, Vickerstaff V, Hunter R, Ambler G, Bunce C, Wormald R, Nathwani N, Barton K, Rubin G, Buszewicz M. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatmentof ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): A multicentre randomised controlled trial. Lancet 2019;393:1505–1516. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32213-X.
3. Анисимова СЮ, Анисимов СИ, Кочмала ОБ, Лин П, Вокуев МА, Гаврилова НА. Сравнительные результаты местного и лазерного лечения вновь выявленных больных первичной глаукомой. Национальный журнал глаукома. 2024;23(3):37–43.
   Anisimova SYu, Anisimov SI, Kochmala OB, Ling P, Vokuev MA, Gavrilova NA. Comparative outcomes of topical and laser treatment in newly diagnosed patients with primary glaucoma. National Journal glaucoma. 2024;23(3):37–43 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2024-23-3-37-43.
4. Gedde SJ, Feuer WJ, Shi W, Lim KS. Treatment Outcomesin the Primary Tube Versus Trabeculectomy Study after 1 Year of Follow-up. Ophthalmology. 2018;125:650–663. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.02.003.
5. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Корнеева ЕА, Соловьева ГМ. Предварительные результаты имплантации микрошунта PreserFlo® у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Национальный журнал глаукома. 2025;24(1):24–31.
   Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYu, Korneeva EA, Solovyeva GM. Preliminary outcomes of PreserFlo® microshunt implantation in patients with primary open-angle glaucoma. National Journal glaucoma. 2025;24(1):24–31 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2025-24-1-24-31.
6. Aquino MC, Barton K, Tan AMW, Sng C, Li X, Loon SC, Chew PT. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. Clinical and Experimental Ophthalmology. 2015;43(1):40–46. doi: 10.1111/ceo.12360.
7. Williams IM, Neerukonda VK, Stagner AM. The Histopathology of Two Eyes Enucleated after Continuous Transscleral and Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation for Refractory Secondary Glaucoma. Ocul Oncol Pathol. 2022 Jun;8(2):93–99. doi: 10.1159/000521739.
8. Иошин ИЭ, Максимов ИВ, Березенко ЕА. Характеристика морфометрических показателей передней камеры у пациентов с рефрактерной глаукомой после микроимпульсной ЦФК. Национальный журнал глаукома. 2024;23(1):13–21.
   Ioshin IE, Maksimov IV, Berezenko EA. Morphometric analysis of the anterior chamber in patients with refractory glaucoma after micropulse cyclophotocoagulation. National Journal glaucoma. 2024;23(1):13–21 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2024-23-1-13-21.
9. Курышева НИ, Раджабов ММ, Раджабов ММ. Транссклеральная циклофотокоагуляция в микроимпульсном режиме в лечении начальной первичной открытоугольной глаукомы. Современные технологии в офтальмологии. 2020;4(35):136–137.
   Kurysheva NI, Radjabov MM, Radjabov MM. Transscleral cyclophotocoagulation in micropulse mode in the treatment of initial primary open-angle glaucoma. Modern technologies in ophthalmology. 2020;4(35):136–137 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-136-137.
10. Иошин ИЭ, Толчинская АИ, Ракова АВ, Максимов ИВ. Результаты микроимпульсной циклофотокоагуляции у пациентов с ранними стадиями первичной открытоугольной глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2022;21(4):22–28.
    Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Rakova AV, Maksimov IV. Results of micropulse cyclophotocoagulation in patients with early stages of primary open-angle glaucoma. National Journal glaucoma. 2022;21(4):22–28 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-4-22-28.
11. Johansyah CAP, Bambang L. A Systematic Review of Cyclophotocoagulation Techniques: Continuous Wave Versus Micropulse for Glaucoma Treatment. Beyoglu Eye J. 2024 Mar 1;9(1):1–7. doi: 10.14744/bej.2024.47123.
12. Sanchez FG, Lerner F, Sampaolesi J, Noecker R. Efficacy and Safety of Micropulse(R) Transscleral Cyclophotocoagulation in Glaucoma. Arch Soc Esp Oftalmol. 2018; 93(12):573–579. doi: 10.1016/j.oftal.2018.08.003.
13. Zemba M, Dumitrescu OM, Vaida F, Dimirache EA, Pistolea I, Stamate AC, Burcea M, Branisteanu DC, Balta F, Barac IR. Micropulse vs. continuous wave transscleral cyclophotocoagulation in neovascular glaucoma. Exp Ther Med. 2022 Apr;23(4):278. doi: 10.3892/etm.2022.11207.
14. Szilagyi Z, Kranitz K, Nagy ZZ, Recsan Z. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation Results in Secondary Glaucoma. Life (Basel). 2023 May 9;13(5):1149. doi: 10.3390/life13051149.
15. Nguyen AT, Maslin J, Noecker RJ. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. Eur J Ophthalmol. 2020;30(4):700–705. doi: 10.1177/1120672119839303.
16. Souissi S, Baudouin C, Labbé A, Hamard P. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation using a standard protocol in patients with refractory glaucoma naive of cyclodestruction. Eur J Ophthalmol. 2021 Jan;31(1):112–119. doi: 10.1177/1120672119877586.
17. Garcia GA, Nguyen CV, Yelenskiy A, Akiyama G, McKnight B, Chopra V, Lu K, Huang A, Tan JCH, Francis BA. Micropulse Transscleral Diode Laser Cyclophotocoagulation in Refractory Glaucoma: Short-Term Efficacy, Safety, and Impact of Surgical History on Outcomes. Ophthalmol Glaucoma. 2019 Nov-Dec;2(6):402–412. doi: 10.1016/j.ogla.2019.08.009.
18. Tekeli O, Köse HC. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in primary open-angle glaucoma, pseudoexfoliation glaucoma, and secondary glaucoma. Eur J Ophthalmol. 2021 May;31(3):1113–1121. doi: 10.1177/1120672120914231.
19. Kuciel-Polczak I, Helemejko M, Dobrowolski D, Janiszewska-Bil D, Krysik K, Grabarek BO, Lyssek-Boroń A. Assessment of the Effectiveness of Glaucoma Treatment Using MicroPulse Transscleral Cyclophotocoagulation in Patients with Glaucoma Who Have Previously Undergone Vitreoretinal Surgery. Ophthalmol Ther. 2023 Feb;12(1):179–193. doi: 10.1007/s40123-022-00598-5.
20. de Crom RMPC, Slangen CGMM, Kujovic-Aleksov S, Webers CAB, Berendschot TTJM, Beckers HJM. Micropulse Trans-scleral Cyclophotocoagulation in Patients With Glaucoma: 1- and 2-Year Treatment Outcomes. J Glaucoma. 2020 Sep;29(9):794–798. doi: 10.1097/IJG.0000000000001552.
21. Varikuti VNV, Shan P, Rai O, Chaves AC, Miranda A, Lim B. Outcomes of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in eyeswith good central vision. J Glaucoma. 2019;28:901–905. doi: 10.1097/IJG.0000000000001339.

22. Иошин ИЭ, Ивановна ТА, Максимов ИВ, Ракова АВ, Потапова ОМ, Илларионова АР, Романова ИА, Смирнова ЕВ. Опыт повторного проведения мЦФК в лечении пациентов с рефрактерной глаукомой. Национальный журнал глаукома. 2021;20(3); 30–39.
Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Maksimov IV, Rakova AV, Potapova OM, Illarionova AL, Romanova IA, Smirnova EV. Experience of repeated mCFC in the treatment of patients with refractory glaucoma. National Journal glaucoma. 2021;20(3):30–39 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2021-20-3-30-39.
23. ELGwaily AM, Khedr SA, Assaf AH, Latif MAMAL, Elsayed HA, Latif AAMAL. MicroPulse® transscleral laser therapy in the management of glaucoma patients. Arch Soc EspOftalmol (Engl Ed). 2021 Dec;96(12):64030–39. 648. doi: 10.1016/j.oftale.2020.12.005.
24. Vig N, Ameen S, Bloom P, Crawley L, Normando E, Porteous A, Ahmed F. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation: initial results using a reduced energy protocol in refractory glaucoma. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2020 May;258(5):107330–39. 1079. doi: 10.1007/s00417-020-04611-0.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Малышев Алексей Владиславович
доктор медицинских наук, заведующий офтальмологическим отделением, главный офтальмолог Министерства здравоохранения Краснодарского края, заведующий кафедрой офтальмологии, профессор кафедры офтальмологии, член-корреспондент РАЕ

Апостолова Анастасия Станиславовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, врач диагностического отделения, доцент кафедры офтальмологии

Ловпаче Джамиля Нурийдиновна
кандидат медицинских наук, эксперт по глаукоме Российского глаукомного общества, хирург, доцент кафедры офтальмологии

Сергиенко Алексей Анатольевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, доцент кафедры офтальмологии

Тешев Адам Феликсович
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, заведующий глазным отделением, доцент кафедры офтальмологии, главный офтальмолог Министерства здравоохранения Республики Адыгея

Карапетов Гарри Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, доцент кафедры офтальмологии

Ашхамахова Марина Кадыровна
врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии

Хацукова Белла Нальбиевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии

ABOUT THE AUTHORS

Malyshev Alexey V.
MD, head of the Ophthalmology Department, chief ophthalmologist of the Krasnodar Krai Ministry of Health, head of the Ophthalmology Department, Professor of the Ophthalmology Department, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences

Apostolova Anastasia S.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category, physician in the Diagnostic Department, Associate Professor of the Ophthalmology Department

Lovpache Dzhamilya N.
PhD, Glaucoma Expert of the Russian Glaucoma Society, surgeon, Associate Professor of the Ophthalmology Department

Sergienko Alexey A.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category, Associate Professor of the Ophthalmology Department

Teshev Adam F.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category, head of the Eye Department, Associate Professor of the Ophthalmology Department, chief ophthalmologist of the Ministry of Health of the Republic of Adygea

Karapetov Garry Yu.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category, Associate Professor of the Ophthalmology Department

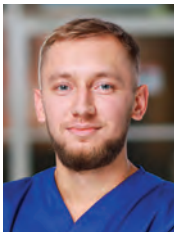
Ashkhamakhova Marina K.
ophthalmologist, assistant Professor of the Ophthalmology Department

Khatsukova Bella N.
PhD, ophthalmologist, assistant Professor of the Ophthalmology Department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-304-310

поступила 14.04.25
was received 14.04.25

YAG-лазерная дисцизия помутнений задней капсулы хрусталика как возможный предиктор формирования дислокаций комплекса «интраокулярная линза — капсульный мешок»



Р.А. Буря[1] Н.В. Помыткина[1,2] Е.Л. Сорокин[1,2] О.В. Данилов[1]

[1] Хабаровский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Тихоокеанская, 211, Хабаровск, 680033, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Муравьева-Амурского, 35, Хабаровск, 680000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2026;23(2):304–310

Цель — оценка влияния YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы хрусталика на стабильность анатомического положения интраокулярной линзы (ИОЛ) в глазах после факоэмульсификации (ФЭ) неосложненной возрастной катаракты с исходным отсутствием слабости цинновой поддержки. **Пациенты и методы.** Клинический материал представлен 97 пациентами с диагнозом «вторичная катаракта» (97 глаз). Всем пациентам выполнена YAG-лазерная дисцизия помутнений задней капсулы. Пациентам осуществляли оценку величин дистанции от отростков цилиарного тела до края интраокулярной линзы в четырех точках (12, 3, 6 и 9 ч) до проведения рассечения вторичной катаракты и через 2 ч после. Статистическую обработку полученных данных выполняли в программе IBM SPSS Statistics Version 20. **Результаты.** Возраст пациентов варьировал от 60 до 75 лет (68,0 ± 2,3 года). Среди них 52 мужчины и 45 женщин. Всем пациентам ранее выполнена ФЭ неосложненной катаракты с имплантацией заднекамерной ИОЛ. Во всех случаях фиброз задней капсулы сформирован в сроки от 1 года до 5 лет после выполнения ФЭ (2,5 ± 1,5 года). Показатель дистанции «эндотелий роговицы — передняя поверхность ИОЛ» до и после YAG-лазерной дисцизии не имел статистически значимых отличий: 4,22 ± 0,34 и 4,20 ± 0,26 мм ($p > 0,05$). В 20 глазах после выполнения YAG-лазерной дисцизии также не отмечено изменений дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ». Однако в 77 глазах выявлено статистически значимое уменьшение дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ» на 6 ч. на 0,2–0,4 мм, что сочеталось со статистически значимым увеличением данной дистанции на 12 ч — 2,61 ± 0,21 против 2,87 ± 0,22 мм ($p < 0,05$). Последующее динамическое наблюдение в течение трех лет выявило, что в 5 глазах произошла дислокация комплекса «ИОЛ — капсульный мешок». **Заключение.** Выявлено статистически значимое уменьшение дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ» на 6 ч с одновременным увеличением на 12 ч после проведения YAG-дисцизии вторичной катаракты. В течение трех лет после YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы зафиксирована дислокация комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» II степени у 5 пациентов, что составило 5 %. По нашему мнению, проведение YAG-лазерной дисцизии является триггером ослабления цинновой поддержки, которая впоследствии может прогрессировать, приводя к дислокации комплекса «ИОЛ — капсульный мешок». Этот риск более выражен в глазах со значительным фиброзом задней капсулы на фоне исходной слабости связочного аппарата хрусталика.

Ключевые слова: дислокация интраокулярной линзы, YAG-лазерная дисцизия, вторичная катаракта, слабость связочного аппарата хрусталика

Для цитирования: Буря Р.А., Помыткина Н.В., Сорокин Е.Л., Данилов О.В. YAG-лазерная дисцизия помутнений задней капсулы хрусталика как возможный предиктор формирования дислокаций комплекса «интраокулярная линза — капсульный мешок». *Офтальмология.* 2026;23(2):304–310. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-304-310

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

YAG-laser Dissection of Opacities of the Posterior Capsule of the Lens as a Possible Predictor of Formation of the "intraocular lens — capsular bag" Complex Dislocations

R.A. Burya[1], N.V. Pomytkina[1,2], E.L. Sorokin[1,2], O.V. Danilov[1]

[1] The Khabarovsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Tikhookeanskaya str., 211, Khabarovsk, 680033, Russian Federation

[2] Far Eastern State Medical University
Murav'yeva-Amurskogo str., 35, Khabarovsk, 680000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):304–310

Purpose — evaluation of the effect of YAG-laser dissection of posterior lens capsule opacities on the stability of the anatomical position of the intraocular lens (IOL) in eyes after phacoemulsification (PE) of uncomplicated age-related cataracts with the initial absence of weakness of the Zinn support. **Patients and methods.** The clinical material is presented by 97 patients with a diagnosis of secondary cataract (97 eyes). All patients underwent YAG-laser dissection of posterior capsule opacities. The patients were assessed for the distance from the ciliary body processes to the edge of the intraocular lens at four points (12, 3, 6, and 9 hours) before dissection of the secondary cataract and 2 hours after. Statistical processing of the obtained data was performed in the IBM SPSS Statistics Version 20 program. **Results.** The patients' age ranged from 60 to 75 years (68.0 ± 2.3 years). There were 52 men and 45 women. All patients had previously undergone PE of uncomplicated cataract with implantation of a posterior chamber IOL. In all cases, posterior capsule fibrosis developed within 1 to 5 years after PE (2.5 ± 1.5 years). The "corneal endothelium — anterior surface of the IOL" distance before and after YAG-laser dissection did not differ statistically significant — 4.22 ± 0.34 and 4.20 ± 0.26 mm ($p > 0.05$). In 20 eyes no changes in the "ciliary body processes — IOL edge" distance were observed after YAG-laser dissection. However, in 77 eyes a statistically significant decrease in the distance "ciliary body processes — IOL edge" at 6 o'clock was revealed: by 0.2–0.4 mm, which was combined with a statistically significant increase in this distance at 12 hours: 2.61 ± 0.21 versus 2.87 ± 0.22 mm ($p < 0.05$). Subsequent dynamic observation for three years revealed that in 5 eyes, dislocation of the "IOL — capsular bag" complex occurred. **Conclusion.** A statistically significant decrease in the distance "ciliary body processes — IOL edge" by 6 hours with a simultaneous increase of 12 hours after YAG-dissection of secondary cataract was revealed. Within three years after YAG-laser dissection of posterior capsule opacities, grade II dislocation of the "IOL — capsular bag" complex was recorded in 5 patients, which amounted to 5 %. In our opinion, YAG-laser dissection is a trigger for weakening of the Zinn support, which can subsequently progress, leading to dislocation of the "IOL — capsular bag" complex. This risk is more pronounced in eyes with significant fibrosis of the posterior capsule against the background of the initial weakness of the ligamentous apparatus of the lens.

Keywords: intraocular lens dislocation, YAG–laser dissection, secondary cataract, lens ligament weakness

For citation: Burya R.A., Pomytkina N.V., Sorokin E.L., Danilov O.V. YAG-laser Dissection of Opacities of the Posterior Capsule of the Lens as a Possible Predictor of Formation of the "intraocular lens — capsular bag" Complex Dislocations. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):304–310. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-304-310

Financial Disclosure: no author has a financial or property interests in any material or method mentioned.

There is no conflict of interest.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Возрастная катаракта является одной из самых распространенных обратимых причин потери зрения во всем мире. Ежедневно миллион человек сталкиваются с этим заболеванием [1–3].

Факоэмульсификация (ФЭ) возрастной катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) является высокоэффективной современной методикой лечения. Среди ее достоинств выделяют миниинвазивность, минимальную травматичность, быстрое восстановление, низкий риск осложнений [4].

Одним из наиболее распространенных состояний после ФЭ считают помутнение задней капсулы, объединяющее в себе понятия фиброза задней капсулы хрусталика и истинной вторичной катаракты [5–8].

Согласно данным литературы, в результате помутнений задней капсулы хрусталика через 2–5 лет после ФЭ с имплантацией ИОЛ у 25,7–50,0 % пациентов возникает вторичное снижение остроты зрения [9–13].

Частота проведения YAG-лазерной дисцизии вторичной катаракты даже после неосложненной ФЭ с имплантацией современных моделей ИОЛ высока и составляет 25–30 % [14–17].

Одним из серьезных отдаленных осложнений миниинвазивной хирургии катаракты является дислокация ИОЛ, частота которой достаточно высока — от 1 до 5 % [18–22].

Последствия дислокации ИОЛ тяжелы для глаза как с функциональной, так и с анатомической точки зрения. В связи с этим особую важность приобретает выяснение предикторов риска развития дислокации ИОЛ.

Одним из факторов риска ее развития в послеоперационном периоде является YAG-лазерная дисцизия помутнений задней капсулы хрусталика [23–25]. Так, J.S. Kim

и соавт. [24] описали случай дислокации ИОЛ после выполнения YAG-лазерной дисцизии вторичной катаракты у 78-летнего мужчины. T.E. Schneiderman и соавт. [25] отметили признаки дислокации ИОЛ у 11 пациентов спустя 2 месяца после YAG-лазерной дисцизии.

O. Findl и соавт. [26] при изучении 32 глаз пациентов в динамике с помощью двухпучковой частичной когерентной интерферометрии выявили небольшое, но измеримое смещение ИОЛ кзади после YAG-лазерной дисцизии вторичной катаракты, причем более значительному смещению положения ИОЛ способствовали бóльшие размеры дисцизионного окна. C. Framme и соавт. [23] также предположили, что дислокация ИОЛ возникает по причине большого диаметра дисцизионного отверстия или дефекта связочного аппарата хрусталика.

Е.В. Коблова и соавт. [27] с помощью оптической когерентной томографии провели оценку влияния YAG-лазерной дисцизии вторичной катаракты на анатомическое положение ИОЛ у 110 пациентов. Оказалось, что в случае слабости связочного аппарата хрусталика существует риск развития дислокации ИОЛ в стекловидное тело.

Тем не менее подобные работы единичны, и в них описывают лишь отдельные случаи смещения или дислокации ИОЛ. При этом отсутствуют исследования, направленные на изучение влияния YAG-лазерной дисцизии на возможность изменения анатомического положения ИОЛ, ее дислокацию после выполнения миниинвазивной операции возрастной неосложненной катаракты с имплантацией современных моделей ИОЛ.

Цель исследования: определение влияния YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы хрусталика на стабильность анатомического положения ИОЛ в глазах после ФЭ неосложненной возрастной катаракты с исходным отсутствием слабости цинновой поддержки.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Клинический материал представлен 97 пациентами с помутнением задней капсулы после ФЭ возрастной катаракты (97 глаз) (рис. 1). Критериями включения являлись: отсутствие интраоперационных осложнений при проведении ФЭ; имплантация современных моделей ИОЛ; их внутрикапсульная фиксация; ареактивное течение послеоперационного периода; центральное анатомическое положение ИОЛ по отношению к оптическому центру зрачка.

Критерии невключения: выраженный псевдоэксфолиативный синдром, глаукома, витреоретинальная патология, авитрия, миопия высокой степени, предшествующие травмы глаза и головы, тяжелая соматическая патология.

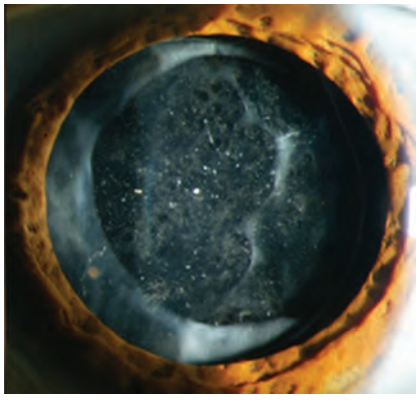


Рис. 1. Вторичная катаракта

Fig. 1. Secondary cataract

Возраст пациентов варьировал от 60 до 75 лет (68,0 ± 2,3 года). Среди них 52 мужчины и 45 женщин. Всем пациентам ранее выполнена ФЭ неосложненной катаракты с имплантацией заднекамерной ИОЛ (гидрофильная: RayOne; гидрофобные: Hoya, SA60AT AcrySof, Clareon). Во всех случаях фиброз задней капсулы сформирован в сроки от 1 года до 5 лет после выполнения ФЭ (2,5 ± 1,5 года).

Показатели максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) варьировали от 0,1 до 0,8 (0,5 ± 0,2).

При проведении биомикроскопии все глаза были спокойными, передний отрезок глаза — интактным, ИОЛ расположена центрально в капсульном мешке. Степень максимального медикаментозного мидриаза составляла до 6 мм.

Согласно клинической классификации степени помутнения задней капсулы в 47 глазах имел место фиброз задней капсулы хрусталика III степени, в 50 глазах выявлена истинная вторичная катаракта в виде шаров Адамюка — Эльшнига, занимающих практически всю оптическую зону задней капсулы хрусталика (до 6 мм в диаметре и за ее пределами) [28].

При офтальмоскопии не выявлено каких-либо патологических изменений сетчатки и диска зрительного нерва ни у одного пациента.

Показатель внутриглазного давления (ВГД) во всех глазах соответствовал норме и варьировал от 16 до 23 мм рт. ст.

У всех пациентов определены прямые показания для выполнения YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы: снижение ее прозрачности различной степени интенсивности, препятствующее высокой остроте зрения, МКОЗ в среднем — 0,5 ± 0,2.

YAG-лазерную дисцизию выполняли с помощью лазерной установки Visulas YAG III Combi (Zeiss, Германия, длина волны 1,064 мкм). Для точной фокусировки лазерного луча использовали контактную линзу Abraham Capsulotomy 66 дптр (США). В глазах с фиброзом задней капсулы применяли методику последовательного кругового формирования дисцизионного окна диаметром 4–5 мм. Энергия в импульсе в зависимости от интенсивности фиброза варьировала от 0,8 до 1,4 мДж, количество импульсов — от 30 до 85.

При наличии шаров Адамюка — Эльшнига использовали методику крестообразного вскрытия задней капсулы хрусталика с последующим отсечением четырех образованных лоскутов от их основания. Энергия в импульсе составляла 0,6–1,0 мДж, число импульсов варьировало от 30 до 70.

Всем пациентам после проведения YAG-лазерной дисцизии однократно назначали ацетазоламид (Диакарб®) перорально 0,25 г, а также двукратные

инстилляции 0,5 % тимолола с целью профилактики реактивной гипертензии. В течение 7–10 дней после выполнения процедуры проводили однократные инстилляции Броксинака®.

Помимо стандартных методов офтальмологического обследования (визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, тонометрия), во всех случаях осуществляли оценку величины дистанции от отростков цилиарного тела до края ИОЛ в четырех точках (12, 3, 6 и 9 ч) (рис. 2). Для выяснения возможного смещения положения ИОЛ в сагиттальной плоскости исследовали также дистанцию от эндотелия роговицы до передней поверхности ИОЛ. Данную дистанцию измеряли в центральной оптической зоне с помощью офтальмологического ультразвукового A/B сканера Aviso S (Quantel Medical, Франция), датчик высокого разрешения 50 МГц, степень разрешения до 50 мкм.

Рис. 2. Измерение дистанции от отростков цилиарного тела до края интраокулярной линзы с помощью офтальмологического ультразвукового A/B сканера

Fig. 2. Measuring the distance from ciliary body processes to the edge of intraocular lens using an ophthalmic ultrasound A/B scanner

Данные показатели ультразвуковой биомикроскопии (УБМ) оценивали дважды — до и спустя 2 ч после выполнения YAG-лазерной дисцизии, проводили их сравнительный анализ.

Статистическую обработку полученных данных выполняли в программе IBM SPSS Statistics Version 20. Данные представлены в виде M ± σ, где M — среднее значение, σ — стандартное отклонение. Проверку нормальности распределений осуществляли с использованием критерия Шапиро — Уилка. Количественные признаки сравнивали до и после YAG-лазерной дисцизии t-критерием Стьюдента для связанных выборок. Критический уровень значимости принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные результаты представлены в таблице.

Из анализа данных таблицы следует, что показатель дистанции «эндотелий роговицы — передняя поверхность ИОЛ» до и после YAG-лазерной дисцизии статистически значимо не отличался — 4,22 ± 0,34 и 4,20 ± 0,26 мм ($p > 0,05$) соответственно.

В 20 глазах после выполнения YAG-лазерной дисцизии также не отмечено изменений дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ». Однако в 77 глазах выявлено статистически значимое уменьшение дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ» на 6 ч — на 0,2–0,4 мм. В связи с этим в общей совокупности пациентов средние значения данного показателя до и после YAG-лазерной дисцизии имели статистически значимую разницу, составив 2,26 ± 0,23 против 2,47 ± 0,30 мм ($p < 0,05$) соответственно. Это сочеталось со статистически значимым увеличением данной дистанции на 12 ч — 2,61 ± 0,21 против 2,87 ± 0,22 мм ($p < 0,05$) соответственно.

Наибольшая степень смещения ИОЛ, сопровождающаяся изменением дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ», выявлена у 12 пациентов с III степенью фиброза задней капсулы. Так, средние показатели данной дистанции на 6 и 12 ч до и после капсулотомии составили 2,10 ± 0,15 и 2,93 ± 0,13 мм соответственно. Полученные данные объективно свидетельствуют о наличии микросмещений анатомического положения ИОЛ книзу после проведения YAG-лазерной дисцизии. На наш взгляд, этому могла способствовать наиболее интенсивная степень энергии лазерного воздействия с учетом наличия III степени фиброза (энергия 1,2 мДж, число импульсов — 70).

Следует отметить тот факт, что у всех пациентов сразу после выполнения YAG-лазерной дисцизии вследствие устранения помутнения оптической зоны произошло существенное повышение МКОЗ — от 0,6 до 1,0. Значение ВГД во всех глазах соответствовало норме.

Последующее динамическое наблюдение в течение трех лет выявило, что в 5 глазах произошла дислокация комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» II степени. Она проявлялась в виде смещения края ИОЛ с гаптической частью в видимую зону зрачка при биомикроскопии, что сопровождалось значительным снижением МКОЗ до 0,02–0,5.

Таблица. Исследуемые показатели до и после YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы хрусталика по данным ультразвуковой биомикроскопии

Table. The studied parameters before and after YAG–laser dissection of posterior lens capsule opacities according to ultrasound biomicroscopy data

Показатели / Indicators	Период / Period	
	До проведения YAG-лазерной дисцизии, мм Before YAG laser discision, mm	Спустя 2 ч после проведения YAG-лазерной дисцизии, мм 2 hours after YAG laser discision, mm
Дистанция «эндотелий роговицы — передняя поверхность ИОЛ» Distance "corneal endothelium — anterior surface of the IOL"	4,22 ± 0,34	4,20 ± 0,26
Дистанция «отростки цилиарного тела — край ИОЛ»: Distance "ciliary body processes — IOL edge":		
– 12 ч/h	2,61 ± 0,21	2,87 ± 0,22[1]
– 6 ч/h	2,47 ± 0,30	2,26 ± 0,23[1]
– 9 ч/h	2,31 ± 0,37	2,25 ± 0,30
– 3 ч/h	2,26 ± 0,26	2,20 ± 0,32

Примечание: [1] статистически значимые отличия от исходных показателей ($p = 0,05$).
Note: [1] statistically significant differences from baseline values ($p = 0.05$).

Нами проведен ретроспективный сравнительный анализ исходных средних показателей в подгруппах с дислокацией комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» (5 глаз) и без нее (92 глаза). Сравнивали показатели дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ» через 2 ч после выполнения YAG-лазерной дисцизии. Оказалось, что в трех глазах, в которых в дальнейшем произошла дислокация комплекса «ИОЛ — капсульный мешок», отмечена более выраженная степень смещения ИОЛ книзу (уменьшение дистанции «цилиарные отростки — край ИОЛ» на 6 ч до 1,90 ± 0,05 мм, увеличение на 12 ч — до 3,10 ± 0,09 мм). В то же время в группе без дислокации ИОЛ соотношение дистанций на 6 и 12 ч выглядело следующим образом — 2,20 ± 0,05 мм и 2,70 ± 0,09 мм.

Анализ используемых параметров YAG-лазерного воздействия в обеих группах выявил, что в двух из пяти глаз с дислокацией комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» энергия в импульсе и их число оказались статистически значимо выше: 1,4 ± 0,2 против 0,9 ± 0,1 мДж и 70 ± 3 против 60 ± 5 соответственно ($p < 0,05$). Однако в трех глазах с дислокацией комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» ретроспективно нами не выявлено статистически значимых отличий уровня энергии YAG-лазерного воздействия от группы пациентов без дислокации ИОЛ (1,1 ± 0,2 против 0,9 ± 0,1 мДж, $p > 0,05$).

Учитывая, что причиной фиброзирования задней капсулы потенциально считают наличие исходной субклинической слабости цинновых связок, то с увеличением используемой энергии в импульсе и их числа формируется более высокая степень травмирующего воздействия на связочный аппарат хрусталика. Это способствует микросмещению ИОЛ, а в дальнейшем и ее дислокации.

Мы не выявили статистически значимых различий размеров дисцизионного отверстия в обеих подгруппах глаз: 4,9 ± 0,1 и 5,0 ± 0,1 мм соответственно ($p > 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

YAG-лазерная дисцизия является традиционным, эффективным и подчас безальтернативным методом лечения помутнений задней капсулы хрусталика, позволяет восстановить прозрачность задней капсулы быстро и безболезненно для пациента. Процедура обладает такими положительными качествами, как атравматичность, возможность локального воздействия на структуру задней капсулы. Кроме того, ее несомненное достоинство заключается в возможности амбулаторного выполнения [29, 30].

Рассечение помутневшей задней капсулы осуществляют за счет гидродинамического воздействия на нее кратковременными импульсами YAG-лазера. Однако при этом гидродинамическая ударная волна способна распространяться и на окружающие структуры глаза. Поскольку в случаях выраженного фиброза капсулы для ее рассечения требуется более высокий уровень энергии в импульсе, соответственно, возрастает риск повреждения цинновых связок вследствие гидродинамического воздействия, особенно если они изначально ослаблены. В дальнейшем, вероятно, данные микроповреждения цинновых связок способны прогрессировать, приводя в итоге к нарушению своей поддерживающей функции для капсульного мешка, вызывая дислокацию ИОЛ. Подобный механизм YAG-лазерного воздействия при дисцизии отмечают S. Cetinkaya и соавт. [31]. Мы провели углубленные исследования влияния YAG-лазерной дисцизии на анатомическое положение ИОЛ и выявили, что в 77 из 97 глаз (79,3 %) произошли микросмещения положения ИОЛ книзу, не повлекшие каких-либо нарушений зрительных функций. У пяти пациентов произошла дислокация ИОЛ в течение 1–3 лет. Кроме того, в трех случаях использовано более интенсивное лазерное воздействие вследствие более высокой плотности фиброза задней капсулы.

Следует отметить, что мы также не выявили закономерностей между диаметром дисцизионного отверстия и риском дислокации ИОЛ, однако в литературе имеются подобные высказывания [23, 26].

ВЫВОДЫ

1. Благодаря проведению YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы хрусталика во всех глазах достигнуто восстановление анатомической прозрачности оптических сред, что привело к значительному повышению остроты зрения пациентов.

2. В 79,3 % случаев отмечено статистически значимое уменьшение дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ» на 6 ч — 2,26 ± 0,23 против исходных 2,47 ± 0,30 мм, а также ее увеличение на 12 ч — 2,61 ± 0,21 против 2,87 ± 0,22 мм ($p < 0,05$). Тем не менее данные изменения не оказали влияния на показатели визометрии и зрительные ощущения пациентов.

3. Не выявлено статистически значимого смещения ИОЛ во фронтальной плоскости после выполнения YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы хрусталика.

4. У пяти пациентов в течение трех лет после YAG-лазерной дисцизии помутнений задней капсулы произошла дислокация комплекса «ИОЛ — капсульный мешок» II степени, что составило 5 % и характеризовалось наибольшей степенью снижения дистанции «отростки цилиарного тела — край ИОЛ» на 6 ч с увеличением дистанции на 12 ч.

5. По нашему мнению, проведение YAG-лазерной дисцизии является триггером ослабления цинновой поддержки, которая впоследствии может прогрессировать, приводя к дислокации комплекса «ИОЛ — капсульный мешок». Этот риск более выражен в глазах со значительным фиброзом задней капсулы на фоне исходной слабости связочного аппарата хрусталика.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Буря Р.А. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, анализ литературы, написание текста;
Помыткина Н.В. — редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Сорокин Е.Л. — концепция и дизайн исследования, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Данилов О.В. — проведение исследований.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Brian G, Taylor H. Cataract blindness — challenges for the 21st century. Bull World Health Organ. 2001;79(3):249–256.
2. Либман ЕС, Шахова ЕВ. Слепота, слабовидение и инвалидность по зрению в Российской Федерации. Ликвидация устранимой слепоты: Всемирная инициатива ВОЗ. Материалы Российского межрегионального симпозиума. М., 2003:38–43.
   Libman ES, Shakhova EV. Blindness, low vision and visual disability in the Russian Federation. Elimination of avoidable blindness: WHO global initiative. Proceedings of the Russian interregional symposium. Moscow, 2003:38–43 (In Russ.).
3. Муни ИВ, Диреев АО, Гусаревич ОГ, Щербакова ЛВ, Маздорова ЕВ, Малютина СК. Распространенность офтальмологических заболеваний в популяционной выборке старше 50 лет. Вестник офтальмологии. 2020;136(3):106–115.
   Munz IV, Direev AO, Gusarevitch OG, Scherbakova LV, Mazdorova EV, Malyutina SK. Prevalence of ophthalmic diseases in the population older than 50 years. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(3):106–115 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136031106.
4. Малюгин БЭ, Егорова ЭВ, Копаева ВГ, Толчинская АИ. Проблемы хирургического лечения катаракты и интраокулярной коррекции афакии. По результатам 20-летней работы МНТК «Микрохирургия глаза». Офтальмохирургия. 2007;1:10–17.
   Malyugin BE, Egorova EV, Kopaeva VG, Tolchinskaya AI. Problems of surgical treatment of cataract and intraocular correction of aphakia. Based on the results of 20-year work of the "Eye Microsurgery" Scientific and Technical Complex. Ophthalmosurgery. 2007;1:10–17 (In Russ.).
5. Чупров АД, Щербаков МА, Демакова ЛВ. Задняя лазерная капсулотомия при I степени помутнения задней капсулы хрусталика артифакичного глаза. Офтальмохирургия. 2015;1:6–11.
   Chuprov AD, Demakova LV, Shcherbakov MA. Laser posterior capsulotomy in case of the 1st degree of posterior capsular opacity of the lens in pseudophakic eyes. Ophthalmosurgery. 2015;1:6–11 (In Russ.).
6. Nibourg LM, Gelens E, Kuijer R, Hooymans JM, van Kooten TG, Koopmans SA. Prevention of posterior capsular opacification. Exp Eye Res. 2015;136:100–115. doi: 10.1016/j.exer.2015.03.011.
7. Wei Z, Gordon P, Hao C, Huangfu J, Fan E, Zhang X, Yan H, Fan X. Aged Lens Epithelial Cells Suppress Proliferation and Epithelial-Mesenchymal Transition-Relevance for Posterior Capsule Opacification. Cells. 2022;11(13):2001. doi: 10.3390/cells11132001.
8. Wormstone IM. Posterior capsule opacification: a cell biological perspective. Exp Eye Res. 2002;74(3):337–347. doi: 10.1006/exer.2001.1153.
9. Zhang RP, Xie ZG. Research Progress of Drug Prophylaxis for Lens Capsule Opacification after Cataract Surgery. J Ophthalmol. 2020;2020:2181685. doi: 10.1155/2020/2181685.
10. Терещенко ЮА, Сорокин ЕЛ, Белоноженко ЯВ. Выяснение взаимосвязей между имплантируемыми линзами из различных материалов и вариантами формирования помутнений задней капсулы хрусталика после факоэмульсификации возрастной катаракты. Офтальмохирургия. 2014;4:30–34.
    Tereshchenko YuA, Belonozhenko YV, Sorokin EL. Clarification of interrelations between implanted intraocular lenses of various materials and options of opacity formation in the posterior capsule after phacoemulsification of senile cataract. Ophthalmosurgery. 2014;4:30–34 (In Russ.).
11. Zhang H, Wang J. Visual Quality Assessment of Posterior Capsule Opacification Using Optical Quality Analysis System (OQAS). J Ophthalmol. 2017;2017:9852195. doi: 10.1155/2017/9852195.
12. Mansfield KJ, Cerra A, Chamberlain CG. FGF-2 counteracts loss of TGFbeta affected cells from rat lens explants: implications for PCO (after cataract). Mol Vis. 2004;10:521–532.
13. Wormstone IM, Del Rio-Tsonis K, McMahon G, Tamiya S, Davies PD, Marcantonio JM, Duncan G. FGF: an autocrine regulator of human lens cell growth independent of added stimuli. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(6):1305–1311.
14. Егоров ВВ, Кравченко ИЗ, Коленко ОВ, Сорокин ЕЛ, Пшеничнов МВ, Помыткина НВ, Бушнина ЛВ. Реорганизация работы отдела лазерной хирургии офтальмологической клиники в связи с переходом на амбулаторную хирургию хрусталика. Современные технологии в офтальмологии. 2016;2:32–34.
    Egorov VV, Kravchenko IZ, Kolenko OV, Sorokin EL, Pshenichnov MV, Pomytkina NV, Bushnina LV. Reorganization of the laser surgery department of the ophthalmological clinic in connection with the transition to outpatient lens surgery. Modern technologies in ophthalmology. 2016;2:32–34 (In Russ.).
15. Bhargava R, Kumar P, Phogat H, Chaudhary KP. Neodymium-yttrium aluminium garnet laser capsulotomy energy levels for posterior capsule opacification. J Ophthalmic Vis Res. 2015;10(1):37–42. doi: 10.4103/2008-322X.156101.
16. Eggermont RL, Witteman AM, van Erkelens JA, Vermeulen K, Vunderink L, Reus NJ. Nd:YAG laser capsulotomy rates in the Netherlands: practice variation and association with physician practice styles. J Cataract Refract Surg. 2023;49(4):373–377. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001118.
17. Lighthizer N, Johnson S, Holthaus J, Holthaus K, Cherian B, Swindell R, Weber B, Weise K, Cockrell D, Lewis S, Wroten C, Anastasio J, Ellen J, Miller JM. Nd:YAG Laser Capsulotomy: Efficacy and Outcomes Performed by Optometrists. Optom Vis Sci. 2023;100(10):665–669. doi: 10.1097/OPX.0000000000002057.
18. Егорова ЕВ, Нестеренко АС, Черных ВВ, Щербакова ЛВ. Поздние дислокации ИОЛ. Ретроспективное исследование. Офтальмохирургия. 2021;1:17–21.
    Egorova EV, Nesterenko AS, Chernykh VV, Shcherbakova LV. Late intraocular lens dislocation. Retrospective study. Ophthalmosurgery. 2021;1:17–21 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2021-1-17-21.
19. Жабоедов ДГ. Причины и факторы риска дислокации ИОЛ в позднем постоперационном периоде хирургии катаракты. Таврический медико-биологический вестник. 2013;16(3-2):61–64.
    Zhaboyedov DG. Causes and risk factors of IOL dislocation in the late postoperative period of cataract surgery. Auride Medical and Biological Bulletin. 2013;16(3-2):61–64 (In Russ.).
20. Clark A, Morlet N, Ng JQ, Preen DB, Semmens JB. Whole population trends in complications of cataract surgery over 22 years in Western Australia. Ophthalmology. 2011;118(6):1055–1061. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.11.001.
21. Dabrowska-Kloda K, Kloda T, Boudiaf S, Jakobsson G, Stenevi U. Incidence and risk factors of late in-the-bag intraocular lens dislocation: evaluation of 140 eyes between 1992 and 2012. J Cataract Refract Surg. 2015;41(7):1376–1382. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.10.040.
22. Pueringer SL, Hodge DO, Erie JC. Risk of late intraocular lens dislocation after cataract surgery, 1980–2009: a population-based study. Am J Ophthalmol. 2011;152(4):618–623. doi: 10.1016/j.ajo.2011.03.009.
23. Framme C, Hoerauf H, Roider J, Laqua H. Delayed intraocular lens dislocation after neodymium:YAG capsulotomy. J Cataract Refract Surg. 1998;24(11):1541–1543. doi: 10.1016/s0886-3350(98)80182-x.
24. Kim JS, Kang MJ, Jeong KD, Hwang JH. Haptic fracture and dislocation of polyimide intraocular lens after neodymium: YAG laser capsulotomy: A case report. Medicine (Baltimore). 2019;98(20):e15720. doi: 10.1097/MD.0000000000015720.
25. Schneiderman TE, Johnson MW, Smiddy WE, Flynn HW Jr, Bennett SR, Cantrill HL. Surgical management of posteriorly dislocated silicone plate haptic intraocular lenses. Am J Ophthalmol. 1997;123(5):629–635. doi: 10.1016/s0002-9394(14)71075-x.
26. Findl O, Drexler W, Menapace R, Georgopoulos M, Rainer G, Hitzenberger CK, Fercher AF. Changes in intraocular lens position after neodymium: YAG capsulotomy. J Cataract Refract Surg. 1999;25(5):659–662. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00010-3.
27. Коблова ЕВ, Радченко ЕЮ, Татаржинская КЭ, Климова ЕФ. Оценка влияния лазерной дисцизии вторичной катаракты на положение интраокулярной линзы в задней камере по данным оптической когерентной томографии. Саратовский научно-медицинский журнал. 2021;17(3):643–645.
    Koblova EV, Radchenko EYu, Tatarginskaya KE, Klimova EF. Assessment of the impact of laser discision of secondary cataract on the intraocular lens position in the posterior chamber according to optical coherence tomography. Saratov Scientific Medical Journal. 2021;17(3):643–645 (In Russ.).
28. Азнабаев БМ, Семесько СГ. Вторичная катаракта: диагностика, лечение, профилактика: учебное пособие. М.: АПО ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, 2020. 30 с.
    Aznabaev BM, Semesko SG. Secondary cataract: diagnostics, treatment, prevention: study guide. Moscow: APO FGBU FNKTs FMBA of Russia, 2020. 30 p. (In Russ.).
29. Борзунов ОИ, Коротких СА. Особенности ИАГ-лазерной дисцизии вторичной катаракты на глазах с сопутствующей интраокулярной патологией. Офтальмология. 2015;12(3):30–35.
    Borzunov OI, Korotkih SA. Features of YAG-laser treatment of posterior capsule opacification in eyes with intraocular comorbidities ext. Ophthalmology in Russia. 2015;12(3):30–35 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2015-3-30-34.
30. Кузнецов СЛ, Гостева НН, Гостева КЕ. Эффективность YAG-лазерной дисцизии вторичной катаракты у пациентов с интраокулярной коррекцией афакии объемозамещающими линзами с плоскостной торсионной гаптикой (pthiol). Практическая медицина. 2016;2:74–78.
    Kuznetsov SL, Gosteva NN, Gosteva KE. Efficiency of YAG-laser discission of secondary cataract in patients with intraocular correction of aphakia by volume-changing intraocular lenses with plate torsion haptic intraocular lenses (pthiol). Practical Medicine. 2016;2:74–78 (In Russ.).
31. Cetinkaya S, Cetinkaya YF, Yener HI, Dadaci Z, Ozcimen M, Acir NO. The influence of size and shape of Nd: YAG capsulotomy on visual acuity and refraction. Arq Bras Oftalmol. 2015;78(4):220–223. doi: 10.5935/0004-2749.20150057.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Буря Руслан Андреевич
врач-офтальмолог отделения хирургии катаракты № 2
https://orcid.org/0000-0001-5389-3947

Помыткина Наталья Викторовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог отделения лазерной хирургии, ассистент кафедры общей и клинической хирургии
https://orcid.org/0000-0003-3757-8351

ABOUT THE AUTHORS

Burya Ruslan A.
ophthalmologist of the Cataract Surgery Department No. 2
https://orcid.org/0000-0001-5389-3947

Pomytkina Natalia V.
PhD, ophthalmologist of the Laser Surgery Department, assistant of the General and Clinical Surgery Department
https://orcid.org/0000-0003-3757-8351

Сорокин Евгений Леонидович
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, профессор кафедры общей и клинической хирургии
https://orcid.org/0000-0002-2028-1140

Данилов Олег Владимирович
врач-офтальмолог консультативно-диагностического отделения
https://orcid.org/0000-0002-6610-2419

Sorokin Evgenii L.
MD, Professor, deputy director for Scientific work, Professor of the General and Clinical Surgery Department
https://orcid.org/0000-0002-2028-1140

Danilov Oleg V.
ophthalmologist of the Consultative and Diagnostic Department
https://orcid.org/0000-0002-6610-2419

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-311-318

поступила 01.04.26
was received 01.04.26

Первые результаты оценки изменений биомеханических свойств роговицы после кераторефракционных операций

В.И. Зинченко И.А. Мушкова А.Н. Каримова

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):311–318**

Цель: сравнительный анализ биомеханических последствий кераторефракционных операций (КРО) в зависимости от технологии лазерного воздействия на роговую оболочку пациентов с миопией средней степени. **Пациенты и методы.** В исследование были включены 150 пациентов (150 глаз) с миопией средней степени, которые были разделены на три группы в зависимости от КРО: группа 1 — 50 пациентов, которым проводили Femto-LASIK; группа 2 — 50 пациентов, которым проводили CLEAR с разрезом 1,5 мм; группа 3 — 50 пациентов, которым проводили CLEAR с разрезом 3,0 мм. Всем пациентам до и в различные сроки после лечения (1 неделя, 1 и 3 месяца) выполняли как стандартные, так и специализированные методы исследования органа зрения. Особое внимание уделялось изучению биомеханических свойств роговицы на приборе Corvis ST. **Результаты.** Исследование биомеханических свойств роговицы на дооперационном этапе не выявило статистически значимых различий между группами. Параметры находились в пределах нормальных значений. ССТ через 3 месяца после КРО наибольших значений достигала у пациентов в группе 2, а наименьших — в группе 1 ($p < 0,05$). Такие показатели, как SP-A1 и ARTh, достигали наибольших значений в группе 2, а наименьших — в группе 1 ($p < 0,05$). Параметр IR через 1 и 3 месяца наблюдения наиболее низким был в группе 2, а наиболее высоким — в группе 1 ($p < 0,05$). **Заключение.** В совокупности динамика описанных изменений демонстрирует ремоделирование биомеханического профиля роговицы в послеоперационном периоде как после операции FS-LASIK, так и после CLEAR. Однако после операции CLEAR, особенно с разрезом 1,5 мм, изменения роговой оболочки были менее выраженными. Все это обусловливает необходимость детального предоперационного планирования. Ключевыми этапами такого планирования выступают: оценка исходной толщины роговицы, расчет величины остаточной стромы, учет индивидуальных биомеханических параметров и обоснованный выбор метода хирургического вмешательства, позволяющего минимизировать структурные повреждения роговицы.

Ключевые слова: биомеханические свойства роговицы, кераторефракционная операция, FS-LASIK, CLEAR, Corvis ST

Для цитирования: Зинченко В.И., Мушкова И.А., Каримова А.Н. Первые результаты оценки изменений биомеханических свойств роговицы после кераторефракционных операций. *Офтальмология.* 2026;23(2):311–318. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-311-318

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The First Results of Assessing Changes in the Cornea Biomechanical Properties after Keratorefractive Surgery

V.I. Zinchenko, I.A. Mushkova, A.N. Karimova

S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):311–318**

Objective: to conduct a comparative analysis of the biomechanical consequences of keratorefractive surgery, depending on the laser treatment technique used on the corneal stroma in patients with moderate myopia. **Materials and Methods.** The study included 150 patients (150 eyes) with moderate myopia, who were divided into three groups according to the type of keratorefractive surgery (KRO) performed: group 1 — 50 patients underwent Femto-LASIK; group 2 — 50 patients underwent CLEAR surgery with a 1.5 mm incision; group 3 — 50 patients underwent CLEAR surgery with a 3.0 mm incision. All patients underwent both standard and specialized ophthalmic examinations before surgery and at various follow-up time points (1 week, 1 month, and 3 months post-surgery). Particular emphasis was placed on assessing the biomechanical properties of the cornea using the Corvis ST device. **Results.** The pre-operative assessment of corneal biomechanical properties revealed no statistically significant differences between the groups, with all parameters falling within the normal range. At the 3-month follow-up, the central corneal thickness (CCT) was found to be highest in group 2 (CLEAR with a 1.5 mm incision) and lowest in group 1 (Femto-LASIK) ($p < 0.05$). Similarly, the SP-A1 and ARTh parameters demonstrated the highest values in group 2 and the lowest in group 1 ($p < 0.05$). Furthermore, the IR parameter was found to be lowest in group 2 and highest in group 1 at both the 1-month and 3-month follow-up visits ($p < 0.05$). **Conclusion.** The observed dynamics of changes collectively demonstrate remodelling of the corneal biomechanical profile in the post-operative period, regardless of whether FS-LASIK or CLEAR surgery was performed. However, patients who underwent CLEAR surgery — particularly those with a 1.5 mm incision — exhibited less pronounced corneal changes. These findings underscore the critical importance of thorough pre-operative planning, which should include assessment of the initial corneal thickness, calculation of the residual stromal bed, analysis of individual biomechanical parameters, and selection of the most appropriate surgical technique to minimize corneal structural damage.

Keywords: biomechanical properties of the cornea, keratorefractive surgery, FS-LASIK, CLEAR, Corvis ST

For citation: Zinchenko V.I., Mushkova I.A., Karimova A.N. The First Results of Assessing Changes in the Cornea Biomechanical Properties after Keratorefractive Surgery. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):311–318. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-311-318

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Миопия представляет собой рефракционную аномалию, обусловленную несоответствием между оптической силой компонентов глаза (роговицы и хрусталика) и его осевой длиной, в результате этого световые лучи фокусируются перед сетчаткой, что приводит к ухудшению восприятия удаленных объектов [1, 2]. На сегодняшний день миопия является одним из наиболее распространенных заболеваний глаз, затрагивая около 2 млрд человек в мире [3], при этом около 277 млн имеют миопию высокой степени (МВС) [2]. Прогностические модели, основанные на систематическом обзоре и метаанализе 145 исследований, указывают, что к 2050 г. миопией будет страдать около 50 % населения Земли (4 758 млн), а МВС затронет порядка 10 % жителей планеты (938 млн человек) [4, 5].

В современной клинической практике отсутствует стандартизированный подход к ведению пациентов с миопией, однако разработан ряд стратегий ее коррекции и контроля. Среди них имеются оптические методы: применение мультифокальных контактных линз, очков с дефокусировкой для коррекции миопии, а также ортокератология. Наиболее радикальным способом остается проведение кераторефракционных операций (КРО). Стремительное развитие технологий рефракционной коррекции способствовало росту популярности лазерной хирургии роговицы как метода лечения миопии: ее отличают высокая предсказуемость результата и минимальная инвазивность. В настоящее время в офтальмохирургии наиболее часто применяются следующие вмешательства [6–8]: трансэпителиальная фоторефракционная кератэктомия; лазерный кератомилез *in situ* (laser-assisted in situ keratomileusis — LASIK), в том числе с применением фемтосекундного лазера (ФСЛ) — FS-LASIK; рефракционная экстракция лентикулы, к которой относятся операции по удалению лентикулы через малый разрез роговицы (small incision lenticule extraction — SMILE), процедура извлечения лентикулы роговицы для усовершенствованной рефракционной коррекции (corneal lenticule extraction for advanced refractive correction — CLEAR), а также методика SmartSight.

Известно, что любая КРО влечет за собой нарушение структурной целостности роговицы: в случае применения интрастромальных методик происходит

формирование роговичного лоскута либо лентикулы, тогда как при использовании поверхностных методик происходит удаление эпителиального слоя вместе с частью передней стромы. Все это неизбежно приводит к модификации биомеханических свойств роговицы, что имеет принципиальное значение для полноценной работы оптической системы глаза [9, 10].

Возможность определения биомеханических свойств роговицы *in vivo* имеет большое клиническое значение, поскольку она может помочь оптимизировать ряд процедур лечения и управления, которые взаимодействуют или оказывают механическое воздействие на глаз [11]. В современной клинической практике биомеханические свойства роговицы оценивают с помощью специализированных диагностических приборов. Одним из ключевых инструментов является анализатор реакции глаза (ORA) производства Reichert Ophthalmic Instruments (Буффало, Нью-Йорк, США). Наряду с ним широко применяется динамический анализатор Шаймпфлюга — прибор Corvis ST (Oculus; Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Германия), позволяющий визуализировать роговицу и комплексно анализировать ее морфологические и биомеханические параметры [12]. Оба прибора — ORA и Corvis ST — функционируют по сходному принципу: они регистрируют реакцию роговицы на воздействие кратковременного воздушного импульса. На основании характера этой реакции устройства косвенно определяют ключевые биомеханические характеристики роговицы, такие как упругость, жесткость и вязкоэластические свойства [13].

Основными параметрами, которые рассчитывают при помощи данных методик, являются следующие [14, 15]: центральная толщина роговицы (CCT), ВГД с учетом биомеханических свойств (bIOP), время аппланации (AT), длина аппланации (AL), амплитуда деформации (Deformation Amplitude, DA), длина прогиба (Peak Distance, PD), обратное значение вписанного радиуса кривизны роговицы (Inverse Concave Radius, ICR), отношение величины в апексе и на расстоянии 2 мм (DA Ratio 2), относительная толщина роговицы по Амброзио (Ambrosio Relational Thickness, ARTh), интегрированный радиус (Integrated Radius, IR), биомеханический индекс Corvis (CBI), параметр жесткости (Stiffness Parameter, SP-A1). На основе численного моделирования методом конечных элементов, имитирующего реакцию роговицы на ВГД и воздушный поток Corvis ST, также был разработан индекс напряжения-деформации (Stress-Strain Index, SSI), который не зависит от ВГД и CCT, но достоверно коррелирует с возрастом ($p < 0,01$). Поскольку возраст тесно связан с жесткостью роговицы, SSI косвенно отражает биомеханические свойства ткани [11].

В ряде научных работ отмечается, что операция CLEAR демонстрирует определенные преимущества в плане сохранения биомеханической целостности роговицы в послеоперационном периоде по сравнению с методом FS-LASIK. Однако объем имеющихся данных пока ограничен, а полученные результаты требуют дополнительной верификации. Именно поэтому настоящее исследование было направлено на подтверждение или опровержение ранее выявленных тенденций — это позволит сформировать более обоснованные клинические рекомендации и повысить безопасность кераторефракционных вмешательств.

Цель данной работы — сравнительный анализ биомеханических последствий кераторефракционных вмешательств в зависимости от технологии лазерного воздействия на роговую оболочку пациентов с миопией средней степени.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 150 пациентов (150 глаз) с миопией средней степени (МСС), кератометрией в диапазоне 41,0–44,0 диоптрий (D), толщиной роговицы более 500 мкм, бинокулярным характером зрения и отсутствием противопоказаний к лазерной коррекции. Все пациенты были разделены на три группы в зависимости от КРО: группа 1 — 50 пациентов (50 глаз) с МСС, которым проводили КРО по технологии Femto-LASIK на фемтосекундном лазере FEMTO LDV Z8 (Ziemer Ophthalmic Systems AG, Швейцария); группа 2 — 50 пациентов (50 глаз) с МСС, которым проводили КРО по технологии CLEAR с разрезом 1,5 мм на эксимерном лазере WaveLight EX 500 (Alcon, США); группа 3 — 50 пациентов (50 глаз) с МСС, которым проводили КРО по технологии CLEAR с разрезом 3,0 мм на эксимерном лазере WaveLight EX 500 (Alcon, США). Все вмешательства выполняли в отделе лазерной рефракционной хирургии ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России в период с 2024 по 2025 г. Срок послеоперационного наблюдения составил 3 месяца.

Всем пациентам до и в различные сроки после лечения (1 неделя, 1 и 3 месяца) выполняли как стандартные, так и специализированные методы исследования органа зрения: визометрию и рефрактометрию, в том числе с циклоплегией, кератометрию, тонометрию, аберрометрию на приборе Topcon KR-1W (Wavefront Analyzer, Япония), конфокальную микроскопию на приборе Heidelberg Retina Tomograph (HRT3) с роговичным модулем (Германия), кератотопографию на приборе Pentacam AXL (OCULUS Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Германия), а также исследовали биомеханические свойства роговицы на приборе Corvis ST (OCULUS Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Германия). В сравнительный анализ были включены следующие параметры роговой оболочки: Applanation Length 1, Applanation Length 2, Applanation Velocity 1, Applanation Velocity 2, Deformation Amplitude, Peak Distance, Radius, CBI, DA Ratio, CCT, IOPnc, bIOP, SP-A1, ARTh, IR, CCT.

Статистическую обработку результатов проводили с расчетом t-критерия Стьюдента и точного критерия Фишера с помощью программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.1 (StatSoft, США). Различия между выборками считали достоверными при $p < 0,05$, доверительный интервал 95 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование биомеханических свойств роговицы на дооперационном этапе не выявило статистически значимых различий между группами. Из таблицы 1 следует, что параметры находились в пределах нормальных значений. При планировании КРО особенно важно учитывать такие показатели, как CCT, SP-A1, ARTh, DA Ratio, CBI и Radius, так как они в большей степени отражают общую жесткость и эластичность роговицы, влияя на выбор методики операции.

Анализ плотности нервных волокон поверхностного сплетения на мм^2 по данным конфокальной микроскопии у пациентов до КРО показал, что у всех пациентов с МСС в трех группах данный показатель был в пределах нормы, статистически значимых различий не наблюдалось ($p > 0,05$): группа 1 — 115,49 ± 25,15 волокон/мм^2; группа 2 — 117,28 ± 23,87 волокон/мм^2; группа 3 — 113,35 ± 27,65 волокон/мм^2.

Через 1 неделю после КРО статистически значимые различия между тремя группами пациентов отмечались при анализе показателей SP-A1, ARTh, IR и CCT — именно они наиболее чувствительны к изменениям после операции и определяют безопасность и эффективность КРО (табл. 2).

Как следует из таблицы 2, центральная толщина роговицы через 1 неделю после проведения операции Femto-LASIK была достоверно ниже по сравнению с группами пациентов, которым проводили операцию по технологии CLEAR ($p < 0,05$). Параметр жесткости роговицы SP-A1 наиболее высоким был в группе 2 ($p < 0,05$), что свидетельствует о том, что после проведения КРО по технологии CLEAR с разрезом 1,5 мм жесткость роговицы остается наиболее высокой. Параметр ARTh, отражающий эластичность роговицы, также был достоверно выше у пациентов в группе 2 ($p < 0,05$). При этом показатель IR, характеризующий распределение жесткости по поверхности роговицы, был наименьшим также в группе 2 ($p < 0,05$), что свидетельствует о достоверно лучшем сохранении жесткости роговой оболочки после КРО по технологии CLEAR с разрезом 1,5 мм.

Анализ плотности нервных волокон поверхностного сплетения через 1 неделю после КРО показал, что данный

Таблица 1. Результаты расчета биомеханических свойств роговицы на приборе Corvis ST у пациентов трех групп на дооперационном этапе

Table 1. The results of calculating the cornea biomechanical properties using the Corvis ST device in patients of three groups at the preoperative stage

Исследуемые параметры Investigated parameters	Группа 1 Group 1 (*n* = 50)	Группа 2 Group 2 (*n* = 50)	Группа 3 Group 3 (*n* = 50)	Статистически значимые различия Statistically significant differences, *p*
Applanation Length 1 (мм, mm)	2,21 ± 0,12	2,26 ± 0,11	2,20 ± 0,15	>0,05
Applanation Length 2 (мм, mm)	2,11 ± 0,16	2,12 ± 0,25	2,11 ± 0,21	>0,05
Applanation Velocity 1 (м/с, m/s)	0,13 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,13 ± 0,02	>0,05
Applanation Velocity 2 (м/с, m/s)	–0,24 ± 0,06	–0,25 ± 0,05	–0,24 ± 0,06	>0,05
Deform. Amplitude	1,03 ± 0,07	1,01 ± 0,11	1,03 ± 0,11	>0,05
Peak Distance (мм, mm)	4,96 ± 0,11	4,87 ± 0,11	4,92 ± 0,11	>0,05
Radius (мм, mm)	7,46 ± 0,48	7,49 ± 0,52	7,45 ± 0,52	>0,05
DA Ratio	3,86 ± 0,21	3,96 ± 0,30	3,87 ± 0,24	>0,05
CCT (мкм, mcm)	540,92 ± 26,62	560,12 ± 41,42	547,21 ± 36,42	>0,05
IOPnc (мм рт. ст., mmHg)	18,12 ± 0,34	18,25 ± 0,45	17,67 ± 0,37	>0,05
bIOP (мм рт. ст., mmHg)	18,19 ± 0,76	18,28 ± 0,67	18,19 ± 0,69	>0,05
SP-A1	114,0 ± 10,95	119,0 ± 13,15	117,0 ± 12,65	>0,05
ARTh	558,76 ± 112,15	566,12 ± 103,15	543,42 ± 110,17	>0,05
IR	7,61 ± 0,46	7,78 ± 0,48	7,66 ± 0,62	>0,05
CBI	0,21 ± 0,11	0,19 ± 0,12	0,19 ± 0,11	>0,05

Таблица 2. Результаты расчета биомеханических свойств роговицы на приборе Corvis ST у пациентов трех групп через 1 неделю после операции

Table 2. The results of calculating the cornea biomechanical properties on the Corvis ST device in patients of three groups 1 week after surgery

Исследуемые параметры Investigated parameters	Группа 1 Group 1 (*n* = 50)	Группа 2 Group 2 (*n* = 50)	Группа 3 Group 3 (*n* = 50)	Статистически значимые различия Statistically significant differences, *p*
Applanation Length 1 (мм, mm)	2,11 ± 0,11	2,16 ± 0,10	2,11 ± 0,11	>0,05
Applanation Length 2 (мм, mm)	2,02 ± 0,15	1,92 ± 0,15	1,93 ± 0,19	>0,05
Applanation Velocity 1 (м/с, m/s)	0,15 ± 0,07	0,24 ± 0,12	0,26 ± 0,15	>0,05
Applanation Velocity 2 (м/с, m/s)	–0,27 ± 0,05	–0,25 ± 0,06	–0,26 ± 0,06	>0,05
Deform. Amplitude	1,12 ± 0,09	1,07 ± 0,10	1,08 ± 0,11	>0,05
Peak Distance (мм, mm)	5,06 ± 0,21	4,97 ± 0,19	5,02 ± 0,18	>0,05
Radius (мм, mm)	6,96 ± 0,48	6,89 ± 0,41	6,91 ± 0,32	>0,05
DA Ratio	3,98 ± 0,11	4,02 ± 0,05	3,97 ± 0,04	>0,05
CCT (мкм, mcm)	492,12 ± 29,62	501,62 ± 31,82	499,91 ± 27,92	<0,05
IOPnc (мм рт. ст., mmHg)	16,12 ± 0,25	16,85 ± 0,25	16,67 ± 0,67	>0,05
bIOP (мм рт. ст., mmHg)	16,19 ± 0,36	16,98 ± 0,37	16,19 ± 0,79	>0,05
SP-A1	96,01 ± 8,65	109,0 ± 10,85	104,13 ± 9,95	<0,05
ARTh	152,54 ± 21,15	201,34 ± 13,84	176,88 ± 21,57	<0,05
IR	10,21 ± 0,36	9,93 ± 0,26	10,06 ± 0,31	<0,05
CBI	0,31 ± 0,11	0,29 ± 0,07	0,30 ± 0,08	>0,05

Таблица 3. Результаты расчета биомеханических свойств роговицы на приборе Corvis ST у пациентов трех групп через 1 месяц после операции

Table 3. The results of calculating the cornea biomechanical properties on the Corvis ST device in patients of three groups 1 month after surgery

Исследуемые параметры Investigated parameters	Группа 1 Group 1 (*n* = 50)	Группа 2 Group 2 (*n* = 50)	Группа 3 Group 3 (*n* = 50)	Статистически значимые различия Statistically significant differences, *p*
Applanation Length 1 (мм, mm)	2,14 ± 0,09	2,26 ± 0,10	2,21 ± 0,09	>0,05
Applanation Length 2 (мм, mm)	2,02 ± 0,11	1,91 ± 0,13	1,94 ± 0,18	>0,05
Applanation Velocity 1 (м/с, m/s)	0,15 ± 0,09	0,22 ± 0,12	0,23 ± 0,15	>0,05
Applanation Velocity 2 (м/с, m/s)	–0,27 ± 0,05	–0,25 ± 0,06	–0,26 ± 0,06	>0,05
Deform. Amplitude	1,12 ± 0,10	1,07 ± 0,12	1,08 ± 0,11	>0,05
Peak Distance (мм, mm)	5,01 ± 0,19	4,98 ± 0,18	5,00 ± 0,16	>0,05
Radius (мм, mm)	7,06 ± 0,18	6,83 ± 0,81	6,90 ± 0,72	>0,05
DA Ratio	3,98 ± 0,11	4,02 ± 0,05	3,97 ± 0,04	>0,05
CCT (мкм, mcm)	491,87 ± 28,62	502,82 ± 29,82	498,91 ± 28,92	<0,05
IOPnc (мм рт. ст., mmHg)	16,82 ± 0,55	16,85 ± 0,41	16,97 ± 0,68	>0,05
bIOP (мм рт. ст., mmHg)	16,19 ± 0,36	16,98 ± 0,37	16,19 ± 0,79	>0,05
SP-A1	97,21 ± 8,15	113,13 ± 11,25	109,53 ± 9,45	<0,05
ARTh	157,24 ± 19,85	207,24 ± 11,44	187,18 ± 20,27	<0,05
IR	10,11 ± 0,26	9,83 ± 0,16	10,09 ± 0,28	<0,05
CBI	0,29 ± 0,10	0,25 ± 0,06	0,25 ± 0,08	>0,05

Таблица 4. Результаты расчета биомеханических свойств роговицы на приборе Corvis ST у пациентов трех групп через 1 месяц после операции

Table 4. The results of calculating the cornea biomechanical properties on the Corvis ST device in patients of three groups 3 months after surgery

Исследуемые параметры Investigated parameters	Группа 1 Group 1 (*n* = 50)	Группа 2 Group 2 (*n* = 50)	Группа 3 Group 3 (*n* = 50)	Статистически значимые различия Statistically significant differences, *p*
Applanation Length 1 (мм, mm)	2,15 ± 0,10	2,25 ± 0,09	2,22 ± 0,10	>0,05
Applanation Length 2 (мм, mm)	2,01 ± 0,10	1,92 ± 0,12	1,95 ± 0,14	>0,05
Applanation Velocity 1 (м/с, m/s)	0,14 ± 0,10	0,28 ± 0,11	0,21 ± 0,18	>0,05
Applanation Velocity 2 (м/с, m/s)	–0,27 ± 0,05	–0,25 ± 0,06	–0,26 ± 0,06	>0,05
Deform. Amplitude	1,13 ± 0,09	1,06 ± 0,11	1,07 ± 0,12	>0,05
Peak Distance (мм, mm)	5,02 ± 0,18	4,96 ± 0,15	4,97 ± 0,17	>0,05
Radius (мм, mm)	7,06 ± 0,18	6,83 ± 0,81	6,90 ± 0,72	>0,05
DA Ratio	3,89 ± 0,12	4,03 ± 0,11	3,97 ± 0,07	>0,05
CCT (мкм, mcm)	490,67 ± 29,62	502,52 ± 27,82	499,21 ± 27,92	<0,05
IOPnc (мм рт. ст., mmHg)	16,29 ± 0,45	16,75 ± 0,31	16,87 ± 0,38	>0,05
bIOP (мм рт. ст., mmHg)	16,37 ± 0,26	16,78 ± 0,27	16,29 ± 0,69	>0,05
SP-A1	95,81 ± 5,95	117,63 ± 10,15	111,33 ± 10,45	<0,05
ARTh	156,14 ± 29,85	212,84 ± 12,34	191,28 ± 28,17	<0,05
IR	10,41 ± 0,16	9,63 ± 0,46	10,01 ± 0,18	<0,05
CBI	0,30 ± 0,11	0,24 ± 0,05	0,25 ± 0,05	>0,05

показатель достоверно ниже был у пациентов после операции FS-LASIK — 65,23 ± 7,85 волокон/мм^2, наибольшие значения были отмечены после операции CLEAR с разрезом 1,5 мм — 90,96 ± 15,32 волокон/мм^2, в группе 3 показатель был равен 86,15 ± 12,15 волокон/мм^2 (p <0,05).

Через 1 и 3 месяца после КРО статистически значимые различия между тремя группами пациентов также отмечались при анализе показателей SP-A1, ARTh, IR и ССТ (табл. 3 и 4). При этом все показатели у пациентов всех трех групп находились в пределах нормальных значений.

Как следует из таблиц 3 и 4, ССТ через 1 и 3 месяца после КРО наибольших значений достигала у пациентов в группе 2, а наименьших — в группе 1 (p < 0,05). Такие показатели, как SP-A1 и ARTh, достигали наибольших значений в группе 2, а наименьших — в группе 1 (p < 0,05). Параметр IR через 1 и 3 месяца наблюдения наиболее низким был в группе 2, а наиболее высоким — в группе 1 (p < 0,05). Представленные различия свидетельствуют о том, что биомеханические свойства роговицы после КРО по технологии CLEAR с разрезом 1,5 мм изменялись в меньшей степени, сохраняя достаточно высокую жесткость и эластичность, в то время как после операции Femto-LASIK биомеханика роговицы претерпевала более значительные изменения.

Анализ плотности нервных волокон поверхностного сплетения через 1 и 3 месяца после КРО также показал, что РО по технологии CLEAR с разрезом 1,5 мм сохраняет данный показатель достоверно на более высоком уровне в сравнении с FS-LASIK и CLEAR с разрезом 3,0 мм. Подробный анализ представлен в таблице 5.

Таблица 5. Анализ плотности нервных волокон поверхностного сплетения по данным конфокальной микроскопии у пациентов трех групп через 1 и 3 месяца после операции

Table 5. Analysis of the superficial plexus nerve fibres density using confocal microscopy data in patients from three groups at 1 and 3 months postsurgery

Исследуемые параметры Investigated parameters	Группа 1 Group 1 (*n* = 50)	Группа 2 Group 2 (*n* = 50)	Группа 3 Group 3 (*n* = 50)	Статистически значимые различия Statistically significant differences, *p*
Плотность нервных волокон поверхностного сплетения через 1 месяц, волокон/мм^2 Density of the nerve fibers superficial plexus after 1 month, fibers/mm^2	81,09 ± 7,15	99,62 ± 9,45	98,03 ± 8,23	<0,05
Плотность нервных волокон поверхностного сплетения через 3 месяца, волокон/мм^2 Density of the superficial plexus nerve fibers after 3 month, fibers/mm^2	83,97 ± 3,09	106,01 ± 7,17	103,45 ± 6,33	<0,05

ОБСУЖДЕНИЕ

Конструкция оптической зоны роговицы представляет собой ключевой параметр хирургического планирования, обладающий двойственным эффектом: с одной стороны, увеличение оптической зоны способно снизить периферические аберрации при расширении зрачка (в частности, в условиях пониженной освещенности), с другой — влечет за собой более значительную потерю роговичной ткани, что может приблизить параметры вмешательства к биомеханическим пределам роговицы [16]. При этом в современной клинической практике вариативность подходов к формированию оптической зоны в рамках различных хирургических методик пока не позволила выработать единый оптимизированный протокол [6].

Так, операция FS-LASIK предполагает послойное удаление ткани роговицы с целью достижения оптимальной преломляющей силы, обеспечивающей фокусировку световых лучей на сетчатке [17]. В ходе вмешательства ФСЛ формирует тонкий поверхностный лоскут роговицы диаметром около 8 мм, который затем приподнимается для обеспечения доступа к средним слоям стромы. При коррекции миопии эксимерный лазер осуществляет абляцию ткани с точностью до 0,25 мкм за один импульс, объем удаляемой ткани определяется степенью рефракционного нарушения, при этом рекомендуется не превышать 40 % от центральной толщины роговицы. По завершении коррекции формы роговицы лоскут возвращают в исходное положение, где он фиксируется за счет адгезивных свойств коллагена без необходимости наложения швов.

Операция CLEAR представляет собой современный метод фемтосекундной лазерной офтальмохирургии, предназначенный для коррекции близорукости и астигматизма. В отличие от LASIK, при которой верхний слой роговицы удаляется или отслаивается для доступа к стромальному слою, CLEAR сохраняет целостность поверхностных слоев: лазер формирует два тонких слоя в строме, создавая дисковидный фрагмент роговичной ткани (лентикулу), которая затем удаляется через малый разрез [18, 19]. Операцию можно выполнить с помощью двух низкоэнергетических лазерных платформ: FEMTO LDV Z8 и FEMTO Z8 NEO (Ziemer Group, Швейцария) [18–20].

Ключевая особенность операции CLEAR — применение индивидуального асферического профиля резекции по значению Q, направленного на минимизацию изменений асферичности роговицы. Такой подход позволяет сохранить предоперационное значение Q, снизить послеоперационные изменения формы роговицы и уменьшить сферические аберрации при сохранении предсказуемости оптической зоны [19, 21]. Объем удаляемой ткани при CLEAR — также индивидуальный параметр, который рассчитывается на основе предоперационных измерений (рефракция, толщина роговицы, диаметр оптической зоны). Толщина лентикулы обычно составляет 100–120 мкм, а ее диаметр коррелирует с размером оптической зоны (в среднем 6–7 мм). Микроразрез для извлечения лентикулы имеет размер 2–3 мм, в некоторых случаях — до 1 мм [22].

Операция CLEAR обладает рядом существенных преимуществ в сравнении с иными методами рефракционной экстракции лентикулы. В частности, она позволяет минимизировать образование стромального газа в ходе вмешательства. Кроме того, методика дает возможность повторно центрировать зону фемтодиссекции без прерывания вакуумного контакта, что обеспечивает более точную центрацию по зрительной оси и эффективную корректировку циклоторсии [18, 23]. Еще одним важным достоинством CLEAR является формирование лентикулы с исключительно гладкой поверхностью. Это способствует проведению плавной диссекции, исключая дополнительную травматизацию роговицы и снижая риск интра- и послеоперационных осложнений [20, 24].

Однако любая, даже наиболее современная и щадящая КРО так или иначе влечет за собой изменение биомеханических характеристик роговицы, которые критически важны для функционирования оптической системы глаза: они обеспечивают корректную дифракцию света, поддерживают форму роговицы при колебаниях внутриглазного давления и защищают глаз от механических воздействий [9, 10]. Хирургическое вмешательство нарушает структурную целостность роговицы: при интрастромальных методиках формируется лоскут или лентикула, при поверхностных — удаляется эпителий и часть передней стромы. Это приводит к снижению модуля упругости, изменению распределения механических напряжений и уменьшению общей прочности фиброзной оболочки. В результате возникают предпосылки для ряда послеоперационных осложнений, наиболее распространенные из которых — индуцирование АВП, кератэктазии, нестабильность рефракционного результата, изменения роговичного астигматизма, ошибки измерения внутриглазного давления (ВГД), синдром сухого глаза [25, 26].

Было показано, что операция FS-LASIK способна индуцировать сферические и коматические аберрации вследствие изменения биомеханической структуры роговицы. Это обусловлено двумя ключевыми факторами: формированием роговичного лоскута и повышенной крутизной края в зоне разреза [27, 28]. По данным литературы, проведение FS-LASIK приводит к уменьшению изгибной жесткости роговицы, что напрямую связано с удалением стромальной ткани и изменением ее архитектоники [29]; изменению распределения напряжений, когда в зоне абляции и на границе с интактной тканью возникают области повышенного напряжения; снижению общей прочности роговицы на 15–20 % [30]; непосредственным изменениям в биомеханических параметрах.

В исследованиях Э.В. Бойко и соавт. продемонстрировано, что после выполнения операции FS-LASIK наблюдается изменение ряда биомеханических показателей роговицы: увеличиваются значения DA ratio, PD и ICR, одновременно снижается SP-A1, что свидетельствует о снижении жесткости роговицы [31]. В другой работе тех же авторов проведен анализ биомеханических параметров роговицы у пациентов с миопией до и после FS-LASIK с использованием прибора Corvis ST, оценивались показатели bIOP, IOP0, DA, DA ratio, ICR, CCT, SP-A1, PD5 и индекс CBI [32]. Результаты выявили статистически значимые послеоперационные изменения: снижение IOP0 и SP-A1, уменьшение CCT, а также рост DA ratio, ICR и PD. Совокупность этих изменений подтверждает снижение жесткости роговицы после выполнения FS-LASIK.

Проведение CLEAR, по данным литературы, приводит к следующим биомеханическим изменениям роговой оболочки [22, 33]: снижению модуля упругости и прочности роговицы из-за удаления части стромальных слоев; изменению распределения механических напряжений в роговице; отсутствие роговичного лоскута, как при FS-LASIK, снижает риск дислокации тканей, но создает новые зоны напряжения в области микроразреза и вокруг лентикулы; изменению топографической стабильности, когда роговица становится более податливой к внешним воздействиям, что потенциально может привести к регрессии коррекции или нестабильности рефракционного результата.

В данном исследовании было установлено, что после проведении FS-LASIK и CLEAR через 3 месяца у всех пациентов в той или иной степени снижались такие показатели, как CCT, SP-A1 и ARTh, при этом повышался IR. Все это свидетельствует о том, что любая КРО приводит к существенным изменениям в биомеханических свойствах роговицы, в первую очередь — к снижению ее общей жесткости и изменению пространственного распределения механических напряжений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В совокупности динамика описанных изменений демонстрирует ремоделирование биомеханического профиля роговицы в послеоперационном периоде как после операции FS-LASIK, так и после CLEAR. Однако после операции CLEAR, особенно с разрезом 1,5 мм, изменения роговой оболочки менее выражены. Все это обусловливает необходимость детального предоперационного планирования. Ключевыми этапами такого планирования выступают: оценка исходной толщины роговицы, расчет остаточной стромы, учет индивидуальных биомеханических параметров и обоснованный выбор метода хирургического вмешательства, позволяющего минимизировать структурные повреждения роговицы. Операция CLEAR с меньшим размером разреза обеспечивает более эффективное сохранение плотности нервных волокон по сравнению с методикой FS-LASIK.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Зинченко В.И. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста;
Мушкова И.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Каримова А.Н. — редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Biswas S, El Kareh A, Qureshi M, Lee DMX, Sun CH, Lam JSH. The influence of the environment and lifestyle on myopia. J Physiol Anthropol. 2024;43(1):7. doi: 10.1186/s40101-024-00354-7.
2. Baird PN, Saw SM, Lanca C, Guggenheim JA, Smith Iii EL, Zhou X. Myopia. Nat Rev Dis Primers. 2020;6(1):99. doi: 10.1038/s41572-020-00231-4.
3. Wolffsohn JS, Whayeb Y, Logan NS, Weng R. International Myopia Institute Ambassador Group. IMI-Global Trends in Myopia Management Attitudes and Strategies in Clinical Practice-2022 Update. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2023;64(6):6. doi: 10.1167/iovs.64.6.6.
4. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, Jong M, Naidoo KS, Sankaridurg P. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. Ophthalmol. 2016;123(5):1036–1042. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
5. Sankaridurg P, Tahhan N, Kandel H, Naduvilath T, Zou H, Frick KD. IMI Impact of Myopia. Investig. Ophthalmol. Vis. Sci. 2021;62:2. doi: 10.1167/iovs.62.5.2.
6. Chen W, Yang Z. Comparison of visual quality and optical zones after TransPRK, SMILE, and FS-LASIK myopia correction procedures. BMC Ophthalmol. 2025;25(1):527. doi: 10.1186/s12886-025-04358-4.
7. Liu S, Zhou X, Zhao Y. Comparison of predictability in central corneal thickness reduction after SMILE and FS-LASIK for high myopia correction. Ophthalmol Ther. 2023;12(1):549–559.
8. Kanclerz P, Khoramnia R. Flap thickness and the risk of complications in mechanical microkeratome and femtosecond laser in situ keratomileusis: a literature review and statistical analysis. Diagnostics. 2021;11(9):1588.
9. Guo H, Hosseini-Moghaddam SM, Hodge W. Corneal biomechanical properties after SMILE versus FLEX, LASIK, LASEK, or PRK: a systematic review and meta-analysis. BMC Ophthalmol. 2019;19(1):167. doi: 10.1186/s12886-019-1165-3.
10. Bao F, Lopes BT, Zheng X, Ji Y, Wang J, Elsheikh A. Corneal Biomechanics Losses Caused by Refractive Surgery. Curr Eye Res. 2023;48(2):137–143. doi: 10.1080/02713683.2022.2103569.
11. Eliasy A, Chen KJ, Vinciguerra R, Lopes BT, Abass A, Vinciguerra P, Ambrósio R Jr, et al. Determination of Corneal Biomechanical Behavior in-vivo for Healthy Eyes Using CorVis ST Tonometry: Stress-Strain Index. Front Bioeng Biotechnol. 2019;7:105. doi: 10.3389/fbioe.2019.00105.
12. Gui Y, Wang S, He Y, Zhang S, Zhang Y. Progress of corneal morphological examination combined with biomechanical examination in preoperative screening for keratorefractive surgery. Indian J Ophthalmol. 2023;71(6):2369–2378. doi: 10.4103/ijo.IJO_1377_22.
13. Wu Y, Guo LL, Tian L, Xu ZQ, Li Q, Hu J, Huang YF, Wang LQ. Comparative analysis of the morphological and biomechanical properties of normal cornea and keratoconus at different stages. Int Ophthalmol. 2021;41(11):3699–3711. doi: 10.1007/s10792-021-01929-4.
14. Lee H, Kang DSY, Ha BJ, Choi JY, Kim EK, Seo KY, Kim TI. Biomechanical Properties of the Cornea Using a Dynamic Scheimpflug Analyzer in Healthy Eyes. Yonsei Med J. 2018;59(9):1115–1122. doi: 10.3349/ymj.2018.59.9.1115.
15. Yang K, Xu L, Fan Q, Zhao D, Ren S. Repeatability and comparison of new Corvis ST parameters in normal and keratoconus eyes. Sci Rep. 2019;9:15379. doi: 10.1038/s41598-019-51502-4.
16. Azor JA, Vega F, Armengol J, Millan MS. Optical Assessment and Expected Visual Quality of Four Extended Range of Vision Intraocular Lenses. J Refract Surg. 2022;38(11):688–697. doi: 10.3928/1081597X-20220926-01.
17. Lee JK, Chuck RS, Park CY. Femtosecond laser refractive surgery: small-incision lenticule extraction vs. femtosecond laser-assisted LASIK. Curr Opin Ophthalmol. 2015;26(4):260–264. doi: 10.1097/ICU.0000000000000158.
18. Izquierdo L, Sossa D, Ben-Shaul O, Henriquez MA. Corneal lenticule extraction assisted by a low-energy femtosecond laser. J Cataract Refract Surg. 2020;46(9):1217–1221. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000236.
19. Leccisotti A, Fields SV, De Bartolo G. Refractive Corneal Lenticule Extraction With the CLEAR Femtosecond Laser Application. Cornea. 2023;42(10):1247–1256. doi: 10.1097/ICO.0000000000003123.
20. Wang M, Zhang F, Copruz CC, Han L. First experience in small incision lenticule extraction with the femto LDV Z8 and lenticule evaluation using scanning electron microscopy. J Ophthalmol. 2020;2020:6751826.
21. Järvenpää JJ. Q-value individualized CLEAR lenticule extraction preserves corneal asphericity and minimizes spherical aberration while maintaining optical zone predictability. Sci Rep. 2025;15(1):30470. doi: 10.1038/s41598-025-16271-3.
22. Аждарова ЛВ, Шевчук МА, Костенев СВ, Слонимский АЮ, Громова ЕГ, Уянаева АА, Муртазалиева ПК. Первый клинический опыт рефракционной

лентикулярной хирургии CLEAR через разрез 1,0 мм. Офтальмохирургия. 2025;3:50.
Azhdarova LV, Shevchuk MA, Kostenev SV, Slonimsky AYu, Gromova EG, Uyanaeva AA, Murtazalieva PK. The first clinical experience of CLEAR refractive lenticular surgery through a 1.0 mm incision. Ophthalmosurgery. 2025;3:50. doi: 10.25276/0235-4160-2025-3-50-58.
23. Pajic B, Cvejic Z, Pajic-Eggspuehler B. Cataract surgery performed by high frequency LDV Z8 femtosecond laser: Safety, efficacy, and its physical properties. Sensors (Basel). 2017;17:1429. doi: 10.3390/s17061429.
24. Riau AK, Liu YC, Lwin NC, Ang HP, Tan NY, Yam GH. Comparative study of nJ- and μJ-energy level femtosecond lasers: evaluation of flap adhesion strength, stromal bed quality, and tissue responses. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014;55(5):3186–3194. doi: 10.1167/iovs.14-14434.
25. Rajabpour M, Kangari H, Pesudovs K. Refractive error and vision related quality of life. BMC Ophthalmol. 2024;24(1):83. doi: 10.1186/s12886-024-03350-8.
26. Малюгин БЭ, Солодкова ЕГ, Балалин СВ, Куликов ВС, Лобанов ЕВ. Оценка изменения биомеханических свойств роговицы при кератэктазиях. Современные технологии в офтальмологии. 2021;5(40):179–187. doi: 10.25276/2312-4911-2021-5-179-187.
27. Wu Y, Huang Y, Wang SH, Wang GQ, Yu AM, Zhao SZ. Comparative study of objective visual quality between FS-LASIK and SMART in myopia. Int J Ophthalmol. 2022 Mar 18;15(3):502–509. doi: 10.18240/ijo.2022.03.20.
28. Ahmed HM, Salem NM, Al-Atabany W. Impact of post-refractive surgeries on corneal biomechanics — a review. J Clin Eng. 2021;46(4):177–188. doi: 10.1097/JCE.0000000000000482.
29. Куликова ИЛ, Пикусова СМ, Авершина ЛА. Изменение напряженно-деформированного состояния роговицы после коррекции гиперметропии методами LASIK и FS-LASIK. Современные проблемы науки и образования. 2021;2:196. doi: 10.17513/spno.30658.
Kulikova IL, Pikusova SM, Avershina LA. Changes in the stress-strain state of the cornea after hyperopia correction using LASIK and FS-LASIK. Modern Problems of Science and Education. 2021;2:196. doi: 10.17513/spno.30658.
30. Драчева ТВ. Морфофункциональные и биомеханические изменения роговицы после эксимерлазерной коррекции зрения по методике LASIK. Научное обозрение. Педагогические науки. 2019;4-4:27–30.
Dracheva TV. Morphofunctional and biomechanical changes in the cornea after excimer laser vision correction using the LASIK technique. Scientific review. Pedagogical sciences. 2019;4-4:27–30.
31. Бойко ЭВ, Того ЕС, Суетов АА, Качанов АБ, Литвин ИБ. Непосредственная оценка изменений биомеханических свойств роговицы после проведения операций ReLEx SMILE и FemtoLASIK. Вестник офтальмологии. 2023;139(3):41–48. Boyko EV, Togo ES, Suetov AA, Kachanov AB, Litvin IB. Direct assessment of changes in biomechanical properties of the cornea after ReLExSMILE and FemtoLASIK surgeries. Annals of ophthalmology. 2023;139(3):41–48. doi: 10.17116/oftalma202313903141.
32. Бойко ЭВ, Того ЕС, Литвин ИБ, Качанов АБ. Оценка изменений биомеханических свойств роговицы после проведения операции FemtoLASIK. Современные технологии в офтальмологии. 2021;5(40):121–125. doi: 10.25276/2312-4911-2021-5-121-125.
33. Чупров АД, Канюкова ЮВ, Трубников ВА. Влияние кераторефракционных операций CLEAR и FEMTO-LASIK на биомеханические параметры роговицы у пациентов с миопией в динамике. Современные проблемы науки и образования. 2023;4:124.
Chuprov AD, Kanyukova YuV, Trubnikov VA. The influence of keratorefractive surgeries CLEAR and FEMTO-LASIK on biomechanical parameters of the cornea in patients with myopia in dynamics. Modern problems of science and education. 2023;4:124. doi: 10.17513/spno.32886.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зинченко Валерия Ивановна
врач-офтальмолог, аспирант

Мушкова Ирина Альфредовна
доктор медицинских наук, заведующая отделом лазерной рефракционной хирургии

Каримова Аделя Насибуллаевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела лазерной рефракционной хирургии

ABOUT THE AUTHORS

Zinchenko Valeria I.
ophthalmologist, postgraduate

Mushkova Irina A.
MD, head of the Laser Refractive Surgery Department

Karimova Adelya N.
PhD, researcher of the Laser Refractive Surgery Department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-319-327

поступила 16.03.26
was received 16.03.26

Влияние анатомии среднего носового хода на результаты различных методов остеотомии при эндоскопической дакриоцисториностомии

М.И. Шляхтов[1] К.Г. Наумов[1]
М.Г. Катаев[2]

[1] Екатеринбургский центр «МНТК “Микрохирургия глаза”»
ул. Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

[2] ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):319–327**

Цель: сравнительный анализ непосредственных и отдаленных, функциональных и анатомических результатов хирургического лечения хронического дакриоцистита методом эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии (ЭЭДЦР), выполненной с использованием высокоскоростного бора и пьезохирургического аппарата, с оценкой влияния степени сужения среднего носового хода (СНХ) на частоту осложнений. **Материал и методы.** В ретроспективное когортное исследование включены 240 пациентов с обструкцией вертикального отдела слезоотводящих путей, разделенных на две равные группы в зависимости от метода остеотомии (высокоскоростной бор либо пьезохирургический аппарат). На основании предоперационной КТ все пациенты стратифицированы по степени сужения СНХ: I степень (>4 мм), II степень (≤4 мм), III степень (≤2 мм). Группы были сопоставимы по анатомическим характеристикам. Оценка результатов проводилась через 6 месяцев после операции. **Результаты.** Применение пьезохирургии позволило статистически значимо снизить частоту интраоперационных кровотечений ($p \leq 0,01$), образования синехий в носовой полости ($p = 0,040$), грануляций в области сформированного слезно-носового соустья ($p = 0,035$) и рубцового заращения соустья ($p = 0,049$). Частота рецидивов в группе пьезохирургии составила 3,2 % против 10,0 % в группе бора ($p \leq 0,05$). Анализ подгрупп показал, что максимальные различия между методами достигаются у пациентов с III степенью сужения (≤2 мм), у которых риск ятрогенной травмы слизистой и последующего рубцевания наиболее высок. Селективность ультразвукового воздействия, позволяющего сохранять целостность мягких тканей, предотвращает формирование «раневого зеркала» и образование синехий в полости носа. **Заключение.** Пьезохирургическая остеотомия является предпочтительным методом при выполнении первичной ЭЭДЦР у пациентов с узким средним носовым ходом (II–III степени сужения), обеспечивая достоверное снижение частоты осложнений и рецидивов.

Ключевые слова: эндоскопическая дакриоцисториностомия, пьезохирургия, остеотомия, девиация носовой перегородки, средний носовой ход, синехии, рецидив эпифоры

Для цитирования: Шляхтов М.И., Наумов К.Г., Катаев М.Г. Влияние анатомии среднего носового хода на результаты различных методов остеотомии при эндоскопической дакриоцисториностомии. *Офтальмология.* 2026;23(2):319–327. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-319-327

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Influence of the Middle Nasal Meatus Anatomy on the Outcomes of Various Osteotomy Techniques in Endoscopic Dacryocystorhinostomy

M.I. Shlyakhtov[1], K.G. Naumov[1], M.G. Kataev[2]

[1] Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
Bardina str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

[2] S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskoudnikovsky Blvd, 59a, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):319–327**

Purpose. Comparative analysis of the results of endoscopic endonasal dacryocystorhinostomy (EEDCR) using a high-speed drill and a piezosurgical device, assessing the impact of the degree of middle meatus narrowing on the complication rate and functional success. **Material and methods.** This retrospective cohort study included 240 patients with obstruction of the vertical portion of the lacrimal drainage system, divided into two equal groups depending on the osteotomy method (drill vs. piezosurgery). Based on preoperative CT, all patients were stratified by the degree of middle meatus narrowing: grade I (>4 mm), grade II (≤4 mm), grade III (≤2 mm). The groups were comparable in anatomical characteristics. Outcomes were assessed 6 months after surgery. **Results.** The use of piezosurgery significantly reduced the incidence of intraoperative bleeding ($p \leq 0.01$), synechiae ($p = 0.040$), granulations ($p = 0.035$), and ostium closure ($p = 0.049$). The recurrence rate in the piezosurgery group was 3.2 % versus 10.0 % in the drill group ($p \leq 0.05$). Subgroup analysis demonstrated that the greatest differences between the methods were achieved in patients with grade III narrowing (≤2 mm), where the risk of iatrogenic mucosal injury and subsequent scarring is highest. The selectivity of ultrasonic impact, which preserves soft tissue integrity, prevents the formation of a "wound mirror" and the development of the synechial process. **Conclusion.** Piezosurgical osteotomy is the preferred method for primary EEDCR in patients with a narrow middle meatus (grade II–III narrowing), providing a significant reduction in the rate of complications and recurrence of epiphora.

Keywords: endoscopic dacryocystorhinostomy, piezosurgery, osteotomy, nasal septum deviation, middle meatus, synechiae, epiphora recurrence

For citation: Shlyakhtov M.I., Naumov K.G., Kataev M.G. Influence of the Middle Nasal Meatus Anatomy on the Outcomes of Various Osteotomy Techniques in Endoscopic Dacryocystorhinostomy. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):319–327. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-319-327

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Лечение хронического дакриоцистита, обусловленного обструкцией носослезного протока, прошло длительную эволюцию от классической наружной дакриоцисториностомии (ДЦР) до современных эндоназальных эндоскопических методик, ставших стандартом ввиду минимальной инвазивности, сохранения физиологии слезных путей и отсутствия видимого рубца [1–4].

Одним из ключевых и технически сложных этапов эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии (ЭЭДЦР) является остеотомия — формирование костного окна дакриостомы в латеральной стенке носа. Одним из традиционных инструментов для этой цели служит механический высокоскоростной бор. Его принцип действия, основанный на ротационной кинетической энергии, сопряжен с рядом недостатков: ротационное «наматывание» и разрыв слизистой оболочки, риск «эффекта заклинивания» и повреждения глубоких структур, термический остеонекроз из-за трения, а также сложность визуального контроля в условиях ограниченного пространства [5, 6]. Эти факторы становятся критичными при наличии сопутствующей анатомической патологии, такой как выраженная девиация носовой перегородки (ДНП), существенно ограничивающая доступ к операционному полю [7, 8].

Альтернативой является ультразвуковая пьезохирургия, основанная на микровибрациях ультразвукового диапазона (24–35 кГц), которые избирательно разрывают молекулярные связи в минерализованных тканях, сохраняя целостность мягких тканей (слизистая оболочка, сосуды, нервы) [9]. Это свойство селективности, дополненное эффектом кавитации и гемостаза, заложило основу для прецизионной остеотомии в узких анатомических зонах [10].

В настоящее время остается не до конца изученным, обеспечивает ли пьезохирургия значимое преимущество в условиях критического ограничения доступа к операционному полю вследствие ДНП и как это влияет на отдаленные результаты ЭЭДЦР.

Цель исследования: провести сравнительный анализ непосредственных и отдаленных, функциональных и анатомических результатов хирургического лечения

хронического дакриоцистита методом ЭЭДЦР, выполненного с использованием высокоскоростного бора и пьезохирургического аппарата, с оценкой влияния степени сужения среднего носового хода (СНХ) на частоту осложнений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены данные 240 пациентов, которым в период с 2020 по 2024 г. была выполнена эндоназальная эндоскопическая дакриоцисториностомия (ЭЭДЦР) по поводу обструкции вертикального отдела слезоотводящих путей (СОП). Все операции проведены одним хирургом в рамках ретроспективного сравнительного когортного анализа.

Критерии включения: диагноз обструкции вертикального отдела СОП, подтвержденный данными проб на слезоотведение, промывания СОП с эндоскопией носа и компьютерной томографией с болюсным контрастированием.

Критерии невключения: пациенты с ревизионной дакриоцисториностомией (ДЦР), каналикулярной обструкцией, острым гнойным дакриоциститом, системными заболеваниями, нарушающими гемостаз или заживление (некомпенсированный сахарный диабет, прием антикоагулянтов), онкологической патологией в области вмешательства и пациенты, которым ранее выполнялась сопутствующая септопластика или другие значительные синоназальные вмешательства. Пациенты с полным контактом носовой перегородки с латеральной стенкой носа в области СНХ и отсутствием технической возможности выполнения вмешательства также не были включены в исследование и направлены на септопластику.

Всем пациентам была выполнена однотипная коблационная ЭЭДЦР с интубацией слезных путей силиконовым стентом Bika на срок 1–2 месяца. Оценка отдаленных результатов проводилась через 6 месяцев после операции. Пациенты также наблюдались в сроки до 12 месяцев для регистрации поздних осложнений.

Ключевым моментом являлась оценка анатомии СНХ на основании предоперационной мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) с шагом реза 0,6 мм в трех проекциях (рис. 1–4).

Для стандартизации описания носовой полости использовались следующие классификации:

1. Тип девиации носовой перегородки определяли по классификации Mladina [11, 12].

2. Степень сужения в зоне планируемой остеотомии оценивали по минимальному расстоянию между слизистой перегородки и латеральной стенки носа в области СНХ.

I степень. Незначительная костная деформация, небольшое отклонение перегородки от средней линии. Носовой ход широкий, >4 мм (норма или незначительное сужение).

II степень. Искривление перегородки имеет выраженный характер. Наиболее выступающий участок перегородки равноудален от средней линии и от боковой стенки полости носа. Носовой ход умеренно сужен ≤4 мм (частичная обструкция).

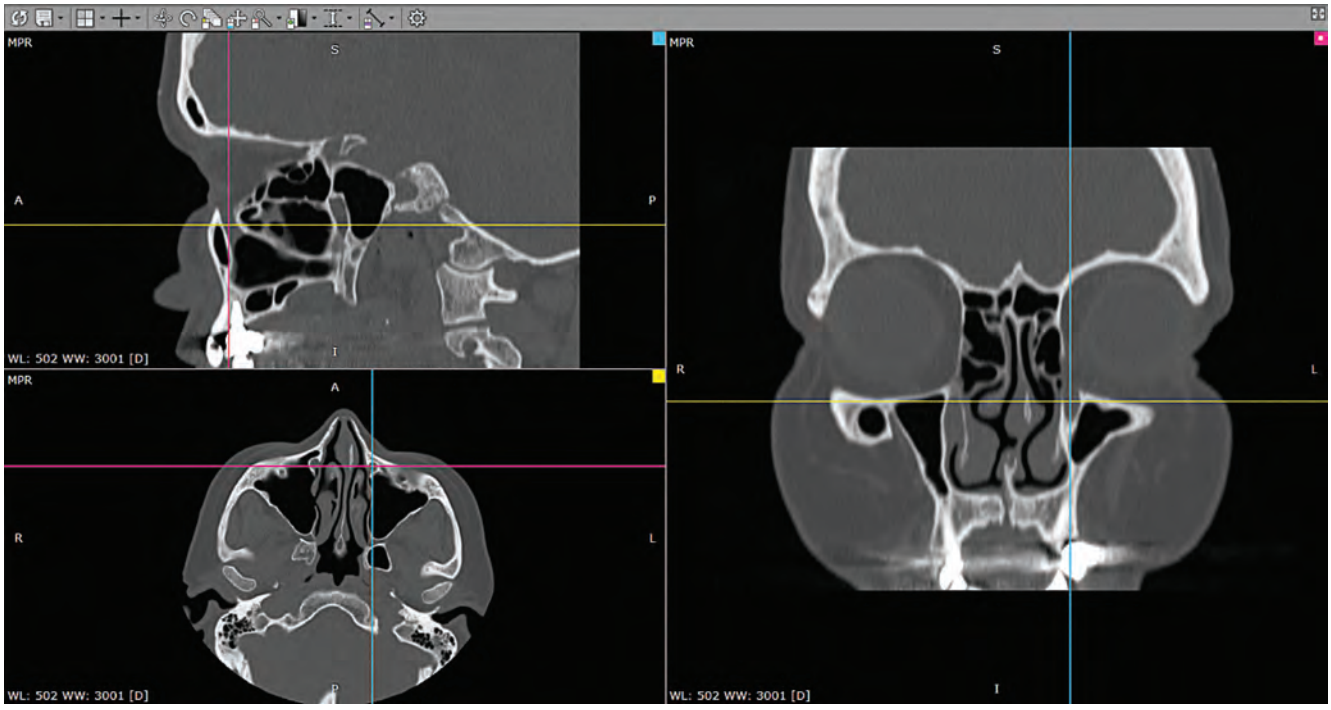


Рис. 1. Мультипланарная реконструкция (3D MPR). Область слезного мешка, левая половина носа

Fig. 1. Multiplanar reconstruction (3D MPR). Area of the lacrimal sac, left nasal cavity

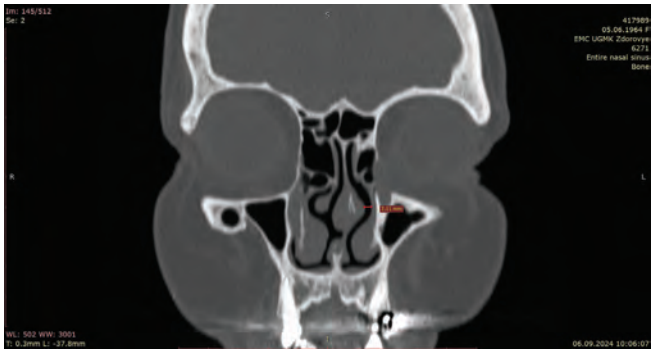


Рис. 2. Коронарная проекция, левая половина носа. Расстояние между перегородкой и латеральной стенкой носа 2,11 мм

Fig. 2. Coronal view, left nasal cavity. Distance between the nasal septum and the lateral nasal wall is 2.11 mm

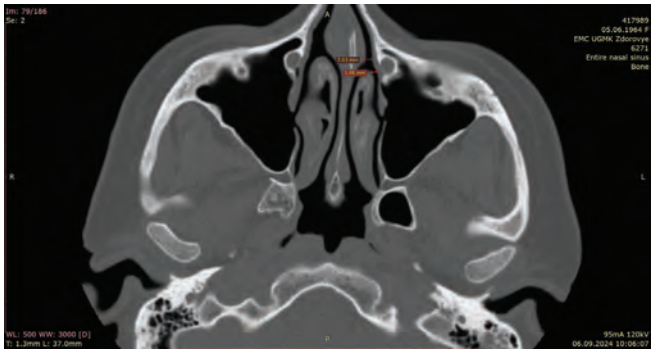


Рис. 3. Аксиальная проекция, левая половина носа. Расстояние между перегородкой и латеральной стенкой носа в области слезного мешка 2,03 мм, расстояние между средней носовой раковиной и латеральной стенкой 1,68 мм

Fig. 3. Axial view, left nasal cavity. Distance between the nasal septum and the lateral nasal wall in the area of the lacrimal sac is 2.03 mm, distance between the middle turbinate and the lateral wall is 1.68 mm

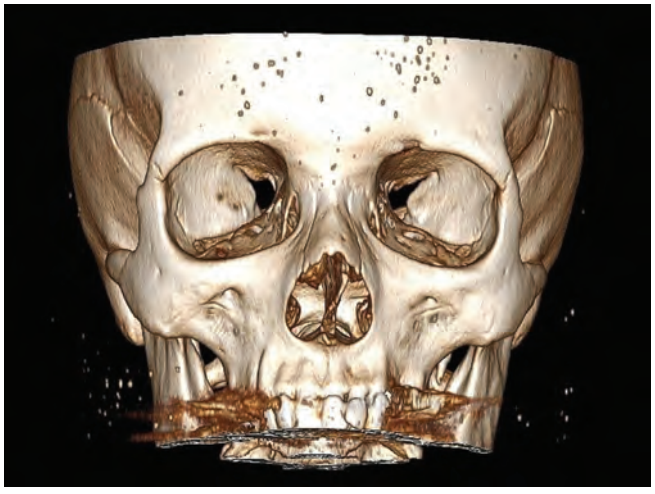


Рис. 4. 3DVR-реконструкция. S-образное искривление носовой перегородки. Суженый средний носовой ход слева

Fig. 4. 3DVR-reconstruction. S-shaped deviation of the nasal septum. Narrowed left middle nasal meatus

Таблица 1. Характеристика групп в зависимости от метода остеотомии и анатомических условий

Table 1. Characteristics of groups depending on the osteotomy method and anatomical conditions

Параметр / Parameter	Группа 1 (Бор) Group 1 (Bur) (*n* = 120)	Группа 2 (Пьезохирургия) Group 2 (Piezosurgery) (*n* = 120)
Степень сужения СНХ (по КТ) / Degree of MM narrowing (by CT)		
I степень / Grade I (>4 mm)	37 (30,6 %)	34 (28,1 %)
II степень / Grade II (≤4 mm)	62 (51,6 %)	64 (53,1 %)
III степень / Grade III (≤2 mm)	21 (17,7 %)	22 (18,3 %)
Преобладающий тип ДНП (по Mladina) / Predominant type of NSD (by Mladina)		
Тип 2 (высокий вертикальный гребень) Type 2 (high vertical ridge)	21 (17,8 %)	22 (18,7 %)
Тип 3 (С-образная + контрлатер. гипертрофия) Type 3 (C-shaped + contralateral hypertrophy)	39 (32,2 %)	36 (29,7 %)
Тип 4 (S-образная деформация) Type 4 (S-shaped deformity)	23 (19,4 %)	28 (23,4 %)
Без значимой ДНП (тип 1 или норма) No significant NSD (type 1 or normal)	34 (28,1 %)	37 (30,6 %)

III степень. В этом случае перегородка частично соприкасается с латеральной стенкой носа на стороне вмешательства. Критическое сужение носового хода ≤2 мм (выраженная обструкция).

Разработанная градация степени сужения СНХ основывалась на анатомо-инструментальном соответствии. За нижнюю границу нормы (I степень) принято расстояние >4 мм, что соответствует минимальному диаметру стандартного хирургического инструментария (бора, коблатора) и эндоскопа, обеспечивая их безопасное манипулирование и адекватный визуальный контроль. Сужение пространства до ≤4 мм (II–III степени) рассматривается как фактор, лимитирующий технические возможности и повышающий риск травматизации слизистой оболочки полости носа.

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от метода остеотомии:

- с применением высокоскоростного бора (группа 1): возраст 57–74 года;
- с применением пьезохирургии (группа 2): возраст 62–81 лет.

Сравнение количественных показателей (возраст) проводилось с помощью U-критерия Манна — Уитни. Метод остеотомии и анатомические характеристики групп представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы 1, исследуемые группы были сопоставимы по основным анатомическим параметрам, определяющим сложность доступа к зоне операции: степень сужения СНХ и типы девиации носовой перегородки по классификации Mladina.

Хирургическая техника

Все операции выполнялись под общей анестезией по стандартизированной методике. Особое внимание в ходе вмешательства уделялось подготовке операционного поля у пациентов с III степенью сужения

(выраженная обструкция). В этих случаях применялась расширенная анемизация: турунды, пропитанные раствором, содержащим ксилометазолин 0,1 %, адреналин (1:100 000) и лидокаин 2 %, устанавливали в средний носовой ход на 10 минут. Это позволяло добиться максимального сокращения слизистой оболочки и увеличения рабочего пространства на 1–2 мм. Непосредственно перед остеотомией носовую перегородку осторожно отводили в противоположную сторону с помощью введенного чуть ниже зоны вмешательства мягкого тампона или элеватора.

Вмешательство проводилось под контролем ригидного эндоскопа 3 мм 0° (Karl Storz, Германия). После анемизации и инфильтрационной анестезии производили абляцию слизистой в проекции слезной ямки холодноплазменным коблатором (Coblator II, ArthroCare, США). Верхнюю границу костного окна определяли по точке максимальной трансканаликулярной иллюминации.

Ключевой этап (остеотомия) различался в группах.

- Группа 1: использовали высокоскоростной бор моторной системы (Unidrive Neuro фирмы Karl Storz Endoscope, Германия) с агрессивной или алмазной фрезой диаметром 3–4 мм для создания костного окна 6×8 мм.
- Группа 2: использовали пьезоэлектрический остеотом (Sonoca 185, Söring GmbH, Германия) с сонотродом «Рашпиль» (100 мм, площадь рабочей поверхности 4 мм², ангулярность 90°) в импульсном режиме, удаляя кость скользящими движениями и формируя окно 6×8 мм.

Все остальные этапы операции были идентичны в обеих группах. После создания костного окна медиальную стенку слезного мешка удаляли коблатором. Операция завершалась биканаликулярной интубацией силиконовым стентом Bika (FCI, Франция) на 1–2 месяца.

Статистический анализ выполнялся с использованием SPSS 26.0 и онлайн-калькулятора точного критерия Фишера (https://www.socscistatistics.com/tests/fisher). Для анализа влияния степени сужения внутри групп применялся анализ подгрупп с последующим попарным сравнением.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Успех операции определяли как сочетание факторов: отсутствие жалоб на эпифору по данным опроса (в соответствии со шкалой оценки по Мунку); свободное промывание слезных путей; эндоскопическая визуализация проходимого соустья без признаков рубцовой облитерации или грануляций, блокирующих просвет. Оценка функционального успеха проводилась через 6 месяцев после операции.

В группе пьезохирургии выздоровление достигнуто у 110 (91,6 %) пациентов, улучшение — у 6 (5,3 %), рецидив зафиксирован у 4 (3,2 %).

В группе бора выздоровление отмечено у 104 (86,3 %), улучшение — у 4 (3,2 %), рецидив — у 12 (10,0 %) ($p \leq 0,05$ для рецидивов).

Сравнительный анализ осложнений и функциональных исходов представлен в таблице 2. Для сравнения частоты осложнений между группами использовался точный критерий Фишера.

В ходе исследования был проведен анализ непосредственных и отдаленных результатов эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии (ЭЭДЦР) у 240 пациентов, разделенных на две равные группы в зависимости от метода остеотомии (бор/пьезохирургия). Группы были сопоставимы по основным анатомическим характеристикам, включая степень сужения СНХ и тип девиации носовой перегородки, что обеспечило корректность сравнительного анализа (табл. 1).

Применение пьезохирургии позволило статистически значимо снизить риск интраоперационных кровотечений. В группе пьезохирургии любое кровотечение, потребовавшее дополнительных мер гемостаза, зафиксировано у 5 (4,2 %) пациентов, тогда как в группе бора — у 18 (14,7 %) ($p \leq 0,01$). Наблюдалась также тенденция к снижению риска повреждения глубоких структур: протрузия орбитальной жировой ткани отмечена только в группе бора у 4 (3,3 %) пациентов ($p > 0,05$), что, вероятно, связано с более контролируемым воздействием ультразвука. Средняя длительность операции в группе пьезохирургии составила 26,8 минуты, что на 7,8 минуты меньше, чем в группе бора (34,6 минуты).

Анализ частоты послеоперационных осложнений (табл. 2) выявил статистически значимые различия в пользу пьезохирургической методики. В группе пьезохирургии достоверно реже наблюдались:

синехии: 11,6 % против 20,0 % в группе бора ($p = 0,040$);

грануляции: 8,4 % против 14,7 % в группе бора ($p = 0,035$);

заращение соустья: 4,2 % против 10,5 % в группе бора ($p = 0,049$).

Таблица 2. Частота интра- и послеоперационных осложнений и функциональные исходы (статистическая значимость $p \leq 0,05$)

Table 2. Frequency of intra- and postoperative complications and functional outcomes (statistical significance $p \leq 0.05$)

Показатель / Parameter	Бор / Bur ($n = 120$)	Пьезо / Piezo ($n = 120$)	p
Спайки и деформации Adhesions and deformities	16 (13,7 %)	13 (10,5 %)	0,698
Синехии / Synechiae	27 (20,0 %)	14 (11,6 %)	0,040
Грануляции / Granulations	22 (14,7 %)	10 (8,4 %)	0,035
Заращение соустья Anastomosis obliteration	13 (10,5 %)	5 (4,2 %)	0,049
Отек век / гематома Eyelid edema / hematoma	5 (4,2 %)	3 (4,2 %)	>0,05
Любое кровотечение Any bleeding	18 (14,7 %)	5 (4,2 %)	≤0,01
Протрузия жировой ткани Orbital fat protrusion	4 (3,3 %)	0 (0 %)	>0,05
Длительность операции (мин) Operation duration (min)	34,6	26,8	—
Выздоровление / Recovery	104 (86,3 %)	110 (91,6 %)	>0,05
Улучшение / Improvement	4 (3,2 %)	6 (5,3 %)	>0,05
Рецидив / Recurrence	12 (10,0 %)	4 (3,2 %)	≤0,05

Частота образования спаек и деформаций, а также отека века и гематомы была сопоставима в обеих группах ($p > 0,05$), что указывает на схожую эффективность послеоперационного ведения и влияние других этапов операции.

Через 6 месяцев наблюдения функциональный успех (выздоровление) был достигнут у 110 (91,6 %) пациентов в группе пьезохирургии и у 104 (86,3 %) — в группе бора ($p > 0,05$). Однако ключевым результатом стало статистически значимое снижение частоты рецидивов в группе пьезохирургии — 4 (3,2 %) случая против 12 (10,0 %) в группе бора ($p \leq 0,05$). Это свидетельствует о большей надежности и предсказуемости отдаленного результата при использовании ультразвуковой остеотомии.

Проведен анализ подгрупп в зависимости от исходной анатомии — степени сужения СНХ по данным предоперационной МСКТ. Данные о частоте осложнений в зависимости от степени сужения и метода остеотомии представлены в таблице 3.

При анализе подгрупп в зависимости от степени сужения СНХ выявлена четкая закономерность: преимущества пьезохирургии нарастают по мере ухудшения хирургических условий и достигают статистической значимости только при III степени сужения (≤2 мм), то есть в условиях критически ограниченного доступа к операционному полю, где даже незначительное ятрогенное повреждение слизистой оболочки при контакте инструмента с перегородкой носа значительно повышает риск рубцевания в области сформированного соустья. Так, частота образования синехий при использовании бора составила 57,1 % против 27,3 % в группе 2 (пьезохирургия) ($p = 0,048$), грануляций — 66,7 % против 27,3 % ($p = 0,015$), заращения соустья — 52,4 % против 18,2 % соответственно ($p = 0,027$). Протрузия орбитальной жировой ткани наблюдалась исключительно в группе 1 (высокоскоростной бор) у пациентов с III степенью сужения (19,0 %; $p = 0,048$). При I и II степенях сужения статистически значимых различий между методами не зарегистрировано ($p > 0,05$), хотя прослеживалась тенденция к снижению частоты кровотечений и синехий в группе пьезохирургии уже при II степени. Полученные данные подчеркивают значимость атравматичной техники именно в сложных хирургических условиях, при которых преимущества пьезохирургии относительно частоты образования синехий и сохранения проходимости соустья проявляются наиболее отчетливо.

Таблица 3. Частота осложнений в зависимости от степени сужения СНХ и метода остеотомии

Table 3. Frequency of complications depending on the degree of MNM narrowing and the osteotomy method

Показатель / Parameter	Степень / Grade	Пьезо / Piezo	Бор / Bur	*p*
Синехии / Synechiae	I (>4 мм)	2/34 (5,9 %)	3/37 (8,1 %)	1,000
	II (≤4 мм)	6/64 (9,4 %)	12/62 (19,4 %)	0,135
	III (≤2 мм)	6/22 (27,3 %)	12/21 (57,1 %)	0,048
Грануляции / Granulations	I (>4 мм)	1/34 (2,9 %)	2/37 (5,4 %)	1,000
	II (≤4 мм)	2/64 (3,1 %)	6/62 (9,7 %)	0,160
	III (≤2 мм)	6/22 (27,3 %)	14/21 (66,7 %)	0,015
Заращение соустья Anastomosis obliteration	I (>4 мм)	0/34 (0 %)	1/37 (2,7 %)	1,000
	II (≤4 мм)	1/64 (1,6 %)	1/62 (1,6 %)	1,000
	III (≤2 мм)	4/22 (18,2 %)	11/21 (52,4 %)	0,027
Любое кровотечение Any bleeding	I (>4 мм)	0/34 (0 %)	3/37 (8,1 %)	0,241
	II (≤4 мм)	1/64 (1,6 %)	5/62 (8,1 %)	0,113
	III (≤2 мм)	4/22 (18,2 %)	10/21 (47,6 %)	0,054
Протрузия жировой ткани Orbital fat protrusion	I (>4 мм)	0/34 (0 %)	0/37 (0 %)	1,000
	II (≤4 мм)	0/64 (0 %)	0/62 (0 %)	1,000
	III (≤2 мм)	0/22 (0 %)	4/21 (19,0 %)	0,048

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты впервые подтверждают гипотезу о преимуществе пьезохирургии перед механическим бором при выполнении ЭЭДЦР. Благодаря сопоставимости групп по степеням сужения СНХ и типам ДНП (табл. 1) нам удалось не только подтвердить общую эффективность методики, но и провести количественный анализ эффективности пьезохирургии в зависимости от анатомической сложности доступа.

Проведенный анализ подгрупп выявил, что преимущества пьезохирургии имеют нелинейный характер и достигают максимума у пациентов с III степенью сужения СНХ (≤2 мм). Именно в условиях критического дефицита пространства селективность ультразвукового воздействия играет решающую роль. Если при широком доступе (I степень) хирург может компенсировать агрессию бора манипуляционной техникой, то при сужении до ≤2 мм маневренность инструментов сведена к минимуму и контакт с прилежащими анатомическими структурами становится практически неизбежным. Эти клинические наблюдения находят прямое подтверждение в экспериментальных работах. В исследовании К.А. Коновалова, Д.В. Давыдова, В.Ю. Рощина [13], посвященном сравнительному анализу пьезохирургии и механической остеоперфорации при моделировании декомпрессии орбиты, было показано, что ультразвуковое воздействие позволяет сохранить целостность надкостницы и прилежащих мягких тканей, что критически важно при работе вблизи орбиты и слезного мешка.

В условиях критического сужения СНХ принципиальные различия в физике воздействия двух методов остеотомии определяют совершенно разные сценарии заживления, что впервые проанализировано в данной работе. Высокоскоростной бор работает по принципу ротационной фрезы: при касании слизистой оболочки носовой перегородки или средней носовой раковины он не просто смещает ее, а буквально «сдирает» (денудирует) поверхностный эпителиальный слой, нередко повреждая и подлежащую надкостницу. В результате на перегородке формируется обширная раневая поверхность, лишенная защитного слизистого покрова, так называемое «раневое зеркало». На противоположной стороне находится свежесформированная дакриостома, которая также представляет собой раневую поверхность

с обнаженной костью и краями слизистой оболочки латеральной стенки носа и слезного мешка. В норме эти две поверхности должны заживать изолированно, однако в узком пространстве СНХ они тесно соприкасаются. Процесс заживления двух раневых поверхностей, разделенных минимальным промежутком, может приводить к их слипанию и фиброзному сращению — формированию синехий. Исследование I. Koçak и соавт. [14], сравнивавшее пьезохирургию и традиционную остеотомию при ринопластике, показало, что при использовании пьезохирургического аппарата повреждение слизистой оболочки отсутствовало, тогда как в группе традиционной остеотомии оно наблюдалось у 24 % пациентов. Авторы подчеркивают, что сохранение целостности слизистой оболочки является ключевым фактором профилактики послеоперационных осложнений.

Кроме того, зоны термического остеонекроза по краям костного окна, возникшие из-за трения бора, и наличие костной «пыли» становятся субстратом для избыточного воспаления и образования грануляций, которые также могут блокировать просвет соустья.

В случае применения пьезохирургии этот каскад патологических событий предотвращается. Ультразвуковой нож селективно разрушает только костную ткань, не травмируя мягкие ткани. Если в условиях тесного пространства пьезосонотрод касается слизистой перегородки, он не денудирует ее, а лишь смещает или мягко вибрирует на поверхности, не нарушая целостность эпителиального покрова. Таким образом, слизистая оболочка перегородки носа на противоположной стороне остается интактной, раневая поверхность образуется только в области самой дакриостомы. Отсутствие «раневого зеркала» напротив соустья является ключевым фактором, предотвращающим синехиальное сращение. Этим объясняется тот факт, что наибольшие различия в частоте синехий и грануляций зарегистрированы в подгруппе пациентов с III степенью сужения. Я.О. Груша, А.А. Федоров, А.С. Колодина [15] в сравнительном электронно-микроскопическом исследовании рельефа костных поверхностей после ультразвуковой и высокоскоростной механической остеодеструкции при декомпрессии орбиты также продемонстрировали, что пьезохирургия формирует более гладкую поверхность кости с меньшим количеством микротрещин и зон термического некроза, что создает лучшие условия для заживления и снижает риск избыточного рубцевания.

Снижение частоты синехий и грануляций в группе пьезохирургии напрямую коррелирует с физикой процесса остеотомии. Ультразвуковое воздействие, сохраняя надкостницу и слизистую по краям дакриостомы, создает условия для более быстрой эпителизации раневых поверхностей в области соустья. Эти данные согласуются с результатами M.J. Ali и соавт. [16], которые в своем исследовании при проведении эндоскопической ультразвуковой дакриоцисториностомии отметили не только высокую эффективность метода (успех в 94,5 % случаев), но и минимальную частоту послеоперационных грануляций и рубцевания, что авторы связывают с атравматичным характером ультразвуковой остеотомии. В узком носовом ходе этот фактор становится критическим, поскольку неповрежденная слизистая оболочка перегородки носа предотвращает образование синехий с раневыми поверхностями сформированного соустья. Отсутствие термического остеонекроза также объясняет достоверно более низкую частоту заращения соустья ($p = 0{,}049$).

Статистически значимое снижение частоты интраоперационных кровотечений ($p \leq 0{,}01$) связано с гемостатическим эффектом кавитации. В условиях III степени сужения СНХ этот фактор становится не просто преимуществом, а условием выполнимости операции: отсутствие кровотечения позволяет хирургу не терять визуальный контроль в пространстве ≤2 мм. Обзор C. Meller и T.E. Havas [17], обобщающий применение пьезоэлектрической технологии в оториноларингологии и хирургии головы и шеи, подтверждает, что снижение частоты интраоперационного геморрагa и уменьшение разрушающего воздействия на окружающие структуры и ткани являются универсальными преимуществами метода при работе в различных анатомических зонах.

Тот факт, что протрузия орбитальной жировой ткани наблюдалась только в группе бора, подтверждает, что при формировании костного окна дакриостомы ультразвуковой остеотом не перфорирует подлежащие ткани, как вращающийся бор, что также делает пьезохирургию методом выбора при выраженной ДНП. В исследованиях El Fattah и соавт. [18], а также V.A. Shankar и соавт. [19] авторы сравнивали пьезо-ассистированную наружную ДЦР с традиционной с применением костных выкусывателей и бора, в которых также отмечено, что форма остеотомии при использовании пьезохирургии была более правильной и контролируемой, что снижало риск повреждения глубоких структур. Авторы, однако, не выявили значимой разницы в объеме кровопотери, что может быть связано с особенностями наружного доступа.

Двукратное снижение частоты рецидивов ($p \leq 0{,}05$) является интегральным показателем качества операции. Данные анализа подгрупп позволяют утверждать, что это преимущество достигается в первую очередь у пациентов с исходно плохими анатомическими условиями (II–III степени сужения СНХ). Полученные нами данные перекликаются с результатами I. Koçak и соавт. [14], которые показали, что в группе пьезохирургии при эндоназальных вмешательствах отечность в раннем послеоперационном периоде и экхимозы (кровоизлияния в мягкие ткани) были значимо ниже, а также наблюдался меньший болевой синдром. Хотя их исследование проводилось в рамках ринопластики, выявленные закономерности носят универсальный характер: снижение

травматичности операции ведет к уменьшению воспалительной реакции и, как следствие, к лучшим отдаленным результатам.

В результатах предыдущих наших исследований был проведен анализ использования современных энергетических методов удаления костных тканей при ЭЭДЦР, который показал преимущества ультразвуковой остеотомии перед механической (с применением высокоскоростного бора), что согласуется с выводами данного исследования [20]. Нами впервые был разработан дифференцированный подход к удалению костных тканей методом ультразвуковой остеодеструкции при проведении ЭЭДЦР, что также может помочь в дальнейшей оптимизации хирургической техники в зависимости от анатомических условий [21].

В настоящем исследовании группы были сопоставимы по типам ДНП (по Mladina), но анализ влияния конкретных типов на исходы не выявил дополнительных закономерностей. Отсутствие влияния типа девиации, вероятно, связано с тем, что решающее значение имеет количественный параметр ширины СНХ, а не тип девиации. Это предположение может стать предметом дальнейших исследований. Прецизионное формирование костного окна при сужении СНХ создает условия для длительного функционирования дакриостомы именно там, где риск рубцевания максимален. Таким образом, пьезохирургия позволяет нивелировать негативное влияние сложной анатомии в зоне на исход операции, приближая результаты у пациентов с узким СНХ к показателям, достигаемым при широком доступе.

Настоящее исследование имеет ряд ограничений. Ретроспективный дизайн не позволяет полностью исключить влияние неучтенных факторов. Отсутствие рандомизации могло привести к систематической ошибке отбора, несмотря на сопоставимость групп по основным параметрам. Предложенная классификация степени сужения СНХ, хотя и основана на объективных КТ-измерениях, требует дальнейшей валидации. Все операции выполнены одним хирургом, что ограничивает генерализацию выводов на менее опытных специалистов. Перспективой дальнейших исследований является проведение проспективного многоцентрового рандомизированного исследования для подтверждения полученных результатов.

ВЫВОДЫ

1. Эффективность эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии напрямую зависит от степени сужения СНХ. При широком доступе (I степень) оба метода остеотомии демонстрируют сопоставимые результаты. По мере сужения операционного поля преимущества пьезохирургии становятся все более выраженными, достигая максимума при критическом сужении (III степень), при котором риск интраоперационной травмы и последующего рубцевания наиболее высок.

2. Селективность ультразвукового воздействия, избирательно разрушающего костную ткань при сохранении целостности слизистой оболочки и надкостницы, предотвращает развитие патологического каскада заживления. В отличие от высокоскоростного бора, вызывающего денудацию слизистой перегородки и термический остеонекроз, пьезохирургия исключает формирование «раневого зеркала» и обеспечивает достоверно более низкую частоту синехий, грануляций и стеноза соустья, особенно в анатомически сложных условиях.

3. Применение пьезохирургии позволяет минимизировать частоту рецидивов эпифоры в отдаленном периоде за счет нивелирования негативного влияния исходной анатомии (II–III степени сужения). Пьезохирургическая остеотомия является предпочтительным методом при первичной ЭЭДЦР у пациентов с узким СНХ, так как обеспечивает предсказуемость результата и приближает показатели успеха сложных случаев к результатам операций при широком доступе.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шляхтов М.И. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование;
Наумов К.Г. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, написание текста, редактирование;
Катаев М.Г. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Toti A. Nuovo metado conservatore di radicale delle suppurazioni croniche del sacco lacrimale (dacriocystorhinostomia). Cli Mod Pisa. 1904;10:385–387.
2. Caldwell GW. Two new operations for obstruction of the nasal duct, with preservation of the canaliculi. Am J Ophthalmol. 1893;10:189–193.
3. Karasu B, Kiray G, Eris E, Perente I, Cenk Celebi AR. Comparison of success between external and endonasal dacryocystorhinostomy in primary acquired nasolacrimal duct obstruction in Turkish cohort. North Clin Istanb. 2020 Jul 23;7(6):579–584. doi: 10.14744/nci.2020.06888.
4. Мусаева НБ. Сравнительная оценка наружной и эндоназальной дакриоцисториностомии в хирургии хронических дакриоциститов. Офтальмология. Восточная Европа. 2024;14(1):52–58.
   Musayeva NB. Comparative Evaluation of External and Endonasal Dacryocystorhinostomy in Surgery of Chronic Dacryocystitis. Ophthalmology Eastern Europe. 2024;14(1):52–58 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2024.14.1.017.
5. Fayet B, Racy E, Assouline M. Complications of standardized endonasal dacryocystorhinostomy with unciformectomy. Ophthalmology. 2004 Apr;111(4):837–845. doi: 10.1016/j.ophtha.2003.08.023.
6. Erdol H, Akyol N, Imamoglu HI, Sozen E. Long-term follow-up of external dacryocystorhinostomy and the factors affecting its success. Orbit. 2005;24(2):99–102. doi: 10.1080/01676830590926693.
7. Карпищенко СА, Верещагина ОЕ, Фаталиева АФ. Коррекция перегородки носа при эндоскопической эндоназальной дакриоцисториностомии. Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae. 2019;25(4):15–20.
   Karpishchenko SA, Vereshchagina OE, Fatalieva AF. Correction of the nasal septum in endoscopic endonasal dacryocystorhinostomy. Folia Otorhinolaryngologiae et Pathologiae Respiratoriae. 2019;25(4):15–20 (In Russ.).
8. Махмудназаров МИ, Туйдиев ШШ. Современные методы хирургического лечения деформаций носовой перегородки. Научно-медицинский журнал «Вестник Авиценны». 2012;4:56–61.
   Makhmudnazarov MI, Tuydiev ShSh. Modern methods of surgical treatment of nasal septum deformities. Scientific and Medical Journal "Avicenna Bulletin" (Vestnik Avitsenny). 2012;4:56–61 (In Russ.).
9. Наумов КГ, Шляхтов МИ, Катаев МГ. Ультразвуковая эндоназальная дакриоцисториностомия в лечении рецидивирующего дакриоцистита новорожденного. Офтальмохирургия. 2023;2:36–42.
   Naumov KG, Shlyakhtov MI, Kataev MG. Ultrasound endonasal dacryocystorhinostomy in the treatment of recurrent dacryocystitis in newborns. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2023;2:36–42 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-2-36-42.

10. Сипкин АМ, Карякина ИА, Полупан ПВ, Рябов АЮ, Давыдов ИА, Ахтямов ДВ. Обзор методик применения пьезохирургии и практический опыт. Медицинский алфавит. 2018;2(8):25–28.
Sipkin AM, Karyakina IA, Polupan PV, Ryabov AYu, Davydov IA, Akhtyamov DV. Piezosurgery: systematic review of literature and surgical experience. Medical alphabet. 2018;2(8):25–28 (In Russ.).
11. Красножен ВН, Щербаков ДА, Володеев АВ, Мусина ЛА, Гарскова ЮА. Морфологические и клинические аспекты искривления перегородки носа. Вестник оториноларингологии. 2017;82(3):25–27.
Krasnozhen VN, Shcherbakov DA, Volodeev AV, Musina LA, Garskova YuA. The morphological and clinical aspects of the curvature of the nasal septum. Russian Bulletin of Otorhinolaryngology. 2017;82(3):25–27 (In Russ.). doi: /10.17116/otorino201782325-27.
12. Mladina R, Cujić E, Subarić M, Vuković K. Nasal septal deformities in ear, nose, and throat patients: an international study. Am J Otolaryngol. 2008 Mar-Apr;29(2):75–82. doi: 10.1016/j.amjoto.2007.02.002.
13. Коновалов КА, Давыдов ДВ, Рощин ВЮ. Сравнительный анализ применения методик пьезохирургии и механической остеоперфорации при моделировании декомпрессии орбиты. Офтальмологические ведомости. 2018;11(1):10–18.
Konovalov KA, Davydov DV, Roshchin VYu. A comparative analysis of the application of piezoelectric surgery and mechanical osteoperforation techniques in modeling an orbital decompression. Ophthalmology Journal. 2018;11(1):10–18 (In Russ.). doi: 10.17816/OV11110-18.
14. Koçak I, Doğan R, Gökler O. A comparison of piezosurgery with conventional techniques for internal osteotomy. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2017 Jun;274(6):2483–2491. doi: 10.1007/s00405-017-4514-y.
15. Груша ЯО, Федоров АА, Колодина АС, Свириденко НЮ. Сравнительное электронно-микроскопическое исследование рельефа костных поверхностей после ультразвуковой и высокоскоростной механической остеодеструкции при декомпрессии орбиты. Вестник офтальмологии. 2019;135(5-2):155–159.
Grusha YaO, Fedorov AA, Kolodina AS, Sviridenko NIu. Comparative electron microscopy study of the bone surfaces relief after ultrasonic and mechanical high-speed bone removal in orbital decompression. Russian Annals of Ophthalmology. 2019;135(5-2):155–159 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135052155.
16. Ali MJ, Singh M, Chisty N, Kamal S, Naik MN. Endoscopic ultrasonic dacryocystorhinostomy: clinical profile and outcomes. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2016 Jul;273(7):1789–1793. doi: 10.1007/s00405-015-3826-z.
17. Meller C, Havas TE. Piezoelectric technology in otolaryngology, and head and neck surgery: a review. J Laryngol Otol. 2017 Jul;131(S2):S12–S18. doi: 10.1017/S0022215117000767.
18. El Fattah, Mai Y. Abd, Moustafa, Tarek A., Amin, Ahmed M., Kamel, Rehab M. Hassan, Suzan A. Piezo-assisted external dacryocystorhinostomy versus conventional external dacryocystorhinostomy. Scientific Journal of Al-Azhar Medical Faculty, Girls. 2021 Oct-Dec;5(4):790–796. doi: 10.4103/sjamf.sjamf_149_21.
19. Shankar VA, Kalyam K, Couch SM. External Dacryocystorhinostomy: A Comparison Of Ultrasonic Bone Aspiration To High-Speed Drilling. Clin Ophthalmol. 2019 Dec 17;13:2535–2540. doi: 10.2147/OPTH.S221293.
20. Шляхтов МИ, Наумов КГ. Использование современных энергетических методов удаления костных тканей при проведении эндоскопической дакриоцисториностомии. Отражение. 2021;1:61–66.
Shlyakhtov MI, Naumov KG. The use of modern energy methods for bone tissue removal in endoscopic dacryocystorhinostomy. Otrazhenie. 2021;(1):61–66 (In Russ.). doi: 10.25276/2686-9423-2021-1-61-66.
21. Наумов КГ, Шляхтов МИ, Катаев МГ. Дифференцированный подход к удалению костных тканей методом ультразвуковой остеодеструкции при эндоназальной эндоскопической дакриоцисториностомии. Офтальмохирургия. 2025;4(147):149–156.
Naumov KG, Shlyakhtov MI, Kataev MG. Differentiated approach to bone tissue removal with ultrasonic osteodestruction during endonasal endoscopic dacryocystorhinostomy. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2025;4(147):149–156 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2025-4-149-156.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шляхтов Михаил Иванович
заведующий отделением хирургии слезных путей и окулопластики
https://orcid.org/0000-0002-0936-7234

Наумов Константин Георгиевич
врач-офтальмолог, хирург отделения хирургии слезных путей и окулопластики
https://orcid.org/0009-0006-2665-9593

Катаев Михаил Германович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом реконструктивно-восстановительной и пластической хирургии
https://orcid.org/0000-0002-3038-7918

ABOUT THE AUTHORS

Shlyakhtov Mikhail I.
head of the Lacrimal Tract Surgery and Oculoplasty Department
https://orcid.org/0000-0002-0936-7234

Naumov Konstantin G.
ophthalmologist, surgeon of the Lacrimal Tract Surgery and Oculoplasty Department
https://orcid.org/0009-0006-2665-9593

Kataev Mikhail G.
MD, Professor, Head of the Reconstructive and Plastic Surgery Department
https://orcid.org/0000-0002-3038-7918

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-328-334

поступила 25.02.26
was received 25.02.26

Лазерный витреолизис симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса. Сообщение 2. Проспективный анализ

В.А. Шаимова[1,2] С.Х. Кучкильдина[2] Т.Б. Шаимов[2] Р.Б. Шаимов[2]
Ю.В. Носуль[3], М.С. Ивин[4], А.Ю. Галин[5], О.В. Галина[5]

[1] ФПК «Академия постдипломного образования» ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125310, Российская Федерация

[2] ООО «ЦЕНТР ЗРЕНИЯ»
Комсомольский проспект, 99д, Челябинск, 454021, Российская Федерация

[3] ГАУЗ «Городская клиническая больница № 6»
ул. Румянцева, 28, Челябинск, 454017, Российская Федерация

[4] ООО «Полимедика Челябинск»
ул. Братьев Кашириных, 130а, 454003, Российская Федерация

[5] ООО МО «ОПТИК ЦЕНТР»
ул. 40-летия Октября, 15/1, Челябинск, 454007, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):328–334**

Цель: провести проспективную оценку безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса при полной задней отслойке стекловидного тела (ЗОСТ) за период 12 месяцев. **Пациенты и методы.** Обследовано 160 пациентов (160 глаз) с симптоматическими плавающими помутнениями стекловидного тела по типу кольца Вейса на фоне полной задней отслойки стекловидного тела. Пациенты были распределены на группы в зависимости от сроков проведения лечения: раннего лазерного витреолизиса (РЛВ) — до 3 месяцев, отсроченного лазерного витреолизиса (ОЛВ) — 3 месяца и более и контрольную группу (без лечения). Лазерный витреолизис выполнялся с использованием YAG-лазерной системы Ultra Q Reflex. **Результаты.** Результаты анализа безопасности РЛВ показали, что статистически значимых различий с группами ОЛВ и контроля по частоте интра- и послеоперационных осложнений, уровню внутриглазного давления и морфометрическим параметрам глаза не было. Анализ эффективности РЛВ кольца Вейса выявил полное устранение помутнения в 74,5 % после лазерного витреолизиса, сопоставимое с группой ОЛВ — 63,5 % ($p > 0,05$); высокий функциональный результат — улучшение МКОЗ на 0,176 против 0,048 в контрольной группе ($p < 0,001$) и сопоставимый с группой ОЛВ — 0,123 ($p > 0,05$); субъективное улучшение качества жизни по всем категориям (общая оценка КЖ — 66,15 % против 8,24 % в контроле ($p < 0,001$) и сопоставимое с группой ОЛВ — 65,49 %, $p > 0,05$); высокая самооценка, касающаяся удовлетворенности результатом РЛВ — 72,7 % в виде «полного успеха», сопоставимую с группой ОЛВ — 59,6 %; снижение жалоб на зрительный дискомфорт на 79,9 % против 8,7 % ($p < 0,001$) в группе контроля, сопоставимое с группой ОЛВ — 77,3 % ($p > 0,05$). **Заключение.** На основании полученных данных исследования, проведение раннего YAG-лазерного витреолизиса симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса при наличии полной ЗОСТ является безопасным и высокоэффективным методом и может рассматриваться в качестве обоснованной альтернативы выжидательной тактики у пациентов с клинически значимыми симптомами плавающих помутнений.

Ключевые слова: кольцо Вейса, лазерный витреолизис, Ultra Q Reflex, деструкция стекловидного тела, симптоматические плавающие помутнения, задняя отслойка стекловидного тела

Для цитирования: Шаимова В.А., Кучкильдина С.Х., Шаимов Т.Б., Шаимов Р.Б., Носуль Ю.В., Ивин М.С., Галина О.В., Галин А.Ю. Лазерный витреолизис симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса. Сообщение 2. Проспективный анализ. *Офтальмология.* 2026;23(2):328–334. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-328-334

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Laser Vitreolysis of Symptomatic Vitreous Floaters. Report 2. Prospective Analysis

V.A. Shaimova[1,2], S.Kh. Kuchkildina[2], T.B. Shaimov[2], R.B. Shaimov[2,3], Yu.V. Nosul[3], M.S. Ivin[4], O.V. Galina[5], A.Yu. Galin[5]

[1] Academy of Postgraduate Education of Federal Medical Biological Agency
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

[2]Center Zreniya
Komsomolsky ave., 99D, Chelyabinsk, 454021, Russian Federation

[3] The City Clinical Hospital no. 6
Rumyantseva str., 28, Chelyabinsk, 454017, Russian Federation

[4] South Ural State Medical University
Vorovskogo str., 64, Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

[5] Optic-Center
40-letuya Oktyabrya str., 15/1, Chelyabinsk, 454007, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):328–334**

Objective: to conduct a prospective assessment of the safety and clinical efficacy of early laser vitreolysis for symptomatic Weiss ring vitreous floaters in the presence of complete posterior vitreous detachment (PVD) over a 12-month period. **Methods.** The study included 160 patients (160 eyes) with symptomatic Weiss ring vitreous floaters and complete posterior vitreous detachment. Patients were divided into groups based on the timing of treatment: early laser vitreolysis (ELV) — within 3 months, delayed laser vitreolysis (DLV) — 3 months or more, and a control group (no treatment). Laser vitreolysis was performed using the Ultra Q Reflex YAG laser system. **Results.** Safety analysis of ELV showed no statistically significant differences with the DLV and control groups in the rate of intra- and postoperative complications, intraocular pressure level, or ocular morphometric parameters. Analysis of the efficacy of ELV for Weiss ring revealed complete elimination of the floater in 74.5 % of cases after laser vitreolysis, comparable to the DLV group — 63.5 % ($p > 0.05$); a high functional outcome — improvement in best-corrected visual acuity (BCVA) by 0.176 vs. 0.048 in the control group ($p < 0.001$) and comparable to the DLV group — 0.123 ($p > 0.05$); subjective improvement in "quality of life" across all categories (overall QoL score — 66.15 % vs. 8.24 % in controls ($p < 0.001$) and comparable to the DLV group — 65.49 %, $p > 0.05$); a high self-assessed satisfaction rate with the ELV result — 72.7 % reported "complete success", comparable to the DLV group — 59.6 %; a reduction in complaints of visual discomfort by 79.9 % vs. 8.7 % ($p < 0.001$) in the control group, comparable to the DLV group — 77.3 % ($p > 0.05$). **Conclusion.** Based on the study data, performing early YAG laser vitreolysis for symptomatic Weiss ring vitreous floaters in the presence of complete PVD is a safe and highly effective method and can be considered a justified alternative to observational management in patients with clinically significant symptomatic floaters.

Keywords: Weiss ring, laser vitreolysis, Ultra Q Reflex, vitreous destruction, symptomatic floaters, posterior vitreous detachment

For citation: Shaimova V.A., Kuchkildina S.Kh., Shaimov T.B., Shaimov R.B., Nosul Yu.V., Ivin M.S., Galina O.V., Galin A.Yu. Laser Vitreolysis of Symptomatic Vitreous Floaters. Report 2. Prospective Analysis. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):328–334. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-328-334

Financial Disclosure: none of the authors has a financial interest in any materials or methods presented.

There is no conflict of interests.

ВСТУПЛЕНИЕ

Симптоматические плавающие помутнения стекловидного тела по типу кольца Вейса, возникающие после задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ), нередко сопровождаются клинически значимым зрительным дискомфортом. Формирование плотного препапиллярного помутнения, отбрасывающего тень в центральные отделы сетчатки, существенно снижает качество жизни пациента, приводя к выраженному психологическому напряжению, что особенно значимо для людей трудоспособного возраста [1–4].

YAG-лазерный витреолизис в настоящее время рассматривается как малоинвазивный метод лечения, обладающий рядом клинических преимуществ: низким процентом интра- и послеоперационных осложнений, а также экономической целесообразностью [4–6]. Однако до настоящего времени вопрос оптимальных сроков проведения YAG-лазерного витреолизиса после формирования полной ЗОСТ остается дискутабельным [3, 7–14]. В клинической практике по-прежнему преобладает выжидательная тактика, что связано с опасениями возникновения ретинальных осложнений как в остром периоде ЗОСТ [11, 15], так и в более отдаленные сроки наблюдения [2, 3, 14].

Следует отметить, что результаты данных ретроспективного анализа (Сообщение 1) продемонстрировали сопоставимый уровень безопасности раннего и отсроченного витреолизиса при высокой удовлетворенности пациентов.

В связи с этим проведение проспективного исследования, направленного на комплексную оценку безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса симптоматического кольца Вейса, является актуальным и клинически значимым.

Цель работы: провести проспективную оценку безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса при полной ЗОСТ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией об исследованиях с участием людей. Все участники были проинформированы о цели, дизайне исследования и подписали информированное согласие на использование данных, полученных в ходе офтальмологического обследования. Было обследовано 160 пациентов (160 глаз) с симптоматическими плавающими помутнениями (СПП) стекловидного тела по типу кольца Вейса на фоне полной задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ). В зависимости от сроков проведения лазерного витреолизиса (ЛВ) пациенты были распределены на две основные группы: I группа — ранний лазерный витреолизис (РЛВ) — состояла из 55 пациентов (55 глаз), YAG-лазерный витреолизис был выполнен в сроки до 3 месяцев с момента появления СПП по типу кольца Вейса; II группа — отсроченный лазерный витреолизис (ОЛВ) — включала в себя 52 пациента (52 глаза), YAG-лазерный витреолизис проведен спустя 3 месяца и более после формирования кольца Вейса. Контрольную группу составили 53 пациента (53 глаза) с полной ЗОСТ и наличием кольца Вейса, ЛВ не проводился. Исследование выполнено на базе клиники «ЦЕНТР ЗРЕНИЯ» (г. Челябинск).

При отборе были исключены пациенты, имеющие в анамнезе врожденные заболевания глаз, единственный глаз, острые и хронические инфекционно-воспалительные заболевания глаз, посттравматические изменения витреоретинального интерфейса, клапанные разрывы и отслойку сетчатки при исходном исследовании, невоспалительные заболевания глаз (глаукома, васкулит, патология роговицы, диабетическая ретинопатия и др.). Критериями включения пациентов явились следующие: наличие СПП в виде кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ; расстояние от СПП не менее 3 мм до сетчатки и задней капсулы хрусталика; жалобы пациентов на значимые плавающие помутнения (4 и более из 10 баллов); оптически прозрачные среды глаза; согласие на участие в исследовании.

Лазерный витреолизис выполняли в амбулаторных условиях на фоне максимального мидриаза под местной эпибульбарной анестезией на системе Ultra Q Reflex фирмы Ellex Medical (Австралия) с длиной волны 1064 нм, диаметр пятна 8 мкм, длительность импульса 4 нс. Энергия импульса подбиралась индивидуально до достижения эффекта вапоризации, а затем производилось лазерное испарение плавающего помутнения стекловидного тела. ЛВ начинали с верхней части помутнения с целью сохранения хорошей видимости при образовании кавитационных пузырьков. За один сеанс лазерного витреолизиса выполняли от 5 до 700 (в среднем 200–300) импульсов с энергией в импульсе от 2,6 до 8,0 мДж. Для ЛВ применяли контактные линзы, предназначенные для работы в стекловидном теле: Karikhoff 21 mm и Karikhoff 25 mm off-axis (Ocular, США). Использовалась методика полного устранения плавающих помутнений. Контрольный осмотр пациентов после проведения ЛВ производился через 30 минут, на следующий день, через 2 недели, через 3, 6, 12 месяцев. Оценивали максимально корригированную остроту зрения (МКОЗ), уровень внутриглазного давления (ВГД), морфометрические параметры хрусталика и сетчатки, коэффициент остаточной ретинальной тени помутнения по данным ОКТ-ангиографии, выраженность зрительного дискомфорта и показатели качества жизни по опроснику VFSQ-13. Срок наблюдения составил 12 месяцев.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.5 (разработчик ООО «Статтех», Россия) и пакета прикладных программ SPSS Statistics v23.0 (IBM inc., Нью-Йорк, США). Нормально распределенные данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения, в случае отсутствия нормального распределения рассчитывались медиана (Me), нижний и верхний квартили (Q1–Q3). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение групп выполнено с помощью критерия Краскела — Уоллиса, апостериорные сравнения — с помощью критерия Данна с поправкой Холма, для оценки изменения параметров в динамике использовался непараметрический критерий Фридмана с апостериорными сравнениями с помощью критерия Коновера — Имана с поправкой Холма. Сравнение процентных долей выполнено с помощью критерия хи-квадрат Пирсона, при значениях минимального ожидаемого явления менее 5 — с помощью точного критерия Фишера.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценка безопасности раннего лазерного витреолизиса включала анализ частоты интра- и послеоперационных осложнений, а также динамику уровня внутриглазного давления и морфометрических параметров глаза в течение 12-месячного периода наблюдения у пациентов исследуемых групп и группы контроля.

В таблице представлен сравнительный анализ частоты макулярных и периферических разрывов сетчатки в исследуемых группах раннего и отсроченного витреолизиса и в контрольной группе в динамике за период 12 месяцев.

Анализ представленных в таблице данных показывает, что за период наблюдения в группе РЛВ зарегистрирован единичный случай ламеллярного макулярного разрыва (1,8 %). В группах ОЛВ и контроля было отмечено по одному случаю таких осложнений, как ламеллярный и макулярный сквозной разрыв, периферический

дырчатый сквозной разрыв в области решетчатой дистрофии (5,7 %), при этом статистически значимых различий между группами выявлено не было (p = 0,52).

Состояние уровня ВГД

На рисунке 1 отражены показатели тонометрии в исследуемых группах за следующий период: исходно при первичном осмотре, через 30 мин после лазерного витреолизиса (или исходного осмотра в группе контроля), через 1 сутки, 2 недели, 3, 6, 12 мес.

Согласно приведенным на рисунке 2 данным статистически значимые различия в динамике показателей ВГД в течение всего периода наблюдения пациентов отсутствовали.

Морфометрические параметры хрусталика и толщины сетчатки

На рисунках 2, 3 представлена сравнительная оценка толщины хрусталика и толщины сетчатки в фовеа в исследуемых группах.

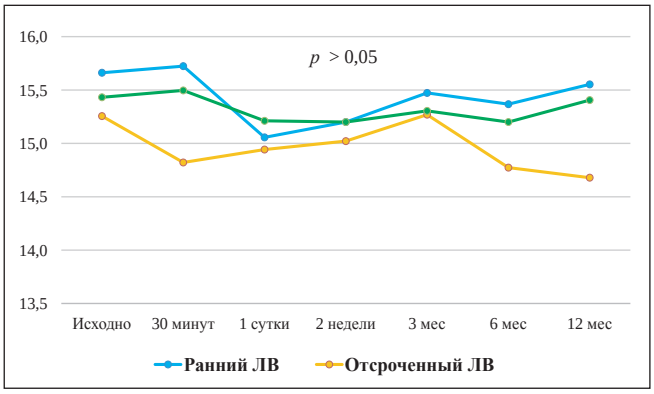


Рис. 1. Сравнительная оценка P_0 (мм рт. ст.) в исследуемых группах и в группе контроля в динамике

Fig. 1. Comparative assessment of IOP (mmHg) dynamics in the study groups and the control group

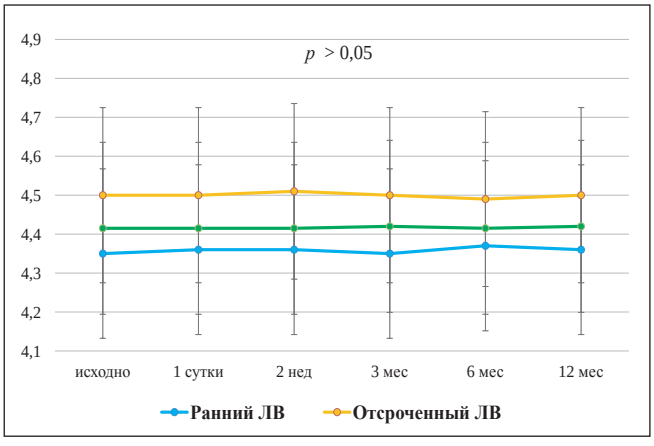


Рис. 2. Сравнительная оценка толщины хрусталика (мм) в исследуемых группах и в группе контроля

Fig. 2. Comparative assessment of lens thickness (mm) in the study groups and the control group

Таблица. Частота послеоперационных макулярных и периферических ретинальных разрывов в исследуемых группах и в контрольной группе за период 12 месяцев

Table. Incidence of postoperative macular and peripheral retinal breaks in the study groups and the control group over a 12-month period.

Осложнения Complications	Ранний ЛВ Early LV (*N* = 55) *n* (%)	Отсроченный ЛВ Delayed LV (*N* = 52) *n* (%)	Контроль Control (*N* = 53) *n* (%)	*p*-value
Макулярный ламеллярный разрыв Macular lamellar hole	1 (1,8)	1 (1,9)	1 (1,9)	1,0
Макулярный сквозной разрыв Full-thickness macular hole	–	1 (1,9)	1 (1,9)	0,609
Дырчатый разрыв (в области решетчатой дистрофии) Retinal hole (in area of lattice degeneration)	–	1 (1,9)	1 (1,9)	0,609
Итого Total	1 (1,8)	3 (5,7)	3 (5,7)	0,52

При проведении сравнительной оценки толщины хрусталика методом биометрии и толщины сетчатки методом ОКТ-сканирования в фовеа в исследуемых группах и группе контроля в течение 12 месяцев статистически значимых различий обнаружено не было.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что проведение ЛВ в ранние сроки после формирования полной ЗОСТ не сопровождается увеличением частоты осложнений, изменениями уровня ВГД или морфометрических параметров хрусталика и сетчатки по сравнению с отсроченным вмешательством и выжидательной тактикой.

КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

На рисунках 4–8 представлены результаты анализа максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ), коэффициента остаточной тени помутнения (КОТП) после каждого сеанса ЛВ; качества жизни (КЖ), жалоб на зрительный дискомфорт, уровня удовлетворенности лазерным лечением по пятиуровневой качественной шкале.

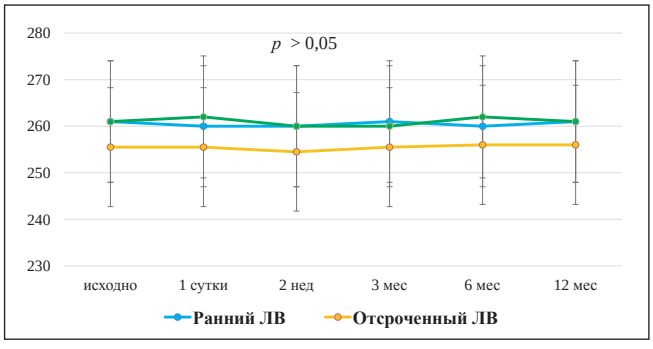


Рис. 3. Результаты исследования толщины сетчатки (мкм) в фовеа в исследуемых группах и в группе контроля

Fig. 3. Results of foveal retinal thickness assessment (μm) in the study and control groups

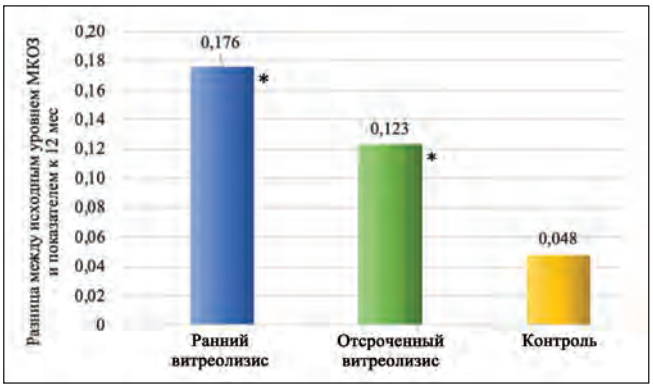


Рис. 4. Сравнительная оценка изменений МКОЗ за период 12 месяцев в исследуемых группах и в контроле
Примечание: *статистически значимые изменения МКОЗ по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$).

Fig. 4. Comparative assessment of changes in best-corrected visual acuity (BCVA) over a 12-month period in the study and control groups
Note: *statistically significant differences in BCVA compared with the control group ($p < 0.05$).

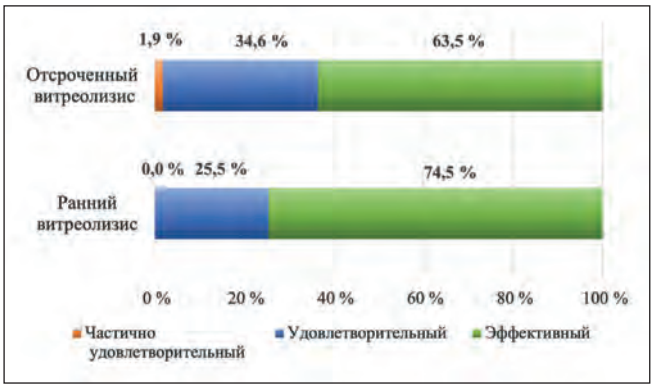


Рис. 5. Объективная оценка клинической эффективности по коэффициенту остаточной тени помутнения (КОТП) каждого сеанса лазерного витреолизиса в группах раннего и отсроченного витреолизиса

Fig. 5. Objective assessment of clinical efficacy based on the residual opacity shadow coefficient (ROSC) for each laser vitreolysis session in the early and delayed vitreolysis groups

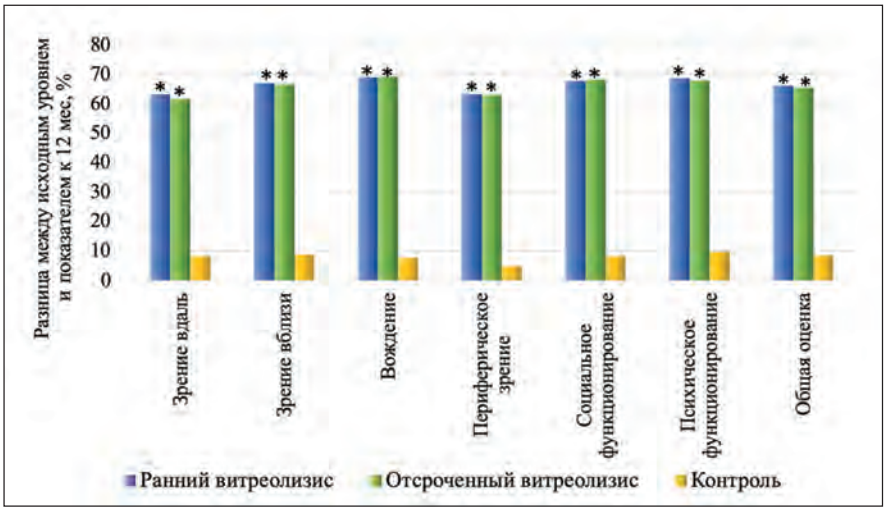


Рис. 6. Сравнительная оценка изменений критериев КЖ за период 12 месяцев по опроснику VFSQ-13 в исследуемых группах и в контроле
Примечание: *статистически значимые изменения показателей качества жизни по данным опросника VFSQ-13 по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$).

Fig. 6. Comparative assessment of changes in quality-of-life criteria over a 12-month period according to the VFSQ-13 questionnaire in the study and control groups
Note: *statistically significant changes in quality-of-life scores according to the VFSQ-13 questionnaire compared with the control group ($p < 0.05$).

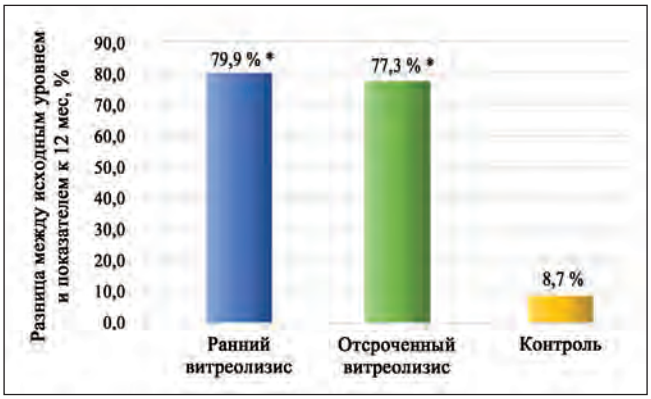


Рис. 7. Сравнительная оценка изменений уровня жалоб на зрительный дискомфорт за период 12 месяцев в исследуемых группах и в контроле

Fig. 7. Comparative assessment of changes in the level of visual discomfort complaints over a 12-month period in the study and control groups

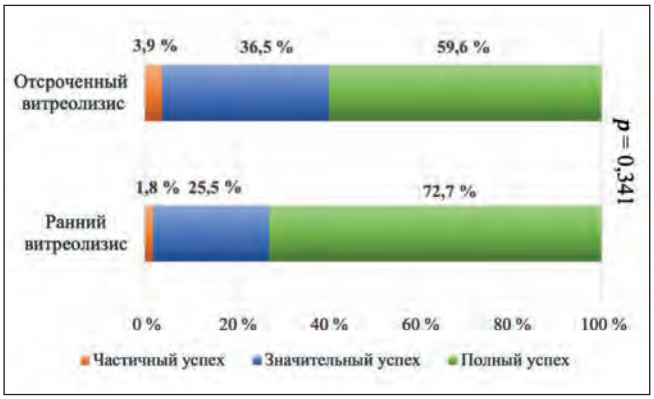


Рис. 8. Субъективная оценка удовлетворенности результатом лечения по пятибалльной шкале в группах раннего и отсроченного лазерного витреолизиса

Fig. 8. Subjective assessment of treatment satisfaction based on a five-point scale in the early and delayed laser vitreolysis groups

Согласно полученным данным, наблюдаются статистически значимые различия (p < 0,05) между МКОЗ при РЛВ и группой контроля (p <0,05), а также сопоставимые со значениями при ОЛВ.

При исследовании КОТП в динамике за период 12 месяцев наблюдалась более высокая частота достижения эффективного результата в группе раннего лазерного витреолизиса (74,5 %) по сравнению с группой отсроченного вмешательства (63,5 %).

При проведении сравнительной оценки качества жизни (КЖ) был использован опросник VFSQ-13. Согласно полученным данным, при РЛВ отмечается значительное улучшение КЖ, сопоставимое с ОЛВ, но имеющее статистически значимые различия (p < 0,05) со значениями в контрольной группе по всем категориям исследований: зрение вдаль (63,29 %, 61,65 %, 8,02 %), зрение вблизи (66,97 %, 66,67 %, 8,8 %), вождение автомобиля (69,09 %, 69,23 %, 7,54 %), периферическое зрение (63,19 %, 62,98 %, 4,72 %), социальное функционирование (67,73 %, 68,27 %, 8,02 %), психическое функционирование (68,64 %, 68,1 %, 9,43 %), общая оценка (66,15 %, 65,49 %, 8,24 %).

Субъективная оценка жалоб на зрительный дискомфорт при исходном обследовании и в динамике оценивалась по 10-балльной шкале, в соответствии с которой 0 — отсутствие жалоб, 10 — выраженные (изнурительные) жалобы на плавающие помутнения [2]. Полученные данные показывают, что проведение раннего витреолизиса сопровождалось выраженным снижением жалоб на зрительный дискомфорт (79,9 %) по сравнению с контрольной группой — 8,7 % (p < 0,001) и было сопоставимо с результатами группы отсроченного лазерного витреолизиса (77,3 %).

Субъективную оценку удовлетворенности лечением (лазерным витреолизисом) исследовали через 12 мес. согласно пятиуровневой качественной шкале, предложенной Y.M. Delaney и соавт. (2002). Анализ удовлетворенности при раннем и отсроченном ЛВ (полный успех — 72,7 и 59,6 %, значительный успех — 25,5 и 36,5 %, частичный успех — 1,8 и 3,9 % соответственно) был сопоставим между группами (p = 0,341). При этом в группе РЛВ наблюдался более высокий результат «полного успеха» — 72,7 %, чем при ОЛВ — 59,6 %, но различия не были статистически значимыми.

Проведенный анализ клинической эффективности раннего ЛВ в группе отсроченного ЛВ и группе контроля показал, что в группе пациентов, перенесших ранний лазерный витреолизис, наблюдались наиболее выраженные положительные изменения функциональных и субъективных показателей по сравнению с группой контроля, при отсутствии статистически значимых различий с группой отсроченного вмешательства.

ОБСУЖДЕНИЕ

СПП стекловидного тела по типу кольца Вейса могут значительно снижать качество жизни, трудоспособность и являться психологически изнурительными для пациентов [1–4]. По данным A.M. Wagle и соавт., с течением времени адаптация к плавающим помутнениям не наступает, это обусловливает необходимость перехода к активной тактике ведения таких пациентов [16]. Для пациентов трудоспособного возраста с СПП, особенно имеющих высокие требования к остроте зрения, «ожидание» и «наблюдение» может оказаться трудным или даже неприемлемым вариантом.

В статье представлены проспективные исследования безопасности и клинической эффективности раннего лазерного витреолизиса (до 3 месяцев после полной ЗОСТ) в сравнительном аспекте с отсроченным витреолизисом и контрольной группой.

Представленные результаты исследований проспективного наблюдения не выявили статистически значимых различий по частоте интра- и послеоперационных осложнений между ранним и отсроченным лазерным витреолизисом симптоматического кольца Вейса. Во всех случаях клинически значимых изменений внутриглазного давления и морфометрических параметров сетчатки выявлено не было.

У пациентов группы РЛВ отмечалось выраженное снижение зрительного дискомфорта (на 79,9 %), что достоверно превышало показатели контрольной группы (8,7 %, p < 0,001), а также статистически значимое улучшение показателей качества жизни по данным опросника VFSQ-13 (p < 0,05). Объективные данные ОКТ-ангиографии подтвердили уменьшение площади артефактной тени помутнения на сетчатке после лазерного вмешательства в виде снижения коэффициента остаточной тени помутнения и достижения эффективного результата у 74,5 % пациентов группы раннего лазерного витреолизиса.

Полученные результаты исследования согласуются с результатами ретроспективного анализа и подтверждают целесообразность выполнения лазерного витреолизиса в ранние сроки при наличии полной ЗОСТ и строгом соблюдении критериев безопасности, что имеет практическое значение для повседневной клинической практики и дает возможность сократить период зрительной дезадаптации и быстрее восстановить зрительный комфорт пациентов. Это особенно важно для лиц трудоспособного возраста и пациентов с высокими профессиональными зрительными нагрузками.

ВЫВОДЫ

1. Анализ результатов проспективного исследования за период 12 мес. показал безопасность и клиническую эффективность раннего лазерного витреолизиса (до 3 месяцев после полной ЗОСТ) в сравнительном аспекте с традиционным (отсроченным) проведением витреолизиса.

2. Результаты исследования позволяют рассматривать ранний лазерный витреолизис в качестве альтернативы выжидательной тактике при наличии симптоматического кольца Вейса при полной ЗОСТ.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шаимова В.А. — написание, научное редактирование текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Ключко Н.А. — изучение источников литературы, написание текста, научное редактирование текста;
Кучкильдина С.Х. — изучение источников литературы, сбор и обработка данных, написание, научное редактирование текста;
Шаимов Т.Б. — сбор и обработка данных, написание текста;
Шаимов Р.Б. — написание текста;
Носуль Ю.В. — написание текста;
Ивин М.С. — сбор и обработка данных;
Галина О.В. — сбор и обработка данных;
Галин А.Ю. — сбор и обработка данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Дога АВ, Нормаев БА, Буряков ДА. Плавающие помутнения стекловидного тела: современные подходы к лечению. Новости хирургии. 2018;26(4):482–490.
   Doga AV, Normaev BA, Buryakov DA. Vitreous floaters: modern treatment approaches. Surgical news. 2018;26(4):482–490 (In Russ.).
2. Shah CP, Heier JS. YAG Laser Vitreolysis vs Sham YAG Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters: A Randomized Clinical Trial. JAMA Ophthalmol. 2017;135(9):918–923. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2017.2388.
3. Ghoghari MK, Razzak H, Kamil Z. Nd:YAG laser of Weiss Ring for the Treatment of Symptomatic Vitreous Floaters in Patients with Posterior Vitreous Detachment. Pak J Ophthalmol. 2024;40(4):364–369. doi: 10.36351/pjo.v40i4.1848.
4. Hangshuai Z, Yanhua J, Yao Z, Guangjin Z, Hongyan W, Fanlian C. Efficacy and safety of early YAG laser vitreolysis for symptomatic vitreous floaters: the study protocol for a randomized clinical trial. Trials. 2024;25(1):48. Published 2024 Jan 13. doi: 10.1186/s13063-024-07924-1.
5. Singh IP. Modern vitreolysis-YAG laser treatment now a real solution for the treatment of symptomatic floaters. Surv Ophthalmol. 2020;65(5):581–588. doi: 10.1016/j.survophthal.2020.02.006.
6. Gill N, Singh A. Management of Visually Significant Vitreous Opacities. Mo Med. 2024;121(5):391–394.
7. Дога АВ, Буряков ДА, Нормаев БА. Клинико-функциональные результаты YAG-лазерного витреолизиса различных типов помутнений стекловидного тела. Офтальмохирургия. 2019;1:44–49.
   Doga AV, Buryakov DA, Normaev BA. Clinical and functional results of YAG laser vitreolysis of various types of vitreous opacities. Ophthalmosurgery. 2019;1:44–49 (In Russ.).
8. Bessa AS. One-year follow-up of patients after yttrium aluminum garnet laser vitreolysis for vitreous floaters. Egypt Retina J. 2019;6(1):1–4.
9. Goh WN, Mustapha M, Zakaria SZS, Bastion MC. The effectiveness of laser vitreolysis for vitreous floaters in posterior vitreous detachment. Indian J Ophthalmol. 2022;70(8):3026–3032. doi: 10.4103/ijo.IJO_3198_21.
10. Lin T, Li T, Zhang X. The Efficacy and Safety of YAG Laser Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters of Complete PVD or Non-PVD. Ophthalmol Ther. 2022;11(1):201–214. doi: 10.1007/s40123-021-00422-6.
11. Katsanos A, Tsaldari N, Gorgoli K, Lalos F, Stefaniotou M, Asproudis I. Safety and Efficacy of YAG Laser Vitreolysis for the Treatment of Vitreous Floaters: An Overview. Adv Ther. 2020;37(4):1319–1327. doi: 10.1007/s12325-020-01261-w.
12. Souza CE, Lima LH, Nascimento H, Zett C, Belfort R Jr. Objective assessment of YAG laser vitreolysis in patients with symptomatic vitreous floaters. Int J Retina Vitreous. 2020;6:1. Published 2020 Jan 21. doi: 10.1186/s40942-019-0205-8.
13. Ludwig GD, Gemelli H, Nunes GM, Serracarbassa PD, Zanotele M. Efficacy and safety of Nd:YAG laser vitreolysis for symptomatic vitreous floaters: A randomized controlled trial. Eur J Ophthalmol. 2021;31(3):909–914. doi: 10.1177/1120672120968762.
14. García BG, Orduna Magán C, Alvarez-Peregrina C, Villa-Collar C, Sánchez-Tena MÁ. Nd:YAG laser vitreolysis and health-related quality of life in patients with symptomatic vitreous floaters. Eur J Ophthalmol. Published online April 7, 2021. doi: 10.1177/11206721211008036.
15. Lim JI. YAG Laser Vitreolysis-Is It as Clear as It Seems?. JAMA Ophthalmol. 2017;135(9):924–925. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2017.1683.
16. Wagle AM, Lim WY, Yap TP, Neelam K, Au Eong KG. Utility values associated with vitreous floaters. Am J Ophthalmol. 2011 Jul;152(1):60–65.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2011.01.026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шаимова Венера Айратовна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-5586-5042

Кучкильдина Сирина Хакимжановна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-4760-1391

Шаимов Тимур Булатович
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-7020-5349

Шаимов Руслан Булатович
кандидат медицинских наук, директор, офтальмохирург
https://orcid.org/0000-0002-9123-2354

Носуль Юлия Владимировна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-8597-3108

Ивин Михаил Сергеевич
студент
https://orcid.org/0000-0002-1448-6350

Галина Ольга Владимировна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0001-0023-0522

Галин Алексей Юрьевич
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-4304-0104

ABOUT THE AUTHORS

Shaimova Venera A.
MD, Professor of the Ophthalmology Departmen
https://orcid.org/0000-0001-5586-5042

Kuchkildina Sirina Kh.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-4760-1391

Shaimov Timur B.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-7020-5349

Shaimov Ruslan B.
PhD, director, ophthalmic surgeon
https://orcid.org/0000-0002-9123-2354

Nosul Yuliya V.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-8597-3108

Ivin Mikhail S.
student
https://orcid.org/0000-0002-1448-6350

Galina Olga V.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0001-0023-0522

Galin Aleksei Yu.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-4304-0104

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-335-347

поступила 26.01.26
was received 26.01.26

Основные подходы к стандартизации метода компьютерной томографии орбиты при эндокринной офтальмопатии

Д.С. Атарщиков[1] Е.С. Таскина[2] А.Е. Егоров[3] Е.А. Степанова[4] В.А. Селезнев[5] Н.И. Кибалина[1]

[1] АО «Группа компаний МЕДСИ»
Мичуринский просп., 56/1, Москва, 119192, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Горького, 39а, Чита, 672000, Российская Федерация

[3] ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Островитянова, 1, Москва, 117513, Российская Федерация

[4] ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт
им. М.Ф. Владимирского» (ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского)
ул. Щепкина, 61/2, Москва, 129110, Российская Федерация

[5] АО «Ильинская больница»
ул. Рублевское предместье, 2/2, Московская обл., городской округ Красногорск,
д. Глухово, 143421, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):335–347**

Эндокринная офтальмопатия (ЭОП) — аутоиммунное заболевание, требующее точной визуализации для диагностики, оценки тяжести/активности и планирования лечения. Отсутствие единых протоколов компьютерной томографии (КТ) орбит приводит к вариабельности результатов и неоправданной лучевой нагрузке. В настоящее время практически вся КТ является мультиспиральной и характеризуется высоким разрешением, коротким временем сканирования, низким образованием артефактов и экономической эффективностью. Стандартизация КТ орбит необходима для повышения воспроизводимости, диагностической точности и минимизации рисков. **Цель исследования:** оптимизировать протокол КТ орбиты для обеспечения воспроизводимых и точных измерений при минимальной лучевой нагрузке с целью получения надежных данных для диагностики ЭОП, оценки тяжести и активности процесса, планирования и контроля лечения. В статье четко обозначены показания для проведения КТ орбиты при ЭОП, представлены стандартизованные параметры. Единая настройка ключевых технических параметров сканирования, таких как напряжение трубки и сила тока с обязательным использованием автоматической модуляции, наряду с оптимизированной толщиной среза и интервалом реконструкции обеспечивает не только высокую воспроизводимость и детализацию изображений, но и гарантирует строгое соблюдение принципа минимизации лучевой нагрузки для каждого конкретного пациента. Дана сравнительная характеристика альтернативных методов диагностики, не имеющих лучевой нагрузки (магнитно-резонансная томография и ультразвуковое исследование орбиты). Детально описаны параметры для оценки и критерии описания орбитальных структур при проведении КТ. Отмечена роль специализированного программного обеспечения и глубокого обучения для автоматизации сегментации и объемного анализа. Предложен структурированный протокол описания и заключения по выполненному исследованию врача-рентгенолога. Статья представляет комплексный подход к стандартизации КТ-исследования орбит при ЭОП с фокусом на оптимизации параметров сканирования для баланса качества изображения и дозовой нагрузки, четких критериях описания патологии и интеграции современных технологий. Это необходимо для улучшения диагностики, прогнозирования, планирования лечения (особенно декомпрессии) и минимизации рисков для пациентов.

Ключевые слова: эндокринная офтальмопатия, орбита, экстраокулярные мышцы, ретробульбарная клетчатка, диагностика, многослойная спиральная компьютерная томография

Для цитирования: Атарщиков Д.С., Таскина Е.С., Егоров А.Е., Степанова Е.А., Селезнев В.А., Кибалина Н.И. Основные подходы к стандартизации метода компьютерной томографии орбиты при эндокринной офтальмопатии. *Офтальмология.* 2026;23(2):335–347. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-335-347

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Basic Approaches to Standardizing the Method of Orbital Computed Tomography in Thyroid Eye Disease

D.S. Atarshchikov[1], E.S. Taskina[2], A.E. Egorov[3], E.A. Stepanova[4], V.A. Seleznev[5], N.I. Kibalina[1]

[1] MEDSI Group of Companies
Michurinsky ave., 56/1, Moscow, 119192, Russian Federation

[2] Chita State Medical Academy
Gorky str., 39A, Chita, 672000, Russian Federation

[3] Pirogov Russian Scientific Research Medical University
Ostrovityanova str., 1, Moscow, 117513, Russian Federation

[4] Moscow Regional Research and Clinical Institute ("MONIKI")
Shchepkina str., 61/2, Moscow, 129110, Russian Federation

[5] Ilyinskaya Hospital
Rublevskoye Predmestye str., 2/2, Moscow Region, Krasnogorsk Urban District,
Glukhovo Village, 143421, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):335–347**

Thyroid Eye Disease (TED) is an autoimmune condition requiring precise imaging for diagnosis, assessment of severity/activity, and treatment planning. The lack of unified orbital Computed Tomography (CT) protocols leads to variability in results and unjustified radiation exposure. Currently, Multi-Slice Computed Tomography (MSCT) is widely used due to its high resolution, short scanning time, low artifact generation, and cost-effectiveness. Standardization of orbital CT is essential to improve reproducibility, diagnostic accuracy, and minimize risks. The aim of the study is to optimize the orbital CT protocol to ensure reproducible and accurate measurements with minimal radiation exposure, in order to obtain reliable data for diagnosing TED, assessing the severity and activity of the process, and for planning and monitoring treatment. The article clearly outlines the indications for orbital CT in TED. Standardized parameters for performing orbital MSCT are presented. A unified setup of key technical scanning parameters, such as tube voltage and current with mandatory use of automatic modulation, along with optimized slice thickness and reconstruction interval, ensures not only high reproducibility and image detail but also guarantees strict adherence to the principle of minimizing radiation exposure for each individual patient. A comparative characteristic of alternative diagnostic methods without radiation exposure (magnetic resonance imaging and ultrasound examination of the orbits) is provided. Parameters for assessment and criteria for evaluating the orbital structures during CT are described in detail. The role of specialized software and deep learning for automating segmentation and volumetric analysis is noted. A structured protocol for a radiologist's report is proposed. The article presents a comprehensive approach to standardizing orbital CT examination in TED, focusing on optimizing scanning parameters to balance image quality and radiation dose, clear criteria for describing pathology, and the integration of modern technologies. This is necessary to improve diagnosis, prognosis, treatment planning (especially decompression), and minimize risks for patients.

Keywords: thyroid eye disease, orbit, extraocular muscles, retrobulbar fat, diagnosis, multi-slice computed tomography

For citation: Atarshchikov D.S., Taskina E.S., Egorov A.E, Stepanova E.A., Seleznev V.A., Kibalina N.I. Basic Approaches to Standardizing the Method of Orbital Computed Tomography in Thyroid Eye Disease. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):335–347. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-335-347

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Эндокринная офтальмопатия (ЭОП) является аутоиммунным заболеванием орбиты, характеризующимся воспалением ретробульбарных тканей, в большинстве случаев связанным с дисфункцией щитовидной железы [1]. В основном пациенты, страдающие ЭОП, имеют двусторонние формы заболевания. Асимметричные формы встречаются в 4–14 % случаев, а односторонние — в 9–34 % [2]. По оценкам, распространенность заболевания составляет от 155 до 250 случаев на 100 тыс. населения с пиком заболеваемости в возрасте от 30 до 50 лет [3]. Тесная связь ЭОП с аутоиммунными заболеваниями щитовидной железы лежит в основе гипотезы о том, что при данном заболевании запускаются иммунные реакции, направленные против одного или нескольких антигенов, общих для щитовидной железы и орбиты. Наиболее вероятным антигеном является рецептор к тиреотропному гормону (ТТГ), что подтверждает важную роль антител к рецептору ТТГ (АТ к рТТГ) в патогенезе и течении ЭОП. Гистопатологические изменения при ЭОП включают воспалительные изменения экстраокулярных мышц (ЭОМ) / ретробульбарной клетчатки (РБК), а также интерстициальной ткани внутри орбиты, которые приводят к увеличению объема орбитального содержимого и развитию экзофтальма [1].

Ранняя и точная диагностика ЭОП критически важна для прогноза, но затруднена из-за отсутствия универсальной классификации и преобладания субъективных методов в клинической практике [3]. Существующие

балльные системы оценки тяжести/активности, хотя и включают инструментальные данные и симптомы, не адаптированы к выраженным этническим различиям в проявлениях и течении ЭОП, что ограничивает их глобальную применимость [4].

Орбитальная визуализация играет ключевую роль в диагностике этого состояния. Компьютерная томография (КТ) является важным инструментом для оценки изменений орбиты и также полезна для прогнозирования прогрессирования заболевания и планирования хирургического вмешательства [5]. В настоящее время не существует единого протокола описания КТ орбиты при ЭОП, однако существуют общепринятые рекомендации и консенсусные мнения экспертных групп, таких как Европейская группа по орбитопатии Грейвса (European Group on Graves' Orbitopathy, EUGOGO), Европейское общество офтальмологической пластической и реконструктивной хирургии (European Society of Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery, ESONT), которые формируют базис для стандартизированного подхода [6, 7]. В современной клинической практике для этих целей преимущественно применяется мультиспиральная (многослойная, мультисрезовая) компьютерная томография (МСКТ).

Цель исследования: оптимизировать протокол КТ орбит для обеспечения воспроизводимых и точных измерений при минимальной лучевой нагрузке с целью получения надежных данных для диагностики ЭОП, оценки тяжести и активности процесса, планирования и контроля эффективности лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящая работа представляет собой обзор литературы, направленный на систематизацию современных подходов к стандартизации метода КТ орбит при ЭОП. Для достижения поставленной цели был проведен целевой поиск и анализ релевантных научных публикаций в международных и российских рецензируемых журналах. Поиск осуществлялся в электронных базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Google Scholar и eLibrary.ru. Использовались ключевые слова и их комбинации на русском и английском языках: «эндокринная офтальмопатия», «орбита», «компьютерная томография», «мультиспиральная компьютерная томография», «стандартизация», «протокол», «лучевая нагрузка», «дистиреоидная оптическая нейропатия» (англ. thyroid eye disease, Graves' orbitopathy, orbit, computed tomography, multislice computed tomography, standardization, protocol, radiation dose, dysthyroid optic neuropathy).

В обзор были включены систематические обзоры, метаанализы, оригинальные проспективные и ретроспективные исследования, рекомендации международных экспертных сообществ (EUGOGO, ESONT), а также фундаментальные работы, освещающие технические аспекты КТ-визуализации и дозиметрии. Поиск охватывает публикации за 2015–2025 гг. и ключевые более ранние работы, отражающие становление диагностических критериев и методологии.

Анализ данных проводился в рамках методологии нарративного обзора. Отобранные источники были критически оценены в соответствии с принципами доказательной медицины с учетом дизайна исследований, объема выборки и статистической достоверности результатов. Содержательный анализ структурирован по ключевым тематическим блокам: стандартизация технических параметров сканирования (сравнение протоколов с различной дозовой нагрузкой), показания к КТ, сравнительная характеристика альтернативных методов визуализации орбиты, алгоритмы оценки орбитальных структур. Для наглядности и удобства сравнительного анализа основные данные по каждому блоку систематизированы в сводных таблицах.

КЛЮЧЕВЫЕ ПАРАМЕТРЫ СКАНИРОВАНИЯ

Современная мультиспиральная КТ обеспечивает быструю и точную диагностику заболеваний орбит [5]. Данный метод визуализации позволяет получать ультратонкие срезы при меньшей дозе облучения, а также создавать трехмерные изображения костных и мягкотканных структур [8]. Минимальным является 16-срезовый томограф, но для лучшего разрешения и снижения артефактов предпочтительнее выполнять сканирование на 64-, 128-, 256-срезовых аппаратах [9, 10]. Односрезная КТ орбит, крайне редко, но используемая до настоящего времени, дает существенно более высокую дозу лучевой нагрузки при худшем качестве изображения [8, 11].

При сканировании пациент лежит на спине с фиксированной головой, сканер движется вдоль длинной оси тела. Стандартный первичный взгляд прямо вперед. Применение функциональных проб в контексте КТ-исследования орбит сопряжено с ограничениями, обусловленными наличием ионизирующего излучения. Для автоматической оценки подвижности глаз Z. Liu и соавт. (2024) разработали модель искусственного интеллекта, основанную на КТ-изображениях и клинических данных пациентов с ЭОП [12].

Параметры сканирования при КТ орбит:

1. Толщина среза: наиболее оптимальная — 0,5–0,65 мм (предпочтительно для создания изотропных вокселей и качественных трехмерных реконструкций).
2. Интервал реконструкции: 50–75 % от толщины среза (например, 1,0 мм срез/0,5 мм интервал).
3. Напряжение (кВ): 100–120 кВ. Снижение до 80–100 кВ может применяться для уменьшения дозы, особенно у худых пациентов, но требует оптимизации тока.
4. Ток (мАс): диапазон 100–250 мАс (зависит от сканера и пациента, желательно наличие автоматической модуляции тока (Automatic tube current modulation, ATCM) для оптимизации лучевой нагрузки).
5. Время сканирования / скорость вращения трубки: чем быстрее вращение (менее 1 сек/оборот), тем меньше лучевая нагрузка.

6. Область сканирования: центрирована по орбитам, расположена от лобной пазухи до дна носовой полости, должна включать все прилегающие околоносовые пазухи.

7. Контрастирование: рутинно не требуется для диагностики ЭОП. Может применяться при подозрении на псевдоопухолевое воспаление, опухолевый процесс, сосудистые заболевания [8, 13, 14].

КТ орбиты не является абсолютно безопасным методом исследования из-за наличия лучевой нагрузки [11]. Пациент должен быть информирован врачом о наличии потенциальных рисков и альтернативах перед проведением исследования (принцип информированного согласия). КТ орбиты должна проводиться по четким клиническим показаниям с использованием стандартизированных протоколов, а также с соблюдением принципа минимизации дозы (As low as reasonably achievable, ALARA) [8, 15].

Основные показания для КТ орбиты при ЭОП:

1. Диагностика ЭОП: подтверждение наличия специфических изменений, характерных для данного заболевания.

2. Оценка тяжести: определение степени увеличения ЭОМ, пролапса РБК, компрессии зрительного нерва.

3. Оценка активности: некоторые признаки (выраженность отека мышц, нечеткость контуров) могут указывать на активность, а также изменение плотности тканей (воспалительный отек тканей характеризуется снижением плотности, а фиброз — увеличением).

4. Выявление осложнений: оптическая нейропатия (компрессия зрительного нерва увеличенными ЭОМ (особенно медиальной и нижней прямых) и/или РБК на вершине орбиты), выраженный проптоз с риском экспозиционной кератопатии.

5. Планирование лечения: хирургическая декомпрессия орбиты, коррекция страбизма, блефаропластика.

6. Мониторинг: оценка динамики на фоне лечения, оценка состояния стенок и содержимого орбиты перед и после декомпрессии [9, 10, 16].

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика различных протоколов сканирования по дозовой нагрузке и качеству изображения.

Таблица 1. Сравнение протоколов компьютерной томографии орбиты по дозовой нагрузке и качеству изображения

Table 1. Comparison of orbital computed tomography protocols by radiation dose and image quality

Параметр Parameter	Стандартный протокол МСКТ Standard MSCT Protocol	Низкодозный протокол МСКТ Low-Dose Protocol	Сверхнизкодозный протокол МСКТ Ultra-Low-Dose Protocol	Пошаговая КТ Sequential CT
Цель Purpose	Детальная оценка костных стенок, подозрение на объемные образования, предоперационное планирование Detailed assessment of bony walls, suspected masses, preoperative planning	Основной для ЭОП. Диагностика и мониторинг экзофтальма, утолщения мышц, состояния жировой клетчатки Primary for TED, diagnosis and monitoring of exophthalmos, muscle thickening, fat tissue status	Частый мониторинг (особенно у детей), скрининг Frequent monitoring (especially in children), screening	В настоящее время используется редко Now rarely used
Аппарат Scanner	Современный МСКТ (64+ срезов) Modern MSCT (64+ slices)	Современный МСКТ (64+ срезов)/ Modern MSCT (64+ slices)	Современный МСКТ (64+ срезов) Modern MSCT (64+ slices	Односрезовый КТ-аппарат Single-slice CT scanner
Напряжение, кВ Voltage, kV	120–140	100–120	80–100	120–140
Сила тока, мАс Tube Current, mAs	150–250	30–80	15–40	200–350
ATCM ATCM	Да (умеренное снижение дозы) Yes (moderate dose reduction)	Да (значительное снижение дозы) Yes (significant dose reduction)	Да (максимальное снижение) Yes (maximum reduction)	Нет No
CTDIvol (мГр) / (mGy)	20–45	5–15	1,5–5,0 1.5–5,0	30–70
DLP (мГр×см)/ DLP (mGy×cm)	150–300	40–100	15–40	200–500
ЭФ ($м^3$в) ED (mSv)	1,0–2,5 1.0–2.5	0,3–0,8 0.3–0.8	0,1–0,3 0.1–0.3	2,0–5,0 2.0–5.0
Качество изображения Image quality	Высокое High	Хорошее Good	Умеренное/ ограниченное (подходит не для всех задач) Moderate/ Limited (not suitable for all tasks)	Хорошее для костей, умеренное для мягких тканей Good for bones/ Moderate for soft tissues
Преимущества Advantages	Максимальная детализация Maximum detail	Оптимальный баланс «лучевая нагрузка / качество» Optimal balance radiation dose / quality	Минимально возможная лучевая нагрузка Minimum possible radiation dose	Доступность Availability
Недостатки Disadvantages	Высокая лучевая нагрузка High radiation dose	Меньшая детализация мелких структур Less detail of small structures	Ограниченная диагностическая ценность Limited diagnostic value	Высокая лучевая нагрузка, худшее качество снимков High radiation dose, worse image quality
Рекомендация для ЭОП Recommendation for TED	Только при сложных случаях / планировании декомпрессии Only for complex cases / decompression planning	Протокол выбора Protocol of choice	Для частого контроля при известном диагнозе For frequent monitoring with established diagnosis	Не рекомендуется Not recommended

Примечание: МСКТ — мультиспиральная спиральная компьютерная томография; КТ — компьютерная томография; ЭОП — эндокринная офтальмопатия; АТСМ — автомодуляция тока; CTDIvol — компьютерно-томографической индекс дозы; DLP — произведение CTDIvol на длину сканирования, мГр×см; ЭД — эффективная доза.
Note: MSCT — multispiral spiral computed tomography; CT — computed tomography; TED — thyroid eye disease; ATCM — automatic tube current modulation; CTDIvol — computed tomography dose index; DLP — dose length product, mGr × cm; ED — effective dose.

Основными дозиметрическими параметрами при проведении КТ являются: объемный компьютерно-томографической индекс дозы (Computed Tomography Dose Index, CTDIvol) — измеряет дозу излучения, поглощенную во время одного полного оборота трубки; параметр Dose Length Product (DLP) — произведение CTDIvol на длину сканирования; ЭФ — эффективная доза, позволяет сравнивать риск от разных видов рентгеновских исследований, учитывая радиочувствительность облучаемых органов, и рассчитывается как произведение DLP и k-фактора. Для области голова/орбита k-фактор составляет около 0,0021 м^{3}в/мГр×см [11, 17].

Рекомендованная частота сканирования должна быть не чаще 1 раза в год. Проведение исследования чаще возможно только по неотложным показаниям. Следует избегать необоснованно частых повторных исследований, особенно у детей и молодых пациентов. Использование АТСМ, снижение напряжения, ограничение области сканирования с фокусированием на орбитальных структурах, избегание необоснованно частых повторных сканирований позволят снизить потенциальные риски отдаленных стохастических эффектов [15, 18].

Для динамического наблюдения возможно использование альтернативных методов диагностики, не имеющих лучевой нагрузки. Магнитно-резонансная томография (МРТ) орбит со специальной последовательностью с инверсией и восстановлением короткого тау-интерференционного сигнала (Short Tau Inversion Recovery, STIR) и в режиме Т2 с подавлением сигнала от жировой ткани является предпочтительным методом для оценки активности воспаления мягких тканей при ЭОП (гиперинтенсивный сигнал указывает на отек/воспаление, а гипоинтенсивный — на фиброз) [19–21]. Ультразвуковое исследование (УЗИ) орбит является ценным, безопасным и доступным инструментом для скрининга и динамического наблюдения [22]. Для полной оценки течения ЭОП требуется комбинация данных методов. В таблице 2 представлена сравнительная характеристика КТ, МРТ и УЗИ орбитальных структур при ЭОП [13].

Таблица 2. Сравнительный анализ методов визуализации орбит при эндокринной офтальмопатии

Table 2. Comparative analysis of orbital imaging techniques in endocrine ophthalmopathy

Параметр Parameter	КТ/МСКТ CT/MSCT	МРТ MRI	УЗИ Ultrasound
Физический принцип Physical Principle	Ионизирующее излучение Ionizing radiation	Магнитное поле и радиочастотные импульсы Magnetic field and radiofrequency pulses	Высокочастотные ультразвуковые волны High-frequency ultrasound waves
Лучевая нагрузка Radiation Exposure	Высокая High	Отсутствует Absent	Отсутствует Absent
Визуализация ЭОМ EOM Visualization	Отличная (контуры, толщина, объем, плотность и форма ЭОМ на всем протяжении) Excellent (contours, thickness, volume, density, and shape along entire length)	Отличная (контуры, толщина, объем, структура и форма ЭОМ на всем протяжении) Excellent (contours, thickness, volume, structure, and shape along entire length)	Хорошая (толщина, эхогенность передних и средних отделов мышц) Good (thickness, echogenicity of anterior and middle parts)
Апикальная компрессия зрительного нерва Apical Optic Nerve Compression	Хорошая Good	Лучшая Best	Недоступна (структуры вершины орбиты не визуализируются) Not available (apical structures not visualized)
РБК RBF	Хорошая (объем, пролапс, плотность) Good (volume, prolapse, density)	Лучшая (объем, пролапс, структура) Best (volume, prolapse, structure)	Ограниченная (оценивает передние отделы орбиты) Limited (assesses anterior orbit)
Проптоз Proptosis	Лучшая (точное измерение проптоза) Best (precise measurement)	Хорошая (может быть менее точная из-за артефактов) Good (may be less accurate due to artifacts)	Недоступна Not available
Визуализация костных стенок орбиты Orbital Bony Walls Visualization	Лучшая (детальная оценка для хирургического планирования) Best (detailed assessment for surgical planning)	Плохая Poor	Недоступна Not available
Околоносовые пазухи Paranasal Sinuses	Отличная Excellent	Удовлетворительная Satisfactory	Недоступна Not available
Слезная железа Lacrimal Gland	Удовлетворительная (размеры) Satisfactory (size)	Хорошая (размеры, структура, сигнал) Good (size, structure, signal)	Хорошая (размеры, эхоструктура) Good (size, echo structure)
Ретракция верхнего века Upper Eyelid Retraction	Удовлетворительная Satisfactory	Хорошая Good	Хорошая Good
Динамическое наблюдение Dynamic Monitoring	Ограничено из-за лучевой нагрузки Limited due to radiation	Отличное (безопасно, оценивает активность) Excellent (safe, assesses activity)	Отличное (безопасно, быстро, дешево, оценивает активность) Excellent (safe, fast, cheap, assesses activity)
Скорость исследования Examination Speed	Очень быстрая (секунды) Very fast (seconds)	Медленная (20–40 мин) Slow (20–40 min)	Быстрая (10–15 мин) Fast (10–15 min)
Противопоказания Contraindications	Беременность, множественные исследования Pregnancy, multiple scans	Металл (импланты, стимуляторы), тяжелая клаустрофобия Metal (implants, stimulators) / severe claustrophobia	Нет абсолютных No absolute contraindications
Доступность Availability	Высокая High	Средняя Medium	Очень высокая Very high
Стоимость Cost	Средняя Medium	Высокая High	Низкая Low

Примечание: МСКТ — мультиспиральная спиральная компьютерная томография; КТ — компьютерная томография; МРТ — магнитно-резонансная томография; УЗИ — ультразвуковое исследование; ЭОМ — экстраокулярные мышцы; РБК — ретробульбарная клетчатка.
Note: MSCT — multispiral spiral computed tomography; CT — computed tomography; MRI — Magnetic Resonance Imaging; US — Ultrasound (or Ultrasonography); EOM — Extraocular Muscles; RBF — Retrobulbar Fat.

Обязательными плоскостями сканирования являются аксиальная и корональная. Аксиальная (горизонтальная) плоскость располагается параллельно франкфуртской горизонтали или орбито-меатальной линии, которая соединяет нижний край глазницы с верхним краем наружного слухового прохода (козелок). Срезы проходят горизонтально через голову пациента от подбородка к макушке. Данная плоскость является «золотым стандартом» для оценки КТ-проптоза, предназначена для визуализации структур, ориентированных горизонтально (медиальные и латеральные прямые ЭОМ, зрительный нерв по длинной оси), оптимальна для выявления компрессии зрительного нерва на вершине орбиты и оценки толщины медиальной и латеральной стенок орбиты [9, 23, 24].

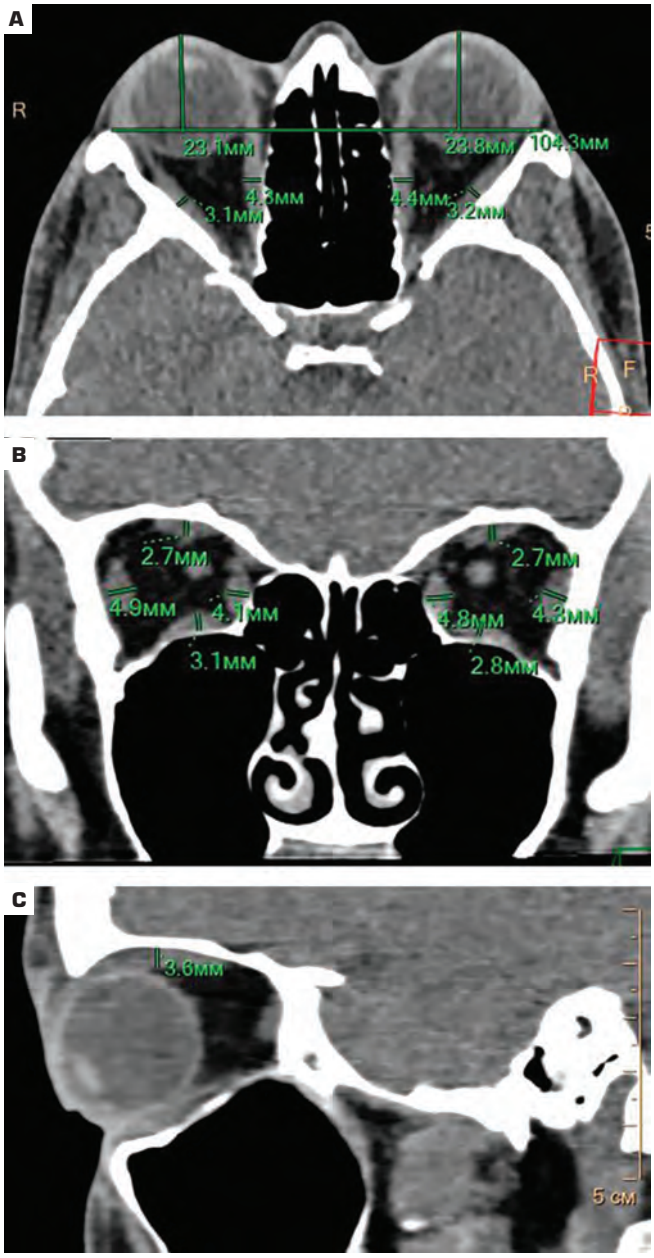


Рис. 1. Стандартные плоскости сканирования орбиты при мультиспиральной компьютерной томографии: A — аксиальная плоскость; B — корональная плоскость; C — сагиттальная плоскость. Продемонстрирована методика оценки проптоза (A) и измерения экстраокулярных мышц в мягкотканном окне (A–C)

Fig. 1 Standard orbital scanning planes on multispiral computed tomography: A — axial plane; B — coronal plane; C — sagittal plane. A technique for assessing proptosis (A) and measuring extraocular muscles in a soft tissue window (A–C) is demonstrated

Корональная (фронтальная) располагается перпендикулярно аксиальной плоскости, параллельно плоскости лица. Срезы проходят вертикально через голову пациента от носа к затылку. Данная проекция обеспечивает лучшую визуализацию структур, ориентированных вертикально (верхние и нижние прямые ЭОМ, леватор верхнего века), оптимальна для выявления пролапса и объема РБК, оценки толщины верхней и нижней стенок орбиты, а также положения зрительного нерва в поперечном сечении в мышечной воронке на вершине орбиты [9, 23, 24]. Комбинация аксиальной и корональной плоскостей сканирования является стандартом де-факто, обеспечивая необходимую полноту информации для диагностики, оценки тяжести, выявления осложнений и планирования лечения у пациентов с ЭОП [9, 24]. Современные КТ-сканеры позволяют получить изотропный воксель при первичном аксиальном сканировании и затем реконструировать корональные изображения [8].

Дополнительная сагиттальная (вертикальная) плоскость проходит параллельно срединной плоскости тела. Срезы проходят вертикально через голову пациента от уха к уху. Сагиттальные срезы в основном получают путем реконструкции из аксиальных данных. Данная плоскость предназначена для визуализации структур, ориентированных вертикально (верхние и нижние прямые ЭОМ, леватор верхнего века), для выявления пролапса и объема РБК, для определения КТ-проптоза, компрессии зрительного нерва на вершине орбиты, для оценки ретракции век и анализа состояния леватора верхнего века [9, 23, 24] (рис. 1).

АЛГОРИТМЫ РЕКОНСТРУКЦИИ И ПОСТОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Стандартизация визуализации орбитальных структур при ЭОП охватывает критически важный этап постобработки, на котором специальные алгоритмы трансформируют данные в количественные диагностические параметры [5, 26]. Объемный анализ традиционно затруднен из-за малых размеров области, неоднородного расширения тканей и апикальной скученности [25]. Базовый анализ включает ручные 2D-измерения толщины ЭОМ, диаметра зрительного нерва и КТ-проптоза [14]. Для более полной оценки применяется трехмерная реконструкция с сегментацией и волюметрией, однако ручные 3D-методы остаются трудоемкими и субъективными [26, 27].

Стандартизированный протокол постобработки предусматривает применение двух специализированных алгоритмов реконструкции, ориентированных

на оптимальную визуализацию различных типов тканей. Для детальной оценки мягкотканных структур орбиты, таких как ЭОМ, РБК и зрительный нерв, используется режим оценки мягких тканей (WL 40/WW 400 единиц Хаунсфилда (HU)). Данный режим обеспечивает оптимальный контраст для дифференциации воспалительного отека (снижение плотности) от фиброза (повышение плотности), а также позволяет точно оценивать контуры и плотность мышц и жировой ткани. Параллельно для анализа костных структур, включая стенки орбиты, выявление их дефектов, деформаций и определения состояния прилегающих околоносовых пазух, применяется режим оценки костной ткани с более жестким кернелем реконструкции и окном с другим уровнем и шириной (WL 400/WW 2000). Этот режим минимизирует «размывание» костных краев и обеспечивает высокую детализацию, необходимую для предоперационного планирования, особенно орбитальной декомпрессии [8, 9]. Использование обоих режимов реконструкции в рамках стандартизированного протокола позволяет получить комплексную информацию, критически важную для точной диагностики, оценки активности процесса и планирования лечебных мероприятий при ЭОП [23, 24].

Для оптимизации и усовершенствования постобработки данных КТ орбиты используются DICOM-просмотровщики, которые ускоряют обработку и стандартизируют измерения [5, 24]. Наиболее перспективным направлением является разработка алгоритмов на основе глубокого обучения, позволяющих полностью автоматизировать ключевые процессы [28, 29]. Эти технологии обеспечивают автоматическую сегментацию структур орбиты [28, 29]; количественный волюметрический анализ [30]; оценку активности заболевания и прогнозирование риска осложнений [25]. Современные алгоритмы анализа, особенно на основе искусственного интеллекта, становятся важнейшим компонентом стандартизированного диагностического протокола, обеспечивая объективность, воспроизводимость и эффективность обработки данных для персонализированного ведения пациентов.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗМЕНЕНИЙ ТКАНЕЙ ОРБИТЫ ПРИ ЭНДОКРИННОЙ ОФТАЛЬМОПАТИИ

КТ-проптоз — это объективный радиологический метод количественной оценки выстояния глазного яблока (экзофтальма). Для измерения КТ-проптоза в аксиальной плоскости проводится прямая линия, соединяющая наиболее латеральные точки правой и левой скуловых костей (латеральные края орбит, где сходятся лобный отросток скуловой кости и скуловой отросток лобной кости). Измеряется перпендикулярное расстояние от самой передней точки роговицы до межскуловой линии. Данный метод широко принят в клинической практике и научных исследованиях для количественной оценки экзофтальма, а его показатели хорошо коррелируют с экзофтальмометрией по Гертелю [9, 24]. Значения КТ-проптоза обычно на 1–3 мм больше, чем при измерении экзофтальмометром Гертеля [31]. Метод обладает высокой воспроизводимостью и объективностью благодаря использованию стабильных костных ориентиров, что минимизирует оператор-зависимые погрешности. Стандартизация подхода позволяет сравнивать данные между различными учреждениями и делает его оптимальным инструментом для динамического мониторинга в клинической практике и научных исследованиях [9, 23, 24].

При ЭОП увеличение ЭОМ чаще всего поражает нижнюю прямую мышцу, затем медиальную прямую, верхнюю прямую, латеральную прямую, верхнюю косую и нижнюю косую (рис. 2) [10]. Однако часто вовлекается и верхний мышечный комплекс (верхняя прямая мышца, леватор верхнего века) [32, 33]. Возможно изолированное увеличение леватора, приводящее к ретракции века [34]. Гипотезы ретракции верхнего века включают: механическое воздействие (проптоз, фиброз / воспаление Мюллеровой мышцы), симпатическую гиперактивность Мюллеровой мышцы, ослабление круговой мышцы глаза и гиперфункцию леватора верхнего века [35]. Поражение косых мышц также признается и требует оценки при визуализации [10]. Согласно данным K. Rana

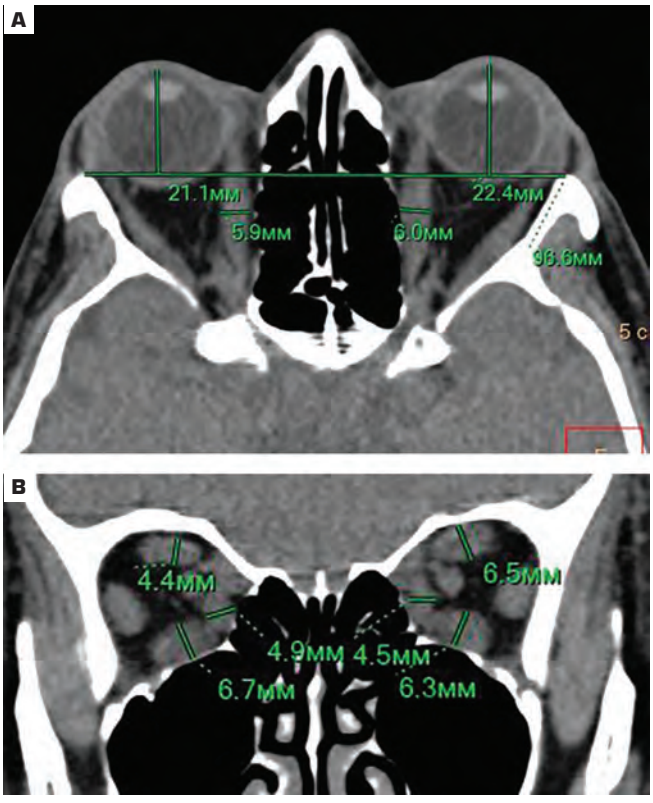


Рис. 2. Изменения экстраокулярных мышц при эндокринной офтальмопатии на мультиспиральной компьютерной томографии: A — аксиальная плоскость; B — корональная плоскость

Fig. 2. Extraocular muscle changes in thyroid eye disease on multispiral computed tomography: A — axial plane; B — coronal plane

и соавт. (2024), увеличение верхней косой мышцы на КТ наиболее ассоциировано с риском оптической нейропатии при ЭОП и может служить новым маркером [16].

Диагностика дистиреоидной оптической нейропатии по данным КТ затруднена из-за неспособности метода напрямую визуализировать патологию зрительного нерва, требуя выявления косвенных маркеров компрессии или ишемии [5]. Ключевыми КТ-маркерами риска оптической нейропатии при ЭОП являются: синдром вершины орбиты (утолщение мышц, особенно медиальной/верхней прямых, в задней трети орбиты с потерей жирового треугольника вершины орбиты и индексом Барретта ≥ 50 %); признаки компрессии зрительного нерва (деформация, уплощение контура, смещение); значительное увеличение объема РБК (пролапс жировой ткани через верхнюю глазничную щель); расширение верхней глазной вены [9, 36, 37] (рис. 3).

Мышечный индекс Барретта — это количественный КТ-показатель, используемый для оценки выраженности увеличения ЭОМ при ЭОП, рассчитываемый в точке, расположенной посередине между задним полюсом глазного яблока и вершиной орбиты [37, 38]. Индекс определяется как сумма диаметров четырех ЭОМ, измеренных на корональных КТ-срезах, отнесенная к расстоянию между латеральными стенками орбит на том же уровне и выраженная в процентах [39]. Выявление этих маркеров, особенно в сочетании, указывает на высокий риск механической компрессии зрительного нерва и обосновывает необходимость срочной оценки функции зрения и рассмотрения декомпрессии. Окончательный диагноз оптической нейропатии всегда остается клинико-функциональным и требует интеграции данных КТ с результатами офтальмологического обследования. Согласно недавнему метаанализу, проведенному T. Srisombut и соавт. (2024), индекс Барретта и скученность верхушки глазницы, измеренные с использованием шкалы Нуджента, были определены как надежные параметры с заметной чувствительностью и специфичностью при диагностике дистиреоидной оптической нейропатии [37].

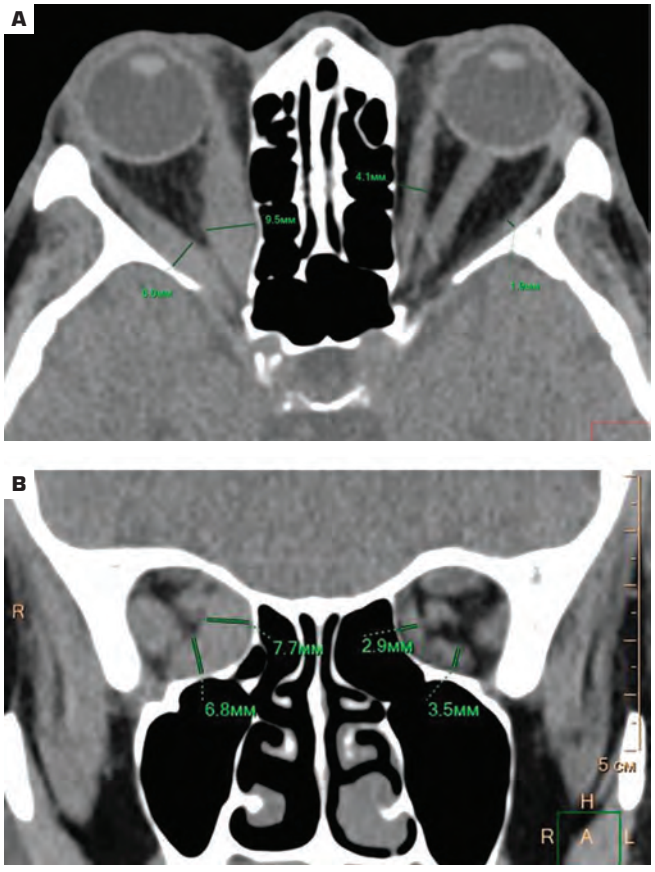


Рис. 3. Косвенные компьютерно-томографические маркеры дистиреоидной оптической нейропатии при эндокринной офтальмопатии: апикальная скученность, индекс Барретта, компрессия зрительного нерва: A — аксиальная плоскость; B — корональная плоскость

Fig. 3. Indirect computed tomography markers of dysthyroid optic neuropathy in thyroid eye disease: apical crowding, Barrett's index, optic nerve compression: A — axial plane; B — coronal plane

Увеличение слезной железы является частым признаком ЭОП, коррелирующим с клинической активностью [40, 41]. Согласно исследованию, проведенному K. Rana и соавт. (2022), это наблюдается примерно у 30 % пациентов с ЭОП (объем более 1,1 см^3), причем 10 % случаев были асимметричными [10]. По данным C. Caltabiano и соавт. (2024), объем железы эффективнее оценивать в аксиальной и коронарной плоскостях [40]. Определение контуров, структуры и плотности слезной железы по данным КТ позволяет оценить активность воспалительного процесса при ЭОП. Однако предпочтительным методом визуализации слезных желез является T_1-взвешенная МРТ с подавлением жировой ткани и контрастным усилением, превосходящая КТ благодаря лучшей контрастности мягких тканей, пространственному разрешению и легкой дифференцировке железы (высокая интенсивность) от окружающего скопления жира (низкая интенсивность), особенно при воспалительных/опухолевых заболеваниях [40].

Область сканирования должна включать все околоносовые пазухи, так как увеличенные при ЭОП нижняя и медиальная прямые мышцы анатомически близки к решетчатой и верхнечелюстной пазухам соответственно [35]. Исследование H.T. Gouveris и соавт. (2009) показало высокую частоту утолщения слизистой пазух по данным КТ (29,4 % после декомпрессии орбиты) и гистологически подтвержденного риносинусита (45,5 %) у пациентов с ЭОП, что потенциально связано с действием АТ к рТТТ на экспрессирующие рецепторы ткани пазух [42]. Исследование Y. Lu и соавт. (2021) выявило при ЭОП отек слизистой оболочки пазух, пролиферацию бокаловидных клеток / сосудов и воспалительную инфильтрацию, что указывает на возможную связь синусита с орбитальным воспалением. Воспаление может распространяться из пазух в орбиту через костные дефекты или гематогенным путем, влияя на патогенез ЭОП [43].

Таблица 3. Оценочные параметры структур орбиты при компьютерной томографии

Table 3. Assessment parameters of orbital structures on computed tomography

Анатомическая структура Anatomical Structure	Параметр Parameter	Метод оценки Assessment Method	Плоскости Planes	Критерии описания Description criteria	Клиническая значимость Clinical Significance
Глазное яблоко Globe	КТ-проптоз, мм CT-proptosis, mm	Перпендикулярное расстояние от передней точки роговицы до межскуловой линии Perpendicular distance from the anterior point of the cornea to the interzygomatic line	Аксиальная Axial	Энофтальм / норма (14–21 мм для лиц европиоидной расы, верхняя граница нормы повышена до 23–24 мм у лиц африканского происхождения; асимметрия менее 2 мм между глазами) / экзофтальм: легкий 22–24 мм, умеренный 25–27 мм, тяжелый ≥ 28 мм Enophthalmos / normal (14–21 mm for Caucasians, upper limit up to 23–24 mm for African descent; asymmetry <2 mm between eyes) / exophthalmos: mild 22–24 mm, moderate 25–27 mm, severe ≥28 mm	Оценка тяжести, показание к декомпрессии, мониторинг Severity assessment, indication for decompression, monitoring
Зрительный нерв Optic Nerve	Оценка компрессии Compression assessment	Оценка деформации контура увеличенными структурами (чаще медиальной и/или нижней прямой ЭОМ) на уровне вершины орбиты Evaluation of contour deformation by enlarged structures (often medial / inferior rectus EOM) at orbital apex	Аксиальная, сагитальная (на уровне вершины орбиты) Axial, Sagittal (at apex)	В норме (прямой ход, ровные контуры) / вдавление, деформация по типу «песочные часы» Normal (straight course, smooth contours) / indentation, "hourglass" deformity	Признак оптической нейропатии Sign of optic neuropathy
	Диаметр, мм Diameter, mm	Измерение поперечного диаметра в средней части канала (не рутинно, редко меняется) Measurement of transverse diameter in mid-canal (not routine, rarely changes)	Корональная Coronal	Сужение/ в норме (без деформаций) / утолщение Narrowing / normal (no deformities) / thickening	Вторичное значение по сравнению с оценкой компрессии Secondary compared to compression assessment
ЭОМ EOM	Толщина, мм Thickness, mm	Оценка симметричности Assessment of symmetry	Аксиальная, корональная Axial, Coronal	В норме (асимметрия между глазами менее 1 мм)/ асимметрия Normal (inter-eye asymmetry <1 mm) / asymmetry	Диагностика наличия миогенного / смешанного варианта ЭОП, оценка тяжести, оценка риска оптической нейропатии, планирование декомпрессии / страбизм-хирургии Diagnosis of myogenic/ mixed TED variant / severity assessment / risk of optic neuropathy / planning decompression/strabismus surgery
		Количественная оценка (максимальный поперечный диаметр перпендикулярно длинной оси в передней трети для нижней прямой ЭОМ, в средней трети для медиальной, латеральной и верхней прямой ЭОМ, леватора верхнего века) / визуальная оценка (для верхней косой ЭОМ) Quantitative assessment (max transverse diameter perpendicular to long axis in anterior third for inferior rectus, middle third for medial, lateral, superior rectus, EOM, levator) / visual assessment (for superior oblique EOM)	Аксиальная (для медиальной и латеральной прямых ЭОМ). Корональная (для нижней и верхней прямых ЭОМ, леватора верхнего века). Аксиальная, корональная, сагитальная (для верхней косой ЭОМ) Axial (for medial/lateral rectus). Sagittal (for inferior/ superior rectus, levator). Axial, Coronal, Sagittal (for superior oblique EOM)	Истончение (фиброз) / в норме (толщина нижней и медиальной прямой ЭОМ менее 4,0–4,5 мм, комплекса верхней прямой ЭОМ + леватора верхнего века менее 5,0 мм, для латеральной прямой ЭОМ менее 3,5–4,0 мм, верхняя косая ЭОМ в норме слабо визуализируется) / утолщение (преимущественно нижняя и медиальная прямые ЭОМ) Thinning (fibrosis) / normal (inferior/medial rectus < 4.0–4.5 mm, superior rectus + levator complex <5.0 mm, lateral rectus < 3.5–4.0 mm, superior oblique poorly visualized) / thickening (predominantly inferior and medial rectus)	
	Объем, см^3 Volume, cm^3	Количественная оценка (требует специального ПО, не рутинно) Quantitative assessment (requires special software, not routine)	Аксиальная, корональная, сагитальная Axial, Coronal, Sagittal	Увеличен / в норме / уменьшен Increased / normal / decreased	Увеличение объема характерно для миогенного / смешанного варианта ЭОП Increased volume characteristic of myogenic / mixed TED variant
	Плотность, HU Density, HU	Оценка плотности Density assessment	Аксиальная, корональная, сагитальная Axial, Coronal, Sagittal	Снижение плотности (отек) / в норме (от +65 до +75 HU) / увеличение плотности (фиброз) Decreased density (edema) / normal (+65 to +75 HU) / increased density (fibrosis)	Оценка активности процесса Assessment of disease activity
	Состояние Contour status	Оценка контуров Evaluation of contours	Аксиальная, корональная, сагитальная Axial, Coronal, Sagittal	Нечеткие контуры (отек) / четкие контуры (норма / фиброз) Indistinct contours (edema) / sharp contours (normal/fibrosis)	Оценка активности процесса/ Assessment of disease activity
РБК RBF	Объем, см^3 Volume, cm^3	Визуальная (субъективная) / количественная оценка (требует специального ПО, не рутинно) Visual (subjective) / quantitative assessment (requires special software, not part of routine practice)	Аксиальная, корональная, сагитальная Axial, Coronal, Sagittal	Увеличен / в норме (0.5–1.0 cm^3) Increased / normal (0.5–1.0 cm^3) / decreased	Увеличение объема характерно для липогенного / смешанного варианта ЭОП Increase in volume is characteristic of the lipogenic / mixed variants of TED
	Плотность, HU Density, HU	Визуальная (субъективная оценка плотности и гомогенности) / количественная оценка (HU) Visual (subjective assessment of density and homogeneity) / quantitative assessment (HU)	Аксиальная, корональная, сагитальная Axial, Coronal, Sagittal	Гомогенная / негомогенная / снижение плотности (отек)/ в норме (–110 до –90 HU) / увеличение плотности (фиброз) Homogeneous / heterogeneous / decreased density (edema) / normal (–110 to –90 HU) / increased density (fibrosis)	Оценка активности процесса Assessment of disease activity
	Пролапс Prolapse	Оценка выпячивания жира вперед через фиброзные перегородки Assessment of forward protrusion of fat through fibrous septa	Корональная, сагитальная Coronal, sagittal	Отсутствует / кпереди от нижней прямой мышцы / над верхней прямой мышцей / над леватором верхнего веко Absent / anterior to the inferior rectus muscle / above the superior rectus muscle / above the levator oculi superioris	Косметические дефекты век, функциональные нарушения (лагофтальм) Cosmetic defects of the eyelids, functional disorders (lagophthalmos)

Окончание таблицы 3

Анатомическая структура Anatomical Structure	Параметр Parameter	Метод оценки Assessment Method	Плоскости Planes	Критерии описания Description criteria	Клиническая значимость Clinical Significance
Слезная железа Lacrimal Gland	Размер Size	Оценка симметричности Assessment of symmetry	Аксиальная (передне-задний размер параллельно латеральной стенке орбиты), корональная (вертикальный размер, визуализация структуры) Axial (anteroposterior size), Coronal (vertical size, structure visualization)	В норме (асимметрия между глазами менее 1–2 мм) / асимметрия Normal (inter-eye asymmetry < 1–2 mm) / asymmetry	При ЭОП увеличение обычно двустороннее (может быть асимметричным), диффузное, без деструкции кости, часто сочетается с другими типичными признаками ЭОП In TED, enlargement usually bilateral (can be asymmetric), diffuse, without bone destruction, often with other typical TED signs
		Количественная оценка (передне-задний размер параллельно латеральной стенке орбиты и вертикальный размер) / визуальная оценка Quantitative assessment (anteroposterior size parallel to lateral orbital wall and vertical size) / visual assessment		В норме (передне-задний размер: 10–20 мм, вертикальный размер в орбитальной части: ≤ 5 мм) / увеличена (чаще диффузно) / уменьшена / наличие объемных образований, кальцинатов Normal (anteroposterior size: 10–20 mm, vertical size in orbital part: ≤5 mm) / enlarged (often diffusely) / decreased / presence of masses, calcifications	Увеличение слезной железы — дополнительный, но не обязательный признак ЭОП Enlargement of the lacrimal gland is an additional, but not obligatory, sign of TED
	Объем, $см^3$ Volume, cm^3	Количественная оценка (требует специального ПО, не рутинно) Quantitative assessment (requires special software, not routine)		Увеличен / в норме (0,5–1,0 $см^3$)/ уменьшен Increased / normal (0.5–1.0 cm^3) / decreased	
	Плотность, HU Density, HU	Визуальная (субъективная оценка плотности и гомогенности) / количественная оценка (HU) Visual (subjective assessment of density / homogeneity) / quantitative (HU)		Гомогенная, мягкотканная / негомогенная / снижение плотности (отек) / в норме (от +30 до +50 HU) / увеличение плотности (фиброз) Homogeneous, soft-tissue / heterogeneous / decreased density (edema) / normal (+30 to +50 HU) / increased density (fibrosis)	Оценка активности процесса Assessment of disease activity
	Состояние Status	Оценка контуров Evaluation of contours		Нечеткие контуры (отек) / четкие контуры (норма/фиброз) Indistinct contours (edema) / sharp contours (normal/fibrosis)	
Стенки орбиты Orbital Walls	Состояние Status	Оценка целостности Status	Аксиальная, корональная, сагиттальная Axial, Coronal, Sagittal	В норме / наличие дефектов, деформации Normal / presence of defects, deformation	Планирование хирургической декомпрессии орбиты, оценка риска осложнений, изменение костного окна после декомпрессии Planning surgical decompression / risk assessment / evaluation of bony window post-decompression
		Толщина стенок, мм Wall thickness, mm	Аксиальная, корональная Axial, Coronal	Истончение / в норме / утолщение Thinning / normal / thickening	
Околоносовые пазухи Paranasal Sinuses	Состояние Status	Оценка пневматизации / контур и толщина слизистой оболочки Assessment of pneumatization / contour and mucosal thickness	Аксиальная, корональная Axial, Coronal	В норме / наличие уровня жидкости / утолщение слизистой оболочки / полипы / мукоцеле Normal / fluid level / mucosal thickening / polyps / mucocele	Дифференциальная диагностика, планирование декомпрессии (риск инфицирования), выявление осложнений Differential diagnosis / decompression planning (infection risk) / complication detection

Примечание: HU — единицы Хаунсфилда; ПО — программное обеспечение; ЭОП — эндокринная офтальмопатия; ЭОМ — экстраокулярные мышцы; РБК — ретробульбарная клетчатка.
Note: EOM — Extraocular Muscles; RBF — Retrobulbar Fat.

Интерпретацию должен проводить рентгенолог, знакомый с нормальной и патологической анатомией орбиты и проявлениями ЭОП. Важно тесное взаимодействие с офтальмологом/эндокринологом [24, 44]. В таблице 3 представлены параметры для оценки и критерии описания орбитальных структур при проведении КТ [14, 24, 45].

С целью унификации заключений и минимизации субъективности в интерпретации данных на основе представленных выше стандартизированных параметров (табл. 3) предлагается структурированный протокол описания снимков орбиты при ЭОП. Этот подход обеспечивает полноту и последовательность анализа, облегчает коммуникацию между рентгенологом, офтальмологом и эндокринологом и способствует принятию обоснованных клинических решений.

Протокол описания снимков орбит при ЭОП:

1. Параметры сканирования: толщина среза (мм), интервал реконструкции, напряжение (кВ), сила тока (мА), плоскости сканирования (аксиальная/корональная/сагитальная), указание о выполнении реконструкций в режимах для оценки мягких и костных тканей.
2. Глазное яблоко: КТ-проптоз (мм).
3. Зрительный нерв: ход (прямой/деформированный), толщина с оболочками и без оболочек, признаки компрессии (да/нет, какой структуры, на каком уровне).
4. ЭОМ: указать толщину (мм) и плотность (HU) всех ЭОМ, оценить контуры (четкие/нечеткие).
5. РБК: объем (в норме/увеличен), плотность (гомогенная/негомогенная, HU), наличие и степень пролапса (отсутствует / кпереди от нижней прямой мышцы / над верхней прямой мышцей / над леватором верхнего века).
6. Слезная железа: размер (мм) и плотность (гомогенная/негомогенная, HU), контуры (четкие/нечеткие).
7. Стенки орбиты: состояние (норма/истончение/утолщение/дефект), состояние прилегающих околоносовых пазух.
8. Заключение: резюме ключевых находок, соответствующих ЭОП, с оценкой активности и тяжести (указание на компрессию зрительного нерва, выраженный проптоз).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стандартизация метода компьютерной томографии орбиты при эндокринной офтальмопатии представляет собой критически важную задачу современной радиологии и офтальмоэндокринологии. Актуальность разработки унифицированных протоколов обусловлена необходимостью преодоления существенных ограничений, связанных с вариабельностью диагностических подходов, неоправданной лучевой нагрузкой и отсутствием объективных критериев интерпретации данных. Эндокринная офтальмопатия, являясь тяжелым аутоиммунным заболеванием с риском развития необратимых осложнений (оптическая нейропатия, экспозиционная кератопатия), требует точной и воспроизводимой визуализации для оценки динамики, активности процесса и планирования хирургических вмешательств, таких как декомпрессия орбиты.

Внедрение стандартизированного протокола мультиспиральной компьютерной томографии позволяет достичь оптимального баланса между высоким качеством визуализации структур орбиты и минимизацией лучевого воздействия. Ключевыми элементами стандартизации являются унификация технических параметров сканирования (толщина среза, напряжение, сила тока с применением автоматической модуляции тока), определение обязательных плоскостей реконструкции (аксиальной и корональной) с использованием двух алгоритмов реконструкции: для мягких тканей и для костных структур, а также четкие критерии описания патологических изменений в экстраокулярных мышцах, ретробульбарной клетчатке, зрительном нерве и костных стенках орбиты. Особое значение имеет дозовая оптимизация, предусматривающая выбор одного из трех протоколов (стандартный, низкодозный, сверхнизкодозный) в зависимости от клинической задачи, что обеспечивает соблюдение принципа «настолько низко, насколько разумно достижимо» (As Low As Reasonably Achievable, ALARA).

Важным дополнением стандарта является интеграция специализированного программного обеспечения и алгоритмов искусственного интеллекта на основе глубокого обучения, что существенно повышает точность и объективность количественного объемного анализа орбитальных структур, сокращает время обработки данных и минимизирует субъективизм. Предложенный структурированный протокол заключения рентгенолога обеспечивает полноту и последовательность описания, облегчая коммуникацию между специалистами (рентгенологами, офтальмологами, эндокринологами) и способствуя принятию обоснованных клинических решений. Таким образом, стандартизация исследования орбиты методом компьютерной томографии при эндокринной офтальмопатии является необходимым условием для повышения диагностической точности, оптимизации лечебной тактики, улучшения прогноза и безопасности пациентов, особенно в контексте динамического наблюдения и планирования сложных вмешательств.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Атарщиков Д.С. — концепция и дизайн, сбор и обработка материала, написание текста, научное редактирование, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации;
Таскина Е.С. — концепция и дизайн, сбор и обработка материала, написание текста, научное редактирование, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации;
Егоров А.Е. — научное редактирование, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации;
Степанова Е.А. — научное редактирование, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации;
Селезнев В.А. — научное редактирование, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации;
Кибалина Н.И. — научное редактирование, принятие окончательного решения о готовности рукописи к публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Bartalena L, Tanda ML. Current concepts regarding Graves' orbitopathy. J Intern Med. 2022;292(5):692–716. doi: 10.1111/joim.13524.
2. Bartalena L, Piantanida E, Gallo D, Lai A, Tanda ML. Epidemiology, Natural History, Risk Factors, and Prevention of Graves' Orbitopathy. Front Endocrinol (Lausanne). 2020;11:615993. doi: 10.3389/fendo.2020.615993.
3. Yu CY, Ford RL, Wester ST, Shriver EM. Update on thyroid eye disease: Regional variations in prevalence, diagnosis, and management. Indian J Ophthalmol. 2022;70(7):2335–2345. doi: 10.4103/ijo.IJO_3217_21.
4. Muralidhar A, Das S, Tiple S. Clinical profile of thyroid eye disease and factors predictive of disease severity. Indian J Ophthalmol. 2020;68(8):1629–1634. doi: 10.4103/ijo.IJO_104_20.
5. Luccas R, Riguetto CM, Alves M, Zantut-Wittmann DE, Reis F. Computed tomography and magnetic resonance imaging approaches to Graves' ophthalmopathy: a narrative review. Front Endocrinol (Lausanne). 2024;14:1277961. doi: 10.3389/fendo.2023.1277961.
6. Schuh A, Ayvaz G, Baldeschi L, Baretić M, Bechtold D, Boschi A, Brix TH, Burlacu MC, Ciric J, Covelli D, Currò N, Donati S, Eckstein AK, Fichter N, Führer D, Horn M, Jabłońska-Pawlak A, Juri Mandić J, Kahaly GJ, Konuk O, Langbein A, Lanzolla G, Marcocci C, Marinò M, Miśkiewicz P, Beleslin BN, Pérez-Lázaro A, Pérez-López M, Ponto KA, Quinn A, Rudofsky G, Salvi M, Schittkowski MP, Tanda ML, Toruner F, Vaidya B, Hintschich CR. Presentation of Graves' orbitopathy within European Group On Graves' Orbitopathy (EUGOGO) centres from 2012 to 2019 (PREGO III). Br J Ophthalmol. 2024;108(2):294–300. doi: 10.1136/bjo-2022-322442.
7. Quaranta-Leoni FM, Paridaens D, Verity D. European Society of Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery (ESOPRS) recommendations for oculoplastic surgeons during the COVID-19 pandemic: a hallenge for the future. Orbit. 2020;39(6):460–462. doi: 10.1080/01676830.2020.1808022.
8. Seeram E. Computed Tomography: A Technical Review. Radiol Technol. 2018;89(3):279CT–302CT.
9. Watanabe EM, Cavazzana RY, Ribeiro DAM, Brandao LC, Haddad AV, Corrente JE, Trindade AP, Jorge EC. Morphometric analysis of extraocular muscles and proptosis by computed tomography in Graves' orbitopathy. Radiol Bras. 2024;57:e20240040en. doi: 10.1590/0100-3984.2024.0040-en.
10. Rana K, Juniat V, Patel S, Selva D. Extraocular muscle enlargement. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2022;260(11):3419–3435. doi: 10.1007/s00417-022-05727-1.
11. Damilakis J. CT Dosimetry: What Has Been Achieved and What Remains to Be Done. Invest Radiol. 2021;56(1):62–68. doi: 10.1097/RLI.0000000000000727.
12. Liu Z, Tan K, Zhang H, Sun J, Li Y, Fang S, Li J, Song X, Zhou H, Zhai G. CT-based artificial intelligence prediction model for ocular motility score of thyroid eye disease. Endocrine. 2024;86(3):1055–1064. doi: 10.1007/s12020-024-03906-0.
13. North VS, Freitag SK. A Review of Imaging Modalities in Thyroid-associated Orbitopathy. Int Ophthalmol Clin. 2019;59(4):81–93. doi: 10.1097/IIO.0000000000000289.
14. Byun JS, Moon NJ, Lee JK. Quantitative analysis of orbital soft tissues on computed tomography to assess the activity of thyroid-associated orbitopathy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2017;255(2):413–420. doi: 10.1007/s00417-016-3538-0.
15. Martin CJ, Sookpeng S. Setting up computed tomography automatic tube current modulation systems. J Radiol Prot. 2016;36(3):R74–R95. doi: 10.1088/0952-4746/36/3/R74.
16. Rana K, Garg D, Yong LSS, Macri C, Tong JY, Patel S, Slattery J, Chan WO, Davis G, Selva D. Extraocular muscle enlargement in dysthyroid optic neuropathy. Can J Ophthalmol. 2024;59(5):e542–e546. doi: 10.1016/j.jcjo.2023.11.015.
17. Satharasinghe DM, Jeyasugiththan J, Wanninayake WMNMB, Pallewatte AS. Size-specific dose estimates (SSDEs) for computed tomography and influencing factors on it: a systematic review. J Radiol Prot. 2021;41(4). doi: 10.1088/1361-6498/ac20b0.
18. Lee HJ, Kim J, Kim KW, Lee SK, Yoon JS. Feasibility of a low-dose orbital CT protocol with a knowledge-based iterative model reconstruction algorithm for evaluating Graves' orbitopathy. Clin Imaging. 2018;51:327–331. doi: 10.1016/j.clinimag.2018.06.018.
19. Бабаева ДМ, Бессмертная ЕГ, Тарбаева НВ, Волеводз НН, Свириденко НЮ, Мокрышева НГ. Магнитно-резонансная томография орбит в диагностике эндокринной офтальмопатии: обзор литературы. Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. 2023.2:87–109.
Babayeva DM, Bessmertnaya EG, Tarbaeva NV, Volevodz NN, Sviridenko NYu, Mokrysheva NG. Magnetic resonance imaging of the orbits in the diagnosis of endocrine ophthalmopathy: a literature review. Bulletin of the Russian Scientific Center of X-ray Radiology. 2023.2:87–109 (In Russ.).
20. Gagliardo C, Radellini S, Morreale Bubella R, Falanga G, Richiusa P, Vadala M, Ciresi A, Midiri M, Giordano C. Lacrimal gland herniation in Graves ophthalmopathy: a simple and useful MRI biomarker of disease activity. Eur Radiol. 2020;30(4):2138–2141. doi: 10.1007/s00330-019-06570-5.
21. Karhanova M, Civrny J, Kalitova J, Schovanek J, Paskova B, Schreiberova Z, Hubnerova P. Computed tomography and magnetic resonance imaging of the orbit in the diagnosis and treatment of thyroid-associated orbitopathy — experience from practice. A Review. Cesk Slov Oftalmol. 2023;79(6):283–292. doi: 10.31348/2023/10.
22. Karhanova M, Civrny J, Kalitova J, Schovanek J, Maluskova M, Hrevus M, Schreiberova Z. Ultrasound examination of the orbit in patients with thyroidassociated orbitopathy — examination guide and recommendations for everyday practice. A review. Cesk Slov Oftalmol. 2024;80(1):3–11.
23. Klingenstein A, Samel C, Garip-Kubler A, Hintschich C, Muller-Lisse UG. Cross-sectional computed tomography assessment of exophthalmos in comparison to clinical measurement via Hertel exophthalmometry. Sci Rep. 2022;12(1):11973. doi: 10.1038/s41598-022-16131-4.
24. Xiong C, Ren Z, Li X, Jin Q, Wang S, Gan P, Wang Y, Liao H. Orbital computed tomography imaging characteristics of thyroid-associated ophthalmopathy. Sci Rep. 2024;14(1):28960. doi: 10.1038/s41598-024-76624-2.
25. Alkhadrawi AM, Lin LY, Langarica SA, Kim K, Ha SK, Lee NG, Do S. Deep-Learning Based Automated Segmentation and Quantitative Volumetric Analysis of Orbital Muscle and Fat for Diagnosis of Thyroid Eye Disease. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2024;65(5):6. doi: 10.1167/iovs.65.5.6.
26. Chaganti S, Mundy K, DeLisi MP, Nelson KM, Harrigan RL, Galloway RL, Landman BA, Mawn LA. Assessment of Orbital Computed Tomography (CT) Imaging Biomarkers in Patients with Thyroid Eye Disease. J Digit Imaging. 2019;32(6):987–994. doi: 10.1007/s10278-019-00195-2.
27. Yang J, Chen J, Shi B, You Y, Pi X, Zhao G, Jiang F. Effects of various extraocular muscle enlargement patterns on muscle diameter index in graves ophthalmopathy patients: a retrospective cohort study. Sci Rep. 2023;13(1):16939. doi: 10.1038/s41598-023-43942-w.
28. Song X, Liu Z, Li L, Gao Z, Fan X, Zhai G, Zhou H. Artificial intelligence CT screening model for thyroid-associated ophthalmopathy and tests under clinical conditions. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2021;16(2):323–330. doi: 10.1007/s11548-020-02281-1.
29. Lee J, Lee S, Lee WJ, Moon NJ, Lee JK. Neural network application for assessing thyroid-associated orbitopathy activity using orbital computed tomography. Sci Rep. 2023;13(1):13018. doi: 10.1038/s41598-023-40331-1.
30. Sun R, Yin Z, Li L, Zhou H, Song X, Li Y. A novel method of measuring proptosis with computed tomography. Acta Radiol. 2023;64(9):2603–2610. doi: 10.1177/02841851231187859.
31. Park NR, Moon JH, Lee JK. Hertel exophthalmometer versus computed tomography scan in proptosis estimation in thyroid-associated orbitopathy. Clin Ophthalmol. 2019;13:1461–1467. doi: 10.2147/OPTH.S216838.
32. Wang Y, Mettu P, Broadbent T, Radke P, Firl K, Shepherd JB 3rd, Couch SM, Nguyen A, Henderson AD, McCulley T, McClelland CM, Mokhtarzadeh A, Lee MS, Garrity JA, Harrison AR. Thyroid eye disease presenting with superior rectus/levator complex enlargement. Orbit. 2020;39(1):5–12. doi: 10.1080/01676830.2019.1594969.
33. Park K, Li J, Wen J, Li S, Lee J, Danesh K, Malkoff N, Gokoffski K, Lerner A, Patel V, Zhang-Nunes S, Chang J. Extraocular Muscle Enlargement in Thyroid Eye Disease Using Volumetric Analysis. Cureus. 2024;16(7):e63843. doi: 10.7759/cureus.63843.
34. Davies MJ, Dolman PJ. Levator Muscle Enlargement in Thyroid Eye Disease-Related Upper Eyelid Retraction. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2017;33(1):35–39. doi: 10.1097/IOP.0000000000000633.
35. Dutton JJ. Anatomic Considerations in Thyroid Eye Disease. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2018;4S(1):S7–S12. doi: 10.1097/IOP.0000000000001122.
36. Cheng S, Ming Y, Hu M, Zhang Y, Jiang F, Wang X, Xiao Z. Risk prediction of dysthyroid optic neuropathy based on CT imaging features combined the bony orbit with the soft tissue structures. Front Med (Lausanne). 2022;9:936819. doi: 10.3389/fmed.2022.936819.
37. Srisombut T, Arjkongharn N, Vongsa N, Kanacharoen A, Kemchoknatee P. Orbital CT scan parameters in dysthyroid optic neuropathy: a systematic review and meta-analysis. Eye (Lond). 2024:1734–1741. doi: 10.1038/s41433-024-03011-6.
38. Kemchoknatee P, Chenkhumwongse A, Dheeradilok T, Srisombut T. Diagnostic Ability of Barrett's Index and Presence of Intracranial Fat Prolapse in Dysthyroid Optic Neuropathy. Clin Ophthalmol. 2022;16:2569–2578. doi: 10.2147/OPTH.S364987.
39. Barrett L, Glatt HJ, Burde RM, Gado MH. Optic nerve dysfunction in thyroid eye disease: CT. Radiology. 1988;167(2):503–507. doi: 10.1148/radiology.167.2.3357962.
40. Caltabiano C, Rana K, Beecher MB, Selva D. Radiological measurements of lacrimal gland in thyroid eye disease. Int Ophthalmol. 2024;44(1):11. doi: 10.1007/s10792-024-02991-4.
41. Zhao RX, Shi TT, Luo S, Liu YF, Xin Z, Yang JK. The value of SPECT/CT imaging of lacrimal glands as a means of assessing the activity of Graves' orbitopathy. Endocr Connect. 2022;11(2):e210590. doi: 10.1530/EC-21-0590.
42. Gouveris HT, Al-Homsi J, Gosepath J, Mann WJ. Histological and radiological signs indicative for chronic sinus mucosal inflammation in Graves' ophthalmopathy. Rhinology. 2009;47(2):144–147.
43. Lu Y, Wu Y, Huang Y, Fang S, Li Y, Sun J, Zhou H. Immunological Features of Paranasal Sinus Mucosa in Patients with Graves' Orbitopathy. Front Endocrinol (Lausanne). 2021;11:621321. doi: 10.3389/fendo.2020.621321.
44. Limone PP, Mellano M, Ruo Redda MG, Macera A, Ferrero V, Sellari Franceschini S, Deandrea M. Graves' orbitopathy: a multidisciplinary approach. Q J Nucl Med Mol Imaging. 2021;65(2):157–171. doi: 10.23736/S1824-4785.21.03350-1.
45. Nawaz S, Lal S, Butt R, Ali M, Shahani B, Dadlani A. Computed Tomography Evaluation of Normal Lacrimal Gland Dimensions in the Adult Pakistani Population. Cureus. 2020;12(3):e7393. doi: 10.7759/cureus.7393.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атарщиков Дмитрий Сергеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, врач-офтальмохирург, врач — орбитальный хирург, врач — окулопластический хирург
https://orcid.org/0000-0003-4401-9099

Таскина Елизавета Сергеевна
кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-6223-8888

Егоров Алексей Евгеньевич
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии имени академика А.П. Нестерова Института клинической медицины, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-2637-1830

Степанова Елена Александровна
доктор медицинских наук, руководитель отдела лучевой диагностики, заведующая кафедрой лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей
https://orcid.org/0000-0002-9037-0034

Селезнев Василий Андреевич
кандидат медицинских наук, ведущий челюстно-лицевой хирург
https://orcid.org/0009-0008-6695-2158

Кибалина Наталья Игоревна
врач — пластический хирург
https://orcid.org/0000-0002-8930-6588

ABOUT THE AUTHORS

Atarshchikov Dmitry S.
PhD, ophthalmologist, ophthalmic surgeon, orbital surgeon, oculoplastic surgeon
https://orcid.org/0000-0003-4401-9099

Taskina Elizaveta S.
PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-6223-8888

Egorov Alexey E.
MD, Professor, Professor of the Academician A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, Institute of Clinical Medicine, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-2637-1830

Stepanova Elena A.
MD, head of the Department of Radiation Diagnostics, head of the Chair of Radiation Diagnostics, Postgraduate Training Faculty
https://orcid.org/0000-0002-9037-0034

Seleznev Vasiliy A.
PhD, leading maxillofacial surgeon
https://orcid.org/0009-0008-6695-2158

Kibalina Natalia I.
plastic surgeon
https://orcid.org/0000-0002-8930-6588

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-348-359

поступила 28.01.26
was received 28.01.26

Коррекция аметропий и лечение синдрома сухого глаза с помощью склеральных контактных линз у пациентов с синдромом лимбальной недостаточности

С.Ю. Калинникова С.Б. Измайлова Т.А. Халилова Н.В. Костюченкова

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):348–359**

Цель исследования: описать клинико-функциональные результаты использования склеральных контактных линз (СКЛ) с целью коррекции аномалий рефракции, а также купирования хронического синдрома сухого глаза (ССГ) у пациентов с синдромом лимбальной недостаточности (СЛН). **Пациенты и методы.** В исследование вошли 22 пациента, 25 глаз с диагнозом СЛН различной этиологии и латеральности поражения, которым были подобраны СКЛ для ежедневного использования. До и после подбора СКЛ оценивали некорригированную и максимально корригированную остроту зрения (НКОЗ, МКОЗ), данные кератометрии, внутриглазного давления (ВГД), теста Ширмера-1. При подборе СКЛ оценивали диаметр линзы (ДЛ), базовый радиус кривизны (ВС), среднее соотношение толщины линзы к апикальному клиренсу (АК), время и комфортность ношения. Субъективно у всех пациентов до и после подбора оценивали степень выраженности жалоб на покраснение, слезотечение, светобоязнь и сухость в глазах (по 5-балльной шкале). **Результаты.** МКОЗ до ношения СКЛ составила 0,10 (0,05; 0,50), а в СКЛ — 0,60 (0,20; 0,70). После подбора СКЛ сферический компонент рефракции в среднем соответствовал 0 дптр, а цилиндрический –0,5 дптр, что статистически значимо ниже, чем до подбора ($p < 0,05$). Средний ДЛ составил 15,2 мм, ВС — 8,35 мм, среднее соотношение толщины линзы к АК после «усадки» — 1:1. Среднее время ношения СКЛ в течение дня составило 7 часов. При оценке субъективных жалоб пациентов на слезотечение, светобоязнь, сухость в глазах и покраснение до использования СКЛ и через 1 месяц активного ношения отмечалось статистически значимое снижение интенсивности жалоб ($p < 0,05$). Согласно данным теста Ширмера-1 средняя слезопродукция до использования СКЛ и через 3 месяца после ношения повысилась с 4,0 (2,0; 5,0) до 7,0 (5,0; 8,0) мм ($p < 0,001$). **Заключение.** Использование СКЛ с учетом анатомических особенностей глаз и глазной поверхности у пациентов с СЛН эффективно как в случае не прогрессирующего СЛН, так и после хирургического лечения, что обеспечивает двойной эффект: повышение остроты зрения за счет компенсации иррегулярности роговицы и купирование хронического ССГ за счет постоянного увлажнения роговицы благодаря наличию жидкости в подлинзовом пространстве.

Ключевые слова: синдром лимбальной недостаточности, склеральные контактные линзы, синдром сухого глаза, кератопластика, аутологичная бесклеевая лимбальная эпителиальная трансплантация, аметропии, посткератопластический астигматизм

Для цитирования: Калинникова С.Ю., Измайлова С.Б., Халилова Т.А., Костюченкова Н.В. Коррекция аметропий и лечение синдрома сухого глаза с помощью склеральных контактных линз у пациентов с синдромом лимбальной недостаточности. *Офтальмология.* 2026;23(2):348–359. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-348-359

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Management of Limbal Stem Cell Deficiency by Using Scleral Contact Lenses for Optical Correction and as a Treatment of Dry Eye Syndrome

S.Yu. Kalinnikova, S.B. Izmaylova, T.A. Khalilova, N.V. Kostjuchenkova

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskoudnikovsky Blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):348–359

Objective: to describe the clinical and functional results of using scleral contact lenses (SCL) in patients with limbal stem cell deficiency (LSCD) to correct refractive errors, also as a therapeutic system to manage chronic dry eye syndrome. **Materials and methods.** The study included 22 patients, 25 eyes with diagnosed LSCD with various etiology and laterality, who had undergone SCL fittings for daily use. Uncorrected visual acuity (UCVA), best corrected visual acuity (BCVA), intraocular pressure (IOP), Schirmer test 1 and lens parameters: diameter (D), base curvature radii (BC), average ratio of lens thickness to apical clearance (AK), duration of lens wear before and after fitting SCL were analyzed. Subjectively, the severity of complaints to redness, lacrimation, photophobia, and dryness in the eyes was assessed on a 5-point scale in all patients before and after fitting. **Results.** BCVA before fitting SCL was 0.10 (0.05; 0.50), in the SCL 0.60 (0.20; 0.70), the average sphere is 0 dpt, and the cylind is -0.5 dpt, the significance of the difference between pre- and post-SCL wear was assessed by the paired t test ($p < 0.05$) which is considered statistically significant. The average D was 15.2 mm, BC 8.35 mm, the average ratio of lens thickness to AK after "shrinkage" was 1:1. The average time of wearing lenses during the day was 7 hours. There was a statistically significant decrease in the intensity of complaints to lacrimation, photophobia, dry eyes, and redness before SCL fitting and after 1 month of active wear ($p < 0.05$). The severity of dry eye syndrome was assessed using the Schirmer-1 test, according to which the average tear production before SCL fitting and 3 months after increased from 4.0 (2.0; 5.0) mm to 7.0 (5.0; 8.0) mm, respectively. **Conclusion.** The use of SCL, considering the anatomical eye's features and ocular surface in patients with stable LSCD or with LSCD after surgical treatment provides a double effect — increased visual acuity and constant moistening of the ocular surface.

Keywords: limbal stem cell deficiency, scleral contact lenses, dry eye syndrome, keratoplasty, glueless simple limbal epithelium transplantation, ametropia, postkeratoplastic astigmatism

For citation: Kalinnikova S.Yu., Izmaylova S.B., Khalilova T.A., Kostjuchenkova N.V. Management of Limbal Stem Cell Deficiency by Using Scleral Contact Lenses for Optical Correction and as a Treatment of Dry Eye Syndrome. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):348–359. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-348-359

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Синдром лимбальной недостаточности (СЛН) — заболевание глазной поверхности, вызванное снижением пула и/или функциональной активности лимбальных эпителиальных стволовых клеток (ЛЭСК), что приводит к невозможности поддержания нормального гомеостаза роговичного эпителия [1]. СЛН может принимать форму одно- или двухстороннего процесса [2]. По этиологии выделяют СЛН приобретенный, наследственный и идиопатический [1]. Наиболее часто односторонний СЛН встречается после ожогов и травм глаз, при инфекционных заболеваниях глазной поверхности, множественных операций в зоне лимба, длительном ношении контактных линз, постлучевой терапии, онкологических заболеваниях глаза и др. [3]. Двухсторонний СЛН, помимо вышеперечисленного, наиболее часто имеет наследственную и/или иммуноопосредованную этиологию [2].

Клинически данная патология проявляется обильным врастанием конъюнктивы с новообразованными сосудами в роговицу (фиброваскулярный паннус), диффузным или тотальным помутнением роговицы, хронической и/или рецидивирующей эрозией, что приводит к стойкому снижению остроты зрения, хроническому синдрому сухого глаза (ССГ), слезотечению, светобоязни, блефароспазму и ухудшению качества жизни пациентов [1]. Нередко после острой фазы воспаления при СЛН возникают необратимые изменения со стороны придаточного аппарата глаза — формируются сращения между глазным яблоком и веками (симблефарон) с ограничением подвижности глаз и зачастую практически полной потерей зрения. Все эти факторы в совокупности усугубляют возможности остаточного пула ЛЭСК для реэпителизации роговицы и способствуют прогрессированию СЛН [4]. Стоит отметить, что данная патология наиболее часто затрагивает детей и лиц молодого трудоспособного возраста, у которых полная или частичная утрата зрительных функций напрямую сказывается на социальном и экономическом развитии страны, а поражение обоих глаз неуклонно приводит к инвалидности по зрению [5, 6].

В настоящее время лечение СЛН основано на концепции трансплантации ЛЭСК. Так, в лечении одностороннего СЛН активно используются различные технологии

алло- и аутологичной трансплантации стволовых клеток, а также их культивирование [2, 7]. Среди отечественных разработок наибольшую популярность получила методика аутологичной трансплантации ЛЭСК — бесклеевая простая лимбальная эпителиальная трансплантация (G-SLET, Glueless Simple Limbal Epithelial Transplantation) [8]. Сутью данной технологии является имплантация лимбальных аутотрансплантатов в туннели, расположенные по периферии роговицы пораженного глаза, сформированные мануально или с помощью фемтосекундного лазера (без использования клея и амниотической мембраны) [9]. При двухстороннем СЛН активно используются технологии аутологичной трансплантации или культивирования эпителия слизистой губы/щеки [10, 11]. Для лечения таких пациентов отечественными авторами была предложена технология паралимбальной трансплантации эпителия слизистой полости рта — PLOMET (англ. Paralimbal Oral Mucosal Epithelial Transplantation), суть которой заключается в трансплантации полнослойного линейного лоскута эпителия слизистой губы с последующей фиксацией матрацными швами по всей окружности лимба [12].

Стоит отметить, что восстановления эпителиального слоя роговицы не всегда достаточно для достижения высоких клинико-функциональных результатов. Зачастую у таких пациентов остаются поверхностные или глубокие стромальные помутнения, в связи с этим вторым этапом показано выполнение послойной или сквозной кератопластики (СКП) [9, 13]. Однако даже при успешно проведенной кератопластике с полным восстановлением прозрачности оптических сред сохраняется иррегулярность роговичной поверхности и аметропия высоких степеней, в частности астигматизм. Так, известно, что астигматизм более 5,0 дптр после СКП встречается в 10–38 % случаев и имеет тенденцию к прогрессированию в течение первых 5 лет [14]. Следовательно, для коррекции аметропии необходимо использование дополнительных методов оптической коррекции.

Другой немаловажной проблемой у пациентов с СЛН является ССГ, возникающий как следствие хронического воспаления глазной поверхности, недостаточности муцинового слоя слезной пленки, хронического блефарита и дисфункции мейбомиевых желез, анатомических и морфологических изменений со стороны конъюнктивы, в том числе из-за круговой перитомии конъюнктивы во время реконструкции роговичного эпителия. Совокупность этих факторов также приводит к неудовлетворенности функциональными результатами, в связи с этим наиболее перспективным методом как зрительной реабилитации, так и терапевтической поддержки является применение склеральных контактных линз (СКЛ) [15].

СКЛ — это жесткие газопроницаемые линзы большого диаметра, обычно предназначенные для коррекции аномалий рефракции, когда линза обычного диаметра не подходит из-за формы или иррегулярности глазной поверхности. Особенностью данных линз является расположение гаптического элемента на бульбарной конъюнктиве, что позволяет избежать прямого контакта с роговицей. Благодаря наличию жидкости в подлинзовом слое и сферичной поверхности СКЛ создается правильная оптическая система, способная компенсировать иррегулярность роговичной поверхности для достижения высоких зрительных функций. Широкая оптическая зона и минимальная подвижность таких линз обеспечивают стабильность зрения, а больший диаметр линз и наличие подлинзового слоя — физический барьер, предотвращающий неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды, что создает оптимальные условия для поддержания постоянного увлажнения поверхности глаза [16, 17].

Таким образом, этап оптической коррекции зрения у пациентов с СЛН с помощью СКЛ является крайне актуальным с точки зрения не только коррекции аметропии и астигматизма высоких степеней, но и возможности компенсировать все осложнения СЛН, связанные с хронической сухостью глазной поверхности и дискомфортом.

Цель исследования: описать клинико-функциональные результаты использования СКЛ у пациентов с СЛН с целью коррекции аномалий рефракции, а также лечения хронического ССГ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Все этапы исследования проведены с добровольного согласия пациентов в соответствии с нормами Хельсинкской декларации. Клиническое исследование одобрено Локальным этическим комитетом «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» от 17.04.2025. Выписка из протокола № 128.2.

В исследование вошли 22 пациента (25 глаз), из них 13 женщин (59 %) и 9 мужчин (41 %). Средний возраст составил 29 лет (от 18 до 55 лет). У всех пациентов был диагностирован СЛН: по латеральности поражения 3 пациента (14 %) имели двусторонний СЛН, 19 пациентов (86 %) — односторонний; по степени повреждения роговичного эпителия: 9 глаз (36 %) с неполным и 16 глаз (64 %) с полным СЛН. Распределение по стадиям осуществлялось согласно классификации международного глобального консенсуса [1]: с I стадией СЛН в исследование вошли 5 глаз (20 %), со II — 5 глаз (20 %), с III — 15 глаз (60 %). Чаще всего встречались пациенты после ожога — 15 глаз (60 %), реже после кератита — 6 глаз (24 %), Синдром Стивена — Джонсона (ССД) был выявлен у 3 пациентов (14 %), постлучевой СЛН — у 1 пациента (4 %). Сроки обращения от момента установления диагноза до проведения первого (хирургического) этапа лечения составили в среднем 48 месяцев (12, 120).

Подбор СКЛ проводили на заключительном этапе лечения, до этого в зависимости от стадии СЛН, латеральности поражения и степени выраженности клинических проявлений пациенты проходили различные виды

хирургического лечения. Всем пациентам с односторонним СЛН, требующим хирургического лечения, — 18 пациентов (18 глаз) — выполнена на первом этапе реконструкция роговичного эпителия по технологии G-SLET, при этом в двух случаях из них — одномоментно с глубокой передней послойной кератопластикой (ГППК), а затем факоэмульсификация катаракты (ФЭК) с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) в отсроченном периоде. У 12 пациентов (12 глаз) после G-SLET вторым этапом была выполнена СКП ввиду помутнения глубоких слоев роговицы в центральной оптической зоне, при этом у двоих — одномоментно ФЭК с имплантацией ИОЛ. Из 18 пациентов (18 глаз) на 4 глазах после G-SLET была достигнута достаточная прозрачность оптических сред и не потребовались дальнейшие хирургические этапы. У 2 из 3 пациентов (2 глаза) с двусторонним СЛН вследствие ССД потребовалась реконструкция эпителия хуже видящего глаза по технологии PLOMET, после чего была достигнута достаточная прозрачность оптических сред и назначены для ношения СКЛ на оба глаза.

В исследование также вошли 1 пациент (1 глаз) с односторонним СЛН и 3 пациента (4 глаза) с двусторонним СЛН, у которых не было прогрессии и хирургическое лечение не проводилось.

Медико-демографическая характеристика пациентов исследуемой группы представлена в таблице 1.

До и после подбора СКЛ оценивали данные биомикроскопии роговицы с окрашиванием низкомолекулярным флуоресцеином (нмФЛ, BIO GLO, FluoStrips, Индия), состояние хрусталика и придаточного аппарата глаза (щелевая лампа SL-30 Opton, Германия), некорригированную и максимально корригированную остроту зрения (НКОЗ, МКОЗ), авторефрактометрию (RC-5000, Tomey, Япония), внутриглазное давление (Icare IC100, Финляндия), тест Ширмера-1 (тест-полоски TearStrips, TearFlo, Индия). При подборе использовались СКЛ (Smartfit, OKVision, Россия), изготовленные из жесткого газопроницаемого материала Optimum Extra (RoflufoconD) фирмы Contamac (Великобритания) с кислородопроницаемостью (DK) 180 Fatt. Оценивали диаметр линзы (ДЛ), базовый радиус кривизны (ВС), среднее соотношение толщины линзы к апикальному клиренсу (АК), время и комфортность ношения. Подбор СКЛ производился по стандартному алгоритму от производителя [18]. В качестве увлажняющего раствора во время подбора СКЛ использован стерильный физиологический раствор в буфусах по 10 мл, во время ношения СКЛ всем пациентам рекомендован слезозаместительный препарат, содержащий гиалуроновую кислоту (без консервантов). Субъективно у всех пациентов до и после подбора СКЛ через 1 месяц оценивали степень выраженности жалоб на покраснение, слезотечение, светобоязнь и сухость в глазах, которые оценивались по 5-балльной шкале, где 0 баллов — не беспокоит, 5 баллов — очень сильно беспокоит.

Таблица 1. Медико-демографическая характеристика пациентов с синдромом лимбальной недостаточности до подбора и ношения склеральных контактных линз

Table 1. Medical and demographic characteristics of patients with limbal stem cell deficiency before wearing scleral contact lenses

Показатель Parameter	Значение Value	Абс. Abs.	%
Всего глаз Total amount of eyes		25	100
Всего человек Total amount of patients		22	100
Пол Gender	Женский Females	13	59
	Мужской Males	9	41
Возраст, лет Age, y.o.	Me (Q1; Q3)	29 (25; 48) Min-Max: 18–55	
Стадия, глаз Stage, eyes	3	15	60
	2	5	20
	1	5	20
Латеральность синдрома лимбальной недостаточности, пациенты/глаз The laterality of limbal stem cell deficiency, patients/eyes	Односторонний Unilateral	19/19	86/76
	Двусторонний Bilateral	3/6	14/24
Тип синдрома лимбальной недостаточности, глаз Type of limbal stem cell deficiency, eyes	Полный / Full	16	64
	Неполный / Incomplete	9	36
Этиология, глаз Etiology, eyes	Ожог / Burn	15	60
	Кератит / Keratitis	6	24
	Синдром Стивена — Джонсона Stevens-Johnson syndrome	3	12
	Постлучевой синдром лимбальной недостаточности Post-radiation limbal insufficiency syndrome	1	4
Давность ожога/кератита, месяцы Duration of the burn/keratitis, month	Me (Q1; Q3)	48 (12; 120) Min-Max: 12–486	
Сопутствующая патология, глаз Comorbidity, eyes	Синдром сухого глаза Dry eye syndrome	11	44
	Катаракта / Cataract	7	28
	Блефарит / Blepharitis	5	20
	Трихиаз / Trichiasis	2	8
	Липидная дистрофия роговицы Lipid keratopathy	2	8
	Постожоговая глаукома Glaucoma after ocular surface burn	2	8
Операции в анамнезе (пациентов/глаз) Medical history (patients/eyes)	G-SLET + Сквозная кератопластика G-SLET + Penetrating keratoplasty	10/10	40
	G-SLET + Сквозная кератопластика + факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы G-SLET + Penetrating keratoplasty + phacoemulsification with intraocular lens implantation	2/2	8
	G-SLET + Передняя послойная кератопластика, далее факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы G-SLET + Anterior lamellar keratoplasty, phacoemulsification with intraocular lens implantation	2/2	8
	G-SLET	4/4	16
	PLOMET	2/2	8
	Не было хирургического лечения There was no surgical treatment	4/5	20

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Первичные данные заносили в электронную таблицу Microsoft Excel 2010 (Microsoft). Статистическую обработку данных проводили с использованием языка программирования Python 3, библиотек Pandas, SciPy и редактора кода Visual Studio Code (Microsoft). Характер распределения данных оценивали с помощью критерия Шапиро — Уилка. Сравнение данных до и после лечения проводили с использованием критерия Вилкоксона. Данные представлены в формате Me (Q1; Q3), где Me — медиана, Q1, Q3 — нижний и верхний квартили, а также в виде абсолютных значений и процентов, рассчитывали минимальное и максимальное значения (Min и Max соответственно). Статистически значимыми признавали различия, при которых уровень статистической значимости p менее 0,05 ($p < 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведено биомикроскопическое исследование роговицы 18 пациентов (18 глаз) с односторонним СЛН после реконструкции эпителия по технологии G-SLET, в том числе с одномоментной ГППК (2 глаза) и СКП (12 глаз) вторым этапом. Установлена полная эпителизация роговицы и/или трансплантата и его стабильность на всем сроке наблюдения (12 мес.), что было подтверждено при окрашивании нмФЛ, а также относительная или полная прозрачность роговицы в центральной оптической зоне. У 2 пациентов (2 глаза) с двусторонним СЛН через один год после PLOMET эпителизация была стабильной, прозрачность оптических сред восстановлена и назначены СКЛ на оба глаза. У 4 пациентов (5 глаз), которым не было проведено хирургическое лечение, выявлено отсутствие нарастания конъюнктивального эпителия и относительно интактная центральная оптическая зона в течение одного года наблюдений.

При анализе сопутствующей патологии было выявлено: катаракта — 7 глаз (28 %), хронический блефарит — 5 глаз (20 %), трихиаз — 2 глаза (8 %), липидная дистрофия роговицы — 2 глаза (8 %), постожоговая глаукома — 2 глаза (8 %).

При проведении теста Ширмера-1 ССГ был выявлен у 11 пациентов (44 %) и в среднем составил 4 мм до начала использования СКЛ. Средняя НКОЗ (22 пациента, 25 глаз) до подбора СКЛ составляла 0,05 (0,03; 0,10), а МКОЗ (14 пациентов, 16 глаз) — 0,10 (0,05; 0,50). Однако в некоторых случаях выраженная иррегулярность роговицы у пациентов (9 пациентов, 9 глаз) не давала возможность получить достоверные кератометрические данные и анализ МКОЗ и ВГД.

Всем пациентам из исследуемой группы (22 пациента, 25 глаз) были подобраны СКЛ. Средний ДЛ составил 15,2 мм (min 14,2, max 15,6 мм), ВС — 8,35 мм (min 6,6, max 9,0 мм), среднее соотношение толщины линзы к АК после «усадки» — 1:1. Среднее время ношения линз в течение дня составило 7 часов (min 2 часа, max 16 часов). Параметры, время ношения СКЛ в течение дня и клинико-функциональные результаты представлены в таблице 2.

Согласно проведенному исследованию выявлено, что МКОЗ до ношения СКЛ составила 0,10 (0,05; 0,50), а в СКЛ 0,60 (0,20; 0,70), что статистически значимо выше, чем до подбора ($p < 0,001$). Сферический и цилиндрический компоненты рефракции по авторефрактометрии зачастую не поддавались регистрации, а разброс параметров находился в широком диапазоне значений: от -18,0 до 10,25 дптр. После подбора СКЛ сферический компонент в среднем соответствовал 0 дптр (-0,75; 0,75), а цилиндрический — -0,5 дптр (-0,25; -0,25), что статистически значимо ниже ($p < 0,05$) и свидетельствует об эффективности назначенной оптической коррекции. Значения ВГД до использования СКЛ составляли 14,0 мм рт. ст. (12,0; 15,0), а через один месяц после активного использования — 15,0 мм рт. ст. (14,0; 17,0), что статистически значимо выше (p < 0,05). Средние значения слезопродукции согласно тесту Ширмера-1 до ношения СКЛ составили 4,0 (2,0; 5,0) мм, а через 3 месяца после использования — 7,0 (5,0; 8,0) мм, что позволяет говорить об эффективности применения данного вида линз с терапевтической целью и для купирования симптомов ССГ ($p < 0,001$) (табл. 3).

При определении субъективных жалоб пациентов по 5-балльной шкале до ношения СКЛ и через 1 месяц после активного использования выявлено, что жалобы на покраснение, светобоязнь, слезотечение и сухость глаз были статистически значимо меньше, чем до применения СКЛ ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона) (табл. 4).

На этапе подбора СКЛ были также зарегистрированы следующие осложнения: гиперемия конъюнктивы — у 4 пациентов (16 %), подъем ВГД и связанный с ним отек роговицы — в 2 случаях (8 %), нитевидное отделяемое — в 1 (4%) и дискомфорт при ношении СКЛ — в 1 (4 %) (табл. 5). Все осложнения у пациентов были проанализированы и решены следующим образом: пациентам с покраснением глаз была выполнена

Таблица 2. Параметры склеральных контактных линз

Table 2. Parameters of scleral contact lenses

Показатель Parameter	Me (Q1; Q3)	Min	Max
Диаметр Diameter	15,20 (15,00; 15,20)	14,20	15,60
Базовый радиус Base curve radii	8,35 (7,80; 8,60)	6,60	9,00
Соотношение толщины линзы к апикальному клиренсу The ratio of lens thickness to apical clearance	1:1 (1:1; 1:1,25)	1:0,50	1:10,00
Время ношения склеральных контактных линз в течение дня, час Lens wear during the day, hours	7,00 (6,00; 8,00)	2,00	16,00
Время подбора склеральных контактных линз от последнего этапа лечения, месяцы Time of scleral contact lenses fitting from the last stage of treatment, months	21,00 (12,00; 36,00)	3,00	486,00

Таблица 3. Клинико-функциональные результаты ношения склеральных контактных линз у пациентов с синдромом лимбальной недостаточности

Table 3. Clinical and functional results of wearing scleral contact lenses in patients with limbal stem cell deficiency

Показатель Parameter	Me (Q1; Q3)	Min	Max	*p*-value*
НКОЗ до подбора склеральных контактных линз UCVA before scleral contact lens fitting	0,05 (0,03; 0,10)	0,001	0,30	-
МКОЗ до подбора склеральных контактных линз BCVA before scleral contact lens fitting	0,10 (0,05; 0,50)	0,001	0,80	0,001
МКОЗ в склеральных контактных линзах BCVA in scleral contact lens	0,60 (0,20; 0,70)	0,01	1,00	
ВГД до подбора склеральных контактных линз IOP before scleral contact lens fitting	14,0 (12,0; 15,0)	10,00	23,00	0,021
ВГД в склеральных контактных линзах IOP in scleral contact lens	15,0 (14,0; 17,0)	11,00	26,00	
Сферический компонент рефракции без склеральных контактных линз (дптр) Sphera before scleral contact lens fitting (dpt)	-2,75 (-18,00; 0,75)	-18,00	10,25	0,003
Сферический компонент рефракции в склеральных контактных линзах (дптр) Sphera in scleral contact lens (dpt)	0,00 (-0,75; 0,75)	-3,50	2,50	
Цилиндрический компонент рефракции без склеральных контактных линз (дптр) Cylindr before scleral contact lens fitting (dpt)	-0,25 (-5,25; -0,25)	-12,75	0,25	0,004
Цилиндрический компонент рефракции в склеральных контактных линзах (дптр) Cylindr in scleral contact lens (dpt)	-0,25 (-0,50; -0,25)	-1,50	0	
Тест Ширмера-1 до подбора склеральных контактных линз (мм) Schirmer test 1 before scleral contact lens fitting (mm)	4,00 (2,00; 6,00)	0	12	0,001
Тест Ширмера-1 через 3 месяца после ношения склеральных контактных линз (мм) Schirmer test 1 after scleral contact lens wearing during 3 month (mm)	7,00 (5,00; 8,00)	3	12	

Примечание: * критерий Вилкоксона.
Note: * Wilcoxon signed-rank test.

биомикроскопическая оценка степени компрессии конъюнктивальных сосудов в месте опоры гаптических элементов и произведена корректировка посадки в этой зоне — поднятие краев линзы либо выбор большего ДЛ, что позволило полностью решить проблему гиперемии конъюнктивы. Пациентам с повышенным ВГД и ассоциированным с ним отеком роговицы был рекомендован временный отказ от ношения СКЛ и контроль ВГД через 7 дней. В результате нормализации ВГД после отказа от СКЛ было выявлено, что временное повышение давления связано с излишним сдавлением линзой склеры в проекции цилиарного тела. Данным пациентам был увеличен лимбальный клиренс (ЛК), после этого вышеописанных осложнений повторно не наблюдалось. Пациенту, ощущавшему дискомфорт при ношении СКЛ, был выполнен повторный подбор: параметры ВС и ДЛ были скорректированы так, чтобы увеличить АК

Таблица 4. Осложнения у пациентов с синдромом лимбальной недостаточности при использовании склеральной контактной коррекции

Table 4. Complications in patients with limbal stem cell deficiency while wearing scleral contact correction

Показатель / Parameter	Значение / Value	Абс. / Abs.	%
Осложнения Complications	Гиперемия Hyperemia	4	16
	Подъем ВГД, отек роговицы Increased IOP, corneal oedema	2	8
	Нитевидное отделяемое Filamentous discharge	1	4
	Отказ от ношения, дискомфорт Refusal to wear, discomfort	1	4

для создания большего пространства между роговицей и СКЛ, также повторно разъяснен алгоритм использования линзы и ее обработки. Пациенту с нитевидным отделяемым был диагностирован выраженный ССГ, в связи с этим стабильное ношение СКЛ по описанной методике позволило улучшить состояние глазной поверхности и стать решением данной проблемы.

В качестве примера представляем клинический случай пациентки Л., 30 лет, которая получила ожог правого глаза (OD) спиртом в возрасте 30 лет в 2014 г. После травмы пациентка проходила курсы консервативного лечения со слабоположительной динамикой, в 2021 г. (через 7 лет после ожога) обратилась в МНТК «МГ» с жалобами на низкую остроту зрения на OD, слезотечение, светобоязнь.

На основании клинико-функциональных методов исследования пациентке был поставлен диагноз OD — неполный СЛН, 2 стадия, OS — здоровый глаз, эмметропия. В 2022 г. на OD была выполнена реконструкция эпителия роговицы по технологии G-SLET. Через 2 недели после операции достигнута полная эпителизация роговицы. Ввиду наличия помутнений глубоких слоев стромы в центральной оптической зоне роговицы на OD через 18 месяцев после G-SLET вторым этапом была проведена СКП. Эпителизация трансплантата достигнута на 7-й день после операции. Через 3 месяца после СКП на OD МКОЗ составляла 0,3, через 6 месяцев — 0,6. К 12 мес. после СКП достигнуто прозрачное приживление трансплантата, швы сняты, МКОЗ — 0,4. В соответствии с наличием посткератопластической аметропии высокой степени сферический компонент рефракции OD составлял + 1,25 дптр, цилиндрический — -6,5 дптр, очковая и контактная коррекция мягкими контактными линзами (МКЛ) не позволили получить высокую остроту зрения. Пациентке была подобрана СКЛ на OD: ВС составил 8,6 мм, ДЛ — 15,2 мм, отношение толщины линзы к АК — 1:1,25, диоптрийность линзы +4,5 дптр. МКОЗ в линзе на OD составила 1,0, при этом по данным авторефрактометрии sph 0,0 дптр, cyl -0,5 дптр. На протяжении всего периода наблюдения изменений на парном глазу OS выявлено не было (рис. 1).

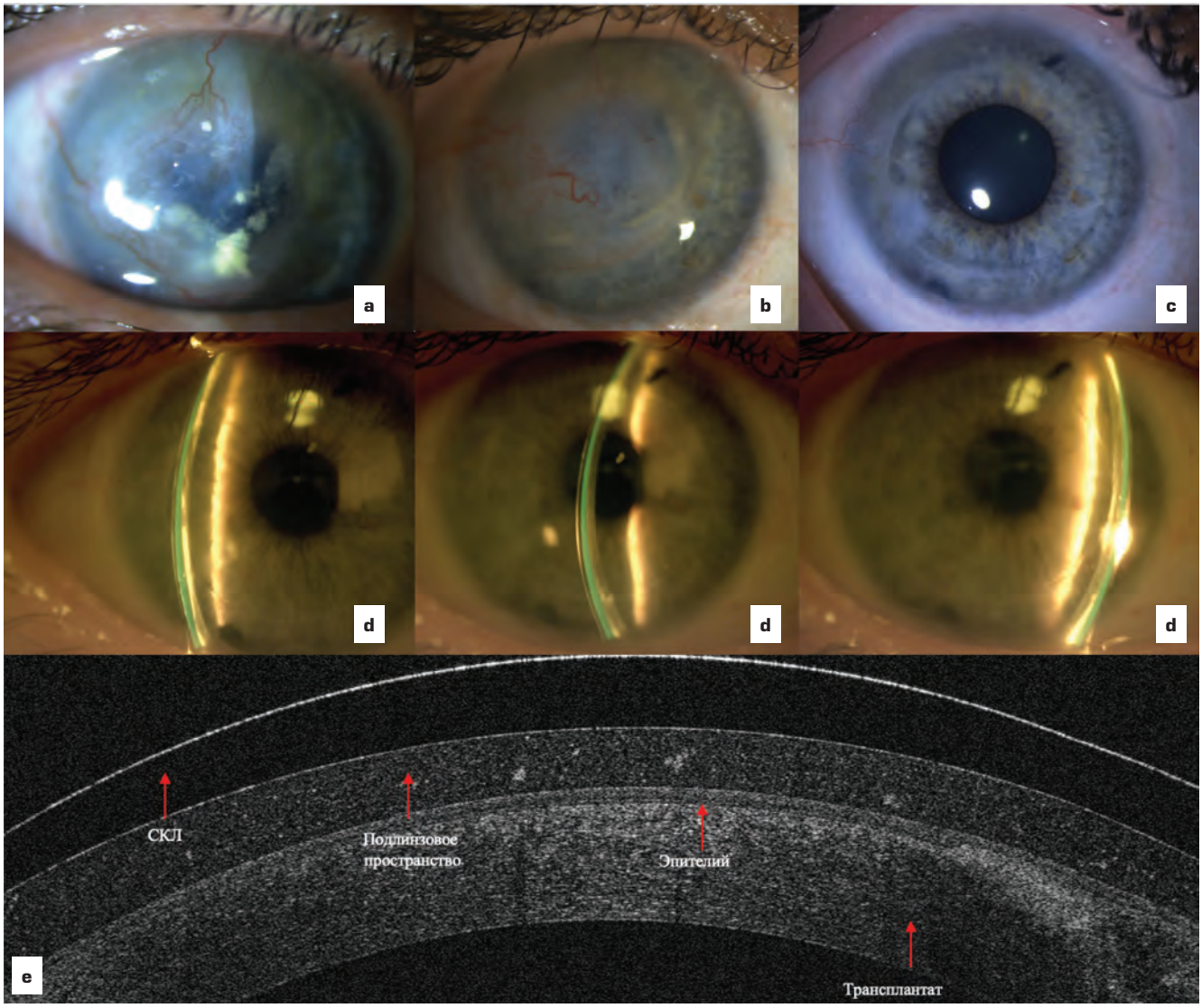


Рис. 1. Клинический пример пациента с неполным односторонним синдромом лимбальной недостаточности 2-й стадии и центральным помутнением роговицы: a — биомикроскопическая картина роговицы до начала лечения; b — 18 месяцев после G-SLET — васкуляризированное бельмо роговицы до глубоких слоев, эпителизация полная; c — 12 месяцев после сквозной кератопластики — трансплантат прозрачный, адаптирован, эпителизация полная; d — посадка склеральной контактной линзы — базовый радиус линзы 8,6 мм, диаметр 15,2 мм, отношение толщины линзы к апикальному клиренсу 1:1,25. Диоптрийность линзы +4,5 дптр. По данным авторефрактометрии до подбора СКЛ сферический компонент рефракции — +1,25 дптр, цилиндрический — -6,5 дптр, после — sph 0,0 дптр, cyl -0,5 дптр; e — оптическая когерентная томография — сагиттальный срез роговицы в склеральной контактной коррекции

Fig. 1. Clinical example of a patient with incomplete unilateral stage 2 limbal stem cell deficiency and central corneal opacity: a — biomicroscopic picture of the cornea before treatment; b — 18 months after G-SLET — corneal opacity with vascularization to deep layers, complete epithelialization; c — 12 months after penetrating keratoplasty, the graft is transparent, adapted, epithelialization is complete; d — parameters of scleral contact lenses are: the base curve radius of the lens is 8.6 mm, diameter is 15.2 mm, the ratio of lens thickness to apical clearance is 1:1.25. The lens power is +4.5 dpt. According to autorefractometry data, before scleral contact lens fitting, the sphere was +1.25 dpt, the cylindr was -6.5 dpt, after that — sphere 0.0 dpt, cylinder -0.5 dpt; e — optical coherence tomography. Sagittal section of the cornea in scleral contact lens

На рисунке 2 представлен клинический пример пациентки П., 18 лет, которая в 2019 г. перенесла лучевую терапию по поводу рабдомиосаркомы нижней челюсти справа, в связи с этим у нее развился неполный односторонний СЛН 2-й стадии и, как следствие, нейротрофический кератит на OD, OS — здоровый глаз, эмметропия. В 2023 г. на OD была выполнена реконструкция эпителия роговицы по технологии G-SLET, через 14 дней после операции достигнута полная эпителизация. На сроке 12 мес. после операции наблюдали стабильную эпителизацию роговицы, однако в центральной оптической зоне визуализировалось выраженное помутнение в поверхностных и средних слоях стромы, в связи с этим пациентке на OD была выполнена ГППК.

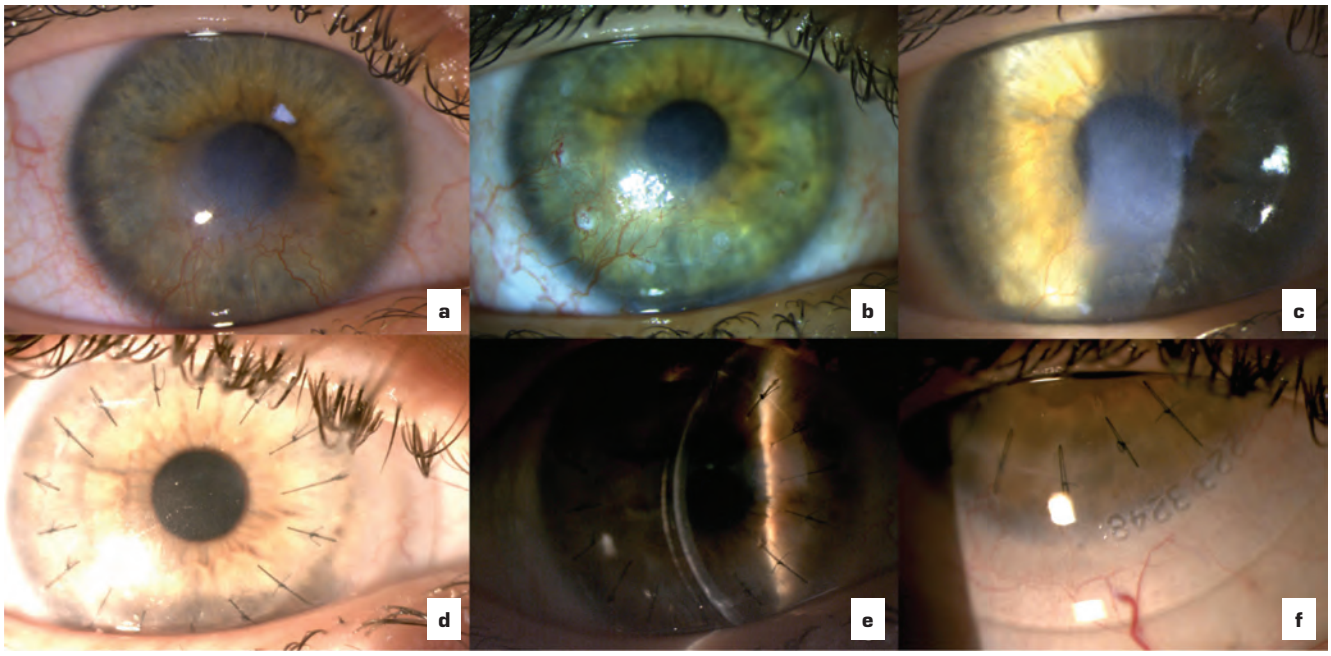


Рис. 2. Клинический пример пациента, использующего склеральные контактные линзы после лимбальной аутотрансплантации и сквозной кератопластики: a — биомикроскопическая картина роговицы до начала лечения; b — 2 недели после лимбальной аутотрансплантации; c — 12 месяцев после лимбальной аутотрансплантации; d — 3 месяца после сквозной кератопластики в склеральных контактных линзах; e — отношение толщины линзы к апикальному клиренсу; f — зона края (лимба)

Fig. 2. Clinical example of a patient using scleral contact lenses after limbal autotransplantation and penetrating keratoplasty: a — biomicroscopic picture of the cornea before treatment; b — 2 weeks after limbal autotransplantation; c — 12 months after limbal autotransplantation; d — 3 month after penetrating keratoplasty in scleral contact lenses; e — the ratio of lens thickness to apical clearance; f — limbal zone

Из-за выраженного ССГ вследствие нейротрофического кератита и недостаточной эффективности слезозаместительной терапии на контрольном осмотре через 6 и 12 месяцев выявлено центральное стромальное помутнение трансплантата на OD. МКОЗ на OD составила 0,05. В 2025 г. было принято решение выполнить СКП на OD и подобрать СКЛ через 1 месяц после операции. В данном случае использование СКЛ в большей степени оправдано с терапевтической целью — при оценке теста Ширмера-1 показатель суммарной слезопродукции увеличился с 1,0 до 7,0 мм через 3 месяца после операции, при этом пациентка отмечала полное отсутствие жалоб на покраснение. Трансплантат на всем сроке наблюдения был прозрачным, эпителизация полная. Через 9 месяцев после ношения СКЛ была подобрана новая линза с учетом кератометрии трансплантата, МКОЗ на OD в данном случае составила 0,6. На протяжении всего периода наблюдения изменений на парном глазу OS выявлено не было (рис. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

СКЛ была изобретена в 1880-х гг. A. Friedrich, а в 1887 г. Müller и C. Albert изготовили линзу из выдувного стекла для пациента, которому удалили веки из-за злокачественного новообразования. В 1888 г. A. Fick напечатал первую статью о линзах, которые использовались для коррекции неправильного астигматизма, в том же году E. Kalt изготовил первую лизну для пациента с кератоконусом [19].

В России первые публикации, описывающие опыт применения СКЛ, появились в 2017 г. [20, 21]. Современные линзы изготавливают из материалов с высокой DK: 100, 125, 180 Fatt и более, что позволяет избежать гипоксии при их длительном ношении, а программы для проектирования линз и высокоточные токарные станки дают возможность учесть особенности роговицы и склеры пациента, запрограммировать АК в любой точке, что позволяет создать линзу с индивидуальными параметрами для каждого пациента [22, 23]. Важным является вопрос не только посадки линзы, но и комфорта при ее ношении и, соответственно, времени ношения в течение дня [24]. Так, в нашем исследовании пациенты в среднем носили СКЛ по 7 часов в день, при этом есть также и те, у кого максимальное время ношения в течение дня достигало 16 часов, что значительно повышает пациентам качество жизни, так как перекрывает всю активную часть дня.

Известно, что СКЛ успешно используется для купирования ССГ, в особенности при синдроме Шегрена, ССД, а также для лечения персистирующих эрозий роговицы [25–28]. В некоторых случаях ношение СКЛ может оказаться методом выбора, позволяя отказаться от хирургических вмешательств либо уменьшить количество

выполняемых этапов лечения. Преимуществом СКЛ является отсутствие контакта с поверхностью роговицы и наличие подлинзовой жидкости, которая позволяет поддерживать оптимальные условия для нормального функционирования роговичного эпителия после его реконструкции у пациентов с СЛН, создавать условия для заживления эрозий и купировать роговичный синдром [29–31].

По данным исследования SCOPE в 2018 г., в 74 % случаев СКЛ назначали с целью повышения остроты зрения при иррегулярной роговичной поверхности, в 10 % случаев — при регулярной роговице, имеющей аномалии рефракции, и в 16 % показаниями к назначению СКЛ служили заболевания глазной поверхности, в том числе СЛН и ССГ. Использование СКЛ в последних случаях обосновывалось уменьшением трения век о роговицу и снижением воспалительного ответа из-за постоянного повреждения эпителия.

Стоит отметить, что пациенты с СЛН пожизненно находятся на консервативном лечении, зачастую этому предшествует многоэтапное хирургическое лечение: реконструкция конъюнктивальных сводов, век, устранение трихиаза, заворота и т.д. После этого, как правило, проводят реконструкцию эпителиального слоя роговицы с трансплантацией ЛЭСК, который включает в себя круговую перитомию конъюнктивы и ее фиксацию к склере в 4–5 мм за пределами лимба [8, 12]. Целью данной манипуляции является создание барьера между лимбом роговицы и конъюнктивальным эпителием для минимизации рисков повторного нарастания конъюнктивы. Все это оказывает негативное влияние на функции бокаловидных клеток и других желез, вырабатывающих основные компоненты слезной пленки. В таких случаях ношение СКЛ способствует постоянному увлажнению роговицы, купируя функции поврежденных клеток и хронический дефицит слезы [32].

В проведенном исследовании установлено, что у пациентов с СЛН, сочетанном с ССГ (n = 11), величина слезопродукции статистически значимо возрастает с 4 до 7 мм уже к 3-му месяцу после ношения СКЛ. Из особенностей подбора линз у таких пациентов необходимо закладывать бóльшую величину подлинзового пространства таким образом, чтобы соотношение толщины линзы к АК после «усадки» было в пределах 1:1 или 1:1,25, что обеспечит наличие депо со слезозаместительным препаратом в увеличенном объеме. При этом уже через 1 месяц активного ношения СКЛ субъективно пациенты отмечают значимое уменьшение жалоб на сухость, покраснение, слезотечение, светобоязнь.

Кератопластика как один из ключевых этапов оптической реабилитации пациентов с СЛН дает возможность восстановить прозрачность оптических сред. Однако посткератопластическая аметропия, иррегулярность не только роговицы и трансплантата, но и лимба со склерой создают трудности для подбора простых методов оптической коррекции, например очков или МКЛ.

В одном из ретроспективных исследований M.T.B. Nguyen и соавт. продемонстрировано использование СКЛ при различных патологиях глазной поверхности (14 глаз), в том числе у пациента с СЛН вследствие ожога и ССД. В результате исследования была показана высокая эффективность коррекции зрения при ношении СКЛ (до подбора по Снеллену 20/54, после — 20/21, p = 0,001), а также снижение субъективных жалоб на сухость в глазах, покраснение и болевой синдром [15].

Нами также было достигнуто значительное улучшение зрительных функций после коррекции — МКОЗ повысилась с 0,1 до 0,6, при этом рефракционные результаты в СКЛ были приближены к нормальным значениям: sph компонент в среднем составлял 0 дптр, а cyl -0,5 дптр. Клинический случай № 2 наглядно демонстрирует, что даже в минимальные сроки после кератопластики (1 месяц после операции) и несмотря на наличие роговичных швов эффективность от использования СКЛ не снижается. Напротив, своевременное купирование ССГ у пациента с сопутствующим нейротрофическим кератитом позволило сохранить прозрачность трансплантата и эпителизацию. Проведенное клиническое исследование показывает, что у пациентов при выраженной иррегулярности роговичной поверхности подбор СКЛ эффективен и позволяет достичь высоких функциональных результатов.

В некоторых случаях ношение СКЛ может оказаться методом выбора, позволив отказаться от хирургических вмешательств либо же уменьшить количество выполняемых этапов лечения. M. Schornack продемонстрировал клинический случай, в котором пациенту после 10 лет использования МКЛ был диагностирован СЛН. Подбор СКЛ в данном случае осуществляли как с терапевтической, так и с оптической целью. Отмечено, что через 4 дня уменьшилась инъекция сосудов конъюнктивы, а также иррегулярность роговичного эпителия. Через 3 месяца пациент отметил практически полное отсутствие дискомфорта в глазах и повышение остроты зрения. Таким образом, автор отмечает, что регулярное использование СКЛ эффективно в лечении пациентов с СЛН, в особенности на начальных стадиях [33]. В наше исследование также вошли 4 пациента (5 глаз) с СЛН различной этиологии и латеральности, которым не проводилось хирургическое лечение ввиду отсутствия прогрессии СЛН и относительной прозрачности оптической зоны. При этом пациенты отметили не только улучшение остроты зрения, но и полное отсутствие прежних жалоб (рис. 3).

Стоит отметить, что в некоторых случаях во время подбора СКЛ возникает ряд нежелательных явлений — например, повышение ВГД, транзиторный отек роговицы, гиперемия конъюнктивы и дискомфорт при ношении СКЛ, что, на наш взгляд, связано с апикальным

касанием и сдавлением лимбальной области после «усадки» линзы, возникающим также из-за недостаточного запаса АК и ЛК на первом этапе подбора. Известно, что в проекции лимба находится трабекулярная сеть, которая может повреждаться как при непосредственном ожоге и проникновении повреждающего агента в глубжележащие слои, так и при дополнительной ишемизации лимба во время ношения СКЛ. Данное обстоятельство может приводить к временному повышению ВГД и гипертензионному отеку роговицы, который, в свою очередь, вызывает еще большее уменьшение объема подлинзового пространства, сужает угол передней камеры, формируя «порочный круг» [34]. Решением данной проблемы является перерыв в ношении СКЛ и контроль ВГД до его нормализации, после этого нужен повторный подбор, при котором будет заложен больший АК и ЛК.

Еще одной частой жалобой самих пациентов является гиперемия конъюнктивы вокруг гаптических элементов линзы. Чаще всего данная картина ассоциирована со сдавлением конъюнктивальных сосудов линзой и решается путем корректировки положения гаптической части линзы на бульбарной конъюнктиве. Подбор линз большего, чем необходимо, диаметра приводит к излишней подвижности линзы, просачиванию воздуха под нее и поднятию ее краев, что может вызвать ощущение «затуманивания» во время ношения СКЛ и приводить и гипоксическому стрессу роговицы (рис. 4).

Таким образом, в случаях относительной прозрачности роговицы возможно применение СКЛ у пациентов с СЛН после восстановления эпителиального слоя роговицы, а также у пациентов без хирургического лечения для повышения остроты зрения. СКЛ могут быть альтернативным вариантом терапевтической поддержки у пациентов с выраженным ССГ до и после проведения этапа кератопластики. Подбор СКЛ должен учитывать анатомические особенности глаз и глазной поверхности после реконструкции эпителия для достижения максимального функционального и терапевтического эффектов. В случаях неуспешного подбора и дискомфорта при ношении СКЛ следует рассматривать другие варианты оптической и терапевтической поддержки, например замену хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы, подбор очковой коррекции или МКЛ, подбор индивидуальной слезозаместительной и противовоспалительной терапии и другие.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Калинникова С.Ю. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Измайлова С.Б. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Халилова Т.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование;
Костюченкова Н.В. — сбор, анализ и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование, утверждение версии, подлежащей публикации.

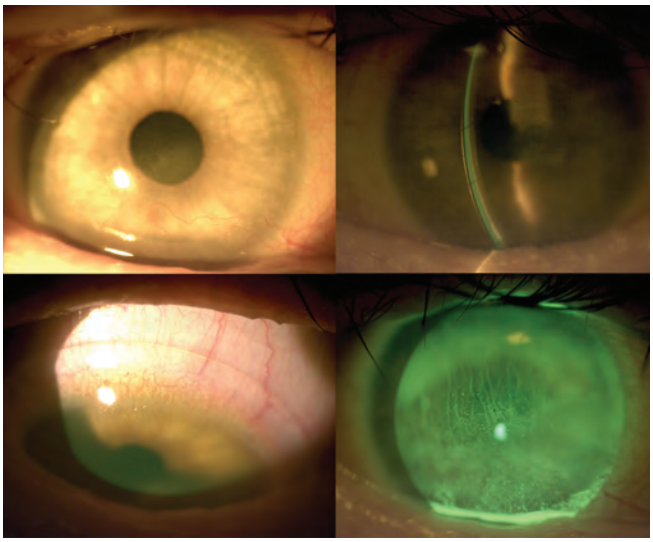


Рис. 3. Посадка склеральной контактной линзы у пациентки с синдром Стивенса — Джонсона, выраженным синдромом сухого глаза и диагностированным синдромом лимбальной недостаточности, которой не выполняли хирургическое вмешательство

Fig. 3. Scleral lens fit in a patient with Stevens-Johnson syndrome, severe dry eye syndrome, and limbal stem cell deficiency who did not undergo surgery

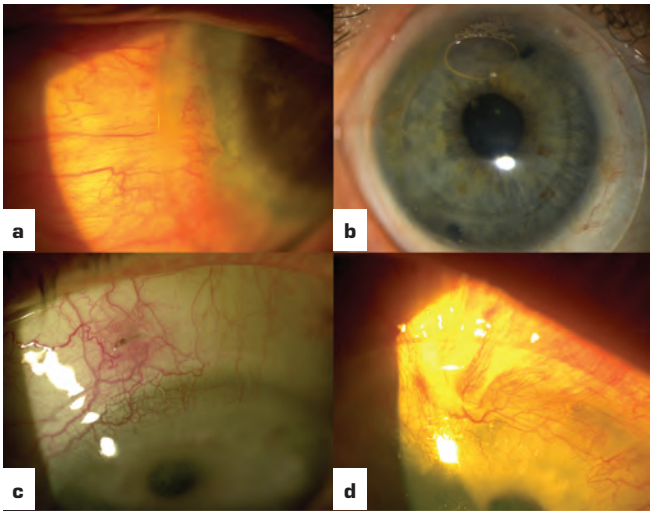


Рис. 4. Клинические примеры посадки склеральной контактной линзы: a — контакт с роговицей в паралимбальной зоне из-за анатомически неровной поверхности места перехода роговицы в склеру вследствие ожога; b — пузырь воздуха под линзой, поднятие края линзы; c — гаптические элементы поверх сосудов в норме (сосуды не сдавлены, нет гиперемии); d — гаптический элемент линзы поверх конъюнктивального паннуса

Fig. 4. Clinical examples of scleral contact lens fit: a — contact with the cornea in the paralimbal zone because of anatomically uneven surface where cornea make transition to the sclera due to an ocular burn; b — air bubble under the lens, lifting of the lens edge; c — haptic elements on top of the vessels are normal (vessels are not compressed, there is no hyperemia); d — haptic element of the lens on top of the conjunctival pannus

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Deng SX, Borderie V, Chan CC, Dana R, Figueiredo FC, Gomes JAP, Pellegrini G, Shimmura S, Kruse FE; and The International Limbal Stem Cell Deficiency Working Group. Global Consensus on Definition, Classification, Diagnosis, and Staging of Limbal Stem Cell Deficiency. Cornea. 2019 Mar;38(3):364–375. doi: 10.1097/ICO.0000000000001820.
2. Vazirani J, Mariappan I, Ramamurthy S, Fatima S, Basu S, Sangwan VS. Surgical Management of Bilateral Limbal Stem Cell Deficiency. Ocul Surf. 2016 Jul;14(3):350–364. doi: 10.1016/j.jtos.2016.02.006.
3. Sangwan VS, Basu S, MacNeil S, Balasubramanian D. Simple limbal epithelial transplantation (SLET): a novel surgical technique for the treatment of unilateral limbal stem cell deficiency. Br J Ophthalmol. 2012 Jul;96(7):931–934. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-301164.
4. Lim P, Fuchsluger TA, Jurkunas UV. Limbal stem cell deficiency and corneal neovascularization. SeminOphthalmol. 2009 May-Jun;24(3):139–148. doi: 10.1080/08820530902801478.
5. Петраевский АВ, Гндоян ИА, Тришкин КС, Виноградов АР. Глазной травматизм в Российской Федерации. Вестник офтальмологии. 2018;134(4):80–83.
   Petraevskiy AV, Gndoian IA, Trishkin KS, Vinogradov AR. Ocular traumatism in Russian Federation. The Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(4):80–83 (In Russ.). doi: 10.17116/ oftalma201813404180.
6. Борзенок СА, Малюгин БЭ, Герасимов МЮ, Островский ДС. Методические основы трансплантации аутологичного культивированного эпителия полости рта. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2021;23(1):171–177.
   Borzenok SA, Malyugin BE, Gerasimov MYu, Ostrovsky DS. Cultivated autologous oral mucosal epithelial transplantation. Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs. 2021;23(1):171–177 (In Russ.). doi: 10.15825/1995-1191-2021-1-171-177.
7. Поздеева НА, Тонаева ХД, Борзенок СА. Аллолимбальная трансплантация в лечении пациентов с недостаточностью лимбальных стволовых клеток при врожденной аниридии. Медицинский альманах. 2014;1(31):74–77.
   Pozdeeva NA, Tonaeva HD, Borzenok SA. Allolimbal transplantation in the treatment of patients with insufficiency of limbal stem cells in case of congenital aniridia. Medical almanac. 2014;1(31):74–77 (In Russ.).
8. Malyugin BE, Gerasimov MY, Borzenok SA. Glueless Simple Limbal Epithelial Transplantation: The Report of the First 2 Cases. Cornea. 2020 Dec;39(12):1588–1591. doi: 10.1097/ICO.0000000000002467.
9. Malyugin BE, Kalinnikova SY, Knyazer B, Gerasimov MY. Midterm Outcomes of Autologous Glueless Simple Limbal Epithelial Transplantation for Unilateral Limbal Stem Cell Deficiency. Cornea. 2024 Jan 1;43(1):45–51. doi: 10.1097/ICO.0000000000003279.
10. Nakamura T, Inatomi T, Sotozono C, Amemiya T, Kanamura N, Kinoshita S. Transplantation of cultivated autologous oral mucosal epithelial cells in patients with severe ocular surface disorders. Br J Ophthalmol. 2004 Oct;88:15377551; PMCID: PMC1772364.
11. Малюгин БЭ, Борзенок СА, Герасимов МЮ. Клинические результаты трансплантации аутологичного культивированного эпителия полости рта при дисфункции стволовых клеток лимба роговицы. Офтальмохирургия. 2020;4:77–85.
    Malyugin BE, Borzenok SA, Gerasimov MYu. Clinical outcomes of autologous cultured oral mucosal epithelium transplantation for treatment of limbal stem cell deficiency. Fyodorov J. OphthalmicSurg. 2020;4:77–85 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2020-4-77-85.
12. Malyugin B, Kalinnikova S, Isabekov R, Ostrovskiy D, Knyazer B, Gerasimov M. Diagnostic Algorithm for Surgical Management of Limbal Stem Cell Deficiency. Diagnostics (Basel). 2023 Jan 5;13(2):199. doi: 10.3390/diagnostics13020199.
13. Holland EJ. Management of Limbal Stem Cell Deficiency: A Historical Perspective, Past, Present, and Future. Cornea. 2015 Oct;34 Suppl 10:S9–15. doi: 10.1097/ICO.0000000000000534.
14. Калинников ЮЮ, Измайлова СБ, Рагимова ЛФ, Исмаилова ЗМ, Калинникова СЮ, Сагоненко ДА. Клинико-функциональные результаты комбинированного хирургического лечения пациента с кератоконусом: опыт 10-летнего наблюдения. Офтальмология. 2025;22(1):191–199.
    Kalinnikov YuYu, Izmailova SB, Ragimova LF, Ismailova ZM, Kalinnikova SYu, Sagonenko DA. Clinical and Functional Results of Combined Surgical Treatment of a Patient with Keratoconus: 10-year Follow-up Experience. Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):191–199 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-1-191-199.
15. Nguyen MTB, Thakrar V, Chan CC. EyePrintPRO therapeutic scleral contact lens: indications and outcomes. Can J Ophthalmol. 2018 Feb;53(1):66–70. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.07.026.
16. Степанова ЛИ, Алексеева МС. Клинический опыт применения склеральных линз для коррекции индуцированных аметропий. The EYE GLAZ. 2020;22(2(130)):16–20.
    Stepanova LI, Alekseeva MS. Clinical experience with scleral lenses for correction of induced ametropia. The EYE GLAZ. 2020;2:16–20 (In Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2020-2-16-20.
17. Юсеф ЮН, Осипян ГА, Аверич ВВ, Будникова ЕА, Абаев АЗ. Возможности контактной коррекции после кератопластики. Вестник офтальмологии. 2024;140(4):98–103.
    Yusef YuN, Osipyan GA, Averich VV, Budnikova EA, Abaev AZ. Options for contact correction after keratoplasty. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(4):98–103 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414004198.
18. Бакалова НА. Алгоритм подбора кастомизированных мини-склеральных линз на базе платформы «OKVision® SMARTFITTM». The EYE ГЛАЗ. 2021;23(1):41–51.
    Bakalova NA. "OKVision® SMARTFITTM" customizable mini-scleral lenses fitting guide. The EYE GLAZ. 2021;23(1):41–51 (In Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2021-1-41-51.
19. Dimit R, Gire A, Pflugfelder SC, Bergmanson JP. Patient ocular conditions and clinical outcomes using a PROSE scleral device. Cont Lens Anterior Eye. 2013 Aug;36(4):159–163. doi: 10.1016/j.clae.2013.02.004.
20. Мягков АВ, Игнатова НВ. Наш опыт оптической коррекции последствий радиальной кератотомии с помощью склеральных линз. Клинические случаи. Российский офтальмологический журнал. 2017;10(2):92–96.
    Myagkov AV, Ignatova NV. Our experience in optical correction of radial keratotomy consequences by scleral lenses. Clinical cases. Russian Ophthalmological Journal. 2017;10(2):92–96 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-92-96.
21. Папанян СС, Федотова К, Грабовецкий ВР, Андриенко ГВ, Новиков СА. Опыт применения жестких газопроницаемых склеральных контактных линз у пациентов с низкими зрительными функциями. Современная оптометрия. 2017;5:10–16.
    Papanyan SS, Fedotova K, Grabovetsky VR, Andrienko GV, Novikov SA. Experience in the use of rigid gas permeable scleral contact lenses in patients with low visual functions. Sovremennaya optometriya. 2017;5:10–16 (In Russ.).
22. Michaud L, Lipson M, Kramer E, Walker M. The official guide to scleral lens terminology. Cont Lens Anterior Eye. 2020 Dec;43(6):529–534. doi: 10.1016/j.clae.2019.09.006.
23. Листратов СВ, Бакалова НА, Аверич ВВ. Технология производства склеральных контактных линз OKVision® SMARTFITTM. The EYE ГЛАЗ. 2021;23(2):47–52.
    Listratov SV, Bakalova NA, Averich VV. OKVision® SMARTFITTM scleral contact lens manufacturing technology. The EYE GLAZ. 2021;23(2):47–52 (In Russ.). doi: 10.33791/22224408202124752.
24. Аляева ОО, Рябенко ОИ, Тананакина ЕМ, Юшкова ИС. Опыт применения склеральных линз Zenlens для зрительной реабилитации пациентов с иррегулярной роговицей. Российский офтальмологический журнал. 2018;11(4):68–74.
    Alyaeva OO, Ryabenko OI, Tananakina EM, Yushkova IS. Zenlens scleral lenses for visual rehabilitation of patients with irregular cornea: a usage experience. Russian ophthalmological journal. 2018;11(4):68–74 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-4-68-74.
25. Tougeron-Brousseau B, Delcampe A, Gueudry J, Vera L, Doan S, Hoang-Xuan T, Muraine M. Vision-related function after scleral lens fitting in ocular complications of Stevens-Johnson syndrome and toxic epidermal necrolysis. Am J Ophthalmol. 2009 Dec;148(6):852–859.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2009.07.006.
26. Ciralsky JB, Chapman KO, Rosenblatt MI, Sood P, Fernandez AG, Lee MN, Sippel KC. Treatment of Refractory Persistent Corneal Epithelial Defects: A Standardized Approach Using Continuous Wear PROSE Therapy. Ocul Immunol Inflamm. 2015 Jun;23(3):219–224. doi: 10.3109/09273948.2014.894084.
27. Bavinger JC, DeLoss K, Mian SI. Scleral lens use in dry eye syndrome. Curr Opin Ophthalmol. 2015 Jul;26(4):319–324. doi: 10.1097/ICU.0000000000000171.
28. Foulks GN, Forstot SL, Donshik PC, Forstot JZ, Goldstein MH, Lemp MA, Nelson JD, Nichols KK, Pflugfelder SC, Tanzer JM, Asbell P, Hammitt K, Jacobs DS. Clinical guidelines for management of dry eye associated with Sjögren disease. OculSurf. 2015 Apr;13(2):118–132. doi: 10.1016/j.jtos.2014.12.001.
29. Rosenthal P, Croteau A. Fluid-ventilated, gas-permeable scleral contact lens is an effective option for managing severe ocular surface disease and many corneal disorders that would otherwise require penetrating keratoplasty. Eye Contact Lens. 2005 May;31(3):130–134. doi: 10.1097/01.icl.0000152492.98553.8d.
30. Федотова К, Грабовецкий ВР, Новиков СА, Эзугбая М. Минисклеральные контактные линзы в лечении пациентов с синдромом сухого глаза (первый собственный опыт применения). Офтальмологические ведомости. 2019;12(1):5–12.
    Fedotova K, Grabovetsky VR, Novikov SA, Ezugbaya M. Miniscleral lenses in the treatment of patients with dry eye syndrome (first own experience). Ophthalmology Journal. 2019;12(1):5–12 (In Russ.). doi: 10.17816/OV1215-12.
31. Татарникова ЕБ, Кривошеина ОИ. Синдром «сухого глаза»: современные аспекты этиологии и патогенеза. Клиническая офтальмология. 2020;20(3):128–132.
    Tatarnikova EB, Krivosheina OI. State-of-the-art etiology and pathogenesis of dry eye. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(3):128–132 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-3-128-132.
32. Harthan J, Nau CB, Barr J, Nau A, Shorter E, Chimato NT, Hodge DO, Schornack MM. Scleral Lens Prescription and Management Practices: The SCOPE Study. Eye Contact Lens. 2018 Sep;44 Suppl 1:S228–S232. doi: 10.1097/ICL.0000000000000387.
33. Schornack MM. Limbal stem cell disease: management with scleral lenses. Clin Exp Optom. 2011 Nov;94(6):592–594. doi: 10.1111/j.1444-0938.2011.00618.x.
34. Pullum KW, Whiting MA, Buckley RJ. Scleral contact lenses: the expanding role. Cornea. 2005 Apr;24(3):269–277. doi: 10.1097/01.ico.0000148311.94180.6b.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Калинникова Светлана Юрьевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории трансплантологии и клеточной биологии Центра фундаментальных и прикладных медико-биологических проблем
https://orcid.org/0000-0002-9109-2400

Измайлова Светлана Борисовна
доктор медицинских наук, заведующая отделом трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
https://orcid.org/0000-0002-3516-1774

Халилова Тэлли Али кызы
врач-офтальмолог, аспирант отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
https://orcid.org/0000-0002-1320-5756

Костюченкова Наталья Витальевна
кандидат медицинских наук, сотрудник отделения очковой и контактной коррекции зрения

ABOUT THE AUTHORS

Kalinnikova Svetlana Yu.
PhD, research fellow at the Laboratory of Transplantation and Cellular Biology at the Center for Fundamental and Applied Medical and Biological Problems
https://orcid.org/0000-0002-9109-2400

Izmaylova Svetlana B.
MD, head of the Anterior Segment Transplant and Optical Reconstructive Surgery Department
https://orcid.org/0000-0002-3516-1774

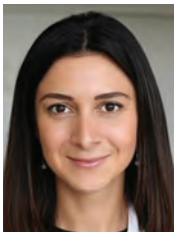
Khalilova Telli A.
ophthalmologist of the Anterior Segment Transplant and Optical Reconstructive Surgery Department
https://orcid.org/0000-0002-1320-5756

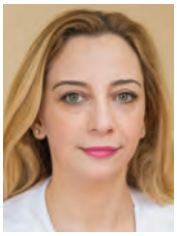
Kostjuchenkova Natalia V.
PhD, employee of the of spectacle and contact lens Correction Department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-360-364

поступила 07.07.25
was received 07.07.25

Изменения показателей объемного внутриглазного кровотока при регматогенной отслойке сетчатки





Ю.Н. Юсеф А.Г. Матющенко Л. Алхарки Э.Э. Казарян
А.А. Рафаелян, Д.М. Сафонова, К.В. Барышев, Аль Харки Ю., А.М. Хангишиева

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б. Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):360–364**

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) относится к одному из самых тяжелых заболеваний органа зрения. Существует мнение о ключевом значении влияния внутриглазной гемодинамики на морфофункциональные изменения макулярной зоны при РОС. **Цель:** проанализировать изменения показателей объемного внутриглазного кровотока при регматогенной отслойке сетчатки. **Пациенты и методы.** В исследование были включены 11 пациентов (22 глаза) с диагнозом «первичная РОС macula-off» давностью до 30 суток. Основную группу составили пациенты с РОС, в контрольную группу вошли парные глаза тех же пациентов. Была проведена оценка глазного пульсового кровотока с помощью флоуметрии. **Результаты.** При корреляционном анализе давности отслойки сетчатки с другими исследуемыми признаками определена очень высокая отрицательная корреляционная связь с параметром PA (p = 0,002), высокая отрицательная связь с OFB (p = 0,04) и PV (p = 0,01). Не было обнаружено достоверной корреляции с переменными IOP и PR. **Заключение.** В результате данного исследования были установлены нарушения в системе объемного глазного кровотока (ОГК) у пациентов с первичной РОС, однако требуется проведение дальнейших исследований для определения и исключения факторов, способствующих усугублению патологических микрососудистых нарушений при РОС.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки, кровоток, сетчатка, стекловидное тело

Для цитирования: Юсеф Ю.Н., Матющенко А.Г., Алхарки Л., Казарян Э.Э., Рафаелян А.А., Сафонова Д.М., Барышев К.В., Аль Харки Ю., Хангишиева А.М. Изменения показателей объемного внутриглазного кровотока при регматогенной отслойке сетчатки. *Офтальмология.* 2026;23(2):360–364. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-360-364

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Changes in Volumetric Intraocular Blood Flow Parameters in Rhegmatogenous Retinal Detachment

Yu.N. Yusef, A.G. Matyuschenko, L. Alkharki, E.E. Kazaryan, A.A. Rafaelyan, D.M. Safonova, K.V. Baryshev, Al-Harki Y., A.M. Khangishieva

M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11a, b, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):360–364

Rhegmatogenous retinal detachment (RRD) is one of the most severe diseases of the visual organ. There is an opinion about the key importance of changes in intraocular hemodynamics on morphofunctional changes in the macular zone in RRD. **Objective:** to evaluate changes in the volumetric intraocular blood flow in rhegmatogenous retinal detachment. **Materials and methods.** The study included 11 patients (22 eyes) with a diagnosis of primary RRD macula-off up to 30 days old. The main group consisted of eyes with RRD, the control group included paired eyes of the same patients. **Results.** In the correlation analysis of the duration of retinal detachment with other studied features, a very high negative correlation was observed with the PA parameter (p = 0.002), a high negative correlation with OFB (p = 0.04) and PV (p = 0.01). No reliable correlation was found with the IOP and PR variables. **Conclusion.** As a result of this study, disturbances in the OBF system in patients with primary RRD were established, however, further studies are required to identify and exclude factors contributing to the aggravation of pathological microvascular disturbances in RRD.

Keywords: rhegmatogenous retinal detachment, blood flow, retina, vitreous body

For citation: Yusef Yu., Matyuschenko A.G., Alkharki L., Kazaryan E.E., Rafaelyan A.A., Safonova D.M., Baryshev K.V., Al-Harki Y., Khangishieva A.M. Changes in Volumetric Intraocular Blood Flow Parameters in Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):360–364. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-360-364

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) относится к одному из самых тяжелых заболеваний органа зрения, которое в случае отсутствия проведения правильных и незамедлительных хирургических мероприятий может повлечь за собой катастрофические последствия из-за необратимого снижения зрения вплоть до потери глаза как органа [1]. РОС является социально значимым заболеванием, являясь причиной инвалидности по зрению у 2–9 % пациентов [2]. Морфологически РОС представляет собой отслойку нейроэпителия (НЭ) сетчатки от подлежащего ретинального пигментного эпителия (РПЭ).

Ретинальная ткань, наряду с другими элементами нервной системы, требует непрерывного снабжения ее клеток кислородом. Например, при полном прекращении кровообращения в сетчатке, вызванном резким повышением внутриглазного давления (ВГД) до величин, превышающих системное артериальное давление, необратимая потеря зрительных функций может наступить всего через 4–9 секунд [3]. Тем не менее в хирургической практике достаточно часто наблюдается парадоксальный факт: несмотря на то что удается достичь положительных анатомических результатов после эндовитреальной операции, зрительные функции не всегда оказываются удовлетворительными. Это происходит даже в тех случаях, когда в области макулы отсутствуют явные офтальмоскопические изменения [4–7].

В литературе имеются сведения о зависимости остроты зрения в послеоперационном периоде от степени и характера нарушений правильности архитектоники фовеального профиля и морфологической структуры макулярной зоны [8]. Однако патофизиологические механизмы, приводящие к этим изменениям, еще окончательно не изучены. Считается, что одним из основополагающих факторов, способствующих морфофункциональным повреждениям макулы, является изменение внутриглазной гемодинамики [9, 10].

Основная часть базовых знаний о регуляции кровотока в сетчатке была получена из исследований, проводимых на животных с применением инвазивных методик. Тем не менее в последние десятилетия значительные достижения в области оптики и лазерной технологии привели к разработке множества неинвазивных методов, которые были использованы для изучения гемодинамики сетчатки у человека. Эти методы, в частности, позволили исследовать регуляцию кровотока в сетчатке в ответ на различные физиологические и фармакологические воздействия [11].

Однако остается актуальным изучение характера зависимости между изменениями внутриглазных гемодинамических параметров и давностью возникновения РОС.

Цель исследования: проанализировать изменения показателей объемного глазного кровотока (ОГК) при регматогенной отслойке сетчатки.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 11 пациентов (22 глаза) с диагнозом «первичная РОС macula-off» давностью

до 30 суток. Критериями невключения пациентов в исследование были наличие глаукомы, патологии зрительного нерва, сахарного диабета 1-го и 2-го типов, помутнений оптических сред глаза, РОС и пролиферативной витреоретинопатии начиная со стадии С1 включительно по классификации Retina Society Terminology Committee, а также тяжелой общесоматической сопутствующей патологии, острого нарушения мозгового кровообращения, острого коронарного синдрома в анамнезе, некомпенсированной гипертонической болезни. Исследуемые глаза были разделены на 2 группы. Основную группу составили глаза с регматогенной отслойкой сетчатки, в контрольную группу вошли парные глаза тех же пациентов.

Помимо стандартного офтальмологического обследования, всем пациентам было выполнено исследование пульсового глазного кровотока (флоуметрия) с помощью анализатора глазного кровотока (Blood flow Analyzer фирмы "Paradigm", США). Анализатор глазного кровотока, или флоуметр, представляет собой пневмотонограф с непрерывной струей подаваемого в специальный мембранный роговичный датчик воздуха, позволяющий улавливать естественные пульсовые колебания ВГД. По величине прироста внутриглазного давления в фазу систолы и наоборот — его снижения в диастолу флоуметр рассчитывает ряд показателей, в частности величину ОГК, отражающую объем крови, протекающей через сосудистую систему глаза за единицу времени, и значение среднего тонометрического ВГД [12].

Протокол исследования на анализаторе глазного кровотока включает следующие показатели:

- Minimum, Maximum, Average Intraocular Pressure — минимальное, максимальное и среднее значение ВГД (мм рт. ст.);
- Pulse Amplitude — амплитуда глазного пульса (мм рт. ст.) — измерение диапазона пульсовой волны (максимальное ВГД — минимальное ВГД);
- Pulse Volume — объем глазного пульса (мкл) — расчет объема крови, необходимого для индуцирования разницы давления амплитуды пульсовой волны;
- Systolic and Diastolic Time — систолическое и диастолическое время (с) — средняя продолжительность систолической и диастолической фазы в пульсовом цикле;
- Pulse Rate — частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) — частота пульса, измеренного на глазном яблоке;
- Pulsatile Ocular Blood Flow (OBF) — пульсовой объемный глазной кровоток (ОГК, мкл/сек.);
- OBF % Standard Deviation — (ОГК % стандартное отклонение) стандартное отклонение значений ОГК для пяти пульсовых волн, выраженное в процентах;
- IDR (Inflow Duration Ratio) — отношение систолического времени ко всему сердечному циклу (ОСВ);
- MNI (Maximum Net Inflow) — максимальная скорость крови, поступающей в глаз.

Математическую и статистическую обработку полученных в ходе исследований данных проводили с использованием стандартных пакетов программы SPSS 26.0 (Statistical Package for the Social Science).

Проверка нормальности распределения признаков выполнялась при помощи критерия Колмогорова — Смирнова. Переменные IOP, PA, PV, PR, OFB имели нормальное распределение, в то время как распределение признаков «давность отслойки» и «давность отслойки макулы» отличалось от нормального.

Ввиду наличия нормального распределения всех исследуемых при анализе межгрупповых различий признаков (IOP, PA, PV, PR, OFB) применялся t-критерий для парных выборок. Во всех случаях различия считали значимыми при достижении уровня $p > 0,05$.

Учитывая наличие переменных с распределением, отличным от нормального, при корреляционном анализе использовался коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Полученную корреляцию считали статистически значимой при $p < 0,05$.

Данные представлены в формате $M \pm \sigma$, где M — среднее значение, σ — среднеквадратичное отклонение.

В работе с пациентами соблюдали этические принципы, предъявляемые Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki).

Таблица 1. Характеристика пациентов

Table 1. Characteristics of patients

Пол (муж/жен) Gender (male/female)	Возраст (M ± σ, лет) Age (M ± σ, years)	Давность отслойки (M ± σ, суток) Duration of detachment (M ± σ, days)	Давность отслойки макулярной области (M ± σ, суток) Duration of macular detachment (M ± σ, days)
6/5	46,0 ± 16,8	15,0 ± 12,4	9,7 ± 13,4

Таблица 2. Межгрупповое сравнение показателей ОГК

Table 2. Intergroup comparison of OBF indicators

Показатель Parameter	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group	*p*
IOP	11,2 ± 5,0	17,0 ± 4,9	<0,001
PA	3,1 ± 1,5	3,7 ± 1,8	0,04
PV	6,8 ± 4,2	7,2 ± 2,7	0,7
PR	67,7 ± 11,5	64,8 ± 13,4	0,1
OFB	14,5 ± 7,9	14,4 ± 3,9	0,9

РЕЗУЛЬТАТЫ

Общая характеристика пациентов представлена в таблице 1.

При анализе межгрупповых различий показатели IOP и PA были статистически достоверно ниже в основной группе ($p < 0,001$ и $p = 0,04$), в то время как другие показатели внутриглазного кровотока существенно не отличались. Подробные данные межгруппового сравнения представлены в таблице 2.

При корреляционном анализе связи давности отслойки сетчатки с другими исследуемыми признаками

очень высокая отрицательная корреляционная связь наблюдалась с параметром PA (p = 0,002), высокая отрицательная связь — с OFB (p = 0,04) и PV (p = 0,01). Не было обнаружено достоверной корреляции с переменными IOP и PR.

Полученные данные свидетельствуют о наличии признаков ишемии, возникшей в результате дисбаланса в механизмах, участвующих в регуляции внутриглазного кровотока.

ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что уровень восстановления остроты зрения напрямую зависит от выраженности хориоретинального дефицита в области макулы и скорости его исчезновения [10]. Считается, что определяющей для глазного кровотока является величина пульсового и минутного объема крови. Основную роль в возникновении глазного пульса играют увеальные сосуды, поскольку объем содержащейся в них крови намного превышает количество крови в центральной артерии сетчатки [13].

В литературе существуют данные, свидетельствующие о наличии положительной корреляции между снижением скорости внутриглазного кровотока и внутриглазным давлением у пациентов с РОС [14].

В 2006 г. R. Sugawara и соавт. опубликовали результаты исследования по оценке скорости хориоидального кровотока с помощью лазерной доплеровской флоуметрии у пациентов с РОС macula-on. Авторами была зафиксирована нормализация кровотока до нормальных значений через 12 недель после хирургического лечения [15]. Похожие выводы сделали T. Eshita и соавт., которые наблюдали положительную динамику параметров объемного глазного кровотока уже через 1 месяц после эписклерального пломбирования, проведенного по поводу РОС [16].

Можно предположить, что наличие РОС в совокупности с гипоксическим повреждением, вызванным отслойкой НЭ от РПЭ, способствует возникновению ишемического повреждения в результате изменений в ретинальных сосудах и повышения уровня медиаторов воспаления, вследствие этого ухудшаются показатели регионарного глазного кровотока (РГК) и ОГК [17–19].

ВЫВОДЫ

На сегодняшний день становится понятным факт наличия структурных нарушений ретинальных и субретинальных микроструктур, а также нарушений в системе ОГК и РГК, однако требуется проведение дальнейших исследований для определения и исключения факторов, способствующих усугублению патологических микрососудистых нарушений, выявляемых после успешного хирургического лечения РОС, и поиск способов терапевтического воздействия, направленных на коррекцию данных нарушений.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Ю.Н. — редактирование:
Матющенко А.Г. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста;
Алхарки Л. — концепция и дизайн исследования;
Казарян Э.Э. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Рафаелян А.А. — сбор и обработка материала;
Сафонова Д.М. — сбор и обработка материала;
Барышев К.В. — статистическая обработка;
Аль Харки Ю. — написание текста;
Хангишиева А.М. — написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Дога АВ, Шкворченко ДО, Крыль ЛА. Регматогенная отслойка сетчатки: современные подходы к лечению. Клиническая офтальмология. 2020;20(2):72–78.
   Doga AV, Shkvorchenko DO, Kryl' LA. Rhegmatogenous retinal detachment: current treatment approaches. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(2):72–78 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-2-72-78.
2. Mitry D, Charteris DG, Fleck BW. The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations. The British Journal of Ophthalmology. 2010;94(6):678–684. doi: 10.1136/bjo.2009.157727.
3. Anderson B Jr., Saltzman HA. Retinal Oxygen Utilization Measured by Hyperbaric Blackout. Arch Ophthalmol. 1964;72:792–795.
4. Якимов АП, Зайка ВА. Комплексная оценка структурно-функционального состояния заднего отрезка глаза после хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2011;6:141–143.
   Yakimov AP, Zaika VA. Complex assessment of structural and functional status of posterior segment after surgery for reghmatogenous retinal detachment. Bulletin of the East Siberian Scientific Center SBRAMS. 2011;6:141–143 (In Russ.).
5. Colucciello M, Rasier R. Rhegmatogenous retinal detachment. Phys. Sportsmed. 2009;37(2):59–65.
6. Байбородов ЯВ. Прогнозирование функциональных исходов витреоретинальных операций: автореф. дис. … канд. мед. наук. СПб., 2006. 24 с.
   Bayborodov YaV. Forecasting of functional outcomes vitreoretinal surgery: Dissertation abstracts. Saint Petersburg, 2006. 24 p. (In Russ.).
7. Егоров ВВ, Егоров АВ, Смолякова ГП. Возможности клинического прогнозирования уровня восстановления зрительных функций у больных с анатомическим прилеганием сетчатки после эндовитреальной хирургии регматогенной отслойки сетчатки с пролиферативной витреоретинопатией. Современные технологии в офтальмологии. 2016:2:116–119.
   Egorov VV, Egorov AV, Smolyakova GP. Possibilities of clinical prediction of the level of restoration of visual functions in patients with anatomical adhesion of the retina after endovitreal surgery of rhegmatogenous retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy. Modern technologies in ophthalmology. 2016:2:116–119 (In Russ.).
8. Егоров ВВ, Егоров АВ, Смолякова ГП. Прогнозирование уровня восстановления зрительных функций у больных с анатомическим прилеганием сетчатки после эндовитреальной хирургии регматогенной отслойки сетчатки с пролиферативной витреоретинопатией. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2017;1:39–41.
   Egorov VV, Egorov AV, Smolyakova GP. Prediction of the level of visual rehabilitation in patients with complete retinal reattachment after vitreoretinal surgery for rhegmatogenous retinal detachment and proliferative vitreoretinopathy. RMJ. Clinical ophthalmology. 2017;1:39–41 (In Russ.).
9. Аванесова ТА, Кожухов АА, Жаворонков СА. Причины снижения остроты зрения у больных, перенесших хирургическое вмешательство по поводу регматогенной отслойки сетчатки, по данным оптической когерентной томографии. Вестник Российского государственного медицинского университета. 2015;1:70–75.
   Avanesova TA, Kozhukhov AA, Zhavoronkov SA. Reasons for the decrease in visual acuity in patients after surgery for rhegmatogenous retinal detachment, according to optical coherence tomography. Bulletin of the Russian State Medical University. 2015;1:70–75 (In Russ.).
10. Егоров ВВ, Егоров АВ, Смолякова ГП. Особенности хориоретинального кровотока у пациентов с различной остротой зрения после эндовитреальной хирургии регматогенной отслойки сетчатки с анатомическим эффектом. Тихоокеанский медицинский журнал. 2018;2(72):5–58.
    Egorov VV, Egorov AV, Smolyakova GP. Features of chorioretinal blood flow in patients with different visual acuity after endovitreal surgery of rhegmatogenous retinal detachment with anatomical effect. Pacific Medical Journal, 2018;2(72):55–58 (In Russ.). doi: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.2.55-58.
11. Юсеф Ю, Казарян ЭЭ, Рафаэлян АА, Шашорина СА. Особенности глазного кровотока и методы его исследования. Офтальмология. 2023;20(1):33–40.
    Yusef NYu, Kazaryan EE, Rafaelyan AA, Shashorina SA. Features of Ocular Blood Flow and Methods for Its Study. Ophthalmology in Russia. 2023;20(1):33–40 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-1-33-40.
12. Pournaras CJ, Riva CE. Retinal blood flow evaluation. Ophthalmologica. 2013;229(2): 61–74. doi: 10.18008/1816-5095-2023-1-33-40.

13. Мамиконян ВР, Шмелева-Демир ОА, Макашова НВ. Объемные показатели офтальмогемодинамики при миопии и сопутствующей глаукоме с «нормализованным» давлением. Национальный журнал глаукома. 2015;14(2):14–21.
Mamikonyan VR, Shmeleva-Demir OA, Makashova NV. Volumetric indicators of ophthalmohemodynamics in myopia and concomitant glaucoma with "normalized" pressure. National journal glaucoma. 2015;14(2):14–21 (In Russ.).
14. Мамиконян ВР, Шмелева-Демир ОА, Харлап СИ. Изменения гемодинамики глаза при миопии различной степени. Вестник офтальмологии. 2013;129(6):24–27.
Mamikonyan VR, Shmeleva-Demir OA, Harlap SI. Changes in eye hemodynamics in myopia of varying degrees. Annals of Ophthalmology. 2013;129(6):24–27 (In Russ.).
15. Roldán Pallarés M, Ossama IA, Contreras E, Hernández J, Ganado T, Bravo C. Flujo sanguíneo ocular y características del desprendimiento de retina [Ocular blood flow and characteristics of retinal detachment]. Arch Soc Esp Oftalmol. 2001 Jun;76(6):351–356. Spanish.
16. Sugawara R, Nagaoka T, Kitaya N, Fujio N, Takahashi J, Takahashi A, Yokota H, Yoshida A. Choroidal blood flow in the foveal region in eyes with rhegmatogenous retinal detachment and scleral buckling procedures. Br J Ophthalmol. 2006 Nov;90(11):1363–1365. doi: 10.1136/bjo.2006.097485.
17. Eshita T, Shinoda K, Kimura I, Kitamura S, Ishida S, Inoue M, Mashima Y, Katsura H, Oguchi Y. Retinal blood flow in the macular area before and after scleral buckling procedures for rhegmatogenous retinal detachment without macular involvement. Jpn J Ophthalmol. 2004 Jul-Aug;48(4):358–363. doi: 10.1007/s10384-004-0096-5. PMID: 15295662.
18. Bonfiglio V, Ortisi E, Scollo D, Reibaldi M, Russo A, Pizzo A, Longo A. Vascular changes after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: optical coherence tomography angiography study. Acta Ophthalmol. 2020 Aug;98(5):e563–e569. doi: 10.1111/aos.14315.
19. Нероев ВВ, Киселева ТН, Зайцева ОВ, Кружкова ГВ, Кузнецова ИС. Исследование гемодинамики в сосудах глаза и орбиты у пациентов с пролиферативной витреоретинопатией при регматогенной отслойке сетчатки. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2012;11(3):23–27.
Neroev VV, Kiseleva TN, Zaitseva OV, Kruzhkova GV, Kuznetsova IS. Circulatory parameters in the vessels of eye and orbit in regmatogenous retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy. Regional blood circulation and microcirculation. 2012;11(3):23–27 (In Russ.). doi: 10.24884/1682-6655-2012-11-3-23-27.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юсеф Наим Юсеф
профессор, доктор медицинских наук, директор
https://orcid.org/0000-0003-4043-456X

Матющенко Анна Георгиевна
научный сотрудник отдела инновационных витреоретинальных технологий
https://orcid.org/0000-0002-0263-4096

Алхарки Лаис
кандидат медицинских наук, заведующий отделом
современных методов лечения в офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-6791-4219

Казарян Элина Эдуардовна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела
современных методов лечения в офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-0391-4695

Рафаелян Ашхен Альбертовна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела
современных методов лечения в офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-2768-3027

Сафонова Дарья Максимовна
кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отдела
современных методов лечения в офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-5082-1494

Барышев Константин Владимирович
младший научный сотрудник отдела инновационных
витреоретинальных технологий
https://orcid.org/0000-0003-0927-430X

Юсеф Аль Харки
студент
https://orcid.org/0009-0003-8440-3383

Хангишиева Аминат Мурадовна
клинический ординатор
https://orcid.org/0009-0006-9814-3502

ABOUT THE AUTHORS

Yusef Yusef N.
MD, Professor, director
https://orcid.org/0000-0003-4043-456X

Matyuschenko Anna G.
Researcher, Department of Innovative Vitreoretinal Technologies
https://orcid.org/0000-0002-0263-4096

Alharki Lais
PhD, head of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0001-6791-4219.

Khazaryan Elina E.
MD, senior researcher of the Modern Treatment Methods
in Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-0391-4695

Rafaelyan Ashkhen A.
PhD, researcher of the Modern Treatment Methods
in Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-2768-3027

Safonova Daria M.
PhD, junior researcher of the Modern Treatment Methods
in Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-5082-1494

Baryshev Konstantin V.
junior researcher of the Innovative Vitreoretinal Technologies Department
https://orcid.org/0000-0003-0927-430X

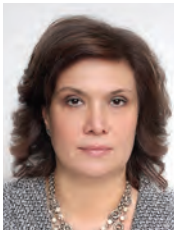
Al-Harki Yousef
student
https://orcid.org/0009-0003-8440-3383

Khangishieva Aminat M.
clinical resident
https://orcid.org/0009-0006-9814-3502

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-365-372

поступила 17.03.26
was received 17.03.26

Эффективность медицинской реабилитации детей после оперативного лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия



В.Л. Точилина[1] О.В. Юрова[2]

[1] Глазная клиника «ИРИС» доктора О.Б. Кочмала
ул. Красноармейская, 180, Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация

[2] ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины имени С.И. Спасокукоцкого ДЗМ»
ул. Земляной Вал, 53, стр. 1, Москва, 105120, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):365–372**

Цель исследования — разработка и оценка эффективности сочетанного применения транскраниального и орбитального применения низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляции у детей после оперативного лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия. **Пациенты и методы.** Проведено рандомизированное проспективное контролируемое исследование в параллельных группах у 66 детей (132 глаза) обоего пола в возрасте от 5 до 11 лет в раннем послеоперационном периоде после хирургического лечения косоглазия. В контрольной группе проводили базовое лечение: ортоптические и тренировочные упражнения. В группе сравнения на фоне базового лечения назначали комплексное применение низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляции сетчатки. В основной группе на фоне базового лечения проводили сочетанное применение транскраниальной и орбитальной методики низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляции сетчатки. Процедуры магнитотерапии и фотостимуляции выполняли на аппарате «АМО-АТОС». Продолжительность лечения во всех группах составила 10 процедур, проводимых ежедневно. Методы исследования включали сбор жалоб, анамнез заболевания, авторефрактометрию, визометрию, определение абсолютной и относительной аккомодации, угла косоглазия, характера зрения, изучение гемодинамических показателей в сосудах глаза. Статистическая обработка проводилась с помощью программы STATISTICA 12.0. **Результаты.** Сочетанное применение транскраниальной и орбитальной методики низкочастотной магнитотерапиии и фотостимуляции в раннем послеоперационном периоде у детей, перенесших хирургическое лечение по поводу сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия, позволяет существенно повысить остроту зрения, достоверно значимо увеличить показатели абсолютной и относительной аккомодации, гемодинамические показатели в задних длинных цилиарных артериях, повысить количество пациентов с бинокулярным устойчивым зрением до 54,5 %, превосходя по эффективности комплексное применение магнитотерапии по орбитальной методике и фотостимуляции и базовое лечение, а также улучшить полученные показатели в отдаленном периоде.

Ключевые слова: косоглазие, магнитотерапия, фотостимуляция, амблиопия, восстановительное лечение

Для цитирования: Точилина В.Л., Юрова О.В. Эффективность медицинской реабилитации детей после оперативного лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия. *Офтальмология.* 2026;23(2):365–372. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-365-372

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The Effectiveness of Restorative Treatment of Children after Surgical Treatment of Concomitant Convergent Alternating Strabismus using Low-frequency Magnetic Therapy and Photostimulation

V.L. Tochilina[1], O.V. Yurova[2]

[1] Ophthalmological Clinic "IRIS" O.B. Kochmala
Krasnoarmeyskaya str., 180, Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation

[2] Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine named after S.I. Spasokukotsky
Zemlyanoy Val str., 53, Moscow, 105120, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):365–372**

The aim of the study was to develop and evaluate the efficacy of combined use of transcranial and orbital low-frequency magnetic therapy and photostimulation in children after surgical treatment for convergent alternating partial accommodative strabismus. **Methods.** A randomized prospective, controlled, parallel-group trail was conducted in 66 children (132 eyes), male and female, aged 5 to 11 years, in the early postoperative period following strabismus surgery. The control group received basic treatment: orthoptic and training exercises. The comparison group received complex low-frequency magnetic therapy and retinal photostimulation alongside basic treatment. The main group received combined transcranial and orbital low-frequency magnetic therapy and retinal photostimulation alongside basic treatment. Magnetic therapy and photostimulation procedures were performed using the "AMO-ATOS" device. The treatment duration in all groups was 10 sessions performed daily. Research methods included collecting complaints, medical history, autorefractometry, visometry, determining absolute and relative accommodation, strabismus angle, vision characteristics and studying hemodynamic parameters in the ocular vessels. Statistical processing was performed using "STATISTICA 12.0" software. **Results.** The combined use of transcranial and orbital low-frequency magnetic therapy and photostimulation in the early postoperative period in children who have undergone surgery for convergent alternating partial accommodative strabismus allows for a significant increase in visual acuity, a reliably significant increase in absolute and relative accommodation, hemodynamic indicators in the posterior long ciliary arteries, an increase in the number of patients with binocular stable vision to 54.5 %, surpassing in effectiveness the complex use of orbital magnetic therapy and photostimulation and basic treatment, as well as improving the obtained indices in the long term.

Keywords: strabismus, magnetic therapy, photostimulation, amblyopia, restorative treatment

For citation: Tochilina V.L., Yurova O.V. The Effectiveness of Restorative Treatment of Children after Surgical Treatment of Concomitant Convergent Alternating Strabismus using Low-frequency Magnetic Therapy and Photostimulation. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):365–372. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-365-372

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Повышение функциональных резервов зрительного анализатора и восстановление его оптимальной работоспособности с применением немедикаментозных методов реабилитации является одним из приоритетных направлений современной офтальмологии и восстановительной медицины [1, 2].

При этом разработка новых высокоэффективных методов восстановительного лечения для детей с аномалиями рефракции и косоглазием с амблиопией, которые составляют до 90 % всех случаев ухудшения зрения в детском возрасте, является крайне актуальной задачей в связи с тем, что данная патология сопровождается тяжелым функциональным расстройством зрительного анализатора, оказывающим существенное влияние на психомоторное развитие ребенка, а также ограничивает его в выборе профессии [3–5].

В настоящее время показана эффективность применения различных методов аппаратной физиотерапии, методик виртуальной реальности и других немедикаментозных методов лечения, направленных на восстановление бинокулярных функций, характера фиксации, а также повышения зрительных функций у детей с косоглазием, в том числе в послеоперационном периоде [6–12].

Так, ранее нами была доказана эффективность комплексного применения низкочастотной магнитотерапии с применением орбитального излучателя и фотостимуляции сетчатки у детей, перенесших хирургическое лечение по поводу сходящегося косоглазия [12].

В то же время, учитывая тот факт, что в патогенезе развития дисбинокулярной амблиопии у детей с содружественным косоглазием наряду с расстройством бинокулярного зрения особое внимание уделяется функциональному состоянию зрительного анализатора и двух его

путей передачи и обработки зрительной информации — ретино-кортикального и энцефало-ретинального [13–15], нам представлялось перспективным применение сочетанного воздействия преформированных физических факторов на все отделы зрительного анализатора (центральный и периферический) у детей со сходящимся альтернирующим частично-аккомодационным косоглазием в раннем послеоперационном периоде с целью восстановления зрительных и бинокулярных функций.

Цель исследования — разработка и оценка эффективности сочетанного применения транскраниального и орбитального применения низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляции сетчатки у детей после оперативного лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 66 детей (132 глаза) обоего пола в возрасте от 5 до 11 лет, медиана возраста составила 7,5 [6,0; 8,0] года, в раннем послеоперационном периоде после хирургического лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия. Всем пациентам была выполнена стандартная операция, ослабляющая действие мышц — рецессия внутренних прямых глазодвигательных мышц глаза с целью получения симметричного положения глаз.

Методом простой рандомизации дети были распределены на 3 группы, сопоставимые по полу, возрасту и клинико-функциональным показателям.

В контрольной группе (22 чел.) проводили базовое лечение, которое включало в себя выполнение ортоптических и тренировочных упражнений. Ортоптические упражнения проводились на аппарате «Синоптофор МГ-1». Раздельные колебания и мигания объектов осуществлялись в автоматическом режиме на скорости 3. Продолжительность процедуры — 10 мин., на курс 10 процедур, ежедневно. Тренировочные упражнения для глазодвигательных мышц выполнялись на офтальмологическом мускулотренере «САККАДА». Мигания объектов осуществлялись в автоматическом режиме по горизонтали по типовой методике. Продолжительность процедуры — 3 мин. для каждого глаза, на курс 10 процедур, ежедневно.

В группе сравнения (22 человека) на фоне базового лечения проводили комплексное применение низкочастотной магнитотерапии по орбитальной методике и фотостимуляцию сетчатки на аппарате «АМО-АТОС» с применением кругового (орбитального) излучателя внутри тубуса приставки «Амблио-1», в котором располагались вращательные светодиоды (красный, зеленый и синий) по следующей методике: режим бегущего магнитного поля, частота модуляции 10 Гц, продолжительность процедуры — 4 мин. для каждого глаза, на курс 10 процедур, ежедневно.

В основной группе (22 человека) на фоне базового лечения проводили сочетанное воздействие транскраниальной и орбитальной методики низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляцию сетчатки на аппарате

Рис. 1. Сочетанное применение орбитальной и транскраниальной магнитотерапиии, фотостимуляции на аппарате «АМО-АТОС»

Fig. 1. Combined use of orbital and transcranial magnetic therapy and photostimulation on the "AMO-ATOS" device

«АМО-АТОС», одновременное применение приставки «Оголовье» в виде «шлема» и кругового (орбитального) излучателя внутри тубуса приставки «Амблио-1». Воздействие на периферический и центральный отделы зрительного анализатора пациента осуществляли в режиме бегущего магнитного поля с частотой модуляции 10 Гц, продолжительность процедуры — 4 мин. для каждого глаза, на курс 10 процедур, ежедневно (рис. 1).

Критерии включения: дети в возрасте от 5 до 11 лет обоего пола, находящиеся в раннем послеоперационном периоде (не более 7 дней) после хирургического лечения сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия, имеющие подписанное согласие родителей на включение в исследование. Критерии невключения: возраст менее 5 и более 11 лет, сопутствующая глазная патология. Критерии исключения: наличие нежелательных явлений, нарушение протокола исследования, желание выйти из исследования.

Методы исследования включали в себя сбор жалоб, анамнез заболевания, авторефрактометрию, определение остроты зрения без коррекции и с максимально переносимой коррекцией, биомикроскопию глаза, определение абсолютной и относительной аккомодации, угла косоглазия по Гиршбергу и величины девиации (объективного угла косоглазия) при помощи аппарата «Синоптофор-МГ 1», характера зрения при помощи четырехточечного теста «ЦТ-1», а также исследование корковых зрительных вызванных потенциалов с помощью аппарата «Энцефалан-131-03» и ультразвуковое

доплерографическое исследование задних длинных цилиарных артерий (ЗДЦА) с определением таких показателей, как максимальная систолическая скорость кровотока, конечная диастолическая скорость кровотока и индекс резистентности сосудов.

Все исследования проводились до, после и через 6 месяцев после проведенного лечения.

Результаты исследования были подвергнуты статистической обработке с применением программы STATISTICA 12.0 (StatSoft, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходно, в целом по выборке (132 глаза) острота зрения без коррекции находилась в пределах от 0,1 до 0,6 (медиана показателя 0,2 [0,1; 0,35]), исходная острота зрения с коррекцией — от 0,2 до 0,8 (0,45 [0,4; 0,6]).

После проведения восстановительного лечения отмечалось статистически значимое улучшение показателей остроты зрения без коррекции во всех группах. В группе сравнения показатели некорригированной остроты зрения достоверно значимо превышали показатели в контрольной группе, а в основной группе превышали данный показатель в контрольной группе и в группе сравнения. Через 6 месяцев после лечения во всех группах острота зрения без коррекции была статистически значимо выше, чем до и непосредственно после лечения. При этом острота зрения в группе сравнения продолжала оставаться выше, чем в контрольной группе, а в основной группе — выше, чем в контрольной и группе сравнения.

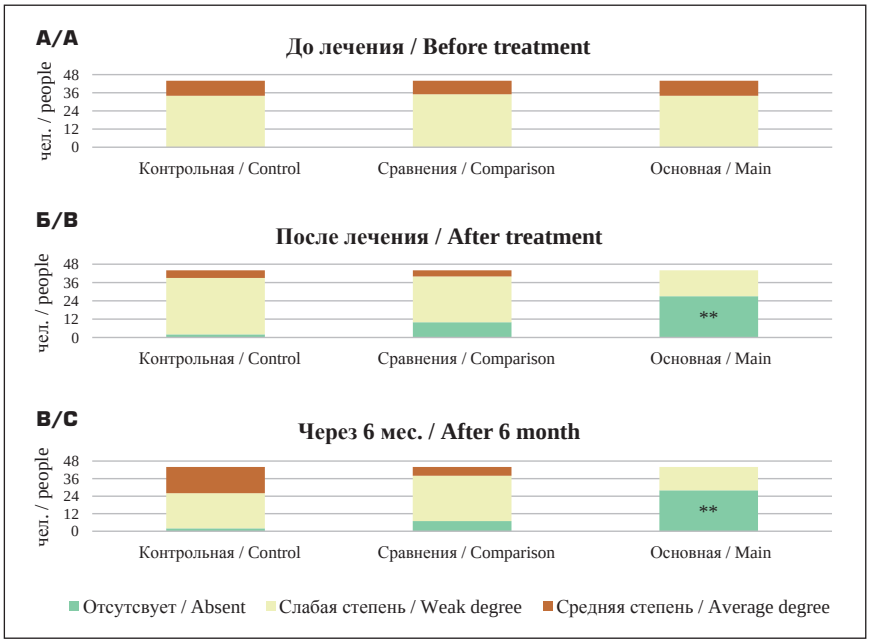


Рис. 2. Распределение пациентов в зависимости от степени амблиопии
Примечание: $^{**}p < 0{,}001$ — с контрольной группой и группой сравнения.

Fig. 2. Distribution of patients depending on the degree of amblyopia
Note: $^{**}p < 0.001$ — with the comparison group and main group.

Таблица 1. Показатели остроты зрения в различные периоды наблюдения (Me [Q_1; Q_3])

Table 1. Visual acuity indicators at different observation periods (Me [Q_1; Q_3])

Группы Groups	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months
Острота зрения без коррекции / Visual acuity without correction			
Контрольная Control (n = 44)	0,2 [0,1; 0,3]	0,25** [0,2; 0,4]	0,3**′′′ [0,2; 0,4]
Сравнения Comparison (n = 44)	0,3 [0,2; 4,0]	0,4**# [0,3; 0,6]	0,45**′′′## [0,4; 0,7]
Основная Main (n = 44)	0,3 [0,2; 0,4]	0,8***#& [0,6; 0,9]	0,8**′′′##& [0,7; 0,90]
Острота зрения с коррекцией / Visual acuity with correction			
Контрольная Control (n = 44)	0,45 [0,4; 0,6]	0,45** [0,4; 0,6]	0,5′′′** [0,4; 0,6]
Сравнения Comparison (n = 44)	0,425 [0,4; 0,6]	0,55** [0,5; 0,8]	0,6′′′** [0,5; 0,8]
Основная Main (n = 44)	0,45 [0,4; 0,6]	0,875***#& [0,7; 1,0]	0,9′′′***#& [0,7; 1,0]

Примечание: $^{**}p < 0{,}001$ — с исходными показателями; $^{′′′}p < 0{,}001$ — с показателями после лечения (критерий Вилкоксона); $^{\#}p < 0{,}001$ — с контрольной группой; $^{\&}p < 0{,}001$ — с группой сравнения (критерий Манна — Уитни).
Note: $^{**}p < 0.001$ — with initial indicators; $^{′′′}p < 0.001$ — with indicators after treatment (Wilcoxon test); $^{\#}p < 0.001$ — with a control group; $^{\&}p < 0.001$ — with the comparison group (Mann-Whitney test).

До проведения восстановительного лечения у 21,2 % (14 детей) диагностировали амблиопию средней степени, у 78,8 % (52 ребенка) — амблиопию слабой степени. После лечения отсутствие амблиопии в контрольной группе отмечено на 2 (4,5 %) глазах, в группе сравнения и основной группе — на 10 (22,7 %) и 27 (61,4 %) глазах соответственно. В отдаленном периоде количество глаз без амблиопии в контрольной группе оставалось на прежнем уровне — 4,5 % (2 глаза), в то время как в группе сравнения и основной группе — 15,9 % (7 глаз) и 63,6 % (28 глаз) соответственно. Количество глаз без амблиопии в основной группе было существенно выше, чем в контрольной группе и в группе сравнения непосредственно после лечения и в отдаленном периоде ($p < 0{,}001$) (рис. 2).

В послеоперационном периоде у всех пациентов была выявлена гиперметропическая рефракция. Медиана показателя авторефрактометрии составила 2,0 [1,25; 3,25] дптр. Показатели авторефрактометрии не претерпели

каких-либо существенных изменений на протяжении всего периода наблюдения. Между группами также отсутствовали статистически значимые различия (табл. 2).

Угол девиации после операции находился в пределах от 0 до 8 градусов. Медиана субъективного угла косоглазия по Гиршбергу составила 3,0 [2,0; 4,0] градуса, объективного угла косоглазия — 5,0 [4,0; 7,0] градуса.

Субъективный угол косоглазия после лечения и в отдаленном периоде был существенно меньше, чем до лечения во всех группах. В основной группе данный показатель был существенно меньше, чем в контрольной группе на всех этапах исследования, а в группе сравнения — только в отдаленном периоде.

Показатели объективного угла отклонения глаза после лечения в контрольной группе не претерпели существенных изменений, в то время как в основной группе и группе сравнения отмечено достоверно значимое снижение угла косоглазия. Через 6 месяцев во всех группах медиана угла косоглазия по данным объективных методов исследования была существенно ниже, чем до лечения. Межгрупповой анализ показал, что в контрольной группе объективный угол косоглазия был существенно выше, чем в основной группе и группе сравнения после лечения и в отдаленном периоде (табл. 3).

Исходно показатели абсолютной аккомодации составили 5,5 [5,0; 6,0] дптр, показатели относительной аккомодации — 0,5 [0,0; 1,0] дптр, что было существенно ниже минимальной возрастной нормы, которая составляет 7,0 и 3,0 дптр соответственно.

Показатели абсолютной аккомодации достоверно значимо увеличились после лечения во всех группах и продолжали увеличиваться вплоть до 6 месяцев после лечения. В основной группе показатели абсолютной аккомодации достоверно значимо превышали показатели в группе сравнения и в контрольной группе как непосредственно после лечения, так и через 6 месяцев В группе сравнения данный показатель превышал показатели в контрольной группе лишь через 6 месяцев после лечения (рис. 3).

Таблица 2. Динамика показателей авторефрактометрии, дптр (Me [Q_1; Q_3])

Table 2. Dynamics of autorefractometry parameters, diopters (Me [Q_1; Q_3])

Группы Groups	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months
Контрольная Control (n = 44)	2,0 [1,25; 3,25]	2,0 [1,25; 3,25]	2,25 [1,25; 3,25]
Сравнения Comparisons (n = 44)	2,0 [1,0; 3,0]	2,0 [1,0; 3,0]	2,0 [1,5; 3,0]
Основная Main (n = 44)	2,125 [1,5; 4,0]	2,125 [1,5; 4,0]	2,25 [1,5; 3,5]
—	p = 0,8666	p = 0,8782	p = 0,9651

Примечание: p — равенство медиан в исследуемых группах (критерий Краскела — Уоллиса).
Note: p — equality of medians in the study groups (Kruskal-Wallis test).

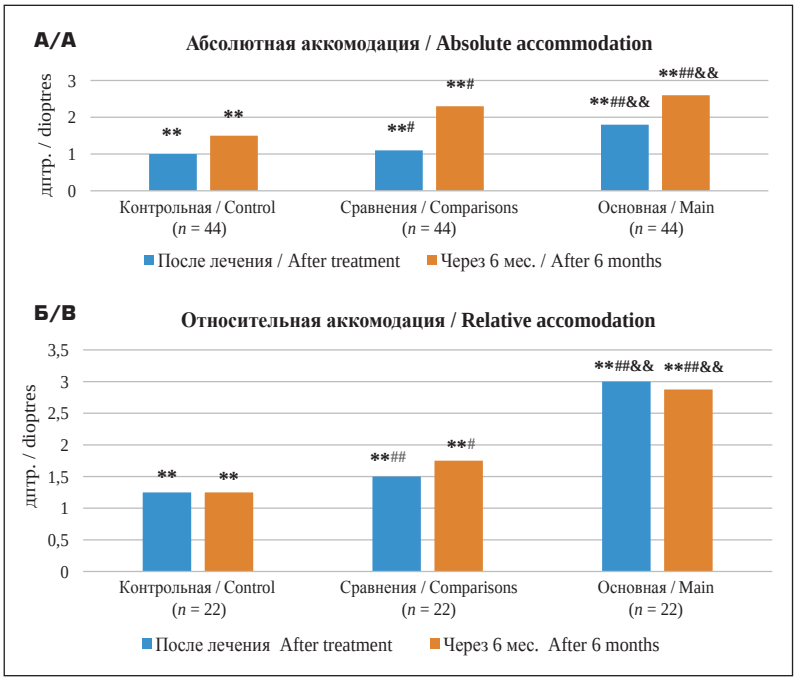


Рис. 3. Динамика показателей аккомодации (Me)
Примечание: $^{**}p < 0{,}001$ — с исходными показателями (критерий Вилкоксона); $^{\#}p < 0{,}05$, $^{\#\#}p < 0{,}001$ — с контрольной группой; $^{\&\&}p < 0{,}001$ — с группой сравнения (критерий Краскела — Уоллисса).

Fig. 3. Dynamics of accommodation indicators (Me)
Note: $^{**}p < 0.001$ — with initial indicators (Wilcoxon test); $^{\#}p < 0.05$, $^{\#\#}p < 0.001$ — with a control group; $^{\&\&}p < 0.001$ — with the comparison group (Kruskal — Wallis test).

Таблица 3. Динамика показателей угла косоглазия, град. (Me [Q_1; Q_3])

Table. 3. Dynamics of the angle of strabismus, degrees (Me [Q1; Q3])

Группы Groups	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months
Субъективный угол косоглазия (по Гришбергу)			
Контрольная Control (n = 22)	2,5 [2,0; 4,0]	2,0* [2,0; 3,5]	2,0* [1,5; 3,0]
Сравнения Comparisons (n = 22)	2,0 [1,0; 3,0]	2,0* [1,0; 3,0]	1,5***# [1,0; 2,0]
Основная Main (n = 22)	2,5 [2,0; 4,0]	2,0***# [2,0; 2,5]	1,0***# [0,0; 2,0]
Объективный угол косоглазия (по Гришбергу)			
Контрольная Control (n = 22)	4,5 [3,5; 7,0]	4,5 [3,0; 6,5]	3,0* [1,5; 4,0]
Сравнения Comparisons (n = 22)	4,0 [1,0; 5,5]	3,5# [1,0; 5,5]	2,5***# [1,0; 4,0]
Основная Main (n = 22)	4,5 [4,0; 6,5]	4,0***# [3,0; 5,0]	2,0""*# [1,0; 3,0]

Примечание: $^{*}p < 0{,}05$, $^{**}p < 0{,}001$ — с исходными показателями; $^{""}p < 0{,}001$ — с показателями после лечения (критерий Вилкоксона); $^{\#\#}p < 0{,}001$ — с контрольной группой; $^{\&\&}p < 0{,}001$ — с группой сравнения; P — равенство медиан в исследуемых группах (критерий Краскела-Уоллиса).
Note: $^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.001$ — with initial indicators; $^{""}p < 0.001$ — with indicators after treatment (Wilcoxon test); $^{\#\#}p < 0.001$ — with a control group; $^{\&\&}p < 0.001$ — with the comparison group; P — equality of medians in the study groups (Kruskal-Wallis test).

Показатели относительной аккомодации также достоверно значимо увеличились после лечения во всех группах. Непосредственно после лечения и в отдаленном периоде показатели в группе сравнения превышали показатели в контрольной группе, а в основной группе — показатели как в контрольной, так и в группе сравнения.

При анализе исходных электрофизиологических показателей глаза было установлено, что амплитуда в пределах нормальных значений была отмечена в 11,4 % случаев, снижение амплитуды зрительно-вызванных потенциалов различной степени отмечалось в 88,6 % случаев.

При изучении электрофизиологических показателей статистически значимых различий между количеством пациентов в зависимости от показателей амплитуды и латентного периода ЗВП в отдаленном периоде отмечено не было, что указывает на отсутствие влияния разработанных методик восстановительного лечения на функциональное состояние проводящих путей и коркового отдела зрительного анализатора.

Оценка исходных гемодинамических показателей выявила, что в ЗДЦА в послеоперационном периоде отмечалось существенное снижение конечной диастолической скорости кровотока и увеличение индекса резистентности сосудов по сравнению с нормальными показателями возрастной нормы на фоне отсутствия различий в показателях максимальной систолической скорости кровотока.

Непосредственно после лечения имело место достоверно значимое увеличение максимальной систолической и конечной диастолической скорости кровотока на фоне существенного снижения индекса резистентности сосудов во всех исследуемых группах. Межгрупповой анализ показал достоверные различия в основной группе и группе сравнения по отношению к контрольной группе по показателям конечной диастолической скорости кровотока и индекса резистентности сосудов ($p < 0,05$) (табл. 4).

Таблица 4. Динамика гемодинамических показателей в задних длинных цилиарных артериях (M ± SD)

Table 4. Dynamics of hemodynamic parameters in the posterior long ciliary arteries (M ± SD)

Группы Groups	Показатель Parameter	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months
Контрольная Control ($n = 44$)	Vsist. (*см/с*) (*cm/s*)	10,40 ± 0,94	11,00 ± 0,91**	11,0 ± 0,93**
	Vdiast. (*см/с*) (*cm/s*)	2,60 ± 0,83	2,70 ± 0,81*	2,70 ± 0,88*
	Ri	0,76 ± 0,075	0,73 ± 0,072*	0,76 ± 0,071
Сравнения Comparisons ($n = 44$)	Vsist. (*см/с*) (*cm/s*)	10,50 ± 0,84	11,00 ± 0,76**	11,10 ± 0,83**
	Vdiast. (*см/с*) (*cm/s*)	2,45 ± 0,81	3,80 ± 0,83**##	3,70 ± 0,933**
	Ri	0,77 ± 0,073	0,65 ± 0,053**##	0,67 ± 0,065**##
Основная Main ($n = 44$)	Vsist. (*см/с*) (*cm/s*)	10,40 ± 0,86	11,50 ± 0,94**	11,70 ± 0,82**&&
	Vdiast. (*см/с*) (*cm/s*)	2,40 ± 0,76	4,90 ± 0,89**##&&	5,20 ± 0,88**##&&
	Ri	0,77 ± 0,071	0,64 ± 0,095**##	0,56 ± 0,048**##&&

Примечание: **$p < 0,001$ — с исходными показателями (парный *t*-критерий Стьюдента); #$p < 0,05$, ##$p < 0,001$ — с контрольной группой; &$p < 0,05$, &&$p < 0,001$ — с группой сравнения (t-критерий Стьюдента). Vsist. — максимальная систолическая скорость кровотока, Vdiast. — конечная диастолическая скорость кровотока, Ri — индекс резистентности.

Note: **$p < 0.001$ — with initial indicators (paired Student's *t*-test); #$p < 0.05$, ##$p < 0.001$ — with a control group; &$p < 0.05$, &&$p < 0.001$ — with the comparison group (Student's t-test). Vsist. — maximum systolic blood flow velocity, Vdiast. — end-diastolic blood flow velocity, Ri — resistance index.

В отдаленном периоде скоростные показатели в ЗДЦА оставались статистически значимо выше исходных во всех группах, однако достоверно значимое снижение индекса резистентности сосудов отмечалось лишь в группе сравнения и основной группе. Межгрупповой анализ показал наличие достоверных различий в группе сравнения и контрольной группе по показателю индекса резистентности. В основной группе выявлены статистически значимые различия по отношению к контрольной группе и группе сравнения по всем исследуемым показателям.

В послеоперационном периоде устойчивая центральная фиксация определялась в 91 % случаев, неустойчивая перемежающаяся фиксация — в 9 % случаев. Отсутствие пациентов с перемежающейся фиксацией непосредственно после лечения отмечалось только в основной группе. В контрольной группе и группе сравнения отсутствие пациентов с перемежающейся фиксацией было определено только в отдаленном периоде. Устойчивая фиксация после лечения и в отдаленном периоде у всех пациентов также имела место только в основной группе.

Перед началом восстановительного лечения бинокулярное зрение не определялось ни у одного из пациентов, бинокулярное неустойчивое зрение диагностировали у 7,6 % (5) детей, одновременное зрение — у 47 % (31), монокулярное — у 45,4 % (30) детей. Результаты исследования характера зрения представлены в таблице 5.

Исходно во всех группах отсутствовали пациенты с бинокулярным зрением. После лечения только в основной группе отсутствовали пациенты с монокулярным зрением при исследовании зрения с 2,5 и 5 метров. В отдаленном периоде при исследовании характера зрения с расстояния 2,5 метра бинокулярное зрение отмечено у 100 % детей основной группы, у 27,3 % детей в группе сравнения и у 9,1 % детей в контрольной группе. При исследовании характера зрения на расстоянии 5 метров бинокулярное зрение в основной группе диагностировали у 81,8 % пациентов, что превышало количество детей с бинокулярным зрением в контрольной группе в 3,6 раза и группе сравнения — в 1,5 раза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клинико-функциональное состояние глаза у детей в раннем послеоперационном периоде после хирургического лечения косоглазия характеризовалось наличием гиперметропической рефракции, амблиопии средней и слабой степени, существенным снижением показателей аккомодации и гемодинамики глаза по сравнению с возрастной нормой, а также отсутствием бинокулярного зрения.

Сочетанное применение транскраниальной и орбитальной методики низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляции в раннем послеоперационном периоде у детей, перенесших хирургическое лечение по поводу

Таблица 5. Распределение пациентов в зависимости от характера зрения на S 5 м, чел.

Table 5. Distribution of patients depending on the nature of vision at S 5 m, people

Характер зрения Vision	Контрольная группа Control group (*n* = 22)			Группа сравнения Comparisons group (*n* = 22)			Основная группа Main group (*n* = 22)		
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months	До лечения Before treatment	После лечения After treatment	Через 6 мес. After 6 months
Расстояние 2,5 м / Distance 2,5 m									
Бинокулярное Binocular	0	2	2	0	4	6*	0	12**##&	22**##&
Бинокулярное неустойчивое Binocular instability	2	5	14*	1	7	14*	2	5	0
Одновременное Simultaneous	10	9	6	12	7	2*	10	5	0**
Монокулярное Monocular	10	6	0**	9	4	0**	10	0	0**
Расстояние 5 м / Distance 5 m									
Бинокулярное Binocular	0	2	5*	0	4*	10**	0	12**	18**##&
Бинокулярное неустойчивое Binocular instability	2	5	6	1	7*	6*	2	5	2
Одновременное Simultaneous	10	9	10	12	7	5*	10	5	2*#
Монокулярное Monocular	10	6	1**	9	4	1**	10	0	0**

Примечание: *$p < 0,05$, **$p < 0,001$ — с исходными показателями; &$p < 0,05$ — с показателями после лечения; #$p < 0,05$, ##$p < 0,001$ — с контрольной группой (критерий χ^2).
Note: *$p < 0.05$, **$p < 0.001$ — with initial indicators; &$p < 0.05$ — with indicators after treatment; #$p < 0.05$, ##$p < 0.001$ — with a control group (χ^2 criterion).

сходящегося альтернирующего частично-аккомодационного косоглазия, позволяет существенно повысить остроту зрения, достоверно значимо повысить показатели абсолютной и относительной аккомодации, улучшить гемодинамические показатели в ЗДЦА, увеличить количество пациентов с бинокулярным зрением до 54,5 %, превосходя по эффективности комплексное применение магнитотерапии по орбитальной методике и фотостимуляции и базовое лечение.

Сочетанное применение транскраниальной и орбитальной методики низкочастотной магнитотерапии и фотостимуляции в отдаленном периоде позволило сохранить полученные после лечения клинико-функциональные показатели и гемодинамические показатели в сосудах глаза, а также достичь устойчивой центральной фиксации и бинокулярного зрения у всех пациентов.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Точилина В.Л. — сбор и обработка клинического материала, статистическая обработка и обобщение материала, написание текста;
Юрова О.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Арутюнова ОВ. Концепция офтальмологического направления в рамках восстановительной медицины. Вестник восстановительной медицины. 2006; 2(16):7–12.
   Arutyunova OV. The concept of ophthalmological direction within the framework of restorative medicine. Bulletin of restorative medicine. 2006; 2(16):7–12 (In Russ.).
2. Шелудченко ВМ, Юсеф ЮН, Райфельд АК, Косова ДжВ, Елфимов МА, Макарова МА, Патеюк ЛС, Кургузова АГ, Смирнова ТВ, Коржавина АВ. Физиотерапия — основное направление современной офтальмореабилитации. Вестник офтальмологии. 2023;139(3–2):113–127.
   Sheludchenko VM, Yusef YuN, Raifeld AK, Kosova JV, Elfimov MA, Makarova MA, Pateyuk LS, Kurguzova AG, Smirnova TV, Korzhavina AV. Physiotherapy is the main direction of modern ophthalmic rehabilitation. Annals of Ophthalmology. 2023;139(3-2):113–127 (In Russ.). doi: 10.17116/ophthalma2023139032113.
3. Тарутта ЕП, Хубиева РР, Апаев АВ, Милаш СВ, Маркосян ГА. Взаимосвязь параметров зрительной фиксации, светочувствительности сетчатки и остроты зрения при различных видах амблиопии. Вестник офтальмологии. 2021;137(3):32–38.
   Tarutta EP, Khubieva RR, Apaev AV, Milash SV, Markosyan GA. Relationship between visual fixation parameters, retinal light sensitivity, and visual acuity in various types of amblyopia. Annals of Ophthalmology. 2021;137(3):32–38 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202113703132.
4. Ларионова ОВ, Дравица ЛВ. Современный взгляд на эпидемиологию и этиопатогенез содружественного косоглазия. Проблемы здоровья и экологии. 2019;3(61):12–17.
   Larionova OV, Dravitsa LV. A modern view on the epidemiology and etiopathogenesis of concomitant strabismus. Problems of Health and Ecology. 2019;3(61): 12–17 (In Russ.).
5. Кононова НЕ, Сомов ЕЕ, Ефимова ЕЛ. К вопросу о клинической сути содружественного косоглазия, функциональных нарушениях и распространении в популяции. Российская детская офтальмология. 2023;2:52–60.
   Kononova NE, Somov EE, Efimova EL. On the clinical nature of concomitant strabismus, functional disorders, and prevalence in the population. Russian Children's Ophthalmology. 2023;2:52–60 (In Russ.). doi: 10.25276/2307-6658-2023-2-52-60.
6. Бердибаева АИ. Эффективность комплексного лечения амблиопии при содружественном косоглазии с расстройством бинокулярного зрения. Здравоохранение Кыргызстана. 2021;1;61–70.
   Berdibaeva AI. Efficiency of complex treatment of amblyopia in concomitant strabismus with binocular vision disorder. Healthcare of Kyrgyzstan. 2021;1;61–70 (In Russ.). doi: 10.51350/zdravkg202131161.
7. Рычкова СИ, Лихванцева ВГ. Применение гиперкоррекции в диагностике и функциональном лечении у детей с содружественным косоглазием. Офтальмология. 2020;17(3);442–450.
   Rychkova SI, Likhvantseva VG. Use of hypercorrection in diagnostics and functional treatment of children with concomitant strabismus. Ophthalmology. 2020;17(3);442–450 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-3-442-450.
8. Рожкова ГИ, Подугольникова ТА, Грачева МА, Васильева НН, Белокопытов АВ, Кононова НЕ, Хаценко ИЕ. Анализ развития компьютерных методов бинокулярного лечения косоглазия и амблиопии. Сенсорные системы. 2025;39(2):3–44.
   Rozhkova GI, Podugolnikova TA, Gracheva MA, Vasilyeva NN, Belokopytov AV, Kononova NE, Khatsenko IE. Analysis of the development of computer methods for binocular treatment of strabismus and amblyopia. Sensory Systems. 2025;39(2):3–44 (In Russ.). doi: 10.31857/S0235009225020011.

9. Новицкая ВА, Карякина ОЕ, Карякин АА, Оруджова ОН. Компьютерная программа для восстановления зрительных функций у детей с амблиопией. Современные наукоемкие технологии. 2022;4;68–73.
Novitskaya VA, Karyakina OE, Karyakin AA, Orudzhova ON. Computer program for restoration of visual functions in children with amblyopia. Modern scienceintensive technologies. 2022;4;68–73 (In Russ.). doi: 10.17513/snt.39110.
10. Тарутта ЕП, Хубиева РР, Милаш СВ, Апаев АВ, Аклаева НА, Зольникова ИВ. Новый метод лечения амблиопии у детей с неустойчивой центральной и нецентральной фиксацией с помощью биологической обратной связи. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(2):109–119.
Tarutta EP, Khubieva RR, Milash SV, Apaev AV, Aklaeva NA, Zolnikova IV. A new method for treating amblyopia in children with unstable central and non-central fixation using biofeedback. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(2):109–119 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-109-119.
11. Курочкин ВН, Терехова ТВ, Глумскова ЮД, Трилюдина ЮИ, Шелихова ОА. Применение призм френеля в комплексном лечении содружественного косоглазия. Офтальмология. 2018;15(S2):98–105.
Kurochkin VN, Terekhova TV, Glumskova YuD, Trilyudina YuI, Shelikhova OA. Use of Fresnel prisms in the complex treatment of concomitant strabismus. Ophthalmology. 2018;15(S2):98–105 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2018-2S-98-105.
12. Точилина ВЛ, Юрова ОВ. Эффективность комплексного применения фотостимуляции и магнитотерапии после хирургического лечения косоглазия. Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2026. № 1. Публикация 1–14. URL: http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2026-1/1-14.pdf. (дата обращения: 11.03.2026).
Tochilina VL, Yurova OV. Effectiveness of combined photostimulation and magnetotherapy after surgical treatment of strabismus. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2026. No. 1. URL: http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2026-1/1-14.pdf. (In Russ.) (accessed 11.03.2026). doi: 10.24412/2075-4094-2026-1-1-14. EDN: OMQAWX*.
13. Матросова ЮВ, Катаев МГ, Фабрикантов ОЛ. Патофизиологические основы амблиопии. Современные проблемы науки и образования. 2022;6-2:23.
Matrosova YuV, Kataev MG, Fabrikantov OL. Pathophysiological bases of amblyopia. Modern problems of science and education. 2022;6-2:23 (In Russ.) doi: 10.17513/spno.32225.
14. Хубиева РР, Тарутта ЕП. Современные методы диагностики морфофункциональных особенностей сетчатки при дисбинокулярной и анизометропической амблиопии. Офтальмология. 2022;19(1):63–70.
Khubieva RR, Tarutta EP. Modern methods for diagnosing morphofunctional features of the retina in dysbinocular and anisometropic amblyopia. Ophthalmology in Russia. 2022;19(1):63–70 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-63-70.
15. Нероев ВВ, Тарутта ЕП, Хубиева РР. Особенности волнового фронта при амблиопии различного генеза у детей. Вестник офтальмологии. 2024;140(2):48–53.
Neroev VV, Tarutta EP, Khubieva RR. Features of the wavefront in amblyopia of various origins in children. Annals of Ophthalmology. 2024;140(2):48–53 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414002148.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Точилина Виктория Леонидовна
врач-офтальмолог, заведующая детским отделением
http://orcid.org/0000-0002-8369-5412

Юрова Ольга Валентиновна
доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник
http://orcid.org/0000-0001-7626-5521

ABOUT THE AUTHORS

Tochilina Victoria L.
ophthalmologist, head of the Children's Department
http://orcid.org/0000-0002-8369-5412

Yurova Olga V.
MD, Professor, chief researcher
http://orcid.org/0000-0001-7626-5521

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-373-379

поступила 31.01.26
was received 31.01.26

Цифровая аккомодационная астенопия. Сообщение 2: показатели аккомодационного ответа у подростков с экранным временем разной продолжительности

Т.Р. Мухамадеев[1,3] Р.Р. Ахмадеев[1,2] Э.Ф. Шайхутдинова[3]

[1] ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ленина, 3, Уфа, 450008, Российская Федерация

[2] Всероссийский центр глазной и пластической хирургии ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Рихарда Зорге, 67/1, Уфа, 450075, Российская Федерация

[3] ЗАО «Оптимедсервис»
ул. 50 лет СССР, 8, Уфа, 450083, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):373–379**

Цель работы: изучить показатели аккомодационного ответа у подростков с экранным временем разной продолжительности. **Дизайн и методы исследования**. Клинико-экспериментальная работа, проведенная с участием 86 испытуемых (16 юношей, 70 девушек; средний возраст 16,60 ± 0,17 года) состоит из двух блоков исследований. Психометрический блок включает определение интернет-зависимого поведения (ИЗ), выявление характера и продолжительности пользования цифровыми информационными технологиями (ЦИТ). Собственно офтальмологический блок содержит определение коэффициента аккомодационного ответа (КАО) и лага аккомодации (ЛА) авторефрактометром Speedy-K (Right MFG, Япония); данные проанализированы непараметрическими методами статистики. Такой экспериментальный подход обусловлен тем, что он позволяет выявить связь между характером пользования ЦИТ, продолжительностью экранного времени (ЭВ) и аккомодацией, а также получить представление о нейроофтальмологических механизмах формирования цифровой аккомодационной астенопии. **Результаты и обсуждение.** В совокупной группе подростков средний уровень ИЗ составил 50,0 (43,0; 60,0) балла; признаки ИЗ не выявлены у 22,1 % (n = 19), ИЗ на стадии формирования — у 61,6 % (n = 53); у 16,3 % (n = 14) определена интернет-зависимость, однако статистически значимых закономерностей между ИЗ и показателями аккомодационного ответа не обнаружено. Стаж пользования компьютером у наших испытуемых составил 9,5 (8,0; 11,0) года, смартфоном — 7,0 (5,0; 9,0) лет, интернетом — 8,0 (7,0; 10,0) лет. По продолжительности ЭВ (часов в сутки) обследованные были подразделены на 4 группы: малой (≤1 ч, n = 11), средней (1–3 ч, n = 26), высокой (4–6 ч, n = 20) и сверхвысокой (>6 ч, n = 17) продолжительности. Анализ полученных результатов показал значимые различия между группами с разной продолжительностью экранного времени на стимулах в диапазоне от –1,5 до –3,0 дптр (p < 0,001 для большинства стимулов). Сделан вывод о четком дозозависимом влиянии продолжительности экранного времени на исследованные параметры аккомодационного ответа: с увеличением времени пользования девайсами происходит увеличение лага и, соответственно, снижение коэффициента аккомодации. Данные обсуждаются с современных нейроофтальмологических позиций формирования цифровой аккомодационной астенопии (ЦАА) и с учетом нейрофизиологических механизмов регуляции аккомодации.

Ключевые слова: компьютерный зрительный синдром, аккомодационная астенопия, лаг аккомодации, экранное время, подростки

Для цитирования: Мухамадеев Т.Р., Ахмадеев Р.Р., Шайхутдинова Э.Ф. Цифровая аккомодационная астенопия. Сообщение 2: показатели аккомодационного ответа у подростков с экранным временем разной продолжительности. *Офтальмология.* 2026;23(2):373–379. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-373-379

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Digital Accommodative Asthenopia. Message 2: Accommodative Response Indicators in Adolescents with Different Screen Times

T.R. Mukhamadeev[1,3], R.R. Ahmadeev[1,2], E.F. Shaykhutdinova[3]

[1] Bashkir State Medical University
Lenin str., 3, Ufa, 450008, Russian Federation

[2] All-Russian Center for Eye and Plastic Surgery
Richard Zorge str., 67/1, Ufa, 450075, Russian Federation

[3] Optimedservice
50 let USSR str., 8, Ufa, 450083, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):373–379**

Purpose: to study the accommodative response indicators in adolescents with different screen time durations. **Patients and methods.** A clinical and experimental study involving 86 participants (16 males, 70 females; mean age 16.6 ± 0.17 years) consisted of two blocks of research. The psychometric block included the determination of internet-addiction (IA) and the nature and duration of digital information technology (DIT) use. The ophthalmology assessment included the determination of the accommodative response coefficient (ARC) and the accommodation lag (AL) using a Speedy-K autorefractometer (Right MFG, Japan); the data were analyzed using nonparametric statistical methods. This experimental approach allowed us to identify the relationship between the nature of DIT use, screen time (ST), and accommodation, as well as to gain insight into the neuro-ophthalmological mechanisms underlying digital accommodative asthenopia. **Results.** In the overall group of adolescents, the average level of IA was 50.0 (43.0; 60.0) points; signs of IA were not detected in 22.1 % (n = 19), 61.6 % (n = 53) showed IA in the formation stage; Internet addiction was identified in 16.3 % (n = 14), but we did not find any statistically significant patterns between IA and accommodative response indicators. Subjects had been using computers for 9.5 (8.0; 11.0) years, smartphones for 7.0 (5.0; 9.0) years, and the Internet for 8.0 (7.0; 10.0) years. Based on screen time duration (hours per day), subjects were divided into 4 groups: short (≤1 hour, n = 11), medium (1–3 hours, n = 26), long (4–6 hours, n = 20), and excessive (>6 hours, n = 17). Analysis of the obtained results revealed significant differences between the groups with different screen time durations for stimuli ranging from –1.5 to –3.0 D (p < 0.001 for most stimuli). A clear dose-dependent effect of screen time on the studied accommodative response parameters was demonstrated: with increasing screen time, the lag increases, and, accordingly, the accommodation coefficient decreases. The data are discussed from the perspective of modern neuro-ophthalmological approaches to the development of digital accommodative asthenopia (DAA), and taking into account the neurophysiological mechanisms of accommodation regulation.

Keywords: computer vision syndrome, accommodative asthenopia, accommodation lag, screen time, adolescents

For citation: Mukhamadeev T.R., Ahmadeev R.R., Shaykhutdinova E.F. Digital Accommodative Asthenopia. Message 2: Accommodative Response Indicators in Adolescents with Different Screen Times. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):373–379. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-373-379

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

В сверхсовременном феномене компьютерного зрительного синдрома (КЗС) и/или цифрового перенапряжения глаз (ЦПГ) главная роль вполне заслуженно отводится цифровой аккомодационной астенопии (ЦАА). Анализ отечественных и зарубежных публикаций по этой актуальной медико-социальной проблематике позволяет условно выделить два основных направления [1–5]. Первое основано на классической теории аккомодации Германа фон Гельмгольца и учитывает прежде всего оптические и биомеханические свойства глаза при формировании ЦАА, при этом техническим характеристикам цифровых экранных устройств (ЦЭУ), их спектральным особенностям, отличиям экранного изображения от естественного и т. д. придается второстепенное значение [6, 7]. Другое направление раскрывает гораздо более сложную офтальмологическую и патофизиологическую картину, в которой ЦАА является результатом взаимодействия многих факторов: от офтальмоэргономики восприятия ЦЭУ до многоуровневой регуляции аккомодации [8–10]. Этот подход, безусловно, позволяет корректнее объяснить как феномены КЗС в целом, так и аккомодационной астенопии в частности. Вместе с тем представления об этиологических и патогенетических причинах и механизмах их формирования все еще далеки от завершения. Учитывая, что главными мишенями чрезмерного неконтролируемого использования цифровых информационных технологий (ЦИТ) и ЦЭУ являются не только зрительные, но и нервно-психические функции, актуальным представляется дальнейшее изучение аккомодационной астенопии с нейрофизиологических позиций с использованием

аппаратно-программных устройств в сочетании с современными психометрическими методами исследования. Одним из подходов является углубленный анализ временных характеристик аккомодации, а изучение таких его параметров, как коэффициент аккомодационного ответа (КАО) и лаг аккомодации (ЛА), позволит лучше понять нейроофтальмологическую природу формирования цифровой аккомодационной астенопии у пользователей ЦЭУ [11].

Цель — изучить показатели аккомодационного ответа у подростков с экранным временем разной продолжительности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Клинико-экспериментальная часть исследования была проведена на кафедре психиатрии, наркологии и психотерапии Башкирского государственного медицинского университета (БГМУ) в период с мая 2020 по октябрь 2022 г. Первичная обработка данных и математический анализ результатов выполнены во Всероссийском центре глазной и пластической хирургии и на кафедре офтальмологии БГМУ в сентябре — ноябре 2025 г. Все исследования проведены в соответствии с Хельсинкской декларацией, этическими принципами проведения медицинских исследований с участием людей (WMA Declaration of Helsinki — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects, 2013).

В выборку вошли 86 испытуемых в возрасте от 14 до 24 лет (16 юношей, 70 девушек; средний возраст 16,6 ± 0,17 года), активно пользующихся смартфонами и обратившихся в психотерапевтический центр Республики Башкортостан на предмет диагностики интернет-зависимого поведения. Критерий включения в исследование: возраст 14–25 лет; критерии невключения: выраженные психические, офтальмологические и соматические расстройства.

Первоначально для определения характера, стажа и интенсивности воздействия ЦИТ и ЦЭУ, а также выраженности интернет-зависимого поведения было проведено анкетирование (шкала Чена, русскоязычная адаптация)[1]. Для оценки аккомодации в зависимости от экранного времени все испытуемые были подразделены на следующие 4 группы: малое (≤1 ч) экранное время (МЭВ, n = 11), экранное время средней (1–3 ч) продолжительности (ЭВСП, n = 26), экранное время высокой (4–6 ч) продолжительности (ЭВВП, n = 20), экранное время сверхвысокой (>6 ч) продолжительности (ЭВСВП, n = 17). Из расчетов были исключены 12 подростков, не полностью оформивших анкетные данные. Аккомодографию проводили по общепринятой методике в стандартных лабораторных условиях монокулярно авторефрактометром Speedy-K (Right MFG, Япония). Аккомодационные стимулы (АС) с шагом –0,5 диоптрии (D) в диапазоне до –3,0 D предъявлялись автоматически ступенчато в зависимости от показателей рефракции, на каждой ступени выполнялось 11 последовательных измерений рефракции, анализ проводился раздельно для правого и левого глаза. Для количественной оценки аккомодограмм анализировали абсолютное значение рефракции глаза на каждом этапе (аккомодационный ответ, АО), рассчитывали лаг аккомодации и коэффициент аккомодационного ответа (КАО). Для исключения влияния исходной аметропии расчет показателей производили относительно базовой (измеренной при стимуле 0 дптр) рефракции.

Таблица 1. Обобщенные сведения о методах и объеме исследования

Table 1. Summary of the methods and scope of the study

Метод Method	Количество обследованных Number of examined	Количество измерений Number of measurements
Анкетирование Questionnaire	86	2838
Рефрактометрия Refractometry	86	172
Аккомодография Accommodation	86	15 136

Лаг (или задержка) аккомодации рассчитывали как разность между динамическим ответом и величиной стимула:

$$\text{Лаг} = (\text{АОстеп} - \text{АОисх}) - \text{АС},$$

где АОстеп — аккомодационный ответ (рефракция) на текущем шаге, АОисх — исходная рефракция при стимуле 0 дптр, АС — аккомодационный стимул в диоптриях.

Коэффициент аккомодационного ответа рассчитывали как отношение динамического прироста рефракции к величине стимула[2]:

$$\text{КАО} = \frac{\text{АОстеп} - \text{АОисх}}{\text{АС}} \times 100\%.$$

Несмотря на различные формы представления (абсолютная в диоптриях и относительная в процентах от стимула), показатели лага аккомодации и коэффициента аккомодационного ответа математически взаимозависимы, так как оба основаны на одном показателе — изменении рефракции в ответ на стимул.

Статистический анализ выполнен в среде RStudio. В ряде подгрупп распределение данных отличалось от нормального, в связи с этим для описательной статистики использовали медиану (Me) и интерквартильный размах (Q1; Q3). Для сравнения показателей между тремя рефракционными группами использовался непараметрический критерий Краскела — Уоллиса. Попарные сравнения групп выполняли с использованием U-критерия Манна — Уитни с поправкой Холма. Различия считали статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

[1] Малыгин ВЛ, Феклисов КА, Искандирова АС. Интернет-зависимое поведение. Критерии и методы диагностики. Учебное пособие. М.: МГМСУ, 2011. 32 с.

[2] Жаров ВВ, Никишин РА, Егорова АВ. Клиническая оценка состояния аккомодации с помощью метода компьютерной аккомодографии. Ерошевские чтения. Самара. 2007:437–440.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Психометрические данные и временны́е показатели пользования девайсами

В совокупной группе подростков средний уровень ИЗ составил 50,0 (43,0; 60,0) баллов; признаки интернет-зависимости не выявлены у 22,1 % (n = 19), стадия формирования ИЗ отмечена у 61,6 % (n = 53); у 16,3 % (n = 14) определена интернет-зависимость. Стаж пользования компьютером составил 9,5 (8,0; 11,0) года, смартфоном — 7,0 (5,0; 9,0) лет, интернетом — 8,0 (7,0; 10,0) лет. Представленный выше больший стаж пользования стационарными компьютерами объясняется тем, что в подростковой среде на момент проведения экспериментальных измерений (весна 2020 — осень 2022 г.) в г. Уфе смартфоны были распространены не так широко, как на момент завершения статьи. Этот факт требует специального уточнения, поскольку факторы, определяющие формирование ЦАА, существенно различаются у стационарных компьютеров и мобильных экранных устройств [12]. Сопоставление результатов «стаж пользования ЦИТ» — показатель рефракции: наибольший стаж пользования как стационарными компьютерами, так и мобильными устройствами (10 и 7 лет соответственно) наблюдался в группе подростков с миопией, наименьший (8 и 5 лет, табл. 2) — у эмметропов. Post-hoc анализ с поправкой Холма показал, что миопы имеют более высокий стаж пользования смартфоном по сравнению с эмметропами (p = 0,014*, табл. 2).

Таблица 2. Сведения о стаже (годы), Me (Q1; Q3) пользования девайсами у подростков с различной рефракцией

Table 2. Information on the length of service (years), Me (Q1; Q3) of digital device use in adolescents with different refraction

Группы Groups	n / %	ПК / PC	С / C	И / I
М / M	64,00 / 74,42	10,0 (8,0; 11,0)	7,0 (5,0; 10,0)*	8,0 (7,0; 10,0)
Э / E	11,00 / 12,79	8,0 (5,5; 10,5)	5,0 (3,5; 6,5)	7,0 (4,5; 8,0)
Г / H	11,00 / 12,79	9,0 (6,0; 11,0)	7,0 (5,0; 8,5)	9,0 (6,0; 11,0)
Всего	86,00 / 100,00	9,5 (8,0; 11,0)	7,0 (5,0; 9,0)	8,0 (7,0; 10,0)
S	—	χ^2 = 1,86, p = 0,39	χ^2 = 6,77, p = 0,03*	χ^2 = 1,86, p = 0,39

Примечание: группы обследованных: М — с миопией, Э — эмметропией, Г — гипермetропией; n / % — данные в абсолютных значениях и процентах; S — значимость различий; ПК, С и И — пользование стационарным компьютером, смартфоном и интернетом соответственно.
Note: groups of subjects: M — with myopia, E — emmetropia, H — hypermetropia; n / % — data in absolute values and percentages; S — significance of differences; PC, C and I — use of a desktop computer, smartphone and internet respectively.

Таблица 3. Показатели медианы лага аккомодации у подростков с различным экранным временем

Table 3. Median lag of accommodation rates in adolescents with different screen time

ЭВ EV	Глаз Eye	Аккомодационный стимул, дптр /Accommodative stimulus, diopters						
		+0,5	–0,5	–1,0	–1,5	–2,0	–2,5	–3,0
≤1	OD	–0,54	0,38	0,62	0,93	1,13	1,15	1,33
	OS	–0,51	0,35	0,74	0,92	1,02	1,21	1,20
1–3	OD	–0,50	0,43	0,78	0,97	1,22	1,38	1,59
	OS	–0,47	0,42	0,79	1,12	1,21	1,40	1,61
4–6	OD	–0,43	0,40	0,86	1,13	1,28	1,46	1,73
	OS	–0,51	0,43	0,75	1,07	1,22	1,46	1,60
>6	OD	–0,53	0,46	0,76	1,19	1,45	1,36	1,62
	OS	–0,56	0,36	0,62	0,99	1,02	1,23	1,50
H	OD	13,28	4,43	30,68	36,83	17,67	19,06	34,81
	OS	13,15	6,16	15,12	18,81	26,40	20,35	18,22
p	OD	<0,01**	0,22	<0,001***	<0,001***	0,001***	<0,001***	<0,001***
	OS	<0,05**	0,10	<0,05**	0,001***	0,001***	<0,001***	<0,001***

Примечание: ЭВ, часов в день. Статистика рассчитана по H–критерию Краскела — Уоллиса (df = 3). Уровень значимости: * p < 0,05; ** p < 0,01; *** p < 0,001. H — критерий, p — уровень значимости.
Note: EV, hours per day. Statistics calculated using the Kruskal–Wallis H-test (df = 3). Significance level: * p < 0.05; ** p < 0.01; *** p < 0.001. H–test, p — significance level.

Аккомодационный ответ

Особенности аккомодации у подростков — пользователей ЦЭУ с различным экранным временем исследовали пошаговой регистрацией аккомодограммы при предъявлении зрительных стимулов возрастающей оптической активности, типичный пример записи представлен на рисунке 1.

Анализ лага аккомодации у подростков с экранным временем разной продолжительности показал значимые (по H-тесту Краскела — Уоллиса, p < 0,05) различия между группами. Попарное межгрупповое сравнение лага аккомодации выявило статистически значимые различия (p < 0,05). Примечательно, что это проявляется между группой с высокой и очень высокой продолжительностью ЭВ и у подростков с низким экранным временем уже на стимулах малой оптической нагрузки (–1,0 дптр).

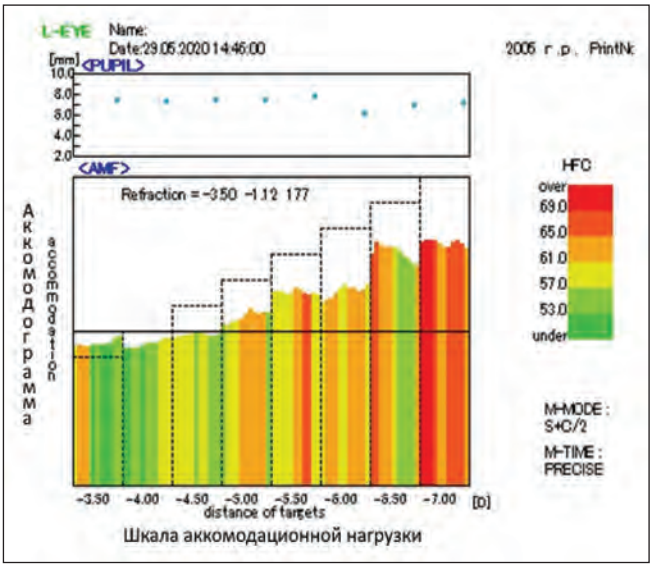


Рис. 1. Пример записи аккомодограммы у подростка 15 лет без признаков интернет-зависимого поведения. Ось абсцисс — пошаговые оптические стимулы, дптр; ось ординат — аккомодационный ответ на предъявляемый стимул, дптр

Fig. 1. Example of an accommodogram recording for a 15-year-old adolescent without signs of internet-addicted behavior. The abscissa axis shows step-by-step optical stimuli, in diopters; the ordinate axis shows the accommodative response to the presented stimulus, in diopters.

Межгрупповые различия ЛА нарастают с повышением оптической нагрузки, достигая максимума на последнем степе (стимул –3 дптр) (табл. 4, рис. 2).

Наиболее выраженные различия наблюдались при более высоких аккомодационных нагрузках (стимулы от –1,5 до –3,0 дптр), что может свидетельствовать о дозозависимом влиянии продолжительности экранного времени на аккомодационный ответ. Группа с минимальным экранным временем (≤1 ч/день) демонстрировала меньший лаг (более адекватный аккомодационный ответ) в сравнении с группами с высоким экранным временем, особенно при сравнении с группой при нагрузке >6 ч/день.

Статистически значимые межгрупповые различия выявлены также при расчете коэффициента аккомодационного ответа. Аналогично лагу аккомодации, группа с очень высоким экранным временем (>6 ч/день) показала значительно сниженные КАО относительно группы с низким экранным временем (≤1 ч/день), особенно выраженные на сильных оптических стимулах (табл. 4). В частности, максимальный стимул –3,0 дптр дал различие в 16,7–17,4 % между группами МЭВ и ЭВСП соответственно, $p < 0,001$ для OD и $p < 0,05$ для OS. Группа ЭВВП также показала снижение КАО на 22,2–23,7 % по сравнению с МЭВ ($p < 0,001$). При умеренной продолжительности экранного времени (1–3 ч/день) выявлены статистически значимые различия КАО относительно группы ≤1 ч: снижение на 15,3 % для OD ($p < 0,001$) и 22,5 % для OS ($p < 0,01$).

Таблица 4. Показатели лага аккомодации и коэффициента аккомодации у подростков с различным экранным временем на стимул максимальной оптической силы

Table 4. Accommodation lag and accommodation coefficient indicators in adolescents with different screen time for a stimulus of maximum optical power

ЭВ / EV	Глаз / Eye	Лаг аккомодации, дптр Accommodation lag, diopters	Прирост к группе ≤1 ч (%) Increase to group ≤1 h (%)	КАО, ед. KAO, units	Снижение к группе ≤1 ч (%) Reduction to group ≤1 h (%)	*p*
≤1	OD	1,33	—	0,56	—	—
	OS	1,20	—	0,60	—	—
1–3	OD	1,59	19,5	0,47	15,3	<0,001
	OS	1,61	34,2	0,46	22,5	<0,01
4–6	OD	1,73	30,1	0,43	23,7	<0,001
	OS	1,60	33,3	0,47	22,2	<0,001
>6	OD	1,62	21,8	0,46	17,4	<0,001
	OS	1,50	25,0	0,50	16,7	<0,05

Примечание: обозначения те же, что и в таблице 3.
Note: the designations are the same as in Table 3.

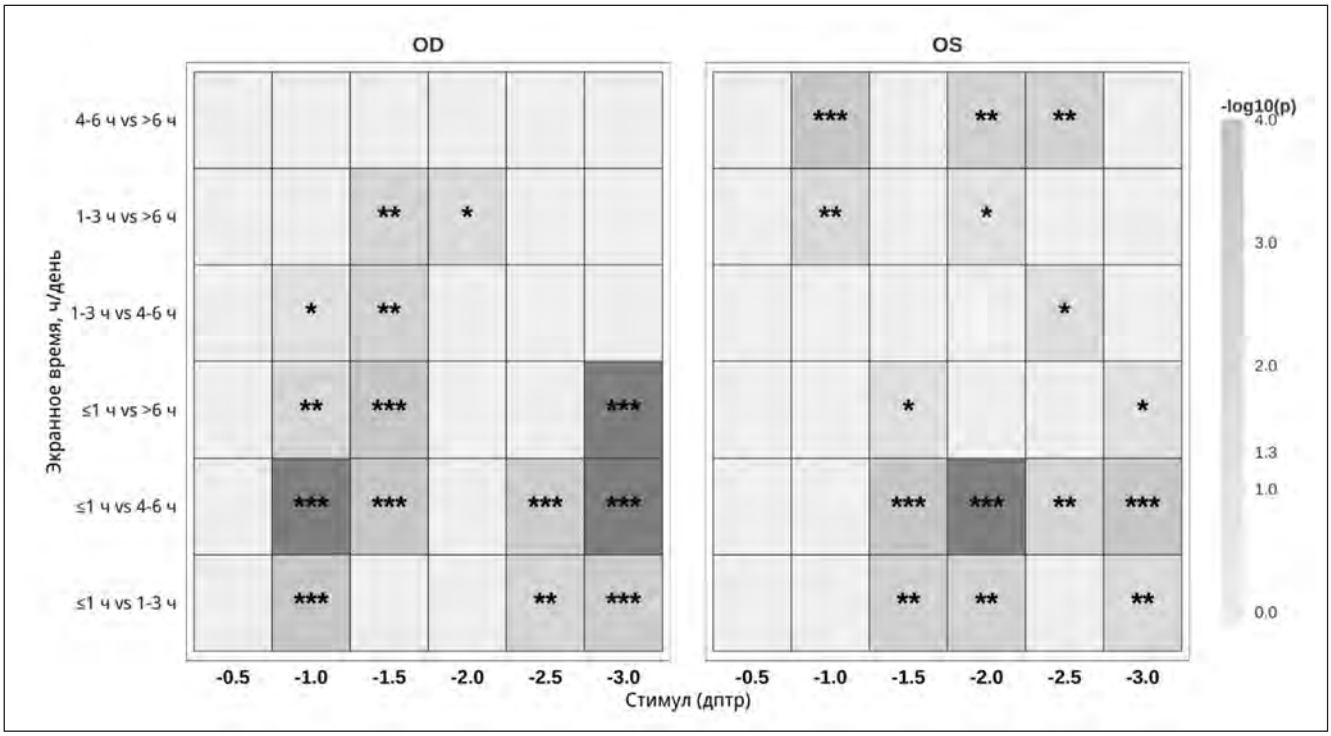


Рис. 2. Значимость межгрупповых по продолжительности экранного времени различий показателя лага аккомодации. Ось абсцисс — аккомодационные стимулы, ось ординат — попарные сравнения групп. Интенсивность серого цвета пропорциональна величине $-\log_{10}$(*p*-value): наиболее темным оттенком обозначено самое выраженное межгрупповое различие. Светло-серый цвет прямоугольников без обозначения указывает на отсутствие значимых различий ($p \geq 0,05$). Значения *p*: * < 0,05, ** < 0,01, *** < 0,001

Fig. 2. Significance of between-group differences in the accommodation lag index for screen time duration. The abscissa axis represents accommodative stimuli, and the ordinate axis represents pairwise comparisons between groups. The gray color intensity is proportional to the $-\log_{10}$(*p*-value): the darkest shade indicates the most pronounced between-group difference. Light gray rectangles without a symbol indicate no significant differences ($p \geq 0.05$). p-values: * < 0.05, ** < 0.01, *** < 0.001

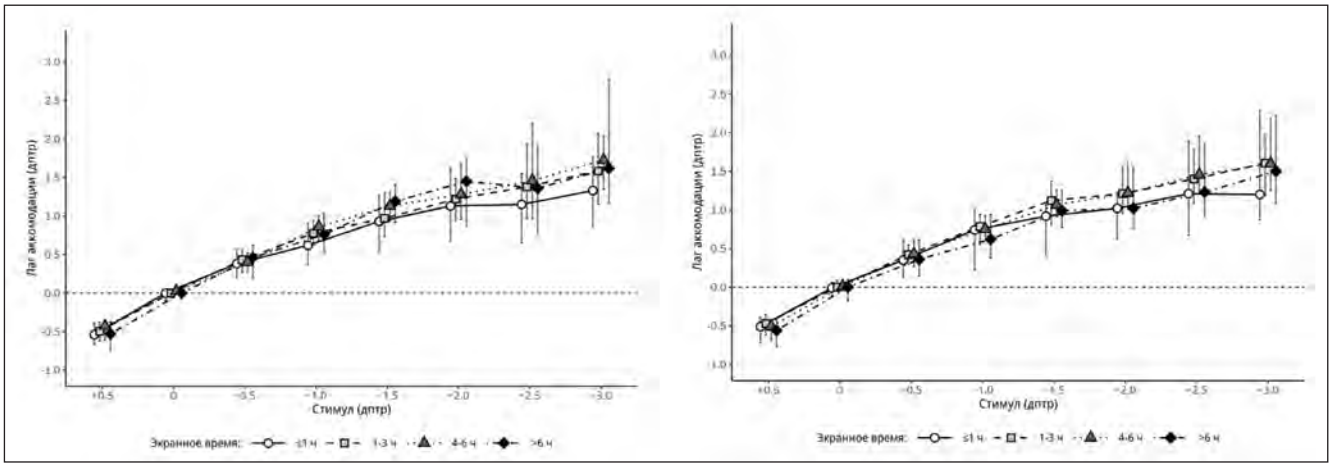


Рис. 3. Кривые лага аккомодации у подростков с разным экранным временем

Fig. 3. Accommodation lag curves in adolescents with different screen time

ОБСУЖДЕНИЕ

Напомним, что под термином «лаг» или «запаздывание аккомодации» в офтальмологии подразумевают состояние глаза, при котором фокусирующая система не полностью удовлетворяет требованиям зрения вблизи, т.е. возникает небольшая гиперметропическая расфокусировка на сетчатке. Иначе говоря, возникает разница между аккомодационным стимулом и фактической аккомодационной реакцией. Помимо биомеханических свойств хрусталика и состояния цилиарного тела, такое запаздывание, или лаг, обусловлено нейрофизиологическими процессами. Поскольку основой управления аккомодацией служит нейронная сеть с отрицательной обратной связью, направленная на минимизацию дефокусировки изображения на сетчатке, замкнутый контур управления функционирует с длительной задержкой обратной связи и описан как предиктор Смита [9]. Этот нейрофизиологический факт имеет непосредственное отношение к рассмотренным выше временны́м характеристикам аккомодационного ответа. Управление цилиарным телом осуществляется весьма сложным аккомодационным рефлексом, состоящим из триады: собственно аккомодация, миоз и конвергенция [13]. Проблемы с любым из звеньев этого рефлекса вызывают перенапряжение при работе вблизи и, как следствие, запаздывание аккомодации и снижение коэффициента аккомодационного ответа. Морфофункциональной основой этих механизмов служит многоуровневая нейронная регуляция глаза от симпатических центров в сегментах C8–T2 спинного мозга и парасимпатических ядер Эдингера — Вестфаля до подкорковых зрительных структур и проекционной зрительной коры [14, 15].

ВЫВОДЫ

Регистрация и анализ лага аккомодации и коэффициента аккомодационного ответа служат адекватным и перспективным методом исследования механизмов формирования компьютерного зрительного синдрома. По обеим характеристикам аккомодационного ответа, как лага, так и коэффициента аккомодационного ответа, выявлены идентичные статистически значимые различия между группами с разной продолжительностью экранного времени на стимулах в диапазоне от –1,5 до –3,0 дптр ($p < 0{,}001$ для большинства стимулов). Данные четко указывают на дозозависимое влияние продолжительности экранного времени на исследованные параметры аккомодационного ответа: с увеличением времени пользования девайсами происходит увеличение лага и, соответственно, снижение коэффициента аккомодации. Наиболее вероятным механизмом, объясняющим динамику исследованных параметров аккомодации, является временно́е запаздывание в нейронных сетях, регулирующих процесс аккомодации.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Мухамадеев Т.Р. — организация и руководство исследованием, статистический анализ данных, редактирование текста;
Ахмадеев Р.Р. — концепция и дизайн исследования, аналитический обзор публикаций, написание текста;
Шайхутдинова Э.Ф. — сбор и обработка экспериментального материала, техническая редакция статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Овечкин ИГ, Гатилов ДВ, Беликова ЕИ, Овечкин НИ, Кумар В. Взаимосвязь различных форм аккомодационной астенопии с особенностями профессиональной деятельности пациентов зрительно-напряженного труда с явлениями компьютерного зрительного синдрома. Офтальмология. 2023;20(2):308–313.
Ovechkin IG, Gatilov DV, Belikova EI, Ovechkin NI, Kumar V. The Relationship of Various Forms of Accommodative Asthenopia with the Characteristics of the Professional Activity in Patients with Visually Intense Work and the Phenomena of Computer Visual Syndrome. Ophthalmology. 2023;20(2):308–313 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-308-313.
2. Овечкин ИГ, Гаджиев ИС, Кожухов АА, Беликова ЕИ. Диагностические критерии астенической формы аккомодационной астенопии у пациентов с компьютерным зрительным синдромом. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2020;20(4):169–174.
Ovechkin IG, Gadzhiev IS, Kozhukhov AA, Belikova EI. Diagnostic criteria for asthenic accommodative asthenopia in patients with computer vision syndrome.

RMJ. Clinical ophthalmology. 2020;20(4):169–174 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-169-174.
3. Ccami-Bernal F, Soriano-Moreno DR, Romero-Robles MA, Barriga-Chambi F, Tuco KG, Castro-Diaz SD, Nuñez-Lupaca JN, Pacheco-Mendoza J, Galvez-Olortegui T, Benites-Zapata VA. Prevalence of computer vision syndrome: A systematic review and meta-analysis. J Optom. 2024 Jan-Mar;17(1):100482. doi: 10.1016/j.optom.2023.100482.
4. Xu Y, Deng G, Wang W, Xiong S, Xu X. Correlation between handheld digital device use and asthenopia in Chinese college students: a Shanghai study. Acta Ophthalmol. 2019 May;97(3):e442–e447. doi: 10.1111/aos.13885.
5. Computer Vision Syndrome (Digital Eye Strain) 2025. URL: https://eyewiki.org/Computer_Vision_Syndrome_(Digital_Eye_Strain). Accessed December 18, 2025.
6. Helmholtz H. Ueber die Accommodation des Auges. Albrecht von Graefes Archiv für Ophthalmologie. 1855;1(2):1–74. German.
7. Liang X, Wei S, Li SM, An W, Du J, Wang N. Effect of reading with a mobile phone and text on accommodation in young adults. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021;259(5):1281–1288. doi: 10.1007/s00417-020-05054-3.
8. Charman WN, Heron G. Microfluctuations in accommodation: an update on their characteristics and possible role. Ophthalmic Physiol Opt. 2015;35(5):476–499. doi: 10.1111/opo.12234.
9. Read JCA, Kaspiris-Rousellis C, Wood TS, Wu B, Vlaskamp BNS, Schor CM. Seeing the future: Predictive control in neural models of ocular accommodation. J Vis. 2022;22(9):4. doi: 10.1167/jov.22.9.4.
10. Myers GA, Stark L. Topology of the near response triad. Ophthalmic Physiol Opt. 1990;10:175–181. doi: 10.1111/j.1475-1313.1990.tb00972.x.
11. Оренбуркина ОИ., Ахмадеев РР., Воробьева ИВ., Бабушкин АЭ., Радаев ИП. Компьютерный зрительный синдром и внутриглазное давление (обзор литературы). Клиническая офтальмология. 2025;25(4):279–284.
Orenburkina OI., Akhmadeev RR., Vorobyova IV., Babushkin AE., Radaev IP. Computer vision syndrome and intraocular pressure (literature review). Clinical ophthalmology. 2025;25(4):279–284 (In Russ.). doi: 10.32364/23117729-2025-25-4-8.
12. Hynes NJ, Cufflin MP, Hampson KM, Mallen EA. The effect of image resolution of display types on accommodative microfluctuations. Ophthalmic Physiol Opt. 2022;42(3):514–525. doi: 10.1111/opo.12949.
13. Tripathy K, Sharma YR, Chawla R, Basu K, Vohra R, Venkatesh P. Triads in Ophthalmology: A Comprehensive Review. Semin Ophthalmol. 2017;32(2):237–250. doi: 10.3109/08820538.2015.1045150.
14. Wang Y, Zekveld AA, Naylor G, Ohlenforst B, Jansma EP, Lorens A, Lunner T, Kramer SE. Parasympathetic Nervous System Dysfunction, as Identified by Pupil Light Reflex, and Its Possible Connection to Hearing Impairment. PLoS One. 2016;11(4):e0153566. doi: 10.1371/journal.pone.0153566.
15. Wu F, Zhao Y, Zhang H. Ocular Autonomic Nervous System: An Update from Anatomy to Physiological Functions. Vision (Basel). 2022;6(1):6. doi: 10.3390/vision6010006.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Мухамадеев Тимур Рафаэльевич
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой офтальмологии,
заместитель генерального директора
https://orcid.org/0000-0003-3078-2464

Ахмадеев Рустэм Раисович
доктор медицинских наук, профессор, нейрофизиолог, медицинский психолог
https://orcid.org/0000-0002-0212-2162

Шайхутдинова Элина Фаритовна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-0174-3637

ABOUT THE AUTHORS

Mukhamadeev Timur R.
MD, head of the Chair of Ophthalmology; deputy director
https://orcid.org/0000-0003-3078-2464

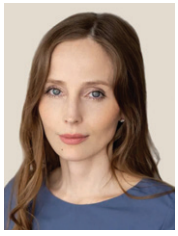
Ahmadeev Rustem R.
MD, Professor, neurophysiologist, medical psychologis
https://orcid.org/0000-0002-0212-2162

Shaykhutdinova Elina F.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-0174-3637

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-380-387

поступила 03.02.26
was received 03.02.26

Клиническое наблюдение увеита, ассоциированного с HLA-B51: диагностические сложности и современные возможности терапии болезни Бехчета с поражением глаз



Д.С. Атарщиков[1] Е.С. Таскина[2] А.Е. Егоров[3] Н.А. Зубарева[2] Т.В. Бекетова[4,5,6]

[1] АО «Группа компаний «Медси»
Мичуринский просп., 56/1, Москва, 119192, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Читинская государственная медицинская академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Горького, 39а, Чита, 672000, Российская Федерация

[3] ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Пироговский Университет)
ул. Островитянова, 1, Москва, 117513, Российская Федерация

[4] ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами
Президента Российской Федерации
ул. Маршала Тимошенко, 15, Москва, 121356, Российская Федерация

[5] ФГБНУ «Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой»
Каширское шоссе, 34а, Москва, 115522, Российская Федерация

[6] ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»
ул. Большая Семеновская, 38, Москва, 107023, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):380–387**

В статье проведен анализ клинического наблюдения пациентки 22 лет с тяжелым рецидивирующим двусторонним увеитом, осложненным нейроретинитом, вероятно, обусловленным болезнью Бехчета (ББ). Представленные данные демонстрируют значительные диагностические трудности, связанные с отсутствием патогномоничных лабораторных маркеров ББ и необходимостью комплексной оценки клинико-анамнестических данных. Ключевую роль сыграло выявление у пациентки из эндемичного для ББ региона (Астраханская область) аллеля человеческого лейкоцитарного антигена (Human Leukocyte Antigen, HLA) B51 — генетического маркера предрасположенности к ББ. Учитывая резистентность к глюкокортикоидам и высокий риск необратимой потери зрения, была инициирована генно-инженерная биологическая терапия ингибитором фактора некроза опухоли (ФНО)-α адалимумабом. В результате лечения достигнута положительная динамика с полным восстановлением остроты зрения, регрессом макулярного отека и признаков нейроретинита по данным оптической когерентной томографии. Наблюдение подчеркивает важность включения ББ в круг дифференциальной диагностики рецидивирующих увеитов у молодых пациентов, значение генетического тестирования с выявлением HLA-B51 и целесообразность раннего назначения современных таргетных препаратов, прежде всего ингибиторов ФНО-α, для сохранения зрительных функций. Ключевым фактором успешного лечения в данном наблюдении явилось скоординированное взаимодействие специалистов офтальмологического и ревматологического профилей.

Ключевые слова: болезнь Бехчета, увеит, нейроретинит, HLA-B51, адалимумаб, клиническое наблюдение, таргетная терапия

Для цитирования: Атарщиков Д.С., Таскина Е.С., Егоров А.Е., Зубарева Н.А., Бекетова Т.В. Клиническое наблюдение увеита, ассоциированного с HLA-B51: диагностические сложности и современные возможности терапии болезни Бехчета с поражением глаз. *Офтальмология.* 2026;23(2):380–387. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-380-387

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Clinical case report: Behcet's Uveitis: Diagnostic Challenges and Modern Treatment Approach

D.S. Atarshchikov[1], E.S. Taskina[2], A.E. Egorov[3], N.A. Zubareva[2], T.V. Beketova[4,5,6]

[1] MEDSI Group of Companies JSC
Michurinsky Ave., 56/1, Moscow, 119192, Russian Federation

[2] Chita State Medical Academy
Gorky str., 39a, Chita, 672000, Russian Federation

[3] Pirogov Russian Scientific Research Medical University
Ostrovityanova str., 1, Moscow, 117513, Russian Federation

[4] Central Clinical Hospital with a Polyclinic, Presidential Property Management Department of the Russian Federation
Marshala Timoshenko str., 19, bld. 1A, Moscow, 121359, Russian Federation

[5] V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology
Kashirskoye Highway, 34A, Moscow, 115522, Russian Federation

[6] Moscow Polytechnic University
Bolshaya Semyonovskaya str., 38, Moscow, 107023, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):380–387**

The article analyzes the clinical observation of a 22-year-old patient with severe recurrent bilateral uveitis complicated by neuroretinitis, probably caused by Behcet's disease. The presented data demonstrate significant diagnostic difficulties associated with the lack of pathognomonic laboratory markers of Behcet's disease and the need for a comprehensive assessment of clinical and anamnestic data. The key role was played by the identification of the Human Leukocyte antigen (HLA) B51 allele, a genetic marker of predisposition to Behcet's disease, in a patient from the Astrakhan region. Taking into account the resistance to glucocorticoids and the high risk of irreversible vision loss, a genetically engineered biological therapy with tumor necrosis factor (TNF)-alpha inhibitor adalimumab was initiated. As a result of the treatment, positive dynamics was achieved with complete restoration of visual acuity, regression of macular edema and signs of neuroretinitis according to optical coherence tomography. The observation highlights the importance of including Behcet's disease in the differential diagnosis of recurrent uveitis in young patients, the importance of genetic testing for HLA-B51, and the expediency of early prescribing modern targeted drugs, primarily TNF-α inhibitors, to preserve visual functions. The key factor for successful treatment in this case was the coordinated interaction of ophthalmological and rheumatological specialists.

Keywords: Behcet's disease, uveitis, neuroretinitis, HLA-B51, adalimumab, clinical case, targeted therapy

For citation: Atarshchikov D.S., Taskina E.S., Egorov A.E., Zubareva N.A., Beketova T.V. Clinical case report: Behcet's Uveitis: Diagnostic Challenges and Modern Treatment Approach. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):380–387. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-380-387

Financial Disclosure: no author has a financial or property nterest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Болезнь Бехчета (ББ) характеризуется рецидивирующими афтозными изъязвлениями слизистой оболочки рта и половых органов, сопровождающимися поражением кожи, глаз, суставов, желудочно-кишечного тракта, нервной системы. Может наблюдаться васкулит мелких сосудов, тромбангиит, тромбозы, артериит, аневризмы артерий [1]. Васкулит при ББ относится к группе вариабельного системного васкулита без преобладающего типа сосудистого вовлечения, при котором могут поражаться сосуды любого размера (малые, средние и крупные) и типа (артерии, вены и капилляры) [2].

Классическая триада симптомов, описанная Hulusi Behcet в 1937 г., включает рецидивирующие афтозные язвы полости рта, генитальные язвы и увеит [1, 3]. Однако современное понимание болезни значительно шире, ББ рассматривается как полиорганная патология с вариабельными клиническими фенотипами (сосудистый, офтальмологический, неврологический, кожно-слизистый и суставной, неопределенный) [4]. В связи с полиморфизмом симптомов Европейской антиревматической лигой (European League Against Rheumatism, EULAR) предложено использовать термин «синдром Бехчета» [5].

Эпидемиология ББ демонстрирует выраженную географическую зависимость, что указывает на важную роль генетической предрасположенности. Наибольшая распространенность отмечается вдоль исторического Шелкового пути — в странах Центральной и Восточной Азии, Средиземноморского побережья [1].

Этиология заболевания не установлена, присутствует значительная генетическая предрасположенность, прежде всего обусловленная высокой частотой выявления

у пациентов с ББ аллеля человеческого лейкоцитарного антигена (Human Leukocyte Antigen, HLA) B51. Носительство HLA-B51 повышает риск развития ББ и часто ассоциировано с более тяжелым течением заболевания, присутствием офтальмологических и неврологических симптомов [6, 7].

В основе патогенеза лежит дисбаланс иммунного ответа с активацией Т-хелперов (T-helper, Th) 1 и Th17, гиперпродукцией провоспалительных цитокинов, таких как фактор некроза опухоли (ФНО)-α, интерлейкины (ИЛ)-1β, ИЛ-6, ИЛ-17, ИЛ-23, а также нарушением функции нейтрофилов [8, 9].

Специфические лабораторные маркеры ББ отсутствуют, что создает существенные диагностические трудности, особенно при манифестации заболевания с увеита [1, 10]. Поражение глаз (увеит) развивается у 60–80 % пациентов с ББ и является одним из наиболее тяжелых и прогностически неблагоприятных проявлений заболевания, ведущих к инвалидизации [11, 12]. Увеит при ББ характеризуется как двусторонний хронический рецидивирующий негранулематозный панувеит. Поражение глаз при ББ отличается агрессивным течением с высоким риском развития осложнений: окклюзионного васкулита сетчатки, ишемического или кистозного отека макулы, атрофии зрительного нерва, неоваскуляризации [11, 12]. Наиболее неблагоприятным прогностическим признаком считается развитие нейроретинита (сочетанного воспаления сетчатки и зрительного нерва), свидетельствующего о глубоком ишемическом и воспалительном повреждении заднего отрезка глаза [12].

Лечение тяжелого увеита, нередко резистентного к стандартной терапии, требует раннего назначения иммуносупрессивных препаратов и/или генно-инженерных биологических препаратов (ГИБП), в первую очередь ингибиторов ФНО-α, таких как адалимумаб и инфликсимаб [5, 12, 13].

Представляем клиническое наблюдение молодой пациентки из эндемичного для ББ региона с тяжелым рецидивирующим увеитом, осложненным нейроретинитом.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациентка, 22 года, проживающая в Астраханской области, в феврале 2023 г. обратилась ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ на консультацию к офтальмологу с жалобами на снижение зрения обоих глаз в течение нескольких недель. В анамнезе 5 лет назад диагностирована миопия, коррекция проведена мягкими контактными линзами. В ноябре 2022 г. после эпизода сна в линзах развился кератоконъюнктивит, проведено лечение местными антибактериальными, противовирусными препаратами и кератопротекторами в течение недели с положительной динамикой. Однако в январе 2023 г. состояние вновь ухудшилось, появилось покраснение глаз, светобоязнь и боли в глазах. В офтальмологическом стационаре диагностирован двусторонний иридоциклит и проведено лечение антибактериальными, противовоспалительными и противогрибковыми препаратами с улучшением. В феврале 2023 г. произошла повторная госпитализация в связи с развитием переднезаднего увеита, назначена местная и системная противовоспалительная, антибактериальная и десенсибилизирующая терапия.

При уточнении анамнеза установлено, что в детском возрасте наблюдался рецидивирующий дерматит в области локтевых сгибов с образованием изъязвлений и корок, с последующим формированием участков депигментации. С лета 2022 г. появились высыпания в подмышечных областях с гиперемией, шелушением и зудом. С декабря 2022 г. присоединилось выпадение волос (рис. 1).

На коже рук и в области коленей имелись многочисленные черно-белые татуировки, в зоне которых периодически возникали преходящие уплотнения и отечность (рис. 2).

При стандартном офтальмологическом обследовании: визометрия — Vis OD = 0,05 sph –2,50D cyl –1,75D ax 180° = 0,8, Vis OS = 0,02 sph –3,00D cyl –1,75D ax 175° = 0,5; пневмотонометрия — 13 мм рт. ст. на OD и 19 мм рт. ст. на OS. Биомикроскопия показала субатрофию стромы радужки, плавающие помутнения в стекловидном теле обоих глаз и частично вымытую пигментную кайму левого глаза. Офтальмоскопия выявила гиперемию и стушеванность границ диска зрительного нерва с проминенцией в стекловидное тело, расширение артерий и вен, а в макулярной области левого глаза — сглаженность рефлекса и отек сетчатки (рис. 3).

Оптическая когерентная томография (ОКТ) макулярной области и диска зрительного нерва подтвердила наличие значительных структурных изменений: расширение границ диска зрительного нерва за счет отека перипапиллярной сетчатки и его проминенция в полость стекловидного тела обоих

Рис. 1. Очаговая алопеция волосистой части головы

Fig. 1. Focal alopecia of the scalp

Рис. 2. Черно-белые татуировки на руках

Fig. 2. Black and white tattoos on arms

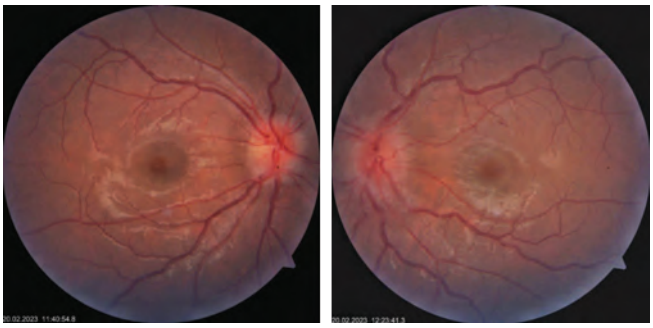


Рис. 3. Глазное дно правого и левого глаз при обследовании 20.02.2023

Fig. 3. Fundus of the right and left eyes during examination on 20.02.2023

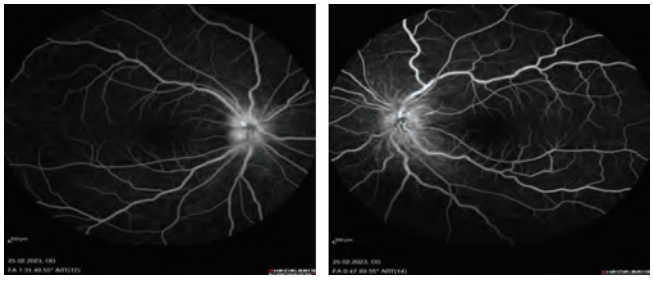


Рис. 5. Флуоресцентная ангиография при обследовании 25.02.2023

Fig. 5. Fluorescence angiography during examination on 25.02.2023

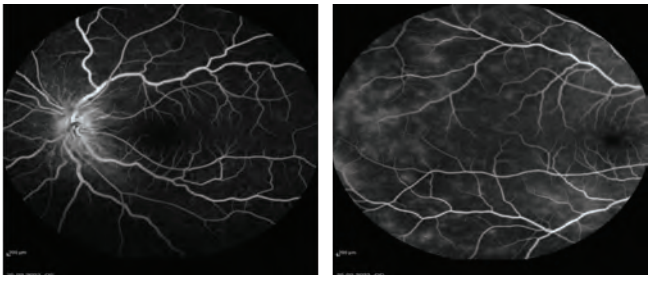


Рис. 6. Флуоресцентная ангиография, поздняя фаза при обследовании 25.02.2023

Fig. 6. Fluorescence angiography late phase during examination on 25.02.2023

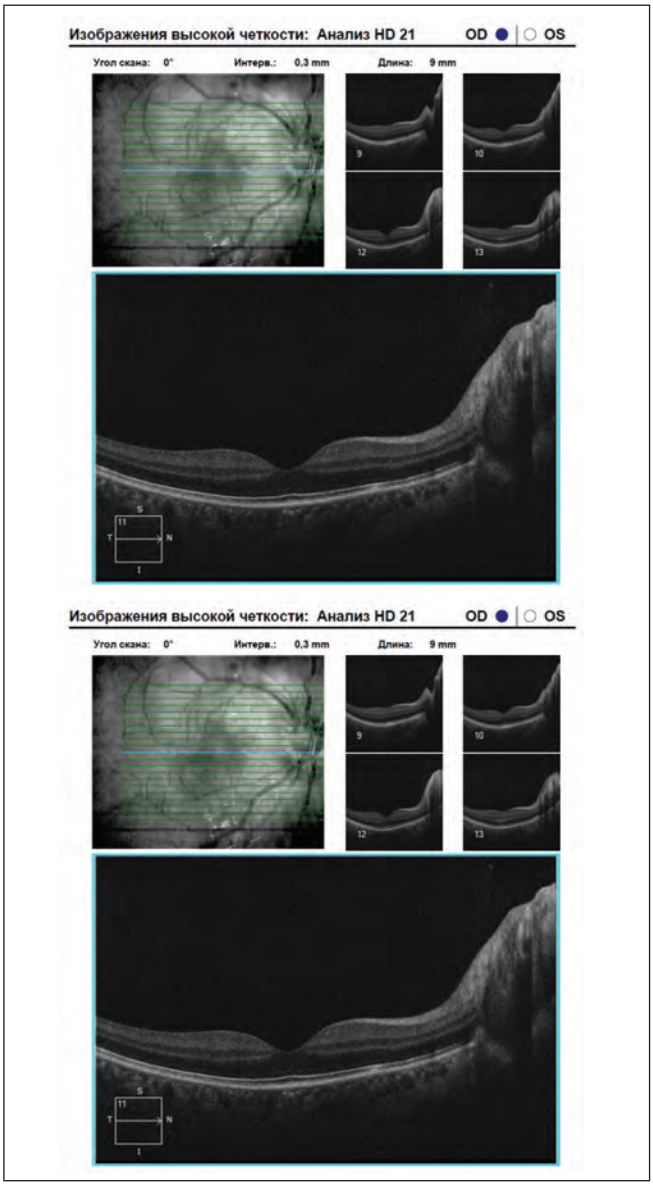


Рис. 4. Оптическая когерентная томография диска зрительного нерва и макулы при обследовании 20.02.2023

Fig. 4. Optical coherence tomography of the optic nerve disc and macula during examination on 20.02.2023

глаз, а также наличие интраретинальной и субретинальной жидкости слева, локально (рис. 4).

При проведении флуоресцентной ангиографии (ФАГ) выявлена диффузная гиперфлюоресценция диска зрительного нерва и перипапиллярная гиперфлюоресценция, больше выраженная слева (рис. 5).

В поздней фазе ангиограммы выявлена гиперфлюоресценция сетчатки за счет экстравазации красителя, больше выраженная слева (рис. 6).

Первоначально предполагали диагноз: нейроретинит неясной этиологии (васкулит?), миопия слабой степени, сложный миопический астигматизм обоих глаз. Проведено интравитреальное введение импланта дексаметазона 0,7 мг в оба глаза. Для уточнения диагноза была выполнена флюоресцентная ангиография, выявившая значительные сосудистые изменения, характерные для васкулита. Пациентка была проконсультирована неврологом и обследована с целью исключения демиелинизирующего заболевания. Данные магнитно-резонансной томографии (МРТ) головного мозга с контрастированием не выявили очаговых или диффузных изменений. При МРТ крестцово-подвздошных сочленений не найдено воспалительных изменений в виде участков отека костного мозга, в то же время при рентгенографии костей таза отмечен двусторонний сакроилеит 1-й степени и двусторонний коксартроз 1-й степени. При рентгенографии

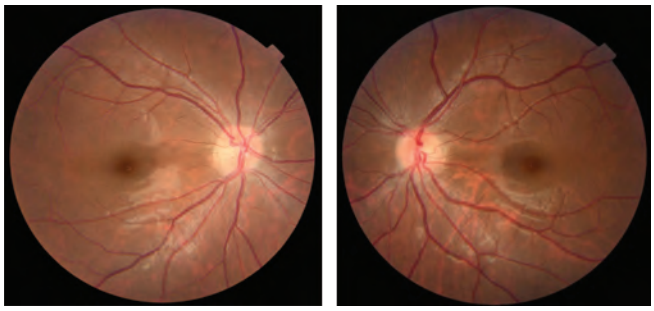


Рис. 7. Глазное дно правого и левого глаз при обследовании 10.04.2023 на фоне лечения адалимумабом

Fig. 7. Fundus of the right and left eyes from 10.04.2023

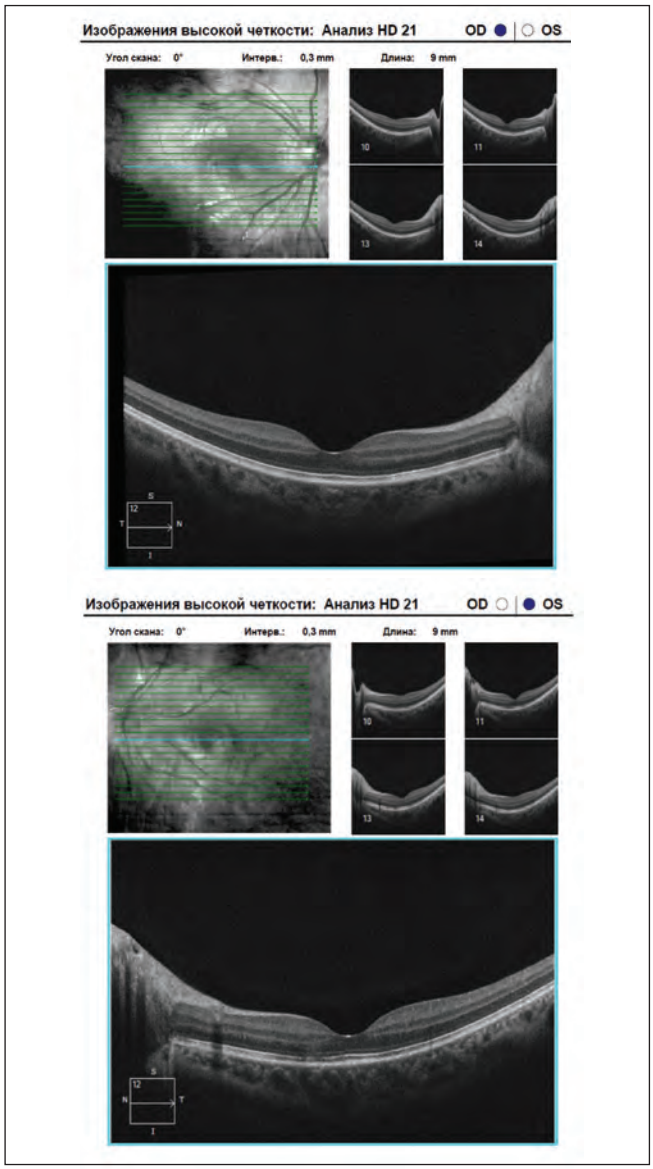


Рис. 8. Оптическая когерентная томография диска зрительного нерва и макулы при обследовании 10.04.2023 на фоне лечения адалимумабом

Fig. 8. Optical corregent tomography of the disc of the optic nerve and macula from 10.04.2023

и МРТ позвоночника выявлены умеренные дегенеративно-дистрофические изменения. Результаты лабораторного обследования: положительный HLA-B51, отрицательный HLA-B27, отрицательный квантифероновый тест, отсутствие антинуклеарных антител, ревматоидного фактора, тромбоцитоз до 467×10^9/л.

Дифференциально-диагностический поиск проводили между анкилозирующим спондилоартритом и проявлениями в виде рецидивирующего двустороннего увеита. Особенности генетического анализа с присутствием HLA-B51 и отрицательными результатами HLA-B27, проживание семьи в Астраханской области, относящейся к региону исторического Шелкового пути, алопеция, реакция кожи в зонах татуировок в виде уплотнений и отека, указания в анамнезе на рецидивирующий дерматит с изъязвлениями в детском возрасте, а также отсутствие МРТ-признаков активного сакроилеита свидетельствовали в пользу диагноза ББ [14].

В ревматологическом отделении инициирована терапия ГИБП ингибитором ФНО-α адалимумабом подкожно в дозе 80 мг с интервалом 2 недели. Местно продолжены инстилляции комбинированных гипотензивных капель (0,5 % тимолол + 1 % бринзоламид) и нестероидных противовоспалительных препаратов (0,1 % непафенак).

В результате лечения отмечена положительная динамика с улучшением зрительных функций до Vis OD = 0,2 sph –2,50D cyl –1,75D ax 180° = 1,0 и Vis OS = 0,2 sph –3,0D cyl –1,75D ax 175° = 1,0, нормализацией внутриглазного давления, улучшением показателей офтальмоскопии, ОКТ макулы и диска зрительного нерва (рис. 7, 8). Произошло полное восстановление волосяного покрова головы, а также нормализация числа тромбоцитов периферической крови (рис. 9).

ОБСУЖДЕНИЕ

Представленное клиническое наблюдение иллюстрирует типичные сложности диагностики ББ, особенно ее офтальмологического варианта, с дебютом в виде тяжелого увеита. Вариабельность клинического течения, отсутствие патогномоничных лабораторных тестов и изменений по данным визуализирующих методов делает диагноз исключительно клиническим и затрудняет установление ББ, особенно в не эндемичных

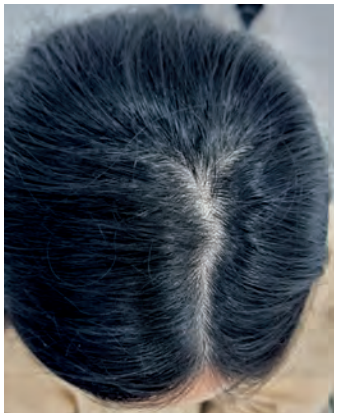


Рис. 9. Восстановление волосяного покрова головы через 3 месяца лечения адалимумабом

Fig. 9. Hair restoration from 31.05.2025

регионах [1, 10]. В представленном случае диагностический поиск прежде всего строился на анализе ключевых клинических проявлений. К ним относились резистентный панувеит, осложненный ретинальным васкулитом и нейроретинитом, наличие алопеции, реакция кожи в области татуировок, данные анамнеза с указанием на рецидивирующее поражение кожи с изъязвлениями [14], а также проживание семьи пациентки в регионе исторического Шелкового пути. Аргументом в пользу диагноза ББ стал положительный результат тестирования на аллель HLA-B51, значение которого как важнейшего генетического маркера предрасположенности к ББ и предиктора тяжелого течения, особенно глазных и неврологических проявлений, подтверждено исследованиями [6, 7]. Кроме того, определенный интерес представляет выявление при рентгенографии начальных признаков сакроилеита (неактивного по данным МРТ) при отрицательном результате исследования HLA-B27. В литературе описан перекрест между ББ и спондилоартритом, что может создавать дополнительные диагностические трудности [3]. В основе такого перекрестного фенотипа могут лежать общие патогенетические звенья, включая активацию Th17 и оси ИЛ-23/ИЛ17 [8, 9].

Помимо офтальмологических проявлений, у пациентки наблюдалось поражение кожи в виде очаговой алопеции волосистой части головы и преходящей отечности, уплотнений кожи непосредственно под пигментированными участками татуировок. Данный симптом может быть интерпретирован в рамках изоморфной реакции (феномена Кебнера), характерного для ББ и других аутоиммунных дерматозов, при которых типичные кожные проявления развиваются в местах неспецифической травмы кожи, включая участки нанесения татуировок [15]. Можно также обсуждать феномен патергии — патологическую реакцию кожи на укол иглой, что является ключевым диагностическим признаком ББ [14]. Хотя связь между татуировками и ББ не доказана, в литературе описаны единичные случаи развития увеита после нанесения татуировок, что указывает на их потенциальную роль как триггерного фактора у предрасположенных лиц [16]. Интересно, что поражение глаз манифестировало после травматизации мягкими контактными линзами с развитием кератоконъюнктивита.

Развитие нейроретинита у пациентки подчеркивает агрессивный характер поражения глаз при ББ. Нейроретинит как проявление заднего сегментарного васкулита с вовлечением диска зрительного нерва и сетчатки является маркером высокой активности заболевания и требует незамедлительного назначения системной иммуносупрессии для предотвращения необратимой потери зрения [11, 12]. Тактика первоначального применения интравитреального глюкокортикоида (ГК) — имплантата дексаметазона была оправдана для быстрого купирования угрожающего макулярного отека. Однако, как и продемонстрировано в данном случае, при ББ необходима системная иммуносупрессия для контроля патологического процесса и предотвращения рецидивов [13, 17].

Международные рекомендации Европейского альянса ревматологических ассоциаций (European League Against Rheumatism, EULAR) 2018 г. при тяжелом поражении глаз у пациентов с ББ предлагают в качестве терапии первой линии системные ГК в сочетании с иммуносупрессантами (азатиоприн, циклоспорин). В случаях, представляющих угрозу зрению, стратегией выбора становится назначение ГИБП, в первую очередь ингибиторов ФНО-α [17].

Адалимумаб, полностью человеческое моноклональное антитело к ФНО-α, продемонстрировал в многочисленных исследованиях высокую эффективность в терапии резистентного увеита при ББ, достигавшую 97 %, обеспечивая достижение быстрой и стойкой ремиссии, сокращение частоты рецидивов и позволяя существенно снизить дозу ГК, минимизируя связанные с ними риски [12, 18]. Его использование в собственном наблюдении было обосновано тяжестью глазных проявлений (нейроретинит, макулярный отек) и резистентностью к предшествующей терапии ГК. Терапия адалимумабом привела к полному восстановлению зрительных функций и регрессу воспалительных изменений по данным ОКТ, кроме того, способствовала восстановлению волосяного покрова головы.

Важно отметить, что другие ГИБП, такие как ингибиторы ИЛ-1 (анакинра, канакинумаб) или ИЛ-17 (секукинумаб), в крупных рандомизированных исследованиях увеита при ББ не продемонстрировали стабильно высокую эффективность и в настоящее время не рассматриваются в качестве препаратов первой линии, в отличие от ингибиторов ФНО-α [9].

К перспективным направлениям терапии увеита относят ингибиторы янус-киназ (JAK). Так, по данным систематического обзора литературы, частота ремиссии достигала 83 % при использовании JAK-ингибиторов (тофацитиниба, барицитиниба или упадацитиниба) пациентам с ББ и поражением глаз, как правило, резистентным к стандартной терапии, в половине случаев с неэффективностью ингибиторов ФНО-α [19]. Таким образом, применение ингибиторов JAK является многообещающей стратегией лечения ББ при недостаточном ответе на ингибиторы ФНО-α, особенно в случаях с поражением жизненно важных органов, прежде всего глаз.

Успешное ведение пациентов с ББ и увеитом, как подчеркивается в рекомендациях EULAR-2018, является сложной задачей и требует тесного междисциплинарного сотрудничества, в первую очередь офтальмолога и ревматолога [17]. В представленном наблюдении совместное обсуждение данных офтальмологического обследования, анамнеза, генетического исследования (HLA-типирование) и методов визуализации позволило установить диагноз и выбрать оптимальную тактику лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, представленное наблюдение подчеркивает важность включения ББ в круг дифференциальной диагностики рецидивирующего увеита у молодых пациентов, значение генетического тестирования с выявлением HLA-B51 и целесообразность раннего назначения ГИБП, прежде всего ингибитора ФНО-α — адалимумаба, для сохранения зрительных функций и улучшения качества жизни пациентов. Ключевым фактором аргументированной диагностики и успешного лечения явилось скоординированное взаимодействие специалистов офтальмологического и ревматологического профилей.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Атарщиков Д.С. — концепция и дизайн исследования, сбор клинического материала, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Таскина Е.С. — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Егоров А.Е. — обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Зубарева Н.А. — обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Бекетова Т.В. — сбор клинического материала, обработка и интерпретация данных, написание статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Kiafar M, Faezi ST, Kasaeian A, Baghdadi A, Kakaei S, Mousavi SA, Nejadhosseinian M, Shahram F, Ghodsi SZ, Shams H, Davatchi F. Diagnosis of Behçet's disease: clinical characteristics, diagnostic criteria, and differential diagnoses. BMC Rheumatol. 2021;5(1):2. doi: 10.1186/s41927-020-00172-1.
2. Jennette JC, Falk RJ, Bacon PA, Basu N, Cid MC, Ferrario F, Flores-Suarez LF, Gross WL, Guillevin L, Hagen EC, Hoffman GS, Jayne DR, Kallenberg CG, Lamprecht P, Langford CA, Luqmani RA, Mahr AD, Matteson EL, Merkel PA, Ozen S, Pusey CD, Rasmussen N, Rees AJ, Scott DG, Specks U, Stone JH, Takahashi K, Watts RA. 2012 revised International Chapel Hill Consensus Conference Nomenclature of Vasculitides. Arthritis Rheum. 2013;65(1):1–11. doi: 10.1002/art.37715.
3. Разумова ИЮ, Годзенко АА. Болезнь Бехчета и увеит. Вестник офтальмологии. 2021;137(5):130–137.
Razumova IYu, Godzenko AA. Behcet's disease and uveitis. Russian Annals of Ophthalmology. 2021;137(5):130–137 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2021137051130.
4. Chadli S, Maamar M, Abouqal R, Ammouri W, Tazi Mezalek Z, Harmouche H. Identification of clinical phenotypes in Behçet's syndrome using latent class analysis: a step toward precision medicine. Clin Exp Rheumatol. 2025;43(10):1789–1798. doi: 10.55563/clinexprheumatol/3dhh59.
5. Hatemi G, Seyahi E, Fresko I, Talarico R, Ucar D, Hamuryudan V. Behcet's syndrome: one year in review 2025. Clin Exp Rheumatol. 2025;43(10):1699–1708. doi: 10.55563/clinexprheumatol/8xuim0.
6. Nokhatha SAA, Aljaberi N, Zeyoudi JA, Almarzooqi A, Soukieh F, Khan M. High prevalence of HLA-B51 and ocular involvement in Behçet's disease: a multicenter cross-sectional study. Rheumatol Int. 2025;45(6):140. doi: 10.1007/s00296-025-05892-6.
7. Joubert M, Desbois AC, Domont F, Ghembaza A, Le Joncour A, Mirouse A, Maalouf G, Leclercq M, Touhami S, Cacoub P, Bodaghi B, Saadoun D. Behçet's Disease Uveitis. J Clin Med. 2023;12(11):3648. doi: 10.3390/jcm12113648.
8. Lin S, Xu Z, Lin Z, Xie B, Feng J. Advances in pathogenesis and treatment of ocular involvement in Behcet's disease. Front Immunol. 2023;14:1206959. doi: 10.3389/fimmu.2023.1206959.
9. Guan Y, Li F, Li N, Yang P. Decoding Behcet's Uveitis: an In-depth review of pathogenesis and therapeutic advances. J Neuroinflammation. 2024;21(1):133. doi: 10.1186/s12974-024-03123-6.
10. Mahaju S, Achhami E, Lamichhane S, Chalise KN, Gautam R. A rare case of Behcet's disease in Nepal: multisystem manifestations and diagnostic challenges. Ann Med Surg (Lond). 2023;85(10):5259–5262. doi: 10.1097/MS9.0000000000001279.
11. Çakar Ozdal P. Behçet's Uveitis: Current Diagnostic and Therapeutic Approach. Turk J Ophthalmol. 2020;50(3):169–182. doi: 10.4274/tjo.galenos.2019.60308.
12. Zhong Z, Su G, Yang P. Risk factors, clinical features and treatment of Behçet's disease uveitis. Prog Retin Eye Res. 2023;97:101216. doi: 10.1016/j.preteyeres.2023.101216.
13. Лисицына ТА, Алекберова ЗС, Давыдова ГА, Решетняк ТМ, Катаргина ЛА, Насонов ЕЛ. Современные представления о терапии увеитов при иммуновоспалительных ревматических заболеваниях. Научно-практическая ревматология. 2020;58(4):428–436.
Lisitsyna TA, Alekberova ZS, Davydova GA, Reshetnyak TM, Katargina LA, Nasonov EL. Current approaches to treatment of uveitis in immune-mediated inflammatory rheumatic disease. Nauchcno Practicheskaya Revmatologia. 2020;58(4):428–436 (In Russ.). doi: 10.47360/1995-4484-2020-428-436.
14. Scherrer MAR, Rocha VB, Garcia LC. Behçet's disease: review with emphasis on dermatological aspects. An Bras Dermatol. 2017;92(4):452–464. doi: 10.1590/abd1806-4841.20177359.
15. D'Onghia M, Cinotti E, Cartocci A, Vitale A, Caggiano V, Tognetti L, La Marca F, Sota J, Gentileschi S, Rubegni G, Lopalco G, Guerriero S, Govoni M, Monti S, Ruscitti P, Angeli F, Carubbi F, Giacomelli R, Ciccia F, Piga M, Emmi G, Costi S, Sebastiani GD, Iannone F, Spedicato V, Alessio G, Ruffilli F, Milanesi A, Gentile M, Crisafulli F, Alunno A, Navarini L, Iacono D, Cauli A, Ricci F, Gaggiano C, Tarsia M, Bartoloni E, Conti G, Viapiana O, Gobbi FL, de Paulis A, Parronchi P, Del Giudice E, Barone P, Olivieri AN, Bizzi E, Maggio MC, Balistreri A, Frediani B, Tosi GM, Fabiani C, Rubegni P, Cantarini L. Unfolding dermatologic spectrum of Behçet's disease in Italy: real-life data from the International AIDA Network Behçet's disease Registry. Intern Emerg Med. 2023;18(8):2245–2252. doi: 10.1007/s11739-023-03410-9.
16. Siebert E, Moynihan V, Ali N, Hall A, Heydon P, Dunlop A, Lim LL, Richards J. Tattoo-Associated Uveitis: An Emerging Eye Health Challenge. Clin Exp Ophthalmol. 2026 Jan-Feb;54(1):33–43. doi: 10.1111/ceo.70012.
17. Hatemi G, Christensen R, Bang D, Bodaghi B, Celik AF, Fortune F, Gaudric J, Gul A, Kötter I, Leccese P, Mahr A, Moots R, Ozguler Y, Richter J, Saadoun D, Salvarani C, Scuderi F, Sfikakis PP, Siva A, Stanford M, Tugal-Tutkun I, West R, Yurdakul S, Olivieri I, Yazici H. 2018 update of the EULAR recommendations for the management of Behçet's syndrome. Ann Rheum Dis. 2018 Jun;77(6):808–818. doi: 10.1136/annrheumdis-2018-213225.
18. Vallet H, Seve P, Biard L, Baptiste Fraison J, Bielefeld P, Perard L, Bienvenu B, Abad S, Rigolet A, Deroux A, Sene D, Perlat A, Marie I, Feurer E, Hachulla E, Fain O, Clavel G, Riviere S, Bouche PA, Gueudry J, Pugnet G, Le Hoang P, Resche Rigon M, Cacoub P, Bodaghi B, Saadoun D; French Uveitis Network. Infliximab Versus Adalimumab in the Treatment of Refractory Inflammatory Uveitis: A Multicenter Study From the French Uveitis Network. Arthritis Rheumatol. 2016;68(6):1522–1530. doi: 10.1002/art.39667.
19. Sulu B, Esatoglu S, Hatemi I, Celik A, Hatemi G. Efficacy and Safety of JAK Inhibitors in Behçet's Syndrome: A Systematic Literature Review [abstract]. Arthritis Rheumatol. 2025; 77 (suppl 9). https://acrabstracts.org/abstract/efficacy-and-safety-of-jak-inhibitors-in-behcets-syndrome-a-systematic-literature-review/. Accessed January 18, 2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атарщиков Дмитрий Сергеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, врач-офтальмохирург, врач — орбитальный хирург, врач — окулопластический хирург
https://orcid.org/0000-0003-4401-9099

Таскина Елизавета Сергеевна
кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-6223-8888

Егоров Алексей Евгеньевич
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии имени академика А.П. Нестерова Института клинической медицины, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-2637-1830

Зубарева Наталья Александровна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0003-2726-3652

ABOUT THE AUTHORS

Atarshchikov Dmitry S.
PhD, ophthalmologist, ophthalmic surgeon, orbital surgeon, oculoplastic surgeon
https://orcid.org/0000-0003-4401-9099

Taskina Elizaveta S.
PhD, Associate Professor, Associate Professor of Ophthalmology Department, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-6223-8888

Egorov Alexey E.
MD, Professor, Professor of the Academician A.P. Nesterov Department of Ophthalmology, Institute of Clinical Medicine, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-2637-1830

Zubareva Natalya A.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0003-2726-3652

Бекетова Татьяна Валентиновна
доктор медицинских наук, заведующая отделением ревматологии с нефрологическими койками и кабинетом терапии генно-инженерными биологическими препаратами, ведущий научный сотрудник лаборатории системного склероза, врач-ревматолог, профессор кафедры инфокогнитивных технологий
https://orcid.org/0000-0003-2641-9785

Beketova Tatiana V.
MD, head of the Rheumatology Department with Nephrology Beds and a Room for Therapy with Genetically Engineered Biological Drugs, leading researcher, Professor of the Department of Infocognitive Technologies, rheumatologist
https://orcid.org/0000-0003-2641-9785

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-388-395

поступила 02.02.25
was received 02.02.25

Хирургическое лечение офтальмологических осложнений у пациента с синдромом Лайелла. Клинический случай

И.В. Иволгина

Тамбовский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):388–395**

Синдром Лайелла — проявление тяжелой токсико-аллергической реакции, встречающейся в 0,3 % случаев медикаментозной аллергии. В настоящее время синдром Лайелла рассматривается как протеолитическая реакция с поражением кожи и слизистых оболочек. Описан клинический случай лечения пациентки с офтальмологическими осложнениями синдрома Лайелла. Во время заболевания и лечения пневмонии появилась язва роговицы с перфорацией на обоих глазах, не купирующаяся медикаментозными средствами. Пациентке была проведена кератопластика с биологическим покрытием роговицы по Кунту и кровавой блефарорафией, что позволило купировать воспалительный процесс. Отдаленные последствия поражения глаз, перенесших синдром токсического эпидермального некролиза, приводят к тяжелым рубцово-дистрофическим изменениям век, конъюнктивы и роговицы, снижению зрения, несмотря на то что внутриглазные среды остаются прозрачными, а сетчатка — интактной.

Проблема реабилитации пациентов, перенесших токсический эпидермальный некролиз, является актуальной. В данной статье описано лечение последствий поражения глаз при синдроме Лайелла (устранение симблефарона, заворота века и трихиаза).

Ключевые слова: синдром Лайелла, аллергия, поражение слизистых оболочек, кератопластика, эпидермальный некролиз

Для цитирования: Иволгина И.В. Хирургическое лечение офтальмологических осложнений у пациента с синдромом Лайелла. Клинический случай. *Офтальмология*. 2026;23(2):388–395. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-388-395

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Surgical Treatment of the Ophthalmological Complications in Lyell's Syndrome. A Clinical Case

I.V. Ivolgina

The Tambov branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Rasskazovskoe highway, 1, Tambov, 392000, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):388–395**

Lyell's syndrome is a severe toxic allergic reaction that occurs in 0.3 % of cases of drug allergies. Currently, Lyell's syndrome is considered as a proteolytic reaction with damage to the skin and mucous membranes. A clinical case of treating a patient with ophthalmic complications of Lyell's syndrome was described. During the illness and treatment of pneumonia, a corneal ulcer appeared with perforation in both eyes, which was not stopped by medical treatment. The patient underwent keratoplasty with a biological coating of the cornea according to Kunt and bloody blepharorrhaphy, which made it possible to stop the inflammatory process. The long-term effects of damage to the eyes that have undergone toxic epidermal necrolysis syndrome lead to severe cicatricial-dystrophic changes in the eyelids, conjunctiva and cornea, decreased vision, despite the fact that the intraocular media remained transparent and the retina was intact. The problem of rehabilitation of patients who have undergone toxic epidermal necrolysis is relevant. This article describes the treatment of the consequences of ocular damage in Lyell's syndrome (elimination of symblepharon, eyelid inversion and trichiasis).

Keywords: Lyell's syndrome, allergy, mucous membranes damage, keratoplasty, epidermal necrolysis

For citation: Ivolgina I.V. Surgical Treatment of the Ophthalmological Complications in Lyell's Syndrome. A Clinical Case. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):388–395. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-388-395

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Синдром Лайелла — тяжелая токсико-аллергическая реакция, характеризующаяся буллезным поражением кожи и слизистых оболочек. Впервые патология упоминается Debre, Lamy, Lomote в 1939 г. под названием «токсидермия с пузырчатым эпидермолизом». В 1956 г. синдром подробно описал шотландский дерматолог A. Lyell и предложил название «токсический эпидермальный некролиз». Позже это заболевание было названо «синдромом Лайелла» [1]. В большинстве случаев его развитие связано с приемом медикаментов (антибиотики, сульфаниламиды, НПВС) на фоне инфекционных заболеваний (пневмония, вирусные инфекции), в основном у лиц с отягощенным аллергологическим анамнезом [2–4].

По данным разных авторов, заболевание встречается в 4–6 случаях на 1 млн человек в год, в 0,3 % случаев медикаментозных аллергий, в 30 % случаев с летальным исходом. Женщины болеют в 1,5 раза чаще мужчин и в возрасте после 40 лет, в том числе на фоне ВИЧ-инфекции. У пациентов имеется генетическая предрасположенность к аллергии и аутоиммунным заболеваниям (с токсическим эпидермальным некролизом ассоциирован *HLA-B1502* и *HLA-B5801* у лиц азиатского происхождения и *HLA-B5801* у европейцев) [5–8].

Основные формы синдрома Лайелла:

I форма заболевания — аллергическая реакция на инфекционный процесс, часто обусловлена экзотоксином золотистого стафилококка II группы, развивается у детей младшего возраста, наиболее тяжелое течение заболевания.

II форма заболевания — аллергическая реакция, обусловленная приемом лекарственных препаратов, часто одновременным приемом нескольких препаратов (сульфаниламидов, антибиотиков, обезболивающих, противовоспалительных средств). Развивается у взрослых пациентов.

III форма заболевания — идиопатические случаи заболевания, причина возникновения которых остается невыясненной.

IV форма заболевания — аллергическая реакция, обусловленная приемом лекарственных препаратов, всегда на фоне терапии инфекционного заболевания [9].

В патологический процесс вовлекается кожа с возникновением высыпаний и образованием пузырей с отслойкой эпидермиса, формированием эрозий. Процесс быстро распространяется по всему телу. Практически всегда поражаются слизистые оболочки ротовой полости, носоглотки, глаза. Поражение слизистых оболочек иногда возникает до поражений на коже, появляется покраснение и формируются обширные эрозии на слизистых оболочках. Офтальмологические осложнения развиваются в 80 % случаев, могут прогрессировать длительно, годами после возникновения заболевания [5].

Цель работы: на примере клинического случая рассмотреть офтальмологические проявления синдрома Лайелла и хирургическое лечение его офтальмологических осложнений.

В данной статье представлен клинический случай синдрома Лайелла, наблюдавшийся в Тамбовском филиале МНТК «Микрохирургия глаза». Среди методов

исследования были использованы визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, ультразвуковое исследование.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка Ч., 57 лет, обратилась в Тамбовский филиал ФГБУ МНТК «Микрохирургия глаза» в 2020 г. с диагнозом: «Увеит OU. Язва роговицы OD. Язва роговицы с перфорацией OS».

Из анамнеза. Пациентка находилась на стационарном лечении по поводу пневмонии, получала антибиотики, противовоспалительную терапию. На фоне общего недомогания, головной боли, насморка, дискомфорта при глотании появились гиперемия и сыпь на лице, груди и верхних конечностях, постепенно распространившаяся по телу. Появились также гиперемия и налеты на слизистой ротовой полости, отек век, гиперемия конъюнктивы. Пациентку стали беспокоить сухость, раздражение, отделяемое из обоих глаз, светобоязнь, снижение зрения и боли в левом глазу. Несмотря на проводимое лечение, отмечалось ухудшение состояния — нарастание симптомов интоксикации, лихорадка, распространение высыпаний с тенденцией к слиянию. Для дальнейшего лечения пациентка была переведена в реанимационное отделение. После прохождения курса интенсивной терапии постепенно снизилось зрение, и на правом глазу присоединилась светобоязнь.

При осмотре. OD: гиперемия, отек век. Выраженная инъекция и хемоз конъюнктивы, слизистое отделяемое из конъюнктивальной полости (рис. 1). Роговица отечная, в оптической зоне — язва диаметром 6 мм, расположена центрально. Передняя камера средней глубины, влага прозрачная. Глубжележащие среды офтальмоскопируются плохо. Рефлекс розовый, детали глазного дна не визуализируются. OS: гиперемия, отек век. Выраженная инъекция и хемоз конъюнктивы, слизистое отделяемое из конъюнктивальной полости. Роговица отечная, в оптической зоне — язва диаметром 5,5 мм, расположена центрально, с перфорацией 1,5 мм. Передняя камера щелевидная. Радужка тампонирует область перфорации. Зрачок неправильной формы. Глубжележащие среды не офтальмоскопируются. Рефлекс бледный, детали глазного дна не визуализируются.

При объективном обследовании:

Vis OD 0,05 н/к;

Vis OS pr in certa н/к.

Ультразвуковое исследование: OD — переднезадняя ось глазного яблока — 24,50 мм. Стекловидное тело — незначительные помутнения, эхогенность средняя. ЗОСТ полная. Оболочки прилежат. OS: переднезадняя ось глазного яблока — 25,00 мм. Стекловидное тело — значительные помутнения диффузной формы, эхогенность средняя. ЗОСТ полная. Оболочки прилежат.

Электрофизиология:

порог электрической чувствительности (МКА) OD = 140;

OS = отсутствует;

электрическая лабильность (Гц) OD = 41;

OS = отсутствует.

Пациентка была госпитализирована в наше лечебное учреждение с целью хирургического и противовоспалительного лечения. Были проведены следующие операционные вмешательства:

OD — аутопластика роговицы конъюнктивальным лоскутом (пластика по Кунту) с кровавой блефарорафией [10–12];

OS — эндовитреальное вмешательство, кератопластика, аутопластика роговицы конъюнктивальным лоскутом (пластика по Кунту) с кровавой блефарорафией [13–15].

Был взят материал (кусочки роговицы OD и OS, витреальная жидкость OS) для бактериологического посева и определения чувствительности к антибиотикам. Во всех случаях не обнаружили рост микробной флоры.

После проведенного хирургического и противовоспалительного лечения удалось достигнуть ремиссии. Светобоязнь полностью прошла, учитывая наличие частичной блефарорафии и покрытие роговицы аутоконъюнктивой. Пациентку выписали на амбулаторное лечение с постоянными инстилляциями слезозаменителей [16, 17].

Сложность лечения офтальмологических осложнений у пациентов с синдромом Лайелла обусловлена повреждением клеток эпителия роговицы, неоваскуляризацией и присоединением инфекции [18, 19]. В течение полугода пациентка постоянно получала слезозаменители (хилозар комод). Через два месяца после операции были сняты швы и рассечены спайки между веками (рис. 2).

Через один месяц после снятия швов пациентка обратилась с жалобами на слезотечение, рези, чувство инородного тела и периодические боли в OU.

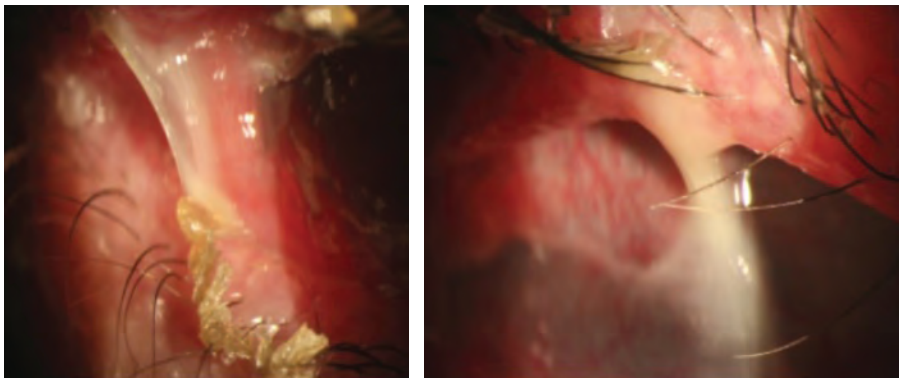


Рис. 1. Увеит OU. Язва роговицы OD

Fig. 1. Uveitis OU. Corneal ulcer OD

И.В. Иволгина
Контактная информация: Иволгина Ирина Валентиновна naukatmb@mail.ru

При осмотре. OD — веки гиперемированы, интрамаргинальное пространство на веках сужено, меньше 1 мм, верхнее веко «завернуто», контакт ресниц с глазным яблоком. Обильное отделяемое слизистого характера в конъюнктивальной полости и на ресницах. Верхний свод проходим во внутреннем сегменте, укорочен, глубина 3–4 мм; в центральной зоне и наружном сегменте (2/3 длины века) — непроходим. Нижний свод проходим во внутреннем сегменте, укорочен, глубина 2 мм; на 2/3 длины века, в центре и в наружном сегменте — практически отсутствует, глубина 1 мм. Выраженная инъекция конъюнктивы. Роговица частично покрыта рубцово-измененной конъюнктивой, в зоне, доступной осмотру, — васкуляризованное помутнение. Глубжележащие среды не офтальмоскопируются (рис. 3).

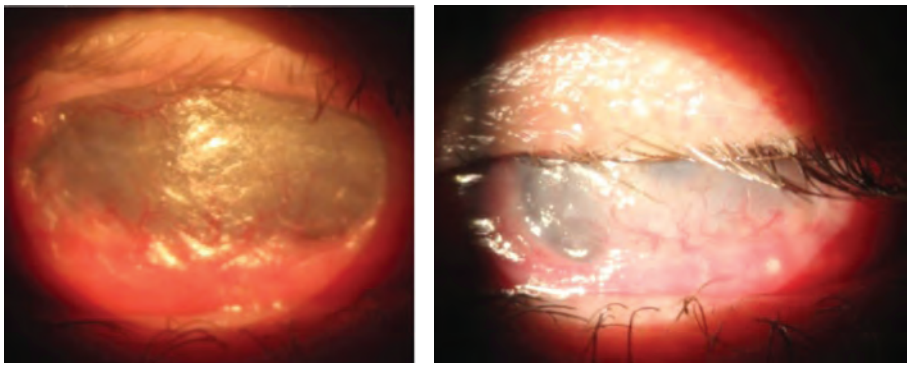


Рис. 2. Состояние после аутопластики роговицы конъюнктивальным лоскутом (пластика по Кунту) и снятия швов

Fig. 2. Condition following corneal autoplasty with a conjunctival flap (Kunt plasty) and suture removal

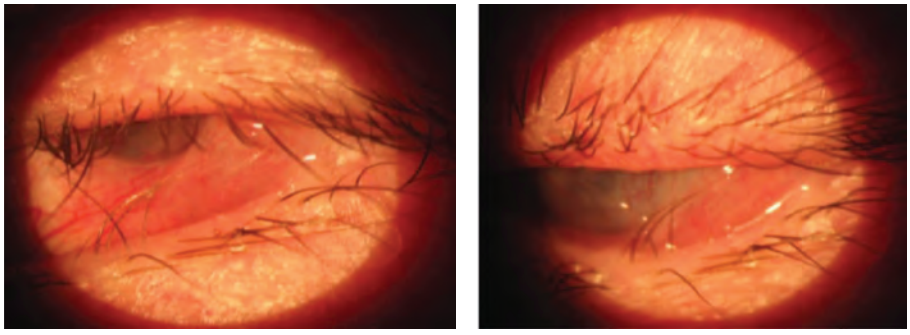


Рис. 3. Симблефарон верхнего и нижнего век OD. Рубцовый заворот и трихиаз верхних век OD. Рубцы конъюнктивы OD

Fig. 3. Symblepharon of the superior and inferior eyelids OD. Cicatricial entropion and trichiasis of the superior eyelids OD. Conjunctival scars OD

OS — веки гипертрофированы, спайка между веками на 1/3 в наружном сегменте. Интрамаргинальное пространство на веках сужено, меньше 1 мм, верхнее веко «завернуто», контакт ресниц с глазным яблоком. Обильное отделяемое слизистого характера в конъюнктивальной полости и на ресницах. Верхний свод непроходим, нижний — проходим, укорочен во внутреннем сегменте, глубина 2–3 мм, в наружном сегменте — непроходим. Выраженная инъекция конъюнктивы. Роговица и трансплантат частично покрыты конъюнктивой, в зоне, доступной осмотру, — васкуляризованное помутнение. Глубжележащие среды не офтальмоскопируются.

При объективном обследовании:

Vis OD pr l certa н/к;

Vis OS pr in certa н/к.

Результаты ультразвукового и электрофизиологического исследования без изменений.

Был поставлен диагноз: симблефарон верхнего и нижнего век OU. Рубцовый заворот и трихиаз верхних век OU. Рубцы конъюнктивы OU. Васкуляризованное бельмо роговицы OU. Наличие трансплантированной роговицы OS. Увеит в стадии ремиссии OU.

Учитывая большую площадь поражения глазного яблока и век, было произведено этапное хирургическое лечение: рассечение симблефарона с пластикой конъюнктивальной полости, века, сводов, с пересадкой свободных лоскутов слизистой с губы с блефарорафией на OD [20, 21].

19.08.2020 — I этапом произвели рассечение сращений между пальпебральной конъюнктивой верхнего века и поверхностью глазного яблока. Верхнее и нижнее веко брали на шов-держалку и выворачивали верхнее веко на пластинке Егера, освобождали от рубцовых сращений до полного устранения заворота и трихиаза. Образовавшийся обширный дефект конъюнктивы на глазном яблоке покрывали свободным трансплантатом из аутослизистой оболочки губы. Лоскут слизистой фиксировали к склере швами (викрил 8/0). Освобожденная от рубцовых сращений тарзальная пластина верхнего века была атрофичной. Образовавшийся дефект конъюнктивы на верхнем веке покрывали свободным трансплантатом из аутослизистой оболочки губы. Лоскут слизистой фиксировали к тарзальной пластине швами (викрил 8/0) и к верхнему своду П-образными швами (пролен 5/0). Операцию заканчивали временной блефарорафией, накладывая 2 П-образных шва (пролен 5/0). После операции назначили местную антибактериальную терапию — инстилляции глазных капель тобрадекс 0,5 %.

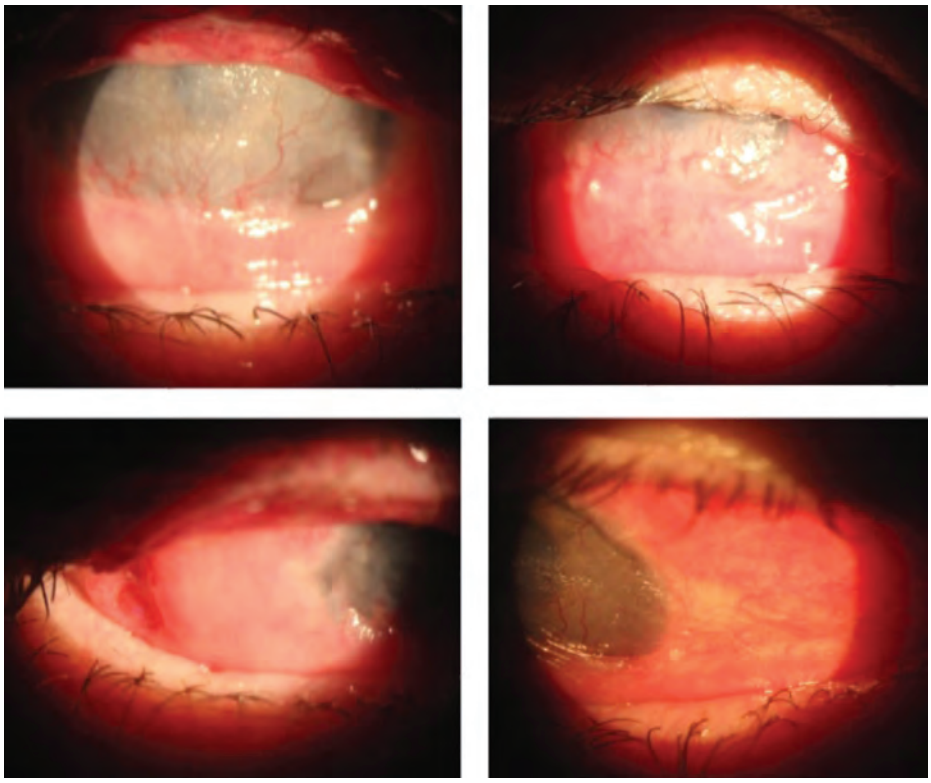


Рис. 4. Состояние после рассечения симблефарона с пластикой конъюнктивальной полости, века, сводов, с пересадкой свободных лоскутов слизистой с губы на верхнее и нижнее веко OD

Fig. 4. Condition following dissection of simblepharon with plastic surgery of the conjunctival cavity, eyelid, fornices, with transplantation of free mucosal lip flaps lips of the superior and inferior eyelids OD

После рассечения симблефарона роговицу с выраженной васкуляризацией, частично покрытую патологически измененной конъюнктивой (псевдоптеригиум), оставляли интактной.

В послеоперационном периоде не наблюдались признаки реакции окружающих тканей на пересаженный аутотрансплантат слизистой с губы. После снятия швов верхнее веко и ресничный край приняли правильное анатомическое положение. На фоне проводимого лечения отмечалось полное приживление трансплантата, эпителизация конъюнктивальной поверхности и полное устранение симблефарона. Заворот и трихиаз верхнего века устранен, контакт ресниц с глазным яблоком отсутствовал. Верхний свод был сформирован, глубина 6–7 мм. Пациентка отмечала уменьшение дискомфорта, отсутствие светобоязни, связанные с устранением заворота, с исчезновением признаков раздражения роговицы и конъюнктивы. Однако сохранялось чувство сухости в глазу, что потребовало продолжения инстилляций препарата искусственной слезы в течение всего периода наблюдения.

28.09.2020 — II этапом произвели рассечение сращений между пальпебральной конъюнктивой нижнего века и поверхностью глазного яблока. Нижнее веко брали на шов-держалку, освобождали от рубцовых сращений. Образовавшийся обширный дефект конъюнктивы на глазном яблоке покрывали свободным трансплантатом из аутослизистой оболочки губы. Лоскут слизистой фиксировали к склере швами (викрил 8/0). Освобожденная от рубцовых сращений тарзальная пластина нижнего века была атрофичной, ширина меньше, чем в норме, каркасные свойства снижены. Образовавшийся дефект конъюнктивы на нижнем веке покрыли свободным трансплантатом из аутослизистой оболочки губы. Лоскут слизистой фиксировали к тарзальной пластине швами (викрил 8/0) и к нижнему своду П-образными швами (пролен 5/0). Операцию также заканчивали временной блефарорафией, накладывая 2 П-образных шва (пролен 5/0). Проводилось прежнее лечение.

В послеоперационном периоде после снятия швов нижнее веко приняло правильное анатомическое положение, нижний свод был сформирован, глубина 5–6 мм. На фоне проводимого лечения также отмечались полное приживление трансплантата и эпителизация конъюнктивальной поверхности.

В результате проведенных реконструктивных операций удалось сформировать полноценные своды и устранить заворот и трихиаз век правого глаза (рис. 4). После устранения травматизации роговицы пациентку перестали беспокоить рези, светобоязнь, улучшилось состояние и увеличился объем движений правого глаза [22]. Несколько улучшилось зрение до 0,005. Однако показатели слезопродукции (проба Ширмера) и параметры слезной пленки (время разрыва слезной пленки) не изменились, что свидетельствовало об утрате слезопродуцирующих структур конъюнктивы глаза и век и потребовало продолжать инстилляции препарата искусственной слезы.

Через 6 месяцев после проведенного хирургического лечения пациентку снова стали беспокоить рези, чувство инородного тела, болезненные ощущения в правом глазу.

При осмотре OD: верхнее веко гипертрофировано, интрамаргинальное пространство сужено, веко «завернуто», ресницы контактируют с глазным яблоком (рис. 5).

Обильное отделяемое слизистого характера в конъюнктивальной полости и на ресницах. Верхний свод сформирован, глубина 6–7 мм, мельче во внутреннем сегменте. Нижний свод сформирован, глубина 5 мм. Выраженная инъекция конъюнктивы. Роговица частично покрыта рубцово-измененной конъюнктивой, васкуляризованное помутнение. Глубележащие среды не офтальмоскопируются. Состояние левого глаза не изменилось

При объективном обследовании:

Vis OD pr l certa н/к;

Vis OS pr in certa н/к.

Результаты ультразвукового и электрофизиологического исследования без динамики.

Был поставлен диагноз: рубцовый заворот и трихиаз верхнего века OU. Рубцы конъюнктивы OU. Симблефарон верхнего и нижнего век OS. Васкуляризованное бельмо роговицы OU. Наличие трансплантированной роговицы OS. Увеит в стадии ремиссии OU.

Учитывая длительное прогрессирование патологических процессов в слизистых оболочках на фоне болезни Лайелла, атрофичность тарзальной пластины, снижение ее каркасных свойств, несмотря на проведенное ранее хирургическое лечение и достижение определенного результата, у пациентки развился рецидив рубцового заворота верхнего века правого глаза. Это потребовало проведения дополнительного хирургического лечения [18, 19].

Было выполнено устранение рубцового заворота с краевой ротацией (перемещение кожно-мышечной пластины относительно конъюнктивально-тарзальной пластины) с пересадкой свободного трансплантата слизистой губы в интермаргинальное пространство.

Произведен разрез в интрамаргинальном пространстве по границе кожи и слизистой [23, 24]. Разрез углубляли на 6–7 мм до верхнего свода и разделили веко на две пластины: переднюю и заднюю пластинки до верхнего свода. Затем делали разрез передней пластины по кожной складке верхнего века, обнажали верхний край тарзуса. Разделили рубцовые ткани сращения, что позволяло мобилизовать переднюю кожно-мышечную пластину и передвинуть ее относительно задней тарзально- конъюнктивальной пластины на 3–4 мм. Нижний край кожно-мышечной пластины фиксировали к тарзально-конъюнктивальной пластине П-образными швами (викрил 8/0). Обнажившуюся раневую поверхность задней пластины закрыли аутотрансплантатом

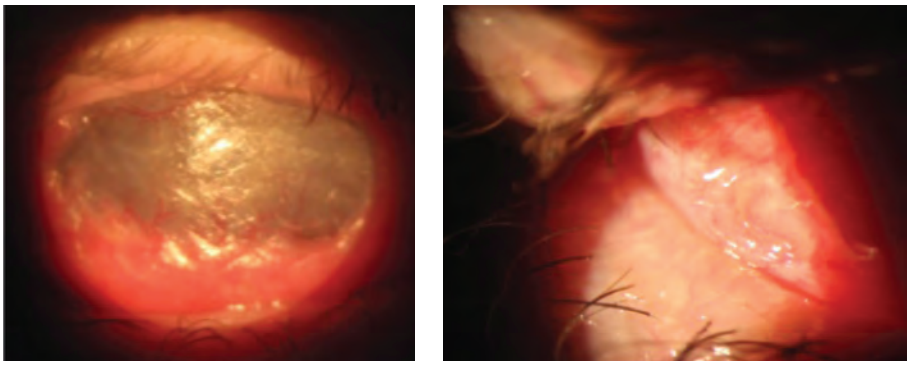


Рис. 5. Рубцовый заворот и трихиаз верхнего века OD

Fig. 5. Cicatricial entropion and trichiasis of the superior eyelids OD

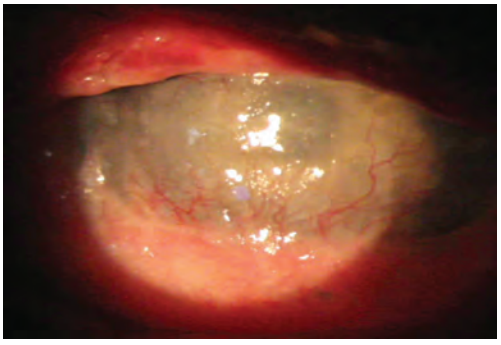


Рис. 6. Состояние после проведенных реконструктивных операций. Сформированы своды век, устранен заворот и трихиаз век правого глаза

Fig. 6. Condition following reconstructive operations. The fornices of the eyelids are formed, entropion and trichiasis of the eyelids OD are eliminated

слизистой губы. Лоскут слизистой фиксировали к тарзальной пластине швами (викрил 8/0). Верхний край кожно-мышечной пластины фиксировали швом к апоневрозу леватора (викрил 8/0), создавая складку кожи. Кроме того, пациентка продолжала постоянно применять слезозаменители.

После проведенной операции трансплантат слизистой прижился полностью, вся раневая поверхность тарзальной пластины полностью покрыта трансплантатом слизистой, эпителизирована, таким образом, интрамаргинальное пространство верхнего века сформировано, ширина 3 мм, заднее ребро тарзальной пластины достаточно хорошо выражено. Положение верхнего века правильное, ресницы не контактируют с глазным яблоком (рис. 6).

После проведенных реконструктивных операций удалось сформировать своды век, устранить заворот и трихиаз век правого глаза. После устранения постоянного контакта ресниц с роговицей исчезли признаки ее раздражения, пациентку перестали беспокоить рези и светобоязнь в правом глазу. Немного уменьшилось чувство сухости в глазу, хотя пациентка продолжала закапывать слезозаменители. Повысилась острота зрения правого глаза до 0,05. Соответственно, у пациентки улучшилось качество жизни.

ОБСУЖДЕНИЕ

Офтальмологические последствия синдрома Лайелла бывают очень тяжелыми: бельмо роговицы, иногда с перфорацией и последующим образованием иридокорнеальных сращений, потерей зрения

и инвалидизацией пациента. Вследствие длительного развития рубцовых процессов формируются анатомо-функциональные нарушения со стороны век (заворот, трихиаз, симблефарон), требуется как консервативное, так и длительное многоэтапное хирургическое лечение.

Хирургическое лечение симблефарона позволяет восстановить анатомию век, конъюнктивальной полости и сводов, восстановить подвижность глазного яблока. Хирургическое лечение заворота и трихиаза не только восстанавливает правильное положение верхнего века, устраняет контакт ресниц с роговицей, но и позволяет сформировать интрамаргинальное пространство верхнего века достаточной ширины.

Значительное снижение слезопродукции и стабильности слезной пленки как следствие синдрома Лайелла и развития рубцовых изменений в конъюнктиве век и глаза усугубляет патологическое состояние роговицы и самочувствие пациента. Комплексное медикаментозное лечение корнеопротекторами и постоянное применение увлажняющих препаратов необходимо для оптимальной анатомо-функциональной реабилитации пациента с улучшением зрения и повышением качества жизни.

ВЫВОДЫ

1. Описан клинический случай синдрома Лайелла, одного из наиболее тяжелых заболеваний токсико-аллергического характера. Данная патология представляет реальную угрозу для жизни пациента и вызывает развитие тяжелых осложнений, в том числе офтальмологических, которые приводят к потере зрения и инвалидизации пациента.

2. Сформировавшиеся анатомо-функциональные нарушения со стороны век (заворот, трихиаз, симблефарон) потребовали проведения длительного многоэтапного хирургического лечения, в результате которого удалось восстановить нормальную анатомию век, конъюнктивальной полости и сводов, восстановить подвижность глазного яблока и сформировать интрамаргинальное пространство достаточной ширины.

3. Значительное снижение слезопродукции и стабильности слезной пленки усугубляет состояние роговицы, поэтому необходимо постоянное применение увлажняющих препаратов для анатомо-функциональной реабилитации пациента, улучшения зрения и повышения качества жизни.

Восстановление нормальной анатомии век, конъюнктивальной полости и сводов позволяет в дальнейшем планировать хирургическое лечение с целью улучшения зрения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Laell A. Toxic epidermal necrolysis: an eruption resemling scalding of the skin. Br. J. Dermatol. 1956;68(11):355–361. doi: 10.1111/j.1365-2133.1956.tb12766.x.
2. Tan SK, Tay VK. Profile and Pattern of Stevens-Johnson Syndrome and Toxic Epidermal Necrolisis in a General Hospital in Singapore: Treatment outcomes. Acta Derm Venerol. 2012;92(1):62–66. doi: 10.2340/00015555-1169.
3. Межирова НМ, Баева СИ, Азарокова АМ. Особенности течения и лечения синдрома Лайелла. Медицина неотложных состояний. 2011;5:36–38.
   Mezhirova NM, Baeva SI, Azarokova AM. Features of the course and treatment of Lyell's syndrome. Emergency medicine. 2011;5:36–38 (In Russ.).
4. Альбанова ВИ, Брунова ОЮ, Корсунский АА. Токсический эпидермальный некролиз у ребенка. Российский журнал кожных и венерических болезней. 2013;5:25–30.
   Al'banova VI, Brunova OYu, Korsunskiy AA. Toxic epidermal necrolysis in a child. Russian journal of skin and venereal diseases. 2013;5:25–30 (In Russ.).
5. Григорьев ДВ. Многоформная экссудативная эритема, синдром Стивенса–Джонсона и синдром Лайелла — современная трактовка проблемы. Русский медицинский журнал. 2013;22:1073–1083.
   Grigor'ev DV. Erythema multiforme exudative, Stevens-Johnson syndrome and Lyell's syndrome — a modern interpretation of the problem. Russian medical inquiry. 2013;22:1073–1083 (In Russ.).
6. Harr T, French LE. Toxic epidermal necrolysis and Stevens Johnson Syndrome. Orphanet J Rare Dis. 2010;5:39. doi: 10.1186/1750-1172-5-39.
7. Ильина НИ, Латышева ТВ, Мясникова ТН, Лусс ЛВ, Курбачева ОМ, Ерохина СМ. Лекарственная аллергия. Методические рекомендации для врачей (Часть 1). Российский аллергологический журнал. 2013;5:27–40.
   Il'ina NI, Latysheva TV, Myasnikova TN, Luss LV, Kurbacheva OM, Erokhina SM. Drug allergy. Recommendations for clinicians (Part I). Russian journal of allergy. 2013;5:27–40 (In Russ.).
8. Ваничкин АА, Легеза ГВ, Дмитриев СК. Нарушение иммунного статуса у больных в раннем периоде ожоговой болезни глаз. Офтальмологический журнал. 1987;3:148–152.
   Vanichkin AA, Legeza GV, Dmitriev SK. Disturbances in immune status of patients at early period of eye burn disease. Ophthalmology journal. 1987;3:148–152 (In Russ.).
9. Воржева ИИ, Хашкина ЛА. Токсический эпидермальный некролиз: клинические особенности и терапия. Сибирский научный медицинский журнал 2014;129(6):130–133.
   Varsheva II, Khashkina LA. Toxic epidermal necrolysis: clinical features and modern methods of treatment. Siberian scientific medical journal. 2014;129(6):130–133 (In Russ.).
10. Гундорова РА, Бордюгова ГГ, Тазетдинова НР. Тактика хирургического лечения больных с послеожоговыми изменениями век, конъюнктивы и роговицы. Вестник офтальмологии. 1987;103(5):14–17.
    Gundorova RA, Bordogova GG, Tazetdinova NR. Surgical policy in the management of patients with post-burn changes of the eyelids, conjunctiva and cornea. Russian annals of ophthalmology. 1987;103(5):14–17 (In Russ.).
11. Зайкова МВ. Пластическая офтальмохирургия. М.: Медицина; 1980:55–57.
    Zaykova MV. Plastic ophthalmosurgery. Moscow: Medicine; 1980:55–57 (In Russ.).
12. Оганесян ОГ, Гундорова РА, Майчук ЮФ, Макаров ПВ, Хорошилова-Маслова ИП, Илатовская ЛВ. Новая модификация аутоконъюнктивальной пластики в неотложной хирургии роговицы. Вестник офтальмологии. 2002;1:18–22.
    Oganesyan OG, Gundorova RA, Maychuk YuF, Makarov PV, Khoroshilova-Maslova IP, Ilatovskaya LV. New modification of autoconjunctival plastic repair in urgent surgery on the cornea. Russian annals of ophthalmology. 2002;1:18–22 (In Russ.).
13. Гундорова РА, Поволочко ЛИ, Ржечицкая ОВ. Лечебная кератопластика при различных патологических состояниях роговицы. Офтальмологический журнал. 1983;258(2):75–77.
    Gundorova RA, Povolochko LI, Rzhechitskaya OV. Curative keratoplasty in various pathologic conditions of the cornea. Ophthalmology journal. 1983;258(2):75–77 (In Russ.).
14. Пучковская НА. Лечебная кератопластика и возможности стимуляции регенеративной способности роговой оболочки. Офтальмологический журнал. 1983;258(2):69–71.
    Puchkovskaya NA. Curative keratoplasty and possibilities to stimulate regenerative property of the cornea. Ophthalmology journal. 1983;258(2):69–71 (In Russ.).
15. Гундорова РА, Бордюгова ГГ, Травкин АГ. Реконструктивные операции на глазном яблоке. М.: Медицина; 1983:223.
    Gundorova RA, Bordyugova GG, Travkin AG. Reconstructive surgeries on the eyeball. Moscow: Medicine; 1983:223 (In Russ.).
16. Гундорова РА, Макаров ПВ, Дадашева ЗР. Лечение синдрома «сухого глаза» при ожоговой болезни глаз. Офтальмология в Беларуси. 2010;4(1):84–89.
    Gundurova RA, Makarov PV, Dadasheva ZR. Dry eye syndrome treatment in burn eye disease. Ophthalmology in Belorussia. 2010;4(1):84–89 (In Russ.).
17. Якименко СА, Чаланова РИ, Коломийчук СГ. Некоторые биохимические показатели в динамике ожогового процесса в глазу и их значение. Офтальмологический журнал. 2002;35–10.
    Yakimenko SA, Chalanova RI, Kolomiychuk SG. Some biochemical indices in dynamics of the eye burn and their significance. Ophthalmology journal. 2002;35–10 (In Russ.).
18. Нигматуллин РТ. Очерки трансплантации тканей. Уфа: Ксерокс СТМ; 2003: 111–112.
    Nigmatullin RT. Essays on tissue transplantation. Ufa: Xerox STM; 2003:111–112 (In Russ.).

И.В. Иволгина

Контактная информация: Иволгина Ирина Валентиновна naukatmb@mail.ru

19. Пучковская НА, Якименко СА, Непомнящая ВМ. Патогенез и лечение ожогов глаз. М.: Медицина; 2001:256.
Puchkovskaya NA, Yakimenko SA, Nepomnyashchaya VM. Pathogenesis and treatment of eye burns. Moscow: Medicine, 2001:256 (In Russ.).
20. Пучковская НА. Оперативное лечение обширных и полных симблефаронов. Вестник офтальмологии. 1951;30(4):6–13.
Puchkovskaya NA. Surgical treatment of extensive and total symblepharons. Russian annals of ophthalmology. 1951;30(4):6–13 (In Russ.).
21. Huang FM, Dong BS, Zhao JF. A conjunctival pulling-back technique for serious symblepharon. Zhonghua Zheng Xing Wai Ke Za Zhi. 2003;19(2):118–119.
22. Orth B, Press UP, Hubner H. Transplantation of autologous oral mucosa in the treatment of a symblepharon in Wegener's disease — a case report. Klin Monatsbl Augenheilkd. 2001;218(7):514–517. doi: 10.1055/s-2001-16295.
23. Tyers AG. Colour Atlas of Ophthalmic Plastic Surgery. China; 2018:108–110.
24. Leatherbarrow B. Oculoplastic Surgery. New York: Trieme; 2019:132–135.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Иволгина Ирина Валентиновна
заведующая отделением
https://orcid.org/0000-0002-7705-8070

ABOUT THE AUTHOR

Ivolgina Irina V.
head of the Department
https://orcid.org/0000-0002-7705-8070

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-396-401

поступила 06.03.25
was received 06.03.25

Катаракта как профессиональная патология органа зрения. Клинические случаи

А.Н. Ишкова[1,2] О.В. Каменева[1] В.Л. Кокорев[1] Н.П. Мамчик[1]
Н.В. Габбасова[1], В.А. Бесько[1]

[1]ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Студенческая, 10, Воронеж, 394036, Российская Федерация

[2] ЧУЗ «Клиническая больница “РЖД-Медицина”», Поликлиника № 1 (на ст. Воронеж-1)
пер. Здоровья, 2, Воронеж, 394024, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):396–401**

В настоящее время профессиональная патология представляет собой серьезную медицинскую и социальную проблему. Одной из нозологических форм профессиональной патологии является катаракта — заболевание глаз, характеризующееся постепенной потерей прозрачности хрусталика. **Целью** исследования было описание клинических случаев катаракты как профессионального заболевания среди работников литейных цехов на территории Воронежской области, проведение гигиенической характеристики и анализа условий их труда, разработка предложений по минимизации степени воздействия вредных производственных факторов на орган зрения. **Материал исследования.** Государственные доклады о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения, статистические формы о регистрации профессиональных заболеваний, материалы санитарно-гигиенических характеристик рабочих мест. Оценка профессионального риска и критерии условий труда определялись по гигиенической классификации согласно Р 2.2.2006-05. **Результаты исследования.** Описаны случаи катаракты, установленной вследствие воздействия теплового излучения, у 2 мужчин в возрасте 77 и 46 лет. Проведено стандартное клиническое обследование. Проведенный анализ показал, что работники литейных цехов подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, ведущим из которых является физический: повышенная температура воздуха, повышенные параметры инфракрасного (теплового излучения). Условия труда литейщика относятся к классу вредных 3.3 по гигиенической классификации. Основной причиной возникновения профессиональной катаракты является несовершенство технологического процесса, низкая механизация и автоматизация трудового процесса, а также несоблюдение работниками мер безопасности. В целях профилактики профессионального заболевания органа зрения необходимо совершенствование организации труда, средств индивидуальной защиты, а также проведение с работниками предприятий санитарно-просветительной работы по вопросам сохранения здоровья.

Ключевые слова: профессиональная патология, катаракта, тепловое излучение, клинический случай

Для цитирования: Ишкова А.Н., Каменева О.В., Кокорев В.Л., Мамчик Н.П., Габбасова Н.В., Бесько В.А. Катаракта как профессиональная патология органа зрения. Клинические случаи. *Офтальмология.* 2026;23(2):396–401. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-396-401

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Cataract as an Occupational Pathology of the Organ of Vision. Clinical Cases

A.N. Ishkova[1,2], O.V. Kameneva[1], V.L. Kokorev[1], N.P. Mamchik[1], N.V. Gabbasova[1], V.A. Besko[1]

[1] Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko
Studencheskaya str., 10, Voronezh, 394036, Russian Federation

[2] Private healthcare institution "Clinical Hospital 'RRW-Medicine'", Polyclinic No. 1 (at Voronezh-1 station)
Zdorovya lane, 2, Voronezh, 394024, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):396–401**

Currently, occupational pathology is a serious medical and social problem. One of the nosological forms of occupational pathology is cataract — an eye disease characterized by a gradual loss of transparency of the lens. The purpose of the study was to describe clinical cases of cataracts as an occupational disease among workers of foundries in the Voronezh region, to carry out hygienic characteristics and analysis of their working conditions, to develop proposals for minimizing the degree of exposure to harmful production factors on the organ of vision. The material of the study were state reports on the sanitary and epidemiological well-being of the population, statistical forms on the registration of occupational diseases, materials on sanitary and hygienic characteristics of workplaces. Occupational risk assessment and working conditions criteria were determined according to hygienic classification in accordance with R 2.2.2006-05. Results. Cases of cataracts diagnosed as a result of exposure to thermal radiation are described in 2 men aged 77 and 46 years. A standard clinical examination was performed. The work of foundries is exposed to a complex of unfavorable production factors, the leading of which is physical: increased air temperature, increased parameters of infrared (thermal radiation). The foundry worker's working conditions are classified as hazardous class 3.3 according to the hygienic classification. The imperfection of the technological process, low mechanization and automation of the labor process, as well as non-compliance by workers with safety measures are the main reasons for the occurrence of occupational cataracts. In order to prevent occupational diseases of the organ of vision, it is necessary to improve the organization of work, personal protective equipment, as well as conduct sanitary and educational work with employees of enterprises on issues of maintaining health.

Keywords: occupational pathology, cataract, thermal radiation, clinical case

For citation: Ishkova A.N., Kameneva O.V., Kokorev V.L., Mamchik N.P., Gabbasova N.V., Besko V.A. Cataract as an Occupational Pathology of the Organ of Vision. Clinical Cases. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):396–401. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-396-401

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время профессиональная патология представляет собой серьезную медицинскую и социальную проблему [1, 2]. Согласно данным Роспотребнадзора, в течение последних пяти лет доковидного периода в Российской Федерации наблюдалась тенденция к снижению числа людей с впервые установленными профессиональными заболеваниями (отравлениями) [3]. Профессиональные заболевания органа зрения могут быть обусловлены воздействием физических, химических, биологических факторов, а также перенапряжением зрительного анализатора [4]. Одной из таких нозологических форм является катаракта — заболевание глаз, характеризующееся постепенной потерей прозрачности хрусталика. Хотя катаракта обычно рассматривается как возрастное заболевание [5, 6], она также может быть вызвана различными производственными факторами, ведущими из которых являются физические — инфракрасное и ионизирующее излучение, шум, вибрация, ультразвук [4, 7, 8]. Существует ряд профессий, связанных с повышенным риском развития катаракты [8]. Одним из наиболее известных примеров являются работники, которые подвергаются длительному воздействию ультрафиолетового излучения (УФ), такие как строители, садоводы или работающие на открытой местности [9, 11]. УФ-излучение может негативно влиять на структуру хрусталика глаза, вызывая его помутнение [12, 13]. Другие профессии, связанные с повышенным риском катаракты, включают работников, подвергающихся длительному воздействию инфракрасных лучей, ядовитых веществ или радиации. Долгосрочное воздействие этих факторов также может привести к развитию катаракты [4].

Существуют некоторые меры предосторожности, которые способны помочь снизить риск развития катаракты в профессиональной среде [14]. Во-первых, работники, подверженные воздействию УФ-лучей или инфракрасного излучения, должны использовать специальные защитные очки, которые могут уменьшить негативное воздействие на глаза. Во-вторых, для тех, кто работает в условиях, связанных с повышенным риском катаракты, важно регулярно делать перерывы для отдыха, чтобы глаза могли расслабиться и восстановиться. В-третьих, работники, которые имеют дело с опасными веществами или радиацией, должны соблюдать все правила безопасности и носить соответствующую защитную экипировку, чтобы минимизировать риск воздействия на глаза [15].

Цель: описать клинические случаи катаракты как профессионального заболевания, провести анализ условий труда работников литейных цехов на территории Воронежской области, дать им гигиеническую характеристику, разработать предложения по минимизации степени воздействия вредных производственных факторов на орган зрения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для проведения исследования являются официальные публикации за 2010–2023 гг.: Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации», отчеты отделения/центра профессиональной патологии Воронежской области, отчетные статистические формы (№ 24) о регистрации профессиональных заболеваний, материалы санитарно-гигиенических характеристик и расследования профессиональных заболеваний. Исследование выполнено на базе кафедры эпидемиологии ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Оценка профессионального риска и критерии условий труда определялись по гигиенической классификации согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

РЕЗУЛЬТАТЫ

На промышленных предприятиях Воронежской области за период с 1992 по 2024 г. было зарегистрировано 10 случаев катаракты как профессиональной патологии органа зрения.

Клинический случай 1

Мужчина, 46 лет, 1978 года рождения, работающий плавильщиком, обратился повторно в Центр профессиональной патологии с жалобами на постепенное ухудшение зрения левого глаза.

Анамнез заболевания: считает себя заболевшим с 2010 г. (с 32 лет), когда заметил снижение зрения обоих глаз. Во время профилактического осмотра в поликлинике по месту жительства поставлен диагноз «катаракта», пациент был направлен в Центр профессиональной патологии (подразделение Воронежской областной клинической больницы № 1, ВОКОБ), где данная патология была подтверждена как профессиональное заболевание, определена связь с систематическим воздействием теплового излучения. В 2010 г. проведено оперативное лечение в ВОКОБ по поводу неполной осложненной катаракты справа (рис. 1). Пациент инвалидом не признан и продолжает работать слесарем-ремонтником. Проведено стандартное обследование в Центре профессиональной патологии. Имеются сопутствующие заболевания: псориаз вульгарный, осеннее-зимняя форма, стационарная стадия. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь. Хронический гастродуоденит. Хронический панкреатит. Хронический холецистит, вне обострения. Полип желчного пузыря. Искривление носовой перегородки. При объективном исследовании выявлены изменения в неврологическом статусе (физиологический лордоз сглажен).

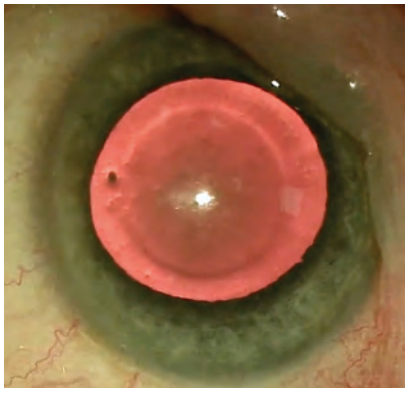


Рис. 1. Умеренное помутнение ядра хрусталика. Кортикальный слой прозрачный

Fig. 1. Moderate opacification of the lens nucleus. The cortical layer is transparent

Офтальмологический статус: OU спокойные. Зрачок округлой формы, S = D, фотореакция в норме. Роговица прозрачная, радужка субатрофичная. Передняя камера средней глубины, пигментная кайма без особенностей. Хрусталик OS с неравномерными помутнениями, OD — артифакия, положение ИОЛ правильное. Глазное дно: ДЗН бледно-розовый, контуры четкие. Артерии сужены, вены умеренно расширены. Патологических очагов не выявлено. Поставлен диагноз: двусторонняя катаракта от систематического воздействия теплового излучения. Артифакия справа после операции по поводу неполной осложненной катаракты. Неполная осложненная катаракта слева.

Проведены лабораторные исследования (общий и биохимический анализы крови, общий анализ мочи) — результаты в пределах нормы. При инструментальном обследовании выявлены изменения на электрокардиограмме (отклонение электрической оси сердца вправо, блокада правой ножки пучка Гиса), на реоэнцефалограмме — тенденция к гипотонусу сосудов крупного калибра, на реовазограмме верхних и нижних конечностей — резкое снижение пульсового кровенаполнения кистей, умеренное снижение пульсового кровенаполнения стоп.

Пациент освидетельствован на врачебной комиссии с целью повторной экспертизы профпригодности для установления связи заболевания с профессией, был подтвержден профессиональный характер заболевания органа зрения, а также установлено, что состояние в течение года без положительной динамики, утверждена 20 % утрата трудоспособности. Были даны рекомендации по трудоустройству: пациент может продолжать работать по профессии на прежнем месте с соблюдением правил охраны труда, техники безопасности, применении средств индивидуальной защиты, обязательным ежегодным диспансерным наблюдением в Центре профпатологии.

Рекомендовано диспансерное наблюдение у офтальмолога, дерматолога, терапевта в медицинской организации по месту жительства.

Назначено лечение: за веки в оба глаза: азапентацен 0,015 % по 1–2 капли 3–6 раз в сутки; аденозин 2,0 мг,

никотинамид 20,0 мг, цитохром С 0,675 мг по 1–2 капли в конъюнктивальный мешок 3 раза в сутки; таурин 4 % по 1 капле 2–4 раза в день в течение 3 месяцев, эмоксипин 1 % по 1 капле 3 раза в день курсами 2–3 раза в год. Пациенту показано санаторно-курортное лечение.

Клинический случай 2

Мужчина, 76 лет, 1947 года рождения, по профессии плавильщик металла и сплавов, пенсионер, обратился повторно в Центр профпатологии с жалобами на периодические боли в шее, боли в пояснице с иррадиацией в левое бедро и голень, онемение левой голени, снижение слуха, постепенное снижение зрения обоих глаз.

Анамнез заболевания: пациент с 44 лет наблюдался в Центре профпатологии, где была установлена связь между профессией и заболеваниями. Так, деформирующий артроз локтевых суставов и левосторонний эпикондилит диагностированы в 1991 г., хроническая шейная радикулопатия на фоне дегенеративно-дистрофических изменений в позвоночнике с рецидивирующим течением и нестойкой ремиссией — в 1994 г.. Пациент является инвалидом III группы по общему заболеванию. Снижение зрения обоих глаз заметил с 47 лет (с 1994 г.). Во время профилактического осмотра в поликлинике по месту жительства (2023) поставлен диагноз «катаракта», пациент был направлен в Центр профессиональной патологии. В 2024 г. в условиях круглосуточного стационара Центра профессиональной патологии проходил обследование. Объективно: состояние удовлетворительное, выявлены изменения в неврологическом статусе (рефлексы с конечностей D = S, низкие; снижение поверхностной чувствительности в левой ноге (в зоне иннервации L4–S1); ограничение движений в позвоночнике — в шейном, поясничном отделах). При лабораторном обследовании: общий анализ крови и общий анализ мочи в пределах нормы. При биохимическом анализе крови выявлена гиперхолестеринемия 7,0 ммоль\л.

По результатам электрокардиографии (2024) установлена фибрилляция предсердий, тахисистолическая форма. Зарегистрировано резкое отклонение электрической оси сердца влево, выявлена блокада левой передней ветви пучка Гиса. Проведено суточное мониторирование по Холтеру: зарегистрирован синусовый ритм со средней частотой 76 ударов в минуту (от 56 до 115), атриовентрикулярная проводимость в норме. Суточная динамика частоты сердечных сокращений находилась в пределах возрастной нормы; циркадный индекс частоты сердечных сокращений также. Зарегистрирована наджелудочковая эктопическая активность в виде 469 одиночных, 56 парных и 51 групповых экстрасистол в среднем количестве 26 в час (1 % комплексов) и пароксизм предсердной тахикардии (4 эпизода) с частотой сердечных сокращений до 145 ударов в минуту и общей длительностью 30 секунд. Ишемические изменения ST не наблюдались. Выявлено 107 эпизодов нарушения дыхания длительностью от 11 до 30 секунд (средней степени синдром апноэ сна).

По результатам реоэнцефалографии обнаружено умеренное снижение пульсового кровенаполнения в бассейне позвоночных артерий без патологической асимметрии. Отмечены нормотонус сосудов сопротивления в каротидном бассейне справа и в вертебро-базилярном бассейне слева, гипотонус в каротидном бассейне слева, в вертебро-базилярном бассейне справа, венозный отток не затруднен.

При реовазографии верхних и нижних конечностей отмечено значительное снижение пульсового кровенаполнения, изменение артерий среднего и малого калибра левой кисти; незначительное изменение артерий среднего и малого калибра голеней. По результатам аудиометрии выявлено снижение слуха на оба уха по типу нарушения звуковосприятия со средней потерей AD — 36 дБ, AS — 30 дБ. Консультирован оториноларингологом: установлен диагноз двусторонней нейросенсорной тугоухости 1-й степени, назначено лечение.

Консультация офтальмолога: неполная осложненная катаракта; гиперметропия слабой степени; ангиосклероз сетчатки (рис. 2).

Консультация хирурга: деформирующая дорсопатия; распространенный остеохондроз позвоночника.

Выполнено ультразвуковое дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий: отмечены признаки атеросклеротического поражения стенки брахиоцефальных артерий на экстракраниальном уровне, стеноз правой общей сонной артерии 20 %, правой внутренней сонной артерии — 45–50 % по диаметру. Выявлено нарушение прямолинейности хода правой и левой позвоночных артерий между поперечными отростками шейных позвонков (вероятно, вертеброгенного генеза). Отмечается неустойчивый кровоток по левой позвоночной артерии (скорость в V1 сегменте 85 см/с, в V2 сегменте — 38 см/с).

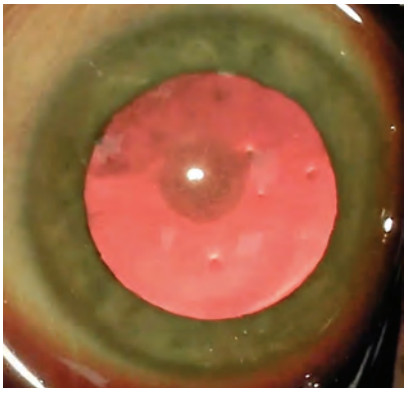


Рис. 2. Частичное помутнение ядра хрусталика. Локальное помутнение кортикального слоя

Fig. 2. Partial opacification of the lens nucleus. Local opacification of the cortical layer

Консультация невролога: радикулопатия (компрессионно-ишемический синдром) пояснично-крестцового уровня корешков L4–L5–S1 слева с рефлекторными, чувствительными, алгическими проявлениями; деформирующая дорсопатия; остеохондроз, спондилез, спондилоартроз шейного, пояснично-крестцового отделов позвоночника, выраженный центральный стеноз позвоночного канала

на уровне L3–S1 сегментов, хроническая дорсалгия. Рекомендовано дообследование: электронейромиография верхних конечностей, рентген тазобедренных суставов.

Консультация нейрохирурга: комбинированный стеноз позвоночного канала и корешковых отверстий на уровне L1–L5; остеохондроз, спондилез, спондилоартроз шейного и пояснично-крестцового отделов позвоночника; грыжи дисков L3–4, L4–5; ретроспондилолистез L4; стойкая левосторонняя люмбоишалгия, чувствительные нарушения, легкий левосторонний нижний дистальный монопарез.

Консультация кардиолога: ишемическая болезнь сердца, аритмический вариант, персистирующая форма фибрилляции предсердий, атеросклероз коронарных артерий.

По результатам врачебной комиссии катаракта подтверждена как профессиональное заболевание, определена ее связь с систематическим воздействием теплового излучения. Рекомендовано динамическое наблюдение у узких специалистов в медицинской организации по месту жительства, лечение основной патологии, дополнительное лабораторное и инструментальное обследование, подготовка документов на медико-социальную экспертизу, санаторно-курортное лечение в санаториях неврологического профиля.

При расследовании случаев профессиональных заболеваний установлено, что работа в литейных цехах является тяжелой и напряженной, относится к классу 3.3 по гигиенической классификации. При выполнении технологических операций литейщик осуществляет следующую работу: загрузка шихты, заливка расплавленного чугуна в земляные формы, выбивка опок, обрубка деталей. При выплавке изделий по выплавляемым моделям проводились операции по раскислению и рафинированию металла. Литейщики осуществляют загрузку и выгрузку в электрические и газовые прокалочные печи огнеупорных форм при температуре 960–1000 °С. Формы заливаются при температуре 1650–1750 °С.

При проведении инструментальных исследований установлено, что инфракрасное, тепловое излучение превышало предельно допустимый уровень до 3 раз. При этом средства индивидуальной защиты органа зрения не соответствовали нормативным требованиям и применялись рабочими периодически, с нарушением производственной дисциплины. Субъективно, рабочие отмечали затруднение в применении индивидуальных средств защиты органа зрения, так как при высокой температуре воздуха рабочей зоны увеличивается теплообмен организма и защитные средства запотевают.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основной причиной формирования катаракты как профессиональной патологии является комбинированное воздействие вредных факторов производственной среды: инфракрасное (тепловое) излучение, высокое напряжение зрения из-за недостаточной освещенности рабочих мест, ультрафиолетовое излучение. Оба клинических примера демонстрируют профессиональные заболевания, связанные с воздействием вредных факторов на рабочем месте. В первом случае это тепловое излучение, приведшее к развитию катаракты, во втором — в дополнение, вибрация и физические перегрузки, вызвавшие в первую очередь поражение позвоночника и периферических сосудов.

Для установления точного диагноза и определения связи заболевания с профессией необходимы тщательный сбор анамнеза, объективный осмотр, проведение клинических и специальных методов исследования, а также консультации профильных специалистов. Своевременная диагностика и адекватное лечение позволяют замедлить прогрессирование заболевания и сохранить трудоспособность пациентов. К группам профессионального риска по профессиональной патологии органа зрения относятся работники литейных цехов: заливщики чугунно-литейных участков, плавильщики металлов и сплавов, в том числе по выплавляемым моделям. При высокой тяжести работы (поднятие изделий 30–40 кг), высокой температуре воздуха, повышенной запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, низкой освещенности снижается эффективность индивидуальных средств защиты органа зрения. Профессиональные заболевания приводят к снижению трудоспособности, инвалидизации работников, потере квалифицированных кадров. Это наносит значительный социально-экономический ущерб, включая затраты на лечение, реабилитацию, выплаты по инвалидности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показал, что работники литейных цехов подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, ведущим из которых является физический: повышенные температура воздуха, параметры инфракрасного (теплового) излучения. Условия труда литейщика относятся к классу вредных 3.3 по гигиенической классификации согласно Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Основной причиной возникновения профессиональной катаракты является несовершенство технологического процесса, низкая механизация и автоматизация трудового процесса, а также несоблюдение работниками мер безопасности. В целях профилактики профессионального заболевания органа зрения необходимо совершенствование организации труда, средств индивидуальной защиты, а также проведение с работниками предприятий санитарно-просветительной работы по сохранению здоровья.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Ишкова А.Н. — получение и анализ данных, написание текста;
Каменева О.В. — написание текста, научное редактирование рукописи;
Кокорев В.Л. — научное редактирование текста, подготовка иллюстраций;
Мамчик Н.П. — окончательное утверждение рукописи;
Габбасова Н.В. — разработка и дизайн исследования, научное редактирование рукописи;
Бесько В.А. — консультирование пациентов, научное редактирование рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бабанов СА, Азовскова ТА, Лаврентьева НЕ, Наговская НГ. Профессиональная заболеваемость и ее тенденции в современных условиях. Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. 2024;3:20–31.
   Babanov SA, Azovskova TA, Lavrentieva NE, Nagovskaya NG. Occupational morbidity and its trends in modern conditions. Occupational health and safety at industrial enterprises. 2024;3:20–31 (In Russ.).
2. Вадулина НВ, Галлямов МА, Девятова СМ. Профессиональная заболеваемость в России: проблемы и решения. Безопасность техногенных и природных систем. 2020;3:7–15.
   Vadulina NV, Gallyamov MA, Devyatova SM. Occupational morbidity in Russia: problems and solutions. Safety of man-made and natural systems. 2020;3:7–15 (In Russ.). doi: 10.23947/2541-9129-2020-3-7-15.
3. Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2022 году. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. М., 2023. URL: https://eisot.rosmintrud.ru/attachment/result_22 (дата обращения: 25.04.2025).
   The results of monitoring labor conditions and safety in the Russian Federation in 2022. The Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation. Moscow, 2023 (In Russ.). URL: https://eisot.rosmintrud.ru/attachment/result_22 (Accessed: 25.04.2025).
4. Бабанов СА, Будаш ДС. Профессиональные поражения органа зрения. Врач. 2017;7:7–13.
   Babanov SA, Budash DS. Occupational lesions of the organ of vision. Doctor. 2017;7:7–13 (In Russ.).
5. Бикбов ММ, Исрафилова ГЗ, Гильманшин ТР, Зайнуллин РМ, Якупова ЭМ. Катаракта как причина нарушения зрения: эпидемиология и организация хирургической помощи (по данным исследования "Ural Eye And Medical Study"). Здоровье населения и среда обитания — ЗНиСО. 2022;30(1):7–13.
   Bikbov MM, Isragilova GZ, Gilmanshin TR, Zainullin RM, Iakupova EM. Cataract as the beginning of the study of vision: epidemiology and organization of surgical care (according to the study "Ural Eye And Medical Study"). Public Health and Life Environment — PH&LE. 2022;1:7–13 (In Russ.). doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-1-7-13.
6. Ярошевич ЕА, Чернов АВ, Аксенов ВВ. Зрительный дефицит и гериатрический статус пациентов сельских районов с различной офтальмопатологией. Научные результаты биомедицинских исследований. 2022;4:524–533.
   Yaroshevich EA, Chernov AV, Aksenov VV. Visual deficit and geriatric status of patients in rural areas with various ophthalmopathology. Scientific results of biomedical research. 2022;4:524–533 (In Russ.). doi: 10.18413/2658-6533-2022-8-4-0-10.
7. Утеулиев ЕС, Закен М, Акжолова Н. Анализ распространенности и факторов риска развития офтальмопатологии при пролонгированном воздействии малых доз ионизирующего излучения. Вестник КазНМУ. 2020;1:162–165.
   Uteuliev ES, Zaken M, Akzholova N. Analysis of the prevalence and risk factors for the development of ophthalmopathology with prolonged exposure to low doses of ionizing radiation. Bulletin of KazNMU. 2020;1:162–165 (In Russ.).
8. Бабанов СА. Профессиональные поражения органа зрения. Медицинская сестра. 2018;20(7):7–12.
   Babanov SA. Occupational injuries of the organ of vision. A nurse. 2018;20(7):7–12 (In Russ.). doi: 10.29296/25879979-2018-07-02.
9. Алибекова ИВ, Кулакова ЕВ, Каверзнева ТТ, Шендакова ТА. Влияние неблагоприятных производственных факторов на травматизм и заболеваемость работников строительной отрасли. Проблемы анализа риска. 2020;17(6):92–101.
   Alibekova IV, Kulakova EV, Kaverzneva TT, Shendakova TA. Influence of Adverse Productive Factors on Traumatism and Disease of Employees of the Construction Industry. Issues of Risk Analysis. 2020;17(6):92–101 (In Russ.). doi: 10.32686/1812-5220-2020-17-6-92-101.
10. Modenese A, Chou BR, Ádám B. Occupational Exposure to Solar Radiation and the Eye: A Call to Implement Health Surveillance of Outdoor Workers. Med Lav. 2023 Aug 2;114(4):e2023032. doi: 10.23749/mdl.v114i4.14657.
11. Linde K, Wright CY, du Plessis JL. Personal Solar Ultraviolet Radiation Exposure of Farmworkers: Seasonal and Anatomical Differences Suggest Prevention Measures Are Required. Ann Work Expo Health. 2022;66(1):41–51. doi: 10.1093/annweh/wxab049.
12. Hsueh YJ, Chen YN, Tsao YT. The Pathomechanism, Antioxidant Biomarkers, and Treatment of Oxidative Stress-Related Eye Diseases. Int J Mol Sci. 2022; Jan 23;23(3):1255. doi: 10.3390/ijms23031255.
13. Saeedi R, Miri H, Abtahi M. National and subnational burden of disease attributable to occupational exposure to solar ultraviolet radiation (SUVR) in Iran, 2005–2019. Int J Hyg Environ Health. 2022 Mar;240:113897. doi: 10.1016/j.ijheh.2021.113897.
14. Schueler BA, Fetterly KA. Eye protection in interventional procedures. Br J Radiol. 2021 Oct 1; 94(1126):20210436. doi: 10.1259/bjr.20210436.
15. Лазаренков АМ, Иванов ИА, Садоха МА. Исследование теплового фактора условий труда в литейном производстве. Литье и металлургия. 2022;2:123–129.
   Lazarenkov AM, Ivanov IA, Sadokha MA. Investigation of the thermal factor of working conditions in foundry production. Casting and metallurgy. 2022;2:123–129 (In Russ.). doi: 10.21122/1683-6065-2022-2-123-129.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ишкова Александрина Николаевна
аспирант, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-1061-0825

Каменева Ольга Владимировна
кандидат медицинских наук, доцент
https://orcid.org/0000-0001-9087-9458

Кокорев Владимир Леонидович
кандидат медицинских наук, доцент
https://orcid.org/0000-0001-6558-3444

Мамчик Николай Петрович
доктор медицинских наук, профессор
https://orcid.org/0000-0002-6952-0018

Габбасова Наталия Вадимовна
доктор медицинских наук, доцент
https://orcid.org/0000-0001-5042-3739

Бесько Валентина Андреевна
доктор медицинских наук, доцент
https://orcid.org/0009-0009-2785-8019

ABOUT THE AUTHORS

Ishkova Aleksandrina N.
postgraduate, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-1061-0825

Kameneva Olga V.
PhD, Associate Professor
https://orcid.org/0000-0001-9087-9458

Kokorev Vladimir L.
PhD, Associate Professor
https://orcid.org/0000-0001-6558-3444

Mamchik Nikolai P.
MD, Professor
https://orcid.org/0000-0002-6952-0018

Gabbasova Nataliya V.
MD, Associate Professor
https://orcid.org/0000-0001-5042-3739

Besko Valentina A.
MD, Associate Professor
https://orcid.org/0009-0009-2785-8019

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-402-408

поступила 20.04.25
was received 20.04.25

Субклиническое течение холестеатомы орбиты. Клинический случай

И.Е. Панова[1,2,3] М.В. Мелихова[1] Е.М. Свистунова[1] С.Л. Воробьев[4]

[1] Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ярослава Гашека, 21, Санкт-Петербург, 192283, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

[3] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

[4] ООО «Национальный центр клинической морфологической диагностики»
просп. Славы, 32, литера А, Санкт-Петербург, 192071, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):402–408**

Представлен клинический случай субклинического течения холестеатомы орбиты, в котором прогрессирование процесса диагностировано по данным магнитно-резонансной томографии в динамике за 14 лет. С учетом локализации образования проводилась транскутанная поднадкостничная орбитотомия с удалением образования и последующим патоморфологическим и иммуногистохимическим исследованием операционного материала. Важность оценки патомофрологической картины опухоли объясняется необходимостью проведения дифференциальной диагностики между холестеатомой и холестериновой гранулемой орбиты, что отражает дальнейший прогноз и тактику наблюдения. Учитывая возможность рецидива, в данном клиническом случае пациент был проинформирован о необходимости регулярных осмотров и выполнения компьютерной томографии орбит для контроля состояния.

Ключевые слова: холестеатома орбиты, холестеатома, орбитотомия

Для цитирования: Панова И.Е., Мелихова М.В., Свистунова Е.М., Воробьев С.Л. Субклиническое течение холестеатомы орбиты. Клинический случай. *Офтальмология.* 2026;23(2):402–408. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-402-408

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Subclinical Progressive Course of Orbital Cholesteatoma. Clinical Case

I.E. Panova[1,2,3], M.V. Melikhova[1], E.M. Svistunova[1] , S.L. Vorobyev[4]

[1] The Saint Petersburg Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Yaroslav Gashek str., 21, Saint Petersburg, 192283, Russian Federation

[2] North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Kirochnaya str., 41, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

[3] Saint Petersburg State University
Universitetskaya Emb., 7–9, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

[4] National Center for Clinical Morphological Diagnostics
Slavy Ave., 32A, Saint Petersburg, 192071, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):402–408**

A clinical case of subclinical orbital cholesteatoma is presented, where disease progression was diagnosed using dynamic magnetic resonance imaging (MRI) over 14 years. Considering the localization of the lesion, a transcutaneous subperiosteal exploratory orbitotomy was performed, involving the complete removal of tumor masses followed by histopathological and immunohistochemical examination of the surgical material. The importance of assessing the tumor's histopathological characteristics lies in the need for differential diagnosis between cholesteatoma and cholesterol granuloma of the orbit, which significantly impacts prognosis and follow-up strategies. Given the risk of recurrence, the patient in this case was informed about the necessity of regular check-ups and orbital computed tomography (CT) for monitoring.

Keywords: orbital cholesteatoma, cholesteatoma, orbitotomy

For citation: Panova I.E., Melikhova M.V., Svistunova E.M., Vorobyev S.L. Subclinical Progressive Course of Orbital Cholesteatoma. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):402–408. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-402-408

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Холестеатома, впервые описанная в 1829 г. французским патоморфологом J.B. Cruveilhier как «жемчужная опухоль», является редкой орбитальной опухолью и клинически представляет собой мягкое безболезненное образование, не спаянное с окружающими тканями и кожей, развивающееся, как правило, под верхней или верхненаружной стенками орбиты [1].

По данным литературы, существуют «истинные холестеатомы» и «холестериновые гранулемы» [2, 3]. Не только этиология этих двух образований является предметом споров, но и номенклатура, связанная с ними, исторически была запутанной. Для описания холестериновой гранулемы использовалось несколько названий, в том числе холестеатома, липидная гранулема, ксантоматоз орбиты, гематома, хроническая гематическая киста. Холестеатома также именовалась различными способами, включая холестериновую гранулему, эпидермоидную кисту, гистиоцитарную гранулему, локализованный ксантоматоз. Оба типа образований имеют схожее возрастное распределение, среди пациентов преобладают мужчины [2, 3].

Патогенез холестериновой гранулемы неизвестен, но может быть связан с травмой, аномальным углублением в кости или каким-либо другим процессом, сопровождающимся кровоизлиянием, которое приводит к выделению продуктов распада крови, включая холестерин, из клеточных мембран, что стимулирует гранулематозную реакцию и образование кристаллических масс, которые продолжают увеличиваться и разрушать прилегающую кость.

Относительно холестеатомы патогенез также неясен и может быть обусловлен аномальной индукцией образования плоского эпителия в виде эмбрионального комплекса либо в результате посттравматического или послеоперационного воспалительного процесса [2, 4].

Холестериновая гранулема и холестеатома очень редко встречаются в орбите, для них характерно бессимптомное течение, в связи с этим диагностика данного заболевания вызывает известные трудности [5, 6].

Холестериновая гранулема чаще всего локализуется в надвисочной области орбиты, в то время как холестеатома может возникать в любом сегменте. При больших размерах опухоли пациенты могут обращаться с жалобами на экзофтальм, отклонение глазного яблока, появление двоения, снижение остроты зрения, птоз, боли, редко — деформацию век, а при небольшом размере образования диагностика чаще оказывается случайной при выполнении МРТ или КТ головного мозга или орбиты по другим причинам [4, 7–9].

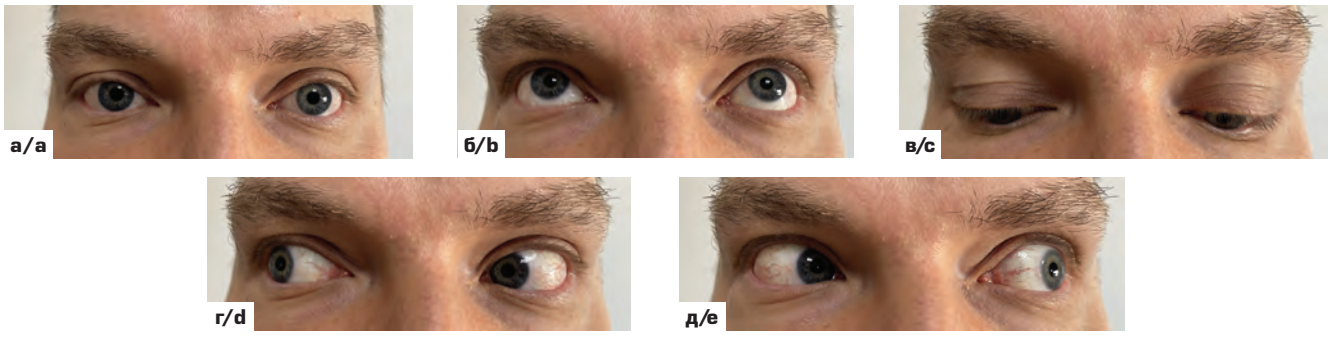


Рис. 1. Подвижность глазного яблока пациента Ш. до операции: а — взгляд прямо, б — взгляд вверх, в — взгляд вниз, г — взгляд направо, д — взгляд налево

Fig. 1. Preoperative eyeball mobility of patient Sh.: a — primary gaze, b — upward gaze, c — downward gaze, d — right gaze, e — left gaze

Представленное клиническое наблюдение демонстрирует субклиническое прогрессирующее течение холестеатомы орбиты.

Пациент Ш., 37 лет, летом 2024 г. обратился с жалобами на новообразование в области верхней стенки орбиты справа, которое обнаружили случайно при выполнении МРТ головного мозга. Из анамнеза известно, что пациент регулярно выполнял данное исследование в течение нескольких лет по поводу основного заболевания (обтурационная гидроцефалия после тривентрикулостомии в 2016 г. с последующей пластикой ввиду перфорации цистерны в 2017 г.), однако изменения в области орбиты ранее не были описаны. С жалобами пациент обратился к офтальмологу по месту жительства, где было рекомендовано выполнение компьютерной томографии орбит с контрастированием и обращение в Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России для уточнения дальнейшей тактики ведения.

В сентябре 2024 г. пациент обратился в клинику. Проведение полного офтальмологического клинико-инструментального обследования показало: острота зрения OD = 1,0 без коррекции, OS 0,85 Cyl –0,5 ax 80 = 1,0, при осмотре OD: положение глазного яблока правильное, движения в полном объеме (рис. 1а–д), репозиция глазного яблока не затруднена, экзофтальмометрия = 21 мм, база 114 мм, при пальпации в области верхней стенки орбиты определялся неровный и деформированный наружный край верхней стенки орбиты с полостью внутри, передний и задний сегменты глаза без особенностей, OS: без патологии.

По данным компьютерной томографии в области верхней стенки правой орбиты определялось округлое образование гетерогенной структуры размерами 19×14×12 мм с деструкцией кости, кальцинатами, невыраженным остеосклеротическим ободком, которое не содержало жира и участков накопления контрастного вещества и пролабировало в полость орбиты на 2 мм (рис. 2а–в).

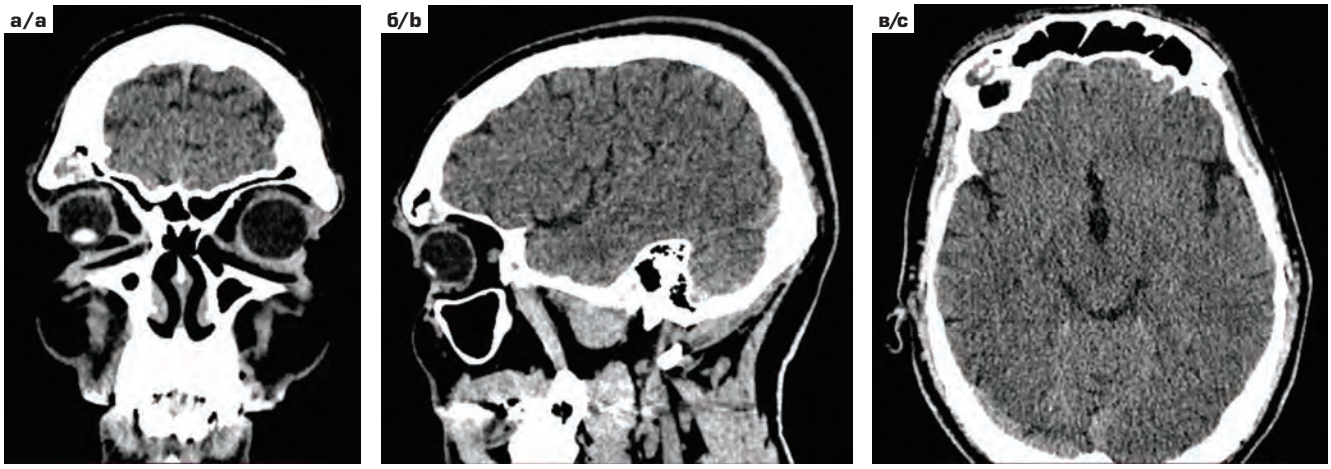


Рис. 2. Компьютерная томограмма (КТ) орбит пациента Ш. с контрастированием до операции: а — фронтальный срез с визуализацией в правой орбите округлого образования гетерогенной структуры размерами 19×14×12 мм с деструкцией кости, кальцинатами, невыраженным остеосклеротическим ободком, б — образование на сагиттальном срезе, в — образование на горизонтальном срезе

Fig. 2. Preoperative contrast-enhanced computed tomography (CT) of the orbits in patient Sh.: a — frontal slice showing a round lesion of heterogeneous structure in the right orbit, measuring 19×14×12 mm, with bone expansion, calcifications, and a mildly expressed osteosclerotic rim; b — lesion on the sagittal slice; c — lesion on the axial slice

При пересмотре снимков начиная с 2010 г. образование определялось как едва заметный очаг костной деструкции, который постепенно увеличивался в динамике и к 2024 г. достиг вышеописанных размеров.

На основании клинико-инструментальных методов исследования, а именно наличия образования в верхней стенке орбиты с признаками деструкции кости, была заподозрена холестеатома верхней стенки орбиты справа. С учетом локализации образования было принято решение о проведении транскутанной поднадкостничной эксплораторной орбитотомии.

Дифференциальный диагноз проводился с дермоидной кистой, опухолью слезной железы, мукоцеле. Дермоидная киста обычно проявляется в виде переднезадних внеглазничных образований с липидным, жидким или смешанным содержимым. На компьютерной томографии она может содержать участки жировой прослойки, сопровождаться костным дефектом в боковой стенке орбиты со склеротическим краем без деструктивных изменений. При опухолях слезной железы патологический процесс, как правило, можно идентифицировать на КТ по степени накопления контраста и связи со слезной железой, локализации в верхненаружном крае орбиты, с меньшей деструкцией кости или ее отсутствием. В клинической картине, наряду с птозом, диплопией, также могут присутствовать боль и эпифора. При мукоцеле лобной пазухи происходит растяжение пазухи скопившимся в ней густым секретом желез слизистой оболочки из-за нарушения оттока, что сопровождается постепенной дистрофией и разрушением костных стенок пазухи. Кроме схожих симптомов двоения, эпифоры и экзофтальма может присутствовать боль, а также развиться парез отводящего нерва с появлением косоглазия или синдрома «верхней глазничной щели», при котором глазное яблоко становится неподвижным, опускается верхнее веко, нарушается зрение, снижается тактильная чувствительность роговицы и кожи век. Компьютерная томография позволяет определить не только пораженную пазуху, ее размеры, состояние костных стенок, характер содержимого, но и взаимоотношения растянутой пазухи с окружающими органами и тканями.

17.09.2024 под эндотрахеальным накрозом пациенту было выполнено оперативное вмешательство (хирург д.м.н., проф. И.Е. Панова, ассистент к.м.н. М.В. Мелихова), этапы операции представлены на рисунках 3а–и.

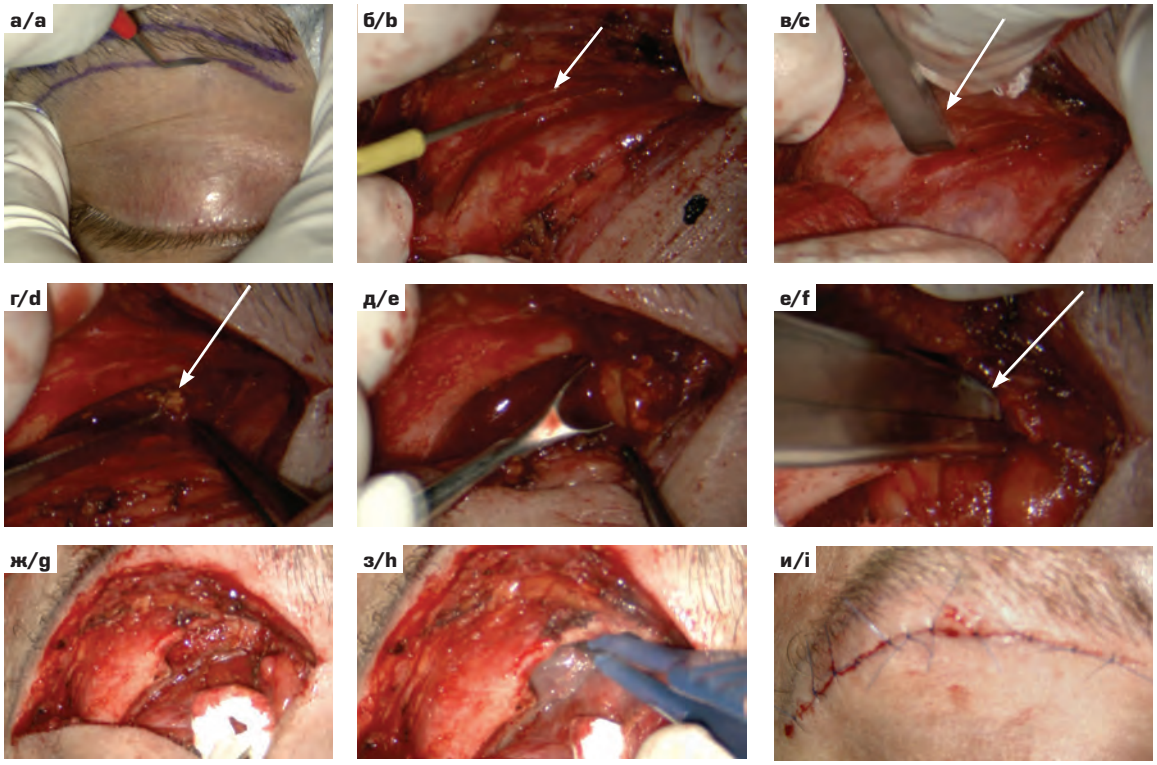


Рис. 3. Поднадкостничный доступ: а — разрез кожи, б — послойное рассечение тканей, в — обработка надкостницы с использованием распатора. Эвакуация опухолеподных масс: г, д — визуализация и удаление опухолевых масс, е — применение кусачек Керрисона для удаления костного края верхней стенки орбиты. Обработка зоны операции: ж — перекисью водорода 3 %, з — с использованием биполярного коагулятора, и — послойное ушивание раны

Fig. 3. Subperiosteal access: a — skin incision, b — layer-by-layer tissue dissection using a radionic knife, c — periosteum treatment using a chisel. Evacuation of tumor masses: d, e — visualization and removal of tumor masses, f — application of Kerrison's cutters to remove the anterior margin of the upper orbital wall. Cleansing of the operation zone: g — with hydrogen peroxide 3 %, h — using a bipolar coagulator, i — layer-by-layer suturing of the wound

Выполняли разметку и разрез кожи на уровне нижнего края брови для обеспечивания максимального косметического результата после операции (рис. 3а). Проводили выделение и разрез надкостницы параллельно верхнему краю орбиты (рис. 3б) с последующей ее отсепаровкой от верхней стенки при помощи распатора по направлению к орбитальному краю и затем к вершине орбиты (рис. 3в). При визуализации переднего края верхней стенки определялась измененная неровная кость с истонченным деформированным крошковидным краем.

В костном углублении визуализировались опухолеподобные массы желто-коричневого цвета (рис. 3г), которые при помощи офтальмологической ложки были полностью эвакуированы из полости (рис. 3д). Для полного визуального контроля ложа опухоли при помощи кусачек Керрисона удалили надглазничный костный край верхней стенки орбиты (рис. 3е).

Рис. 4. Локальный статус пациента на 7-е сутки после операции: а — послеоперационный отек в области верхнего века, положение глазного яблока правильное, б — рубец после операции

Fig. 4. Local status of the patient on postoperative day 7: a — postoperative edema in the upper eyelid area, b — postoperative scar

Далее полость обработали раствором перекиси водорода 3 % и коагулятором (рис. 3ж, з). Дренирование операционной раны не проводили ввиду отсутствия кровотечения, рану ушили послойно (рис. 3и).

На вторые сутки после проведенного оперативного вмешательства общее состояние пациента было удовлетворительным, острота зрения без изменений, определялись незначительный отек и гематома века в зоне операции, через 7 дней наблюдалась положительная динамика в виде уменьшения отека (рис. 4а–б).

По данным морфологического исследования, проведенного в ООО «Национальный центр клинической морфологической диагностики», операционный материал был представлен бесструктурными эозинофильными массами с воспалительным компонентом, очаговой ксантомной реакцией, отложением кристаллов холестерина, очаговым кальцинозом, разрушением прилежащей губчатой костной ткани (рис. 5а–б). Необходимо отметить, что на этапе гистологического исследования важно проводить дифференциальную диагностику между холестеатомой и холестериновой гранулемой, так как опухоли часто имеют сходство (кристаллы холестерина, гигантские клетки инородных тел и макрофаги, насыщенные гемосидерином), но есть одно очень важное различие: холестериновая гранулема не связана с эпителиальными клетками [2, 4, 5]. В данном клиническом случае окончательный диагноз был установлен после проведения иммуногистохимического исследовании операционного материала с антителом к панцитокератину AE1/AE3, были выявлены группы эпителиальных клеток, что убедительно демонстрировало холестеатомный характер поражения орбиты (рис. 5в).

ОБСУЖДЕНИЕ

Холестеатома — доброкачественное, преимущественно кистозное образование, обычно локализующееся в среднем ухе и редко встречающееся в орбите [1, 7, 10–12]. По данным отечественных авторов, точный этиопатогенез данного заболевания неизвестен — оно может быть

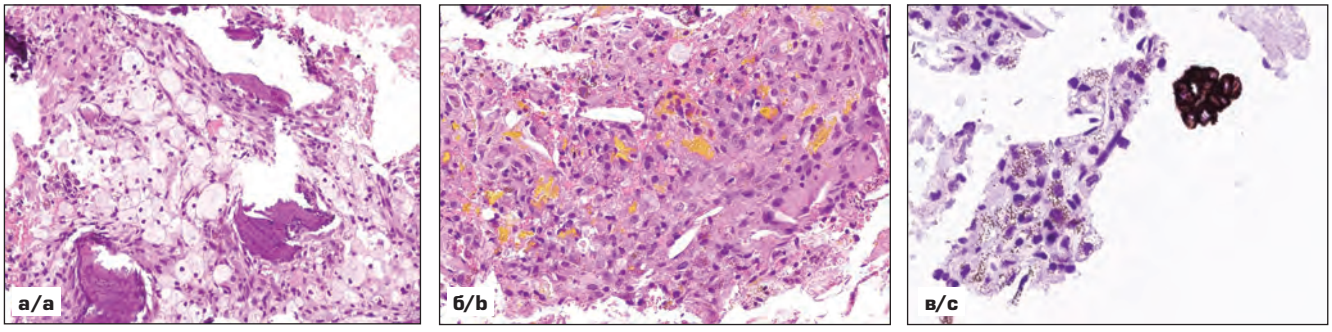


Рис. 5. Результаты гистологического и иммуногистохимического исследований операционного материала: а — деструкция костной ткани с ксантомной реакцией, ×200, окраска гематоксилином и эозином; б — кристаллы холестерина с макрофагальной реакцией, ×200, окраска гематоксилином и эозином; в — комплекс эпителиальных клеток, экспрессия PanCK AE1/AE3, ×200

Fig. 5. Result of histologic and immunohistochemical studies of surgical material: a — bone tissue destruction with xanthoma reaction, ×200, hematoxylin-eosin staining; b — cholesterol crystals with macrophage reaction, ×200, hematoxylin-eosin staining; c — epithelial cell complex, PanCK AE1/AE3 expression, ×200

как врожденным (по существу, эпидермоидной кистой), так и приобретенным (чаще в результате травматизации), кроме того, встречается не только первичная, но и вторичная холестеатома орбиты, проникающая из параназальных синусов [11, 12]. Для данного вида образования характерно локальное разрыхление костной ткани, которая становится мягкой, с участками остеолиза и/или склероза, поднадкостнично в ней скапливается значительное количество желтоватого рыхлого содержимого, включающего дегенеративно измененные клетки плоского эпителия и различное количество кристаллов холестерина. В результате отслоения надкостницы с подлежащими некротическими массами уменьшается объем орбиты, а содержимое кисты смещается кпереди и книзу, следствием этого является развитие экзофтальма со смещением глаза без ограничения подвижности глазного яблока [2, 7].

Прогрессирующее течение с риском распространения патологического процесса на лобную и височную кости с возможным развитием грубых деформаций обусловливает необходимость хирургического вмешательства на начальной стадии заболевания [7, 11, 12]. Ранее при холестеатоме орбиты осуществлялась тотальная экстирпация с помощью открытых подходов, включая трепанацию и остеопластические лоскуты [13, 14]. До появления современных методов визуализации, таких как МСКТ и МРТ, открытый подход часто был необходим для визуализации степени костной деструкции и вовлечения твердой мозговой оболочки, а также для лечения заболевания с обширным распространением по латеральной стенке орбиты. С появлением новых методов диагностики и контроля состояния пациента открытые подходы, предполагающие удаление обширных костных лоскутов лица и сопряженные с риском послеоперационных инфекций и поражением важных нервных структур лица, а также неизбежными эстетическими последствиями, применяются все реже [14, 15].

На сегодняшний день для лечения данного типа поражения орбиты могут использоваться офтальмологические (передняя и переднелатеральная поднадкостничная орбитотомия) и нейрохирургические доступы (птериональный, коронарный и др.), редко — эндоскопические методы. Оптимальный хирургический подход к этим опухолям все еще дискутабелен, как и в случае с другими поражениями орбиты, выбор способа их удаления основывается на распространенности, динамике роста образования и локализации в орбите [7, 15, 16]. В данном клиническом наблюдении авторы предпочли поднадкостничную транскутанную орбитотомию ввиду преимущественно орбитальной локализации опухоли для достижения более быстрой реабилитации пациента и оптимального косметического результата.

Не существует четко сформулированных рекомендаций по частоте и продолжительности наблюдения за пациентами после удаления холестеатомы орбиты. Ряд исследователей рекомендуют регулярное выполнение МСКТ [13, 17, 18], а при появлении рецидива — повторное оперативное вмешательство с применением более радикального доступа для предотвращения роста.

В случае первичного вмешательства и особенно в случае удаления образования при рецидиве заболевания важно проводить дифференциальную диагностику на основании морфологического исследования между холестеатомой и холестериновой гранулемой, так как существуют данные о злокачественной трансформации холестеатомы с образованием сквамозной карциномы при рецидиве заболевания [19, 20].

В заключение следует отметить возможность субклинического течения холестеатомы орбиты, что определяет необходимость детального изучения сканов при проведении МСКТ. При подозрении на холестеатому показано хирургическое вмешательство с полным удалением масс даже при отсутствии активных жалоб у пациента, так как образование носит прогрессирующий характер и имеет риски малигнизации. Рекомендуется выбирать хирургический доступ, оптимальный для каждой клинической ситуации, учитывая локализацию патологических изменений, сроки реабилитации, ожидаемый эстетический результат и потенциальную необходимость повторного вмешательства. Важность проведения ИГХ-исследования определяется необходимостью выявления эпителиального паттерна для верификации гистогенеза образования (холестеатома или холестериновая гранулема орбиты), что определяет дальнейшее течение процесса, возможности его рецидивирования и малигнизации.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Панова И.Е. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Мелихова М.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание и редактирование текста;
Свистунова Е.М. — сбор и обработка материала, написание и редактирование текста;
Воробьев С.Л. — редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Cruveilhier J. Anatomic pathologique du corps humain. 1st Edition. Paris: J. B. Baillibre; 1829.
2. Jordan DR, Spitellie P, Brownstein S, Rawlings N, Gilberg SM. Orbital cholesterol granuloma and cholesteatoma: significance of differentiating the two. Ophthalmic Plastic & Reconstructive Surgery. 2007;23(5):415–417. doi: 10.1097/iop.0b013e318137a6fe.
3. Ugga L, Stilo S, Napolitano P, Guadagno E, Iuliano A, Del Basso de Caro ML, Elefante A. Orbitofrontal cholesterol granuloma: case report and review of the literature. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. 2017;7(3):373–377. doi: 10.21037/qims.2017.04.04.
4. Yan J, Cai Y, Liu R, Lin J, Li J. Cholesterol Granuloma of the Orbit. The Journal of Craniofacial Surgery. 2015;26(2):124–126. doi: 10.1097/scs.0000000000001347.
5. De Conciliis C. Epidemiology of orbital disease. Ophthalmology. 2003;110(7):1288. doi: 10.1016/s0161-6420(03)00706-1.
6. Саакян СВ. Клиническая онкология органа зрения. Эффективная фармакотерапия. 2015;30:20–27.
Saakyan S. Clinical Oncology of Visual Organ. Effective pharmacotherapy. 2015; 30:20–27 (In Russ.).
7. Сарваров ДА, Исрафилова ГЗ, Бабушкин АЭ. Редкий случай холестеатомы орбиты, приведший к рубцовой деформации верхнего века. Точка зрения. Восток-Запад. 2016;2:176–179.
Sarvarov D, Israfilova G, Babushkin A. Rare case of orbital cholesteatoma, which has led to cicatricial deformation of upper eyelid. Point of view. East-West. 2016;2:176–179 (In Russ.).

8. Rizvi SA, Hasan M, Alam MS. Cholesterol granuloma of the orbit: an atypical presentation. Indian Journal of Ophthalmolmology. 2014;62(3):344–346. doi: 10.4103/0301-4738.111187.
9. Hughes JD, Jacob JT, Garrity JA, Salomao DR, Link MJ. Orbitofrontal Cholesterol Granuloma: Four Case Reports and a Systematic Review of the English Literature. World Neurosurgery. 2016;87:355–361.doi: 10.1016/j.wneu.2015.11.095.
10. Аникин МИ, Канафьев ДМ, Аникин ИА, Бокучава ТА. Холестеатома среднего уха: определение, вопросы классификации и этиопатогенеза (краткий обзор литературных данных). Часть I. Российская оториноларингология. 2016;3(82):115–124.
Anikin MI, Kanafyev DM, Anikin IA, Bokuchava TA. The middle ear cholesteatoma: defnition, classifcation and etiopathogenesis issues (brief literature review). Part I. Russian Otorhinolaryngology. 2016;3(82):115–124 (In Russ.). doi: 10.18692/1810-4800-2016-3-115-124.
11. Бархаш СА, Тринчук ВВ. Опухоли глаза, его придатков и орбиты. В кн.: Опухоли глаза, его придатков и орбиты. Под ред. Пучковской НА. Киев: Здоров'я; 1978:216–227.
Barkhash SA, Trinchuk VV. Tumors of the eye, its adnexa, and orbit. In: Tumors of the eye, its adnexa, and orbit. Ed. by NA Puchkovskaya. Kyiv: Zdorovya; 1978:216–227 (In Russ.).
12. Бровкина АФ. Болезни орбиты: руководство для врачей. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Медицинское информационное агентство; 2008:256.
Brovkina AF. Orbital diseases: a manual for physicians. 2nd edition, revised and enlarged. Moscow: Medical Information Agency; 2008:256 (In Russ.).
13. Guadarrama-Ortiz P, Choreño-Parra JA, Pacheco-Sánchez FJ, Rodríguez-Nava AI, García-Quintero G, Rodríguez-Muñoz PE, Sánchez-Garibay C, Ángeles-Castellanos M. The pterional approach for the surgical resection of an orbital cholesteatoma: a case report. Journal of Medical Case Reports. 2021;15(1):18. doi: 10.1186/s13256-020-02579-3.
14. Tejani N, Kshirsagar R, Song B, Liang J. Evolving Treatment of Frontal Sinus Cholesteatoma: A Case Report. The Permanente Journal. 2020;24:19.048. doi: 10.7812/TPP/19.048.
15. Selleck AM, Desai D, Thorp BD, Ebert CS, Zanation AM. Management of frontal sinus tumors. Otolaryngologic Clinics of North America. 2016;49(4):1051–1065. doi: 10.1016/j.otc.2016.03.026.
16. Gonçalves DCG, Santos TS, Silva VCM, Costa HNAA Carvalho CMF. Frontal Sinus Cholesteatoma Presenting with Intracranial and Orbital Complications: Diagnosis and Treatment. Turkish Archives of Otorhinolaryngology. 2022;60(4):234–237. doi: 10.4274/tao.2022.2022-7-7.
17. Zoia C, Pusateria A, Carena P, Matti E, Galioto S, Benazzo M, Gaetani P, Pagella F. Frontal sinus cholesteatoma with intracranial complication. ANZ Journal of Surgery. 2018;88(1–2):110–112. doi: 10.1111/ans.13218.
18. Hansen S, Sorensen CH, Stage J, Mouritzen A, Cayé-Thomasen P. Massive cholesteatoma of the frontal sinus: Case report and review of the literature. Auris Nasus Larynx. 2007;34(3):387–392. doi: 10.1016/j.anl.2006.11.011.
19. Kim TG, Whangbo CH, Yoo JH, Park HJ, Geum SY, Shin SH, Ye MK. Squamous cell carcinoma arising from a cholesteatoma of the maxillary sinus: a case report. Brazilian Journal of Otorhinolaryngology. 2024;90(3):101408. doi: 10.1016/j.bjorl.2024.101408.
20. Rothschild S, Ciernik IF, Hartmann M, Schuknecht B, Lütolf UM, Huber AM. Cholesteatoma triggering squamous cell carcinoma: case report and literature review of a rare tumor. American Journal of Otolaryngology. 2009;30(4):256–260. doi: 10.1016/j.amjoto.2008.06.011.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Панова Ирина Евгеньевна
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе
https://orcid.org/0000-0001-7443-4555

Мелихова Мария Владимировна
кандидат медицинских наук, заведующая отделением окулопластики, офтальмоонкологии и радиотерапии, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-9808-1950

Свистунова Евгения Михайловна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0000-2126-4345

Воробьев Сергей Леонидович
кандидат медицинских наук, директор ООО «Национальный центр клинической морфологической диагностики», врач-патологоанатом
https://orcid.org/0000-0002-7817-9069

ABOUT THE AUTHORS

Panova Irina E.
MD, Professor, deputy director for Scientific work
https://orcid.org/0000-0001-7443-4555

Melikhova Mariia V.
PhD, head of the Oculoplastics, Ophthalmooncology, and Radiotherapy Department, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-9808-1950

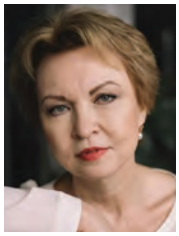
Svistunova Evgeniya M.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0000-2126-4345

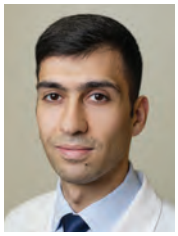
Vorobyev Sergey L.
PhD, director of "National Center for Clinical Morphological Diagnostics", pathologist
https://orcid.org/0000-0002-7817-9069

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-409-412

поступила 03.03.25
was received 03.03.25

Врожденная дистрофия базальной мембраны эпителия роговицы у ребенка. Клинический случай





А.В. Плескова В.Р. Гетадарян

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Садовая-Черногрязская, 14/19, Москва 105062, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):409–412**

Дистрофия роговицы (ДР), большая группа генетически детерминированных заболеваний с вовлечением в патологический процесс одного или нескольких слоев роговицы, имеет прогрессирующий тип течения и не связана с внешними или системными факторами. Однако данное определение не может в полной мере описывать всю патологию, которая относится к дистрофическому процессу. Так, дистрофия базальной мембраны эпителия и центральная облаковидная дистрофия François относятся к дегенеративным состояниям и у большинства пациентов не имеют наследственного характера. Несмотря на это, дистрофия базальной мембраны эпителия и центральная облаковидная дистрофия François входят в современную классификацию дистрофий роговицы. Представляем клинический случай, касающийся ребенка с врожденной наследственной дистрофией базальной мембраны эпителия (прежние названия — «микрокистозная эпителиальная дистрофия Когана», «дистрофия передней базальной мембраны», «дистрофия по типу “отпечатка пальцев”»), у которого с рождения отмечались светобоязнь и слезотечение. В возрасте 5 месяцев ребенку в связи с непроходимостью слезных путей выполнили зондирование слезных каналов, при этом отмечено незначительное улучшение. При обследовании ребенка под наркозом биомикроскопическая картина характеризовалась наличием линий, напоминающих географическую карту, интраэпителиальных микрокист округлой формы в оптической зоне на правом глазу и в виде точек на левом глазу. На правом глазу изменения оказались более выраженными, определялось нежное рубцовое помутнение поверхностных слоев стромы по типу «карты» с паралимбальными участками прокрашивания флюоресцеином. Врожденная дистрофия базальной мембраны эпителия — заболевание, обусловленное мутациями в гене *TGFB1* на хромосоме 5q31 — является одной из самых распространенных передних дистрофий роговицы, встречается у 5 % населения, обычно во второй и третьей декадах жизни, у детей встречается очень редко. Дистрофия базальной мембраны эпителия у ребенка — это медленно прогрессирующее невоспалительное поражение роговицы. Необходимо проводить дифференциальный диагноз с острым воспалительным процессом, требующим проведения ургентного хирургического вмешательства, непроходимостью слезных путей и кератитом. На начальном этапе достаточно консервативных методов лечения, постоянного применения кератопротекторов и слезозаменителей. При неэффективности консервативной терапии показано ношение лечебных мягких контактных линз, ФТК и послойная кератопластика.

Ключевые слова: врожденная дистрофия роговицы, микрокистозная дистрофия Когана, передняя базальная мембрана, эпителий роговицы, классификация дистрофий роговицы

Для цитирования: Плескова А.В., Гетадарян В.Р. Врожденная дистрофия базальной мембраны эпителия у ребенка. Клинический случай. *Офтальмология.* 2026;23(2):409–412. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-409-412

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Congenital Dystrophy of the Epithelial Basement Membrane in a Child. Clinical Case

A.V. Pleskova, V.R. Getadaryan

Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):409–412**

Corneal dystrophy (CD) is a large group of genetically determined diseases involving one or more corneal layers. It has a progressive course and is not associated with external or systemic factors. However, this definition cannot fully describe all pathologies related to the dystrophic process. For example, epithelial basement membrane dystrophy and François central cloudy dystrophy are degenerative conditions and are not hereditary in most patients. Despite this, epithelial basement membrane dystrophy and François central cloudy dystrophy are included in the modern classification of corneal dystrophies. We present a clinical case of a child with congenital hereditary basement membrane dystrophy (previously known as Kogan microcystic epithelial dystrophy, anterior basement membrane dystrophy, or "fingerprint" dystrophy). The child presented with photophobia and lacrimation from birth. At 5 months of age, the child underwent lacrimal duct probing due to lacrimal duct obstruction, with slight improvement noted. During an anesthetic examination, the biomicroscopic findings were characterized by map-like lines and round intraepithelial microcysts in the optical zone of the right eye and dots in the left eye. In the right eye, the changes were more pronounced, with a delicate cicatricial opacity of the superficial stromal layers resembling a "map" with paralimbal areas of fluorescein staining. Congenital basement membrane dystrophy (CBD) is a condition caused by mutations in the TGFB1 gene on chromosome 5q31 and is one of the most common anterior corneal dystrophies. It occurs in 5 % of the population, typically in the second and third decades of life, and is very rare in children. CBD in children is a slowly progressive, non-inflammatory corneal lesion. It must be differentiated from acute inflammation requiring urgent surgery, lacrimal obstruction, and keratitis. Conservative treatment, including the continued use of keratoprotectors and artificial tears, is sufficient in the initial stage. If conservative therapy is ineffective, therapeutic soft contact lenses, PTK, and lamellar keratoplasty are recommended.

Keywords: congenital corneal dystrophy, Kogan's microcystic dystrophy, anterior basement membrane, corneal epithelium, classification of corneal dystrophies

For citation: Pleskova A.V., Getadaryan V.R. Congenital Dystrophy of the Epithelial Basement Membrane in a Child. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):409–412. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-409-412

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Дистрофия роговицы (ДР) — это большая группа генетически детерминированных заболеваний с вовлечением в патологический процесс одного или нескольких слоев роговицы — имеет прогрессирующий тип течения и не связана с внешними или системными факторами [1]. Однако данное определение не может в полной мере описывать всю патологию, которая относится к дистрофическому процессу. Так, дистрофия базальной мембраны эпителия и центральная облаковидная дистрофия François относятся к дегенеративным состояниям, и у большинства пациентов не имеет наследственного характера. Несмотря на это, дистрофия базальной мембраны эпителия и центральная облаковидная дистрофия François входят в современную классификацию дистрофий роговицы.

В соответствии со вторым пересмотром Международной классификации дистрофий роговицы принято давать определение, исходя из клинических, гистопатологических и генетических данных [2].

1. Эпителиальные и субэпителиальные дистрофии:
- дистрофия базальной мембраны эпителия;
- рецидивирующие эрозии, в которую входят дистрофия *Franceschetti, Smolandiensis, Helsinglandica;*
- субэпителиальная мукоидная дистрофия;
- дистрофия *Meesmann;*
- эпителиальная дистрофия *Lisch;*
- студенистая каплевидная дистрофия.

2. Эпителиально-стромальные дистрофии, связанные с мутацией в гене TGFBI:
- дистрофия *Reis-Bücklers;*
- дистрофия *Thiel-Behnke;*
- решетчатая дистрофия, тип 1;
- гранулярная дистрофия, тип 1;
- гранулярная дистрофия, тип 2.

3. Стромальные дистрофии:
- макулярная дистрофия;
- дистрофия *Schnyder;*
- врожденная стромальная дистрофия;
- крапчатая дистрофия роговицы;
- задняя аморфная дистрофия;
- центральная облаковидная дистрофия *François;*
- пре-десцеметова дистрофия.

4. Эндотелиальные дистрофии:
- дистрофия *Fuchs;*
- задняя полиморфная дистрофия;
- врожденная эндотелиальная дистрофия;
- х-сцепленная эндотелиальная дистрофия.

Представляем клинический случай ребенка с врожденной наследственной дистрофией базальной мембраны эпителия (прежние названия — «микрокистозная эпителиальная дистрофия Когана», «дистрофия передней базальной мембраны», «дистрофия по типу “отпечатка пальцев”»). С рождения у ребенка отмечались светобоязнь и слезотечение.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Под наблюдением в отделе патологии глаз у детей ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» находился ребенок Ч., 16 мес., с жалобами матери на светобоязнь, слезотечение, блефароспазм, помутнение роговицы, беспокойное поведение, особенно ночью и утром. Из анамнеза: ребенок от 2-й беременности, на сроке 32 недели протекавшей на фоне пневмонии с антибиотикотерапией. Роды срочные путем кесарева сечения. Родился по шкале Апгар 7/8 баллов, вес 3400 г, рост 52 см. В первые сутки после рождения общее состояние ребенка ухудшилось. На фоне внутриутробной инфекции нарастала дыхательная недостаточность, после успешно проведенной антибактериальной терапии состояние улучшилось. С первых дней жизни мама отмечала выраженную светобоязнь. После консультации офтальмолога поставлен диагноз «конъюнктивит неуточненный», в качестве лечения рекомендованы частые промывания глаз антисептическим растворами. На 32-е сутки ребенок выписан с клиническим выздоровлением по поводу общего состояния, однако глазные жалобы сохранялись.

В возрасте 5 месяцев ребенок консультирован в одной из московских детских больниц, где выявили непроходимость слезных путей. В связи с этим выполнено зондирование слезных каналов. Жалобы на светобоязнь и слезотечение сохранялись, преимущественно на правом глазу. При повторной консультации офтальмолога был поставлен диагноз «блефарит, стеноз слезных каналов, аллергический конъюнктивит, корнеальный синдром без кератита». В качестве лечения назначены инстилляции визаллергола и дексаметазона 0,1 %, а также консультация аллерголога. Консультирован аллергологом в НИИ аллергологии и иммунологии, поставлен диагноз раздела «другие атопические дерматиты», назначена диета, антигистаминные препараты внутрь, однако жалобы на светобоязнь и слезотечение сохранялись. Проведена мультиспиральная компьютерная томография с контрастированием, при которой выявлено частичное заполнение носослезного канала контрастом справа. Проведена реканализация слезного канала по Ритленгу с кратковременным улучшением.

На фоне проведенного лечения сохранялась слабоположительная динамика около трех месяцев. Спустя полгода после отмены лечения усилился роговичный синдром и покраснение глаз, назначена противовоспалительная и кератотрофическая терапия без значительного улучшения. Ребенок направлен в НМИЦ ГБ им. Гельмгольца для уточнения диагноза и определения дальнейшей лечебной тактики. Диагноз при поступлении: «OU — непроходимость слезных путей, кератит?».

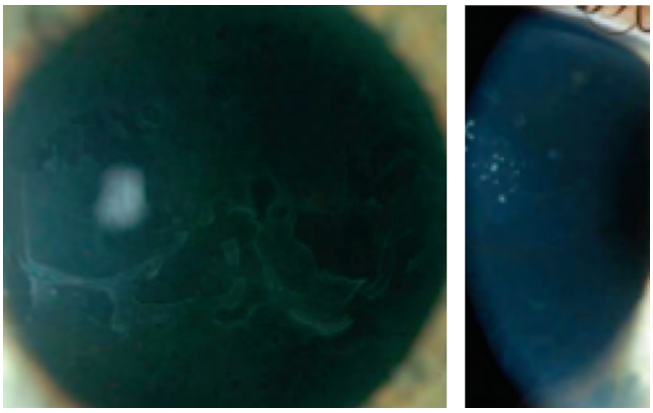


Рис. 1. Микрокисты, изменения по типу отпечатка пальца

Fig. 1. Microcysts, map-dot-fingerprint

Ребенок обследован под наркозом, и при биомикроскопии роговицы было выявлено наличие линий, напоминающих географическую карту, интраэпителиальных микрокист округлой формы в оптической зоне на правом глазу (рис. 1) и в виде точек на левом глазу. На правом глазу изменения оказались более выраженными, определялось нежное рубцовое помутнение поверхностных слоев стромы по типу «карты» с паралимбальными участками прокрашивания флуоресцеином. Проба Норна на правом глазу составила 6 сек., на левом глазу — 10 сек. Проба Ширмера на правом глазу — 27 мм, на левом — 12 мм. Глублежащие среды без патологии.

По данным жалоб, анамнеза и результатам комплексного обследования был поставлен диагноз: OU врожденная дистрофия базальной мембраны эпителия. Назначено консервативное лечение: кратковременная противовоспалительная терапия, а на постоянной основе — репаративное, слезозаместительное, кератопротекторное лечение. На фоне терапии отмечалась положительная динамика: роговичный синдром уменьшился. Ребенок выписан под наблюдение на инстилляциях слезозаменителей в течение дня, на ночь — кератопротекторы. В случае частых рецидивов планируется проведение передней послойной кератопластики в плановом порядке на правом глазу.

ОБСУЖДЕНИЕ

Врожденная дистрофия базальной мембраны эпителия — это заболевание, обусловленное мутациями в гене *TGFB1* на хромосоме 5q31, и является одной из самых распространенных передних дистрофий роговицы, встречается у 5 % населения, обычно во второй и третьей декадах жизни, у детей встречается очень редко [3]. Для этого вида дистрофии характерны интраэпителиальные поражения, напоминающие серые пятна, точки или микроцисты, а также отпечатки пальцев или завитки. Системные связи с данной патологией не описаны.

Несмотря на то что большинство случаев дистрофии базальной мембраны эпителия не носят наследственный характер, отцу ребенка несколькими годами ранее выполнили сквозную кератопластику на обоих глазах. Подтвердить достоверность дистрофии не удалось, а в предоставленных выписках необходимых сведений не оказалось. Тем не менее в литературе данные о наследственном характере заболевания являются единичными [4]. Процесс всегда двусторонний, хотя степень поражения разная. Этиология заболевания не ясна, в основе патологии лежит дистрофия базальной мембраны эпителия роговицы. Эпителий не удерживается на поверхности измененного слоя, отслоившийся участок эпителия вздувается и прикрепляется к слизистой неподвижных век ночью. Этим обусловлены жалобы пациентов [5]. Дети просыпаются ночью от боли, вызванной эрозией эпителия, возникшей при открывании век.

Микроскопические проявления дистрофии варьируют от микрокистозных до картообразных изменений по типу отпечатка пальца, а также криволинейных помутнений в передних слоях роговицы. Патологические изменения включают в себя утолщение базальной мембраны с проминенцией в толщу эпителия роговицы — в случае географических помутнений, интраэпителиальную кисту с цитоплазматическими включениями — при точечных помутнениях, утолщение базальной мембраны — в случае помутнения роговицы по типу отпечатка пальца. Наиболее характерно появление в толще эпителия прозрачных или серо-белых микрокист размером 0,1–0,5 мм, которые описал D.G. Cogan в 1964 г. [6].

Все перечисленные изменения роговицы могут меняться с течением времени по степени выраженности и локализации. Полиморфизм клинической картины в отдельных случаях существенно затрудняет своевременную диагностику. В ряде случаев заболевание протекает без клинических проявлений и является случайной находкой при осмотре офтальмолога. Описанные изменения вызывают неравномерное утолщение эпителия роговицы, отек, проявлением которого является затуманивание зрения с развитием неправильного астигматизма. В процессе прогрессирования заболевания по площади и глубине связь эпителия с базальной мембраной существенно ухудшается, что способствует возникновению спонтанных рецидивов эрозии роговицы [7].

Лечение дистрофии базальной мембраны эпителия на начальных этапах — симптоматическое. Пациентам назначают препараты искусственной слезы и стимуляторы регенерации эпителия в течение дня, кератопротекторы — на ночь. При обширных, часто рецидивирующих эрозиях у детей назначают ношение мягких контактных линз с лечебной целью до полной эпителизации. При распространении процесса на оптический центр роговицы, выраженных помутнениях, снижающих остроту зрения, показано хирургическое лечение. Одним из вариантов лечения является фототерапевтическая кератэктомия (ФТК) и передняя послойная кератопластика [8, 9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дистрофия базальной мембраны эпителия у ребенка — это медленно прогрессирующее невоспалительное поражение роговицы. Патология у детей крайне редкая. Необходимо проводить дифференциальный диагноз с острым воспалительным процессом, требующим выполнения ургентного хирургического вмешательства, непроходимостью слезных путей и кератитом. Для этого необходимо тщательно собирать анамнез, определять чувствительность роговицы, брать соскоб на вирус герпеса, проводить носослезную пробу и наблюдать в динамике.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Плескова А.В. — формулировка идеи, цели и задач исследования, окончательное редактирование и утверждение рукописи для публикации;
Гетадарян В.Р. — подготовка статьи и финальная подготовка проекта статьи к публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Moshirfar M, Bennett P, Ronquillo Y. Corneal Dystrophy. 2021 Aug 11. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan–.
2. Weiss JS, Møller HU, Aldave AJ, Seitz B, Bredrup C, Kivelä T, Munier FL, Rapuano CJ, Nischal KK, Kim EK, Sutphin J, Busin M, Labbé A, Kenyon KR, Kinoshita S, Lisch W. IC3D classification of corneal dystrophies--edition 2. Cornea. 2015 Feb;34(2):117–159. doi: 10.1097/ICO.0000000000000307. Erratum in: Cornea. 2015 Oct;34(10):e32. Erratum in: Cornea. 2022 Dec 1;41(12):e23.
3. Buffault J, Zéboulon P, Liang H, Chiche A, Luzu J, Robin M, Rabut G, Labetoulle M, Labbé A, Baudouin C. Assessment of corneal epithelial thickness mapping in epithelial basement membrane dystrophy. PLoS One. 2020 Nov 25;15(11):e0239124. doi: 10.1371/journal.pone.0239124.
4. Bramsen T, Ehlers N, Baggesen LH. Central cloudy corneal dystrophy of François. Acta Ophthalmol (Copenh).1976;54:221–226.
5. Lin ZN, Chen J, Cui HP. Characteristics of corneal dystrophies: a review from clinical, histological and genetic perspectives. Int J Ophthalmol. 2016;9(6):904–913.
6. Cogan DG, Donaldson DD, Kuwabara T, Marshall D. Microcystic dystrophy of the corneal epithelium. Trans Am Ophthalmol Soc. 1964;62:213–225.
7. Lin SR, Aldave AJ, Chodosh J. Recurrent corneal erosion syndrome. Br J Ophthalmol. 2019 Sep;103(9):1204–1208. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-313835.
8. Wilson SE, Marino GK, Medeiros CS, Santhiago MR. Phototherapeutic Keratectomy: Science and Art. J Refract Surg. 2017 Mar 1;33(3):203–210. doi: 10.3928/1081597X-20161123-01.
9. Bourges JL. Les dystrophies de cornée [Corneal dystrophies]. J Fr Ophtalmol. 2017 Sep;40(7):606–621. French. doi: 10.1016/j.jfo.2017.02.004.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Плескова Алла Вячеславовна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-4458-4605

Гетадарян Востан Рафаелович
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000000232504065

ABOUT THE AUTHORS

Pleskova Alla V.
MD senior research officer of Pediatric Eye Pathology Department, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-4458-4605

Getadaryan Vostan R.
PhD, Research Officer of Pediatric Eye Pathology Department, ophthalmologist
https://orcid.org/0000000232504065

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-413-417

поступила 14.05.26
was received 14.05.26

Восстановительное лечение функциональных нарушений аккомодации у пациентов зрительно-напряженного труда с легкой степенью черепно-мозговой травмы. Клинические случаи

И.Г. Овечкин[1] Е.В. Витушкина[2]

[1] Филиал № 2 ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий им. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации
ул. Левобережная, 11, Москва, 125445, Российская Федерация

[2] ГБУЗ «Городская клиническая больница № 3»
Верхне-Волжская наб., 21, Нижний Новгород, 603155, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):413–417**

Представлен анализ двух клинических случаев, иллюстрирующих варианты нарушения аккомодационной системы глаза у пациентов зрительно-напряженного труда с легкой степенью черепно-мозговой травмы (ЛЧМТ). Установлено, что ЛЧМТ сопровождается нарушениями аккомодационной системы глаза, которые проявляются характерными признаками аккомодационной астенопии (астеническая форма или привычное избыточное напряжение аккомодации), диагностируемыми с помощью методики объективной аккомодографии по показателю коэффициента микрофлюктуаций цилиарной мышцы глаза, а также по оценке качества жизни по опроснику «КЗС-22». Исходя из медико-социальной модели здоровья представляется целесообразным у данного контингента пациентов проведение восстановительного лечения на основе выбора физических факторов, воздействующих на орган зрения, а также амплитудных и временны́х параметров собственно стимуляции. Практическое применение функциональной коррекции астенопии приводит (по сравнению с традиционным подходом) к существенно более быстрому восстановлению аккомодации, что в целом обеспечивает достижение требуемого уровня зрительной работоспособности и продление профессионального долголетия.

Ключевые слова: легкая черепно-мозговая травма, аккомодационная астенопия, физиотерапия глаза, медико-социальная модель здоровья.

Для цитирования: Овечкин И.Г., Витушкина Е.В. Восстановительное лечение функциональных нарушений аккомодации у пациентов зрительно-напряженного труда с легкой степенью черепно-мозговой травмы. Клинические случаи. *Офтальмология.* 2026;23(2):413–417. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-413-417

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Restorative Treatment of Functional Accommodation Disorders in Patients with Visually Stressful Work and Mild Traumatic Brain Injury. Case Studies

I.G. Ovechkin[1], E.V. Vitushkina[2]

[1] Branch No. 2 of the Vishnevsky National Medical Research Center for High Medical Technologies
Levoberezhnaya str., 11, Moscow, 125445, Russian Federation

[2] City Clinical Hospital No. 3
Verkhne-Volzhskaya Emb., 21, Nizhny Novgorod, 603155, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):413–417**

This article presents an analysis of two clinical cases illustrating variations in the accommodative system of the eye in patients with mild traumatic brain injury (MTBI) and visually demanding work. It has been established that MTBI is accompanied by disturbances in the accommodative system of the eye, manifested by characteristic signs of accommodative asthenopia (asthenic form or habitual excessive accommodative strain), diagnosed using objective accommodation imaging based on the ciliary muscle microfluctuation coefficient and "quality of life" using the «KZS-22» questionnaire. Based on the medical and social model of health, it seems appropriate for this patient population to undergo restorative treatment based on the selection of physical factors affecting the visual organ, as well as the amplitude and temporal parameters of the stimulation itself. The practical application of functional correction of asthenopia leads (compared to the traditional approach) to a significantly faster restoration of accommodation, which generally ensures the achievement of the required level of visual performance and prolongation of professional longevity.

Keywords: mild traumatic brain injury, accommodative asthenopia, ocular physiotherapy, medical and social health model

For citation: Ovechkin I.G., Vitushkina E.V. Restorative Treatment of Functional Accommodation Disorders in Patients with Visually Stressful Work and Mild Traumatic Brain Injury. Case Studies. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):413–417. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-413-417

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Черепно-мозговая травма легкой степени (ЛЧМТ) представляет собой растущую проблему общественного здравоохранения, особенно среди военнослужащих, спортсменов и лиц, пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях или в результате падений. Частота распространения ЛЧМТ варьирует, по данным литературы, в пределах 1,0–1,2 % на 100 тыс. человек, при этом средняя продолжительность полного восстановления составляет 3–12 месяцев [1–4].

Многолетний опыт офтальмологического обследования пациентов с ЛЧМТ свидетельствует о ведущей роли функциональных нарушений зрения, частота возникновения которых достигает 70–85 %. При этом в первую очередь выявляются нарушения аккомодационной системы глаза (аккомодационная астенопия), сопровождающиеся достаточно выраженной субъективной симптоматикой (трудность перефокусировки, быстрая утомляемость, особенно при выполнении зрительной работы на ближнем и среднем расстоянии и ряд других), существенно влияющих на уровень зрительной работоспособности и трудоспособности, особенно у пациентов зрительно-напряженного труда (ЗНТ) [5–7].

Цель работы: анализ клинических случаев, иллюстрирующих варианты нарушения аккомодационной системы глаза у пациентов ЗНТ с позиции актуальности проведения восстановительного лечения методами специфического физического воздействия на орган зрения.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Представлены два клинических случая пациентов ЗНТ с травмой головы, неврологическая симптоматика у которых соответствовала ЛЧМТ: оценка по шкале комы Глазго 13–15 баллов через 30 минут после травмы или позже при обращении за медицинской помощью; посттравматическая амнезия менее 24 часов и/или другие преходящие неврологические нарушения, такие как очаговые симптомы, судороги и внутричерепное поражение, не требующее хирургического вмешательства; спутанность сознания или дезориентация, потеря сознания на 30 минут или менее и др. [8, 9]. Пациенты перед травмой не предъявляли каких-либо астенопических жалоб. Пациенты (в соответствии с регламентирующими ведомственными документами) были госпитализированы в неврологическое отделение Филиала № 2 ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. Вишневского» Минобороны России.

Комплексное исследование функционального состояния зрительного анализатора пациента проводилось по клиническим, функциональным и субъективным показателям зрительной системы. Клиническое обследование выполнялась на основе визометрии, авторефрактометрии,

тонометрии, офтальмоскопии и биомикроскопии сетчатки, хрусталика, стекловидного тела, а также оптической когерентной томографии по стандартным методикам. Функциональное обследование основывалось на данных объективной аккомодографии (аккомодометр Righton-Speedy-I, Япония) по показателю коэффициента микрофлюктуаций цилиарной мышцы глаза (КМФ). При этом диагностика вида аккомодационной астенопии (АА) осуществлялась по следующим показателям: при КМФ менее 53,0 отн. ед. — астеническая форма аккомодационной астенопии (АФАА), при КМФ от 53,0 до 58,0 отн. ед. — норма; при КМФ более 58,0 отн. ед. — привычное избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) [10]. Исследование субъективного статуса (качество жизни пациента) основывалось на применении опросника «КЗС-22», при этом нормирование выполнялось по общему показателю тестирования (ОПТ) в соответствии со следующими значениями: ОПТ 175 и более баллов — «норма»; ОПТ более 147, но менее 175 баллов — стадия компенсации астенопии; ОПТ менее 147 баллов — стадия декомпенсации астенопии [11]. Комплексное обследование выполнялось на 2-е и 10-е сутки после травмы (на базе стационара), а также (по опроснику «КЗС-22», по электронной почте) на 20, 30, 45 и 60-е сутки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Клинический случай 1

Пациент Ш-ов, 28 лет, оператор компьютерной техники. Результаты обследования (2-е сутки после ЛЧМТ). В неврологическом плане: жалобы на головную боль, общую слабость, головокружение, объективно неврологическая симптоматика отсутствует. Жалобы на некоторое снижение остроты зрения вдаль, выраженную флюктуацию зрения в течение дня, трудность перефокусировки взгляда, выраженную «усталость» глаз. Visus OU 0,9–1,0, нарушений саккадических и следящих движений глаз, конвергенции не выявлено, легкая фотофобия. Глазное дно — без видимой патологии. КМФ — 49,4 отн. ед., ОПТ — 142 балла. Установлен диагноз: ЛЧМТ, АФАА, стадия декомпенсации астенопии. Пациент получал традиционную медикаментозную терапию, психотерапию, а также (на базе кабинета реабилитации органа зрения) комплексное физиотерапевтическое воздействие специфическими методами на орган зрения (магнитотерапия, низкоэнергетическое лазерное излучение, оптико-рефлекторные тренировки, офтальмохромотерапия). Результаты обследования на 10-е сутки: КМФ — 53,1 отн. ед., ОПТ — 160 баллов, далее ОПТ — 166; 178; 182; 184 балла соответственно.

Клинический случай 2

Пациент К-ов, 26 лет, оператор компьютерной техники. Результаты обследования (2-е сутки после ЛЧМТ). В неврологическом плане: жалобы на головную боль, головокружение, объективно неврологическая симптоматика отсутствует. Жалобы на некоторое снижение остроты зрения вдаль, выраженную флюктуацию зрения в течение дня, выраженную «усталость» глаз. Visus OU 0,9–1,0, нарушений саккадических и следящих движений глаз, конвергенции не выявлено, легкая фотофобия. Глазное дно — без видимой патологии. КМФ — 61,2 отн. ед., ОПТ — 136 баллов. Установлен диагноз: ЛЧМТ, ПИНА, стадия декомпенсации астенопии. Пациент получал традиционную медикаментозную терапию, подвергался психотерапии. Результаты обследования на 10-е сутки: КМФ — 59,8 отн. ед., ОПТ — 140 баллов, далее ОПТ: 144; 152; 156; 168 баллов соответственно.

Обсуждая представленные клинические примеры, следует выделить три основных положения. Первое связано с практической целесообразностью проведения у пациентов с ЛЧМТ восстановительного лечения астенопии на основании воздействия на орган зрения апробированными физиотерапевтическими методами [12, 13]. Изложенное положение доказывается выраженной положительной динамикой в клиническом примере 1 (практическое восстановление показателя КМФ на 10-е сутки и достижение стадии «нормы» астенопии по опроснику «КЗС-22» на 30-е сутки), в то же время в клиническом примере 2 (только традиционное лечение) КМФ на 10-е сутки все еще соответствовал ПИНА, достижение стадии «нормы» по опроснику «КЗС-22» не отмечалось в течение всего периода наблюдения. В связи с этим следует отметить, что зарубежные офтальмологи рекомендуют проводить комплекс лечебно-восстановительных мероприятий у пациентов с функциональными нарушениями зрения после перенесенной ЛЧМТ на основе применения оптической коррекции, биназальной окклюзии, а также амбулаторных и (или) домашних тренировок аккомодации и конвергенции с использованием специальных компьютерных программ и мини-тренажеров [14–16]. В то же время специалистами Экспертного совета по аккомодации и рефракции Российской Федерации рекомендовано при нарушениях аккомодации применение (на базе специализированного кабинета) комплекса специфических физиотерапевтических методов воздействия на орган зрения с учетом дифференцированного подхода в зависимости от формы АА [10, 17–19].

Второе положение определяет практическую актуальность проводимого восстановительного лечения исходя из медико-социальной модели здоровья, в рамках которой целью лечения является максимально быстрое возвращение пациента к повседневной деятельности с исходными (до заболевания) показателями качества. Следует отметить, что медико-социальный подход к проводимому лечению применяется в отечественной практике в катарактальной, рефракционной хирургии и восстановительном лечении пациентов с компьютерным зрительным синдромом [20–22]. С нашей точки зрения, изложенный подход представляет особую актуальность в современных условиях применительно к операторам БПЛА.

Третье положение подтверждает необходимость предварительной диагностики формы АА (АФАА или ПИНА) для проведения восстановительного лечения, основанного на дифференцированном подходе к выбору физических факторов, воздействующих на орган зрения, а также амплитудных и временны́х параметров собственно стимуляции [10, 13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЛЧМТ у пациентов ЗНТ сопровождается нарушениями аккомодационной системы глаза, которые проявляются характерными признаками АА (АФАА или ПИНА), диагностируемыми с помощью методики объективной аккомодографии по показателю КМФ, а также оценки качества жизни по опроснику «КЗС-22». Исходя из медико-социальной модели здоровья представляется целесообразным у данного контингента пациентов проведение восстановительного лечения на основе выбора физических факторов, воздействующих на орган зрения, а также амплитудных и временны́х параметров собственно стимуляции. Практическое применение функциональной коррекции астенопии приводит (по сравнению с традиционным подходом) к существенно более быстрому восстановлению аккомодации, что в целом обеспечивает достижение требуемого уровня зрительной работоспособности и продление профессионального долголетия.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Овечкин И.Г. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование;
Витушкина Е.В. — сбор и обработка материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Антонов АИ, Повереннова ИЕ, Куров МВ. Легкая черепно-мозговая травма в современных условиях ведения боевых действий. Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. 2024;16(4):6–11.
Antonov AI, Poverennova IE, Kurov MV. Mild traumatic brain injury in modern combat conditions. Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov. 2024;16(4):6–11 (In Russ.). doi: 10.56618/2071-2693_2024_16_4_6.
2. Lefevre-Dognin C, Cogné M, Perdrieau V, Granger A, Heslot C, Azouvi P. Definition and epidemiology of mild traumatic brain injury. Neurochirurgie. 2021 May;67(3):218–221. doi: 10.1016/j.neuchi.2020.02.002.
3. Mona-Lisa M, Kaisa M, Taina N, Antti H, Ivan M, Susanna M, Jan J. Evaluation of Visual Disturbances After Mild Traumatic Brain Injury-A One-Year Follow-up Study. J Head Trauma Rehabil. 2025 May-Jun 01;40(3):E208–E215. doi: 10.1097/HTR.0000000000001010.
4. Langer L, Levy C, Bayley M. Increasing Incidence of Concussion: True Epidemic or Better Recognition? J Head Trauma Rehabil. 2020 Jan/Feb;35(1):E60–E66. doi: 10.1097/HTR.0000000000000503.
5. Matuseviciene G, Johansson J, Möller M, Godbolt AK, Pansell T, Deboussard CN. Longitudinal changes in oculomotor function in young adults with mild traumatic brain injury in Sweden: an exploratory prospective observational study. BMJ Open. 2018 Feb 3;8(2):e018734. doi: 10.1136/bmjopen-2017-018734.
6. Almutairi NM. Visual Dysfunctions in Mild Traumatic Brain Injury: A Focus on Accommodative System Impairments. Life (Basel). 2025 May 6;15(5):744. doi: 10.3390/life15050744.
7. Almutairi NM, Hayes J, Hampson KM, Liu C. Accommodation microfluctuation in individuals with mTBI and the potential effect of chromatic filter on this parameter. Vision Res. 2025 Feb;227:108545. doi: 10.1016/j.visres.2025.108545.
8. Carroll LJ, Cassidy JD, Holm L, Kraus J, Coronado VG; WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. Methodological issues and research recommendations for mild traumatic brain injury: the WHO Collaborating Centre Task Force on Mild Traumatic Brain Injury. J Rehabil Med. 2004 Feb;(43 Suppl):113–125. doi: 10.1080/16501960410023877.
9. Сотрясение головного мозга (Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации). 2022. 22 с.
Concussion (Clinical guidelines of the Ministry of Health of the Russian Federation). 2022. 22 p. (In Russ.).
10. Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Эскина ЭН. Эксимер-лазерная коррекция близорукости у пациентов зрительно-напряженного труда — надо ли определять форму аккомодационной астенопии? Офтальмология. 2023;20(2):276–282.
Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Eskina EN. Excimer Laser Correction of Myopia in Patients with Visually Intense Work — Is It Necessary to Determine the Form of Accommodative Asthenopia? Ophthalmology in Russia. 2023;20(2):276–282 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-276-282.
11. Овечкин ИГ, Юдин ВЕ, Ковригина ЕИ, Будко АА, Матвиенко ВВ. Методологические принципы разработки опросника «качества жизни» у пациентов с явлениями компьютерного зрительного синдрома. Офтальмология. 2021;18(4):926–931.
Ovechkin IG, Yudin VE, Kovrigina EI, Budko AA, Matvienko VV. Methodological Principles for the Development of a Questionnaire “Quality of Life” in Patients with Computer Visual Syndrome. Ophthalmology in Russia. 2021;18(4):926–931 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-4-926-931.
12. Овечкин ИГ, Шавшина ДА, Беликова ЕИ, Кумар В. Клинико-физиологическое обоснование возможности применения офтальмохромотерапии в комплексном восстановительном лечении пациентов зрительно-напряженного труда. Офтальмология. 2025;22(1):143–148.
Ovechkin IG, Shavshina DA, Belikova EI, Kumar V. Clinical and Physiological Rationale for the Use of Ophthalmochromotherapy in the Complex Rehabilitation Treatment of Patients with Visually Intense Work with Accommodative Asthenopia. Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):143–148 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-1-143-148.
13. Юдин ВЕ, Ярошенко ВП, Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Косухин ЕС. Методологические принципы медицинской реабилитации пациентов зрительно-напряженного труда с явлениями аккомодационной астенопии после эксимер-лазерной коррекции близорукости. Вестник медицинского института непрерывного образования. 2023;3(2):64–69.
Yudin VE, Yaroshenko VP, Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Kosukhin ES. Methodological principles of medical rehabilitation of patients with visually intense work with accommodative asthenopia after excimer laser correction of myopia. Bulletin of the Medical Institute of Continuous Education. 2023;3(2):64–69 (In Russ.). doi: 10.36107/2782-1714_2023-3-2-64-69.
14. Simpson-Jones ME, Hunt AW. Vision rehabilitation interventions following mild traumatic brain injury: a scoping review. Disabil Rehabil. 2019 Sep;41(18):2206–2222. doi: 10.1080/09638288.2018.1460407.
15. Biscardi M, Grossinger Z, Colantonio A, Bayley M, Mollayeva T. Efficacy of restitutive interventions for oculomotor deficits in adults with mild traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. Brain Inj. 2024 Jun 6;38(7):499–513. doi: 10.1080/02699052.2024.2320163.
16. Scheiman M, Kulp MT, Cotter SA, Lawrenson JG, Wang L, Li T. Interventions for convergence insufficiency: a network meta-analysis. Cochrane Database Syst Rev. 2020 Dec 2;12(12):CD006768. doi: 10.1002/14651858.CD006768.pub3.
17. Махова МВ, Страхов ВВ. Взаимосвязь аккомодографических и субъективных критериев различных видов нарушений аккомодации. Российский офтальмологический журнал. 2019;12(3):13–19.
Makhova MV, Strakhov VV. Interaction of accommodative and subjective diagnostic criteria of accommodation disorders. Russian Ophthalmological Journal. 2019;12(3):13–19 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-13-19.
18. Тарутта ЕП, Тарасова НА. Сравнительная оценка эффективности различных методов лечения расстройств аккомодации и приобретенной прогрессирующей близорукости. Вестник офтальмологии. 2015;131(1):24–29.
Tarutta EP, Tarasova NA. Comparative evaluation of the effectiveness of various treatment modalities for accommodation disorders and acquired progressive myopia. Russian Annals of Ophthalmology. 2015;131(1):24–29 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2015131124-28.
19. Овечкин ИГ, Шавшина ДА, Беликова ЕИ. Диагностика и восстановительное лечение аккомодационной астенопии с позиции применяемых методов, эффективности и этапности: систематический обзор. Российский офтальмологический журнал. 2025;18(1):150–156.
Ovechkin IG, Shavshina DA, Belikova EI. Diagnostics and restorative treatment of accommodation astenopia from the position of applied methods, effectiveness and staging: systematic review. Russian Ophthalmological Journal. 2025;18(1):150–156 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2025-18-1-150-156.
20. Овечкин ИГ, Овечкин НИ, Шакула АВ, Павлов АИ, Покровский ДФ. Медико-социальный подход к разработке методики оценки «качества жизни» после факоэмульсификации катаракты. Часть 2. Офтальмология. 2022;19(2):399–404.
Ovechkin IG, Ovechkin NI, Shakula AV, Pavlov AI, Pokrovsky DF. Medico-Social Approach to the Development of a Methodology for Assessing the “Quality of Life” after Cataract Phacoemulsification. Part 2. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):399–404 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-399-404.
21. Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Эскина ЭН. Динамика аккомодационной астенопии у пациентов зрительно-напряженного труда после проведения ЛАСИК при различных степенях близорукости. Офтальмология. 2023;20(3):479–484.
Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Eskina EN. Dynamics of Accommodative Asthenopia in Patients with Visually Intense Work after LASIK with Different Degrees of Myopia. Ophthalmology in Russia. 2023;20(3):479–484 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-479-484.

22. Овечкин ИГ, Гатилов ДВ, Беликова ЕИ, Овечкин НИ., Кумар В. Взаимосвязь различных форм аккомодационной астенопии с особенностями профессиональной деятельности пациентов зрительно-напряженного труда с явлениями компьютерного зрительного синдрома. Офтальмология. 2023;20(2):308–313.

Ovechkin IG, Gatilov DV, Belikova EI, Ovechkin NI, Kumar V. The Relationship of Various Forms of Accommodative Asthenopia with the Characteristics of the Professional Activity in Patients with Visually Intense Work and the Phenomena of Computer Visual Syndrome. Ophthalmology in Russia. 2023;20(2):308–313 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-308-313.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Овечкин Игорь Геннадьевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кабинетом реабилитации органа зрения
https://orcid.org/0000-0003-3996-1012

Витушкина Елена Вадимовна
заведующая офтальмологическим отделением

ABOUT THE AUTHORS

Ovechkin Igor G.
MD, Professor, head of the Visual Rehabilitation Department
https://orcid.org/0000-0003-3996-1012

Vitushkina Elena V.
head of the Ophthalmology Department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-418-422

поступила 04.03.26
was received 04.03.26

Склеральная фиксация торической интраокулярной линзы. Клинический случай

Р.Р. Файзрахманов[1] Д.Б. Тутаев[1] Н.А. Морина[2]

[1] ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Нижняя Первомайская, 70, Москва, 105203, Российская Федерация

[2] ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):418–422**

Цель: представить клинический случай подшивания торической интраокулярной линзы (тИОЛ) у пациента с люксацией хрусталика в стекловидное тело и роговичным астигматизмом. Пациент К., 78 лет, обратился с жалобами на ухудшение зрения. Объективный статус на момент обращения: острота зрения OS 0,02 с коррекцией sph +11,0 cyl –1,25 ax 26° = 0,4. Кератометрия OS: сильный меридиан — 45,60 D ax 129, слабый меридиан — 44,43 D ax 39. Биомикроскопически на левом глазу роговица прозрачная, передняя камера глубокая, влага прозрачная, радужка субатрофичная, люксация хрусталика в полость стекловидного тела. Пациент направлен на хирургическое лечение. Была проведена склеральная фиксации тИОЛ, что обеспечило коррекцию афакии и компенсацию роговичного астигматизма. Представленный способ склеральной фиксации тИОЛ позволяет добиться высоких показателей остроты зрения у пациентов с люксацией хрусталика, сочетанной с роговичным астигматизмом.

Ключевые слова: люксация хрусталика, роговичный астигматизм, торическая интраокулярная линза, склеральная фиксация

Для цитирования: Файзрахманов Р.Р., Тутаев Д.Б., Морина Н.А. Склеральная фиксация торической интраокулярной линзы. Клинический случай. *Офтальмология.* 2026;23(2):418–422. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-418-422

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Scleral Fixation of a Toric Intraocular Lens. Clinical Case

R.R. Faizrakhmanov[1], D.B. Tutaev[1], N.A. Morina[2]

[1] National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov
Nizhnyaya Pervomayskaya str., 70, Moscow, 105203, Russian Federation

[2] S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy Blvd, 59a, Moscow, 127486, Russiam Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):418–422**

Purpose: to present a clinical case of suturing a toric intraocular lens (tIOL) in a patient with lens luxation into the vitreous body and corneal astigmatism. Patient K., 78, presented with complaints of deteriorating vision. His objective status at presentation was as follows: visual acuity OS 0.02 with correction sph +11.0 cyl –1.25 ax 26° = 0.4. Keratometry OS: strong meridian 45.60 D ax 129, weak meridian 44.43 D ax 39. Biomicroscopic examination of the left eye revealed a clear cornea, deep anterior chamber, clear aqueous humor, subatrophic iris, and lens luxation into the vitreous cavity. The patient was referred for surgical treatment. Scleral fixation of the TIOL was performed, which provided correction of aphakia and compensation for corneal astigmatism. The presented method of scleral fixation of TIOLs allows achieving high visual acuity in patients with luxation of the lens combined with corneal astigmatism.

Keywords: lens luxation, corneal astigmatism, toric intraocular lens, scleral fixation

For citation: Faizrakhmanov R.R., Tutaev D.B., Morina N.A. Scleral Fixation of a Toric Intraocular Lens. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):418–422. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-418-422

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

Дислокация хрусталика в полость стекловидного тела представляет собой сложную офтальмологическую патологию, требующую хирургического вмешательства [1–4]. Основными задачами операции являются удаление смещенного хрусталика для профилактики воспаления, глаукомы и других осложнений, а также адекватная интраокулярная коррекция.

Современным стандартом в лечении таких пациентов становится удаление дислоцированного хрусталика и различные способы фиксации интраокулярной линзы (ИОЛ) к склере или радужке [5–10]. Особый интерес представляет подшивание торической ИОЛ, что позволяет не только восстановить анатомию, но и одномоментно скорректировать исходный астигматизм роговицы. Данная методика открывает новые возможности для достижения максимальной остроты зрения и улучшения качества жизни пациентов, однако сопряжена с технической сложностью и требует от хирурга высокого мастерства.

Цель: представить клинический случай подшивания торической интраокулярной линзы (тИОЛ) у пациента с люксацией хрусталика в стекловидное тело.

Пациент К., 78 лет, обратился в КДЦ «Измайловский» ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России в апреле 2025 г. с жалобами на ухудшение зрения. Из анамнеза известно, что зрение ухудшалось постепенно в течение трех лет. Ранее в поликлинике по месту жительства поставлен диагноз: OU осложненная катаракта; первичная открытоугольная глаукома III стадии. Назначено лечение: бримонидин 0,1 % два раза в день, дорзоламид 2 % два раза в день, травопрост 40 мкг/мл один раз в день на ночь. На последнем приеме у офтальмолога по месту жительства выявлена сублюксация хрусталика в стекловидное тело на левом глазу. Пациент направлен на хирургическое лечение.

Объективный статус на момент обращения в КДЦ: острота зрения OD 0,05 с коррекцией sph –3,0 D = 0,1; OS 0,02 с коррекцией sph +11,0 D cyl –1,25 D ax 26° = 0,4. ВГД OD = 14 мм рт. ст., ВГД OS = 11 мм рт. ст. (метод бесконтактной тонометрии). Согласно данным оптической биометрии аксиальная длина глазного яблока OD = 23,01 мм, OS = 22,91. Кератометрия OD: сильный меридиан — 45,51 D ax 64, слабый меридиан — 44,33 D ax 154; OS: сильный меридиан — 45,60 D ax 129, слабый меридиан — 44,43 D ax 39. Биомикроскопически на левом глазу роговица прозрачная, передняя камера глубокая, влага прозрачная, радужка субатрофичная, афакия. При офтальмоскопии левого глаза диск зрительного нерва бледный с четкими границами, соотношение экскавации к диску — 0,7, артерии сетчатки сужены, вены полнокровны, в макуле рефлекс стушеван. Транспальпебральное В-сканирование в положении сидя: оболочки прилежат. В стекловидном теле имеются мелкозернистые помутнения, волокнистые структуры, несколько плотных «глыбок» в средних отделах, задняя отслойка сетчатки с участками уплотнения. В нижнем отделе глазного дна определяется округлая гиперрефлективная структура (нативный хрусталик). Поставлен диагноз: OU первичная открытоугольная глаукома III стадии; OD осложненная катаракта, псевдоэксфолиативный синдром: OS афакия; люксация хрусталика в стекловидное тело.

В июне пациент был в плановом порядке госпитализирован в НМХЦ им. Н.И. Пирогова для проведения хирургического лечения на левом глазу. Предоперационная подготовка включала эпибульбарное введение

нестероидного противовоспалительного средства в комбинации со следующими противомикробными препаратами: МНН кеторолак 5 мг/мл + левофлоксацин 5 мг/мл («Сигницеф® Плюс») 4 раза в день (за 1 день до операции), а также инстилляцию мидриатических препаратов (за 1 час до операции): МНН фенилэфрин 5,0 % + тропикамид 0,8 % («Мидримакс»).

После выполнения витрэктомии и смещения хрусталика в область зрачка с помощью ПФОС выполнено удаление хрусталика методом факоэмульсификации через роговичный разрез. Далее произведена разметка места прокола склеры в трех миллиметрах от лимба симметрично с двух сторон (на 130°). Принято решение имплантировать моноблочную торическую ИОЛ из гидрофильного акрила с гидрофобными свойствами поверхности ZEISS AT TORBI 709MP (sph 20,5 дптр cyl +1,5 дптр ax 130°).

Для максимально точного расчета линзы использовали онлайн-калькулятор Z-Calc (https://zcalc.meditec.zeiss.com/). Спрогнозированный результат: SE –0,09 sph –0,15 D cyl 0,11 D ax 40°. После имплантации тИОЛ с помощью проводника иглу провели через отверстие в гаптике и затянули узел. Аналогичные действия выполнены с другой стороны. Подшивание торической ИОЛ проводили без выкраивания склеральных лоскутов со стороны передней камеры на склеру (*ab interno*). Для этого одну нить через основной разрез провели под радужкой на 130° в соответствии с ранее выполненной разметкой и вывели в 3 мм от лимба. Вторую нить аналогичным образом провели под радужкой и вывели на противоположной стороне. ИОЛ фиксировали к склере двумя швами с каждой стороны. Основные этапы подшивания тИОЛ к склере представлены на рисунке 1.

Операция закончилась удалением ПФОС и окончательной центрацией линзы.

В послеоперационном периоде указанную антибактериальную и противовоспалительную терапию продолжали в течение 5 дней, далее режим был изменен на инстилляции нестероидного противовоспалительного средства: МНН бромфенак 0,09 % («Броксинак») 1 раз в день в течение 6 недель. С первого дня послеоперационного периода также использовали глюкокортикостероид для местного применения: МНН фторметолон 0,1 % («Флоас Моно») в течение 4 недель по убывающей схеме. Гипотензивная антиглаукомная терапия не претерпевала изменений на протяжении всей госпитализации и была продолжена в домашних условиях.

Через 14 дней поле операции острота зрения левого глаза составила 0,4 н/к. Данные авторефрактометрии: sph –0,75 D cyl –0,5 D ax 46 (SE –1,0 D), через 1,5 месяца — 0,6 н/к. Данные авторефрактометрии: sph –0,5 D cyl –0,25 D ax 43 (SE –0,625 D). При проведении биомикроскопии глаз спокойный, ИОЛ в правильном положении, центрирована. ВГД OD/OS = 15/13 мм рт. ст. (пневмотонометрия).

В настоящее время существует большое количество видов ИОЛ и способов их фиксации. При планировании хирургического вмешательства необходимо проводить скрупулезное предоперационное планирование и выбор метода лечения, особенно у пациентов с сочетанной патологией, который должен соответствовать как техническим возможностям хирурга, так и индивидуальным анатомо-функциональным особенностям пациента. Например, пациентам с катарактой и глаукомой не рекомендуется имплантация переднекамерных ИОЛ [8]. Учитывая в настоящем клиническом случае наличие сопутствующей патологии в виде глаукомы и отсутствие капсульного мешка, было принято решение применить технику склеральной фиксации тИОЛ. Хотя метод характеризуется некоторыми хирургами как травматичный и повышающий риск развития осложнений (кистозный отек сетчатки, гемофтальм, колебания внутриглазного давления) [11], по нашему мнению, строгое соблюдение хирургической технологии нивелирует указанные ятрогенные риски.

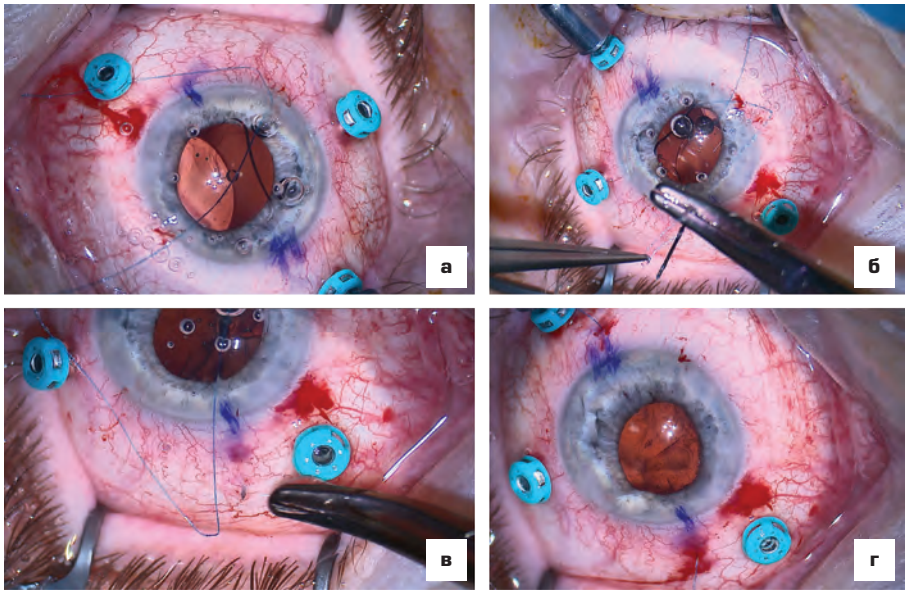


Рис. 1. Этапы операции: а — проведение нити через отверстие в гаптической части тИОЛ; б — формирование петли для фиксации тИОЛ; в — проведение иглы в точку фиксации тИОЛ; г — выведенные фиксационные нити с двух сторон в соответствии с разметкой

Fig. 1. Stages of the operation: a — thread insertion through the hole in the haptic part of the tIOL; б — loop formation for tIOL fixation; в — needle insertion into the IOL fixation point; г — fixation threads brought out on both sides according to the markings

Важно отметить, что склеральная фиксация признана в литературе наиболее эффективным и предпочтительным способом фиксации ИОЛ при утрате капсульного мешка.

Ключевым моментом в выборе торической ИОЛ ZEISS AT TORBI 709MP послужила ее конструктивная особенность: точное совпадение отверстий в гаптике с осевой разметкой на оптической части ИОЛ. Это облегчает ее позиционирование в случае подшивания, при этом правильное положение является определяющим фактором для достижения максимальной остроты зрения у пациентов с астигматизмом.

Необходимо также тщательно проводить подбор медикаментозного лечения. Результаты исследований показывают, что пациенты, применявшие фиксированные комбинации, более привержены лечению, чем те, кто использовал раздельные препараты [12, 13]. Инстилляция одной капли комбинированного раствора осуществляется проще и быстрее, чем двух капель из разных флаконов, так как не требуется соблюдение интервала между закапыванием разных препаратов. При этом в рутинной клинической практике фиксированные комбинации демонстрируют сопоставимую эффективность по сравнению с раздельной терапией [14, 15]. Кроме того, их использование является предпочтительным в связи со сниженной экспозицией консервантов и, как следствие, меньшим риском повреждения глазной поверхности.

Согласно литературным данным, применение глюкокортикоидов может вызывать ятрогенное повышение внутриглазного давления [16] и наблюдается при использовании практически всех лекарственных форм глюкокортикоидов, как местных (капли, мази), так и системных (пероральных, внутривенных) [17–19]. Проведенные ранее исследования показали, что фторметолон в гораздо меньшей степени вызывает повышение уровня ВГД по сравнению с дексаметазоном [20]. Это преимущество сохраняется и в комбинированной терапии: фиксированная комбинация антибиотика с фторметолоном имеет сопоставимую эффективность с комбинацией антибиотика и дексаметазона, но демонстрирует меньшую тенденцию к повышению ВГД [21]. В представленном клиническом случае, учитывая наличие глаукомы, было принято решение использовать именно фторметолон 0,1 %. Повышения внутриглазного давления не было зафиксировано ни во время пребывания в стационаре, ни на контрольном осмотре через две недели. Применение фиксированной комбинации МНН кеторолак 5 мг/мл + левофлоксацин 5 мг/мл («Сигницеф® Плюс») 4 раза в день и МНН фторметолон 0,1 % («Флоас Моно») показало себя эффективным и безопасным инструментом профилактики инфекционных и воспалительных осложнений в хирургии катаракты [22, 23]. В случае склерального подшивания данная комбинация лекарственных препаратов также показала отличные результаты.

Таким образом, представленный способ склеральной фиксации тИОЛ позволяет добиться высоких показателей остроты зрения у пациентов с дислокацией хрусталика, сочетанной с роговичным астигматизмом.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Файзрахманов Р.Р. — концепция работы, выполнение хирургической операции, окончательное одобрение варианта рукописи для публикации, подготовка рукописи к публикации;
Тутаев Д.Б. — сбор и анализ литературных данных, написание и оформление статьи;
Морина Н.А. — сбор и анализ литературных данных, написание и оформление статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sadiq MA, Vanderveen D. Genetics of ectopia lentis. Semin Ophthalmol. 2013; 28(5–6):313–320. doi: 10.3109/08820538.2013.825276.
2. Nelson LB, Maumenee IH. Ectopia lentis. Surv Ophthalmol. 1982;27(3):143–160. doi: 10.1016/0039-6257(82)90069-8.
3. Simon MA, Origlieri CA, Dinallo AM. New Management Strategies for Ectopia Lentis. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2015;52(5):269–281. doi: 10.3928/01913913-20150714-02.
4. Chandra A, Charteris D. Molecular pathogenesis and management strategies of ectopia lentis. Eye (Lond). 2014;28(2):162–168. doi: 10.1038/eye.2013.274.
5. Byun Z, Hwang S, Kong M. Comparison of three types of scleral fixation of the intraocular lens. Indian J Ophthalmol. 2025;73(3):422–428. doi: 10.4103/IJO.IJO_1840_24.
6. Si S, Zhang J. An electrocoagulation fixation technique for one-piece intraocular lens scleral flapless fixation with sutures without knots. Retina. 2023;43(12):2068–2071. doi: 10.1097/IAE.0000000000003756.
7. Castaldelli GB, Firmino GC, Castaldelli VA, Costa RS, Ribeiro JC. Use of techniques for scleral and iris fixation in secondary implantation of intraocular lenses. Ophthalmic Res. 2021;64(1):1–9. doi: 10.1159/000507120.
8. Файзрахманов РР, Шишкин ММ, Коновалова КИ, Карпов ГО. Трансскле ральная фиксация ИОЛ. От сложного к простому. Уфа: Башк. энцикл.; 2020. Fajzrahmanov RR, Shishkin MM, Konovalova KI, Karpov GO. Transscleral fixation of an IOL. Ufa: Bashk. jencikl.; 2020 (In Russ.).
9. Кожухов АА, Капранов ДО. Современные методы фиксации заднекамерных интраокулярных линз после факоэмульсификации катаракты, осложненной нарушением капсульной поддержки хрусталика. Клиническая практика. 2018;9(1):39–43. Kozhukhov AA, Kapranov DO. Modern methods of fixation of rear-camera intraocular lenses after facoemulsification of the cataract complicated by the violation of capsule support of the lumber. Clinical Practice. 2018;9(1):39–43 (In Russ.). doi: 10.17816/clinpract09139-43.
10. Потемкин ВВ, Гольцман ЕВ. Способы хирургической коррекции дислокаций интраокулярных линз и афакии (обзор литературы). Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2019;26(1):20–28. Potemkin VV, Goltsman EV. Methods of surgical correction of intraocular lens dislocation and aphacia (review of literature). The Scientific Notes of IPP-SPSMU. 2019;26(1):20–28 (In Russ.). doi: 10.24884/1607-4181-2019-26-1-20-28.
11. Nagino K, Inomata T, Ohta T. Postoperative complications of intrascleral intraocular lens fixation: A systematic review and meta-analysis. Surv Ophthalmol. 2025;70(3):489–498. doi: 10.1016/j.survophthal.2024.12.001.
12. Shirai C, Matsuoka N, Nakazawa T. Comparison of adherence between fixed and unfixed topical combination glaucoma therapies using Japanese healthcare/pharmacy claims database: a retrospective non-interventional cohort study. BMC Ophthalmol. 2021;21(1):52.
13. Barnebey HS, Robin AL. Adherence to fixed-combination versus unfixed travoprost 0.004 % / timolol 0.5 % for glaucoma or ocular hypertension: A Randomized Trial. Am J Ophthalmol. 2017;176:61–69. doi: 10.1016/j.ajo.2016.12.002.
14. Zhao JL, Ge J, Li XX. Comparative efficacy and safety of the fixed versus unfixed combination of latanoprost and timolol in Chinese patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension. BMC Ophthalmol. 2011;11:23. doi: 10.1186/1471-2415-11-23.
15. Diestelhorst M, Larsson LI. European-Canadian Latanoprost Fixed Combination Study Group. A 12-week, randomized, double-masked, multicenter study of the fixed combination of latanoprost and timolol in the evening versus the individual components. Ophthalmology. 2006;113(1):70–76. doi: 10.1016/j.ophtha.2005.06.027.
16. Maeng MM, De Moraes CG, Winn BJ, Glass LRD. Effect of topical periocular steroid use on intraocular pressure: a retrospective analysis. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2019;35(5):465–468. doi: 10.1097/IOP.0000000000001320.
17. McGhee CN, Dean S, Danesh-Meyer H. Locally administered ocular corticosteroids: benefits and risks. Drug Saf. 2002;25(1):33–55. doi: 10.2165/00002018-200225010-00004.
18. Morrison E, Archer DB. Effect of fluorometholone (FML) on the intraocular pressure of corticosteroid responders. Br J Ophthalmol. 1984;68(8):581–584. doi: 10.1136/bjo.68.8.581.
19. Akingbehin AO. Comparative study of the intraocular pressure effects of fluorometholone 0.1 % versus dexamethasone 0.1 %. Br J Ophthalmol. 1983;67(10):661–663. doi: 10.1136/bjo.67.10.661.

20. Mindel JS, Tavitian HO, Smith H Jr, Walker EC. Comparative ocular pressure elevation by medrysone, fluorometholone, and dexamethasone phosphate. Arch Ophthalmol. 1980;98(9):1577–1578. doi: 10.1001/archopht.1980.01020040429006.
21. Chen PQ, Han XM, Zhu YN, Xu J. Comparison of the anti-inflammatory effects of fluorometholone 0.1 % combined with levofloxacin 0.5 % and tobramycin/dexamethasone eye drops after cataract surgery. Int J Ophthalmol. 2016;9(11):1619–1623. doi: 10.18240/ijo.2016.11.13.
22. Николаенко ВП, Белов ДФ. Первый опыт применения фиксированной комбинации левофлоксацина и кеторолака в хирургии катаракты. Российский офтальмологический журнал. 2025;18(1):48–54.
Nikolaenko VP, Belov DF. First experience with a fixed combination of levofloxacin and ketorolac in cataract surgery. Russian Ophthalmological Journal. 2025;18(1):48–54 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2025-18-1-48-54.
23. Майчук ДЮ, Тарханова АА. Преимущества «мягких стероидов» в лечении воспалительных заболеваний глаз. Обзор. Офтальмология. 2021;18(4):778–783.
Maychuk DYu, Tarkhanova AA. Advantages of “Soft Steroids” in the Treatment of Inflammatory Eye Diseases. Overview. Ophthalmology in Russia. 2021;18(4):778–783 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-4-778-783.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Файзрахманов Ринат Рустамович
доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАЕН, член Президиума Правления Общества офтальмологов России, заведующий Центром офтальмологии, врач-офтальмолог, заведующий кафедрой
https://orcid.org/0000-0002-4341-3572

Тутаев Дмитрий Борисович
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-4280-240X

Морина Наталья Александровна
кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отдела клинико-функциональной диагностики, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-4232-1622

ABOUT THE AUTHORS

Fayzrakhmanov Rinat R.
MD, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Member of the Presidium of the Board of the Russian Ophthalmologists Society, head of the Ophthalmology Center, ophthalmologist, head of Department
https://orcid.org/0000-0002-4341-3572

Tutaev Dmitry B.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-4280-240X

Morina Natalya A.
PhD, junior researcher of the Clinical and Functional Diagnostics Department, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-4232-1622

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-423-428

поступила 10.03.26
was received 10.03.26

Обоснование применения антибактериальной терапии при хронических герпетических кератитах и язвах роговицы

Д.Ю. Майчук Е.Е. Зиныч А.А. Закаева
Е.Б. Мануйлова

ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):423–428**

Цель: на основании микробиологического исследования проанализировать частоту присоединения вторичной бактериальной инфекции с учетом чувствительности к антибиотикам у пациентов с первичным и рецидивирующим герпетическим кератитом. **Материалы и методы.** На базе офтальмологической клиники МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова (Москва) было проведено ретроспективное исследование результатов бактериологического анализа с определением чувствительности к антибиотикам у пациентов с острым герпетическим кератитом — 129 пациентов (129 глаз), с хроническим герпетическим кератитом — 129 пациентов (129 глаз). Определялась чувствительность к гентамицину, левофлоксацину, моксифлоксацину, ципрофлоксацину, хлорамфениколу, эритромицину. **Результаты.** Из 129 пациентов с острым первичным герпетическим кератитом вторичная бактериальная инфекция была выявлена у 61,25 % пациентов, при этом доминировал *St. epidermidis* (48,06 %). Наиболее высокая резистентность микроорганизмов отмечена к эритромицину (44,3 %), наименьшая — к моксифлоксацину (12,65 %). При хронической рецидивирующей инфекции бактериальный рост обнаружен в 56,58 % случаев (также с преобладанием *St. epidermidis*), при этом уровень резистентности ко всем антибиотикам оказался выше, особенно к эритромицину (50,68 %) и левофлоксацину (39,72 %). **Заключение.** Применение стартовой антибактериальной терапии при острых герпетических кератитах обусловлено высоким риском присоединения вторичной инфекции. При рецидивирующем течении заболевания, учитывая разнообразие потенциальных возбудителей, целесообразно проводить предварительное микробиологическое исследование для подбора антибиотика с учетом чувствительности. Присоединение бактериальной флоры значительно утяжеляет течение герпетического процесса и ухудшает прогноз для выздоровления пациента.

Ключевые слова: герпетический кератит, антибиотикотерапия, вторичная бактериальная инфекция, антибиотикорезистентность

Для цитирования: Майчук Д.Ю., Зиныч Е.Е., Закаева А.А., Мануйлова Е.Б. Обоснование применения антибактериальной терапии при хронических герпетических кератитах и язвах роговицы. *Офтальмология.* 2026;23(2):423–428. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-423-428

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The Validity of Antibacterial Therapy in Chronic Keratitis and Herpes Virus Corneal Ulcers

D.Yu. Maychuk, E.E. Zinych, A.A. Zakaeva, E.B. Manuilova

The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow 127486, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):423–428**

Purpose: by microbiological study, to analyze the frequency of secondary bacterial infection in patients with primary and recurrent herpetic keratitis, taking into account antibiotic sensitivity. **Material and methods.** A retrospective study of bacteriological analysis with antibiotic sensitivity testing was conducted at the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution. The study included 129 patients (129 eyes) with acute herpetic keratitis and 129 patients (129 eyes) with chronic herpetic keratitis. The sensitivity to gentamicin, levofloxacin, moxifloxacin, ciprofloxacin, chloramphenicol, and erythromycin was determined. **Results.** Of the 129 patients with acute primary herpetic keratitis, 61.25 % had a secondary bacterial infection, with *St. epidermidis* being the most common (48.06 %). The highest resistance was observed for erythromycin (44.3 %), while the lowest resistance was observed for moxifloxacin (12.65 %). In patients with chronic recurrent infection, bacterial growth was detected in 56.58 % of cases (also with a predominance of *St. epidermidis*), and the resistance to all antibiotics was higher, particularly to erythromycin (50.68 %) and levofloxacin (39.72 %). **Conclusion.** Prescription of initial antibacterial therapy in acute herpetic keratitis is due to the high risk of secondary infection. In case of recurrent course of the disease, given the variety of potential pathogens, it is advisable to perform a preliminary microbiological study to select an antibiotic based on sensitivity. The addition of bacterial flora significantly complicates the course of the herpetic process and worsens the prognosis for patient recovery.

Keywords: herpetic keratitis, antibiotic therapy, secondary bacterial infection, antibiotic resistance

For citation: Maychuk D.Yu., Zinych E.E., Zakaeva A.A., Manuilova E.B. The Validity of Antibacterial Therapy in Chronic Keratitis and Herpes Virus Corneal Ulcers. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):423–428. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-423-428

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Герпесвирусные заболевания глаз относятся к числу часто встречающихся заболеваний, а герпетические кератиты признаны в мире самой распространенной патологией роговицы [1, 2].

Эпидемиологический показатель распространенности офтальмогерпеса в России составляет более 200 тыс. в год [1]. По данным ряда авторов, распространенность офтальмогерпеса в развитых странах составляет 150 случаев на 100 тыс. населения, прирост заболеваемости данной патологии — от 10 до 30 % в год [3]. При этом ежегодные рецидивы встречаются у каждого второго пациента, у каждого пятого больного наблюдаются два и более рецидива в год. У 40 % пациентов в течение жизни отмечают от 2 до 5 рецидивов, у 11 % — от 6 до 15 [4].

К причинам длительного тяжелого рецидивирующего течения герпетического кератита следует отнести: 1) присоединение вторичной бактериальной инфекции; 2) длительную антибактериальную терапию, терапию кортикостероидами; 3) общие иммунодефицитные состояния пациента (ВИЧ-инфекция, туберкулез).

Течение герпетического кератита при присоединении вторичной бактериальной инфекции отличается от герпетической моноинфекции большей тяжестью и атипичностью клинических проявлений, хотя при начальных признаках гнойной инфекции ведущими все же остаются симптомы герпетического поражения. Согласно данным литературы, возбудителями вторичной бактериальной инфекции при офтальмогерпесе чаще всего служат стафилококки, стрептококки, синегнойная палочка [3, 5, 7].

Вопрос выбора антибиотикотерапии или применения антисептика при герпетических кератитах остается актуальным на текущий момент. По данным литературы, антисептики не проникают в ткани роговицы, оказывая свое действие лишь на ее поверхности, в отличие от антибиотиков, способных подавлять бактериальный рост в глубине роговицы и конъюнктивы [6, 8]. Рост антибиотикорезистентности является основной проблемой в современной медицинской практике. Используемый антибактериальный препарат должен иметь низкую минимальную подавляющую концентрацию (МПК). При этом назначение препарата в дозах, не способных оказать пагубное воздействие на микрофлору, может способствовать дальнейшему развитию резистентности микроорганизмов [8–10]. С 2019 г. в отношении резистентности, согласно рекомендациям EUCAST, выделяют следующие клинические категории чувствительности микроорганизма к антибиотику: чувствительный при стандартном режиме дозирования (S) — микроорганизм оценивается как «Чувствительный при стандартном режиме дозирования» при высокой вероятности эффективности терапии при стандартном режиме дозирования; чувствительный при увеличенной экспозиции

антимикробного препарата (I) — микроорганизм оценивается как «Чувствительный при увеличенной экспозиции» при высокой вероятности эффективности терапии при увеличении экспозиции препарата путем коррекции режима дозирования или благодаря его концентрации в очаге инфекции; резистентный (R) — микроорганизм оценивается как «Резистентный» при высокой вероятности терапевтической неудачи даже при увеличенной экспозиции препарата [11].

Цель: на основании микробиологического исследования проанализировать частоту присоединения вторичной бактериальной инфекции с учетом чувствительности к антибиотикам у пациентов с первичным и рецидивирующим герпетическим кератитом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В период с 2019 по 2024 г. в ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С. Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации находились под наблюдением 258 пациентов (258 глаз) с подтвержденным герпетическим кератитом.

Все пациенты были разделены на 2 равные группы в зависимости от стадии развития герпетического поражения: первая группа с острым герпетическим кератитом — 129 пациентов (129 глаз), вторая — с хроническим рецидивирующим герпетическим кератитом — 129 пациентов (129 глаз).

Критерии включения пациентов в исследование: жалобы и симптомы, характерные для герпетического кератита, подтверждение диагноза методом ИФА-крови для первой группы пациентов, для второй группы пациентов — анамнестические данные перенесенного герпетического кератита. Критерии невключения: бактериальное и/или грибковое поражение роговицы.

В первый визит пациентам обеих групп было выполнено стандартное офтальмологическое обследование (исследование остроты зрения, определение внутриглазного давления, биомикроскопия), лабораторные тесты, включающие выполнение иммуноферментного анализа (ИФА) крови с целью определения наличия вируснейтрализующих антител к герпесвирусам, исследование слезы и слюны методом ПЦР для обнаружения ДНК к герпесвирусам и бактериологическое исследование с определением чувствительности к антибиотикам.

Для проведения микробиологического анализа и определения чувствительности к антибиотикам всем пациентам проводился забор отделяемого конъюнктивальной полости стерильным тампоном в стерильную пробирку. Далее перенос материала осуществлялся на тиогликолевую среду накопления или колумбийский агар 5 % с овечьей кровью с последующей инкубацией в аэробных условиях при температуре 37 °C. Видовая идентификация микроорганизмов проводилась с помощью микробиологического анализатора EbraScan, чувствительность к антибиотикам — диско-диффузионным методом на агаре Мюллера — Хинтона со стандартизированным инокулюмом (инкубация в аэробных условиях при 35 ± 1 °C в течение 16–20 ч с последующим измерением и интерпретацией зон ингибирования согласно российским рекомендациям определения чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам (версии 2021-01 и 2024-01) и в соответствии с рекомендациями EUCAST (v. 11.0–14.0)) [11]. Определяли чувствительность к: гентамицину, левофлоксацину, моксифлоксацину, ципрофлоксацину, хлорамфениколу, эритромицину.

Таблица 1. Чувствительность к антибиотикам у пациентов с первичным герпетическим кератитом

Table 1. Sensitivity to antibiotics in patients with primary herpetic keratitis

Антибиотик Antibiotic	Резистентность (R) Resistance (R) %	Чувствительность Sensitivity %	Чувствительность при увеличенном количестве инстилляций (I) Sensitivity with increased number of instillations (I), %
Гентамицин Gentamicin	21,51	78,49	0,00
Хлорамфеникол Chloramphenicol	21,51	78,49	0,00
Эритромицин Erythromycin	44,30	55,90	6,32
Ципрофлоксацин Ciprofloxacin	21,51	78,49	8,86
Левофлоксацин Levofloxacin	15,18	84,82	12,65
Моксифлоксацин Moxifloxacin	12,65	87,35	0,00

РЕЗУЛЬТАТЫ

При микробиологическом анализе мазков с конъюнктивы пациентов из первой группы у 79 (61,25 %) из них была обнаружена вторичная бактериальная инфекция, у 50 пациентов (38,75 %) не было обнаружено бактериального роста. Наиболее частым возбудителем был *Staphylococcus Epidermidis* — 48,06 %. По 1,55 % пришлось на *Staphylococcus pasteuri, Enterobacter cloacae, Corynebacterium sp, Streptococcus mitis, Streptococcus vestibularis, Staphylococcus capitis, Staphylococcus aureus* (табл. 1).

У пациентов с первичным герпетическим кератитом резистентность микроорганизмов к гентамицмину и хлорамфениколу встречалась в 21,51 %, к эритромициину — в 44,30 %, к ципрофлоксацину — в 21,51 %, к левофлоксацину — в 15,18 %, к моксифлоксацину — в 12,65 % случаев. Чувствительность при увеличенном количестве инстилляций встречалась в 6,32 % при использовании эритромицина, в 8,86 % — ципрофлоксацина, в 12,65 % — левофлоксацина. Увеличение количества инстилляций гентамицина, хлорамфеникола, моксифлоксацина эффективности не показало (рис. 1).

С хронической рецидивирующей герпетической инфекцией под наблюдением находились 129 пациентов (129 глаз) из второй группы исследования; начало заболевания — более года назад, количество рецидивов — от 1 до 5. По данным бактериологического исследования в 56 случаях (43,41 %) не было роста. В 73 случаях

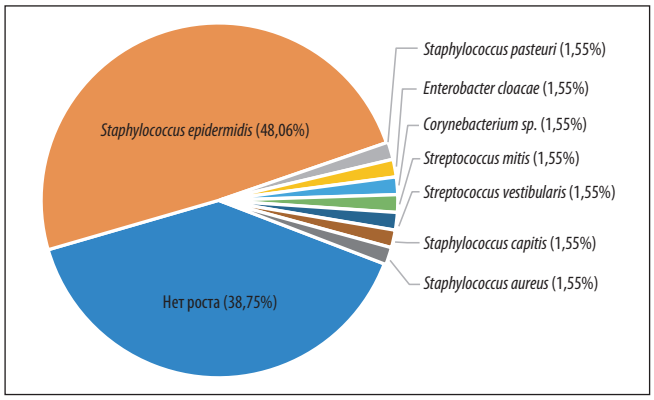


Рис. 1. Контаминация глазной поверхности у пациентов с первичным герпетическим кератитом

Fig. 1. Eye surface contamination in patients with primary herpetic keratitis

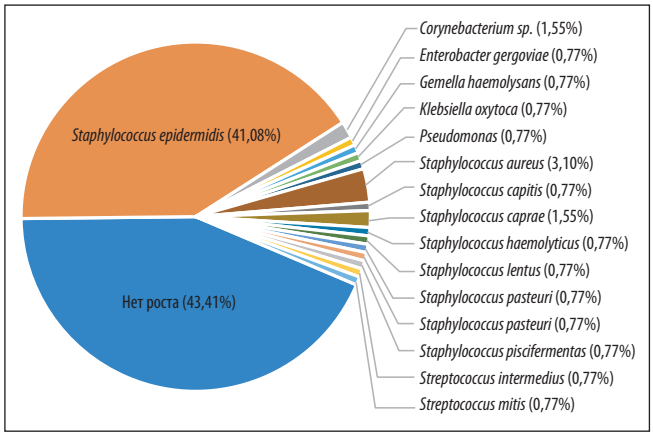


Рис. 2. Контаминация глазной поверхности у пациентов с хроническим герпетическим кератитом

Fig. 2. Eye surface contamination in patients with recurrent herpetic keratitis

Таблица 2. Чувствительность к антибиотикам у пациентов с рецидивирующим герпетическим кератитом

Table 2. Sensitivity to antibiotics in patients with recurrent herpetic keratitis

Антибиотик Antibiotic	Резистентность (R) Resistance (R) %	Чувствительность Sensitivity %	Чувствительность при увеличенном количестве инстилляций (I) Sensitivity with increased number of instillations (I), %
Гентамицин Gentamicin	26,02	65,30	0,00
Хлорамфеникол Chloramphenicol	28,76	62,20	0,00
Эритромицин Erythromycin	50,68	29,20	6,84
Ципрофлоксацин Ciprofloxacin	35,61	54,50	32,87
Левофлоксацин Levofloxacin	39,72	52,80	30,13
Моксифлоксацин Moxifloxacin	30,13	64,00	4,10

(56,58 %) выявлялся рост разнообразной микрофлоры: *Staphylococcus epidermidis* — 41,08 %, *Staphylococcus aureus* — 3,1%, *Corynebacterium sp.* и *Staphylococcus caprae* — 1,55 %, *Enterobacter gergoviae, Gemella haemolysans, Klebsiella oxytoca, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus capitis, Staphylococcus haemolyticus, Staphylococcus lentus, Staphylococcus pasteuri, Staphylococcus piscifermentas, Staphylococcus saprophyticus, Streptococcus intermedius, Streptococcus mitis* — по 0,77 % (табл. 2).

При хронической герпетической инфекции резистентность к гентамицину отмечалась в 26,02 %, к хлорамфениколу — в 28,76 %, к эритромицину — в 50,68 %, к ципрофлоксацину — в 35,61 %, к левофлоксацину — в 39,72 %, к моксифлоксацину — в 30,13 %. При увеличении кратности инстилляций чувствительность отмечалась в 6,84 % у эритромицина, в 32,87 % — у ципрофлоксацина, в 30,13 % — у левофлоксацина, в 4,1 % — у моксифлоксацина. Увеличение инстилляций при использовании эритромицина и хлорамфеникола не вызвало повышения чувствительности у микроорганизмов (рис. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительное исследование данных бактериальной контаминации и антибиотикорезистентности в группах первичного и хронического рецидивирующего герпеса показало, что особое внимание при применении антибиотиков следует уделять пациентам с рецидивирующим герпетическим кератитом в связи с большим разнообразием встречаемой микрофлоры, а также с возрастанием антибиотикорезистентности по сравнению с первичным герпетическим кератитом. Так, резистентность к левофлоксацину и моксифлоксацину в 2,5 раза больше при рецидивирующем герпетическом кератите, чем при остром первичном герпетическом поражении роговицы. В связи с этим у пациентов с хроническим поражением роговицы предпочтительнее назначать антибиотикотерапию после проведения микробиологического анализа, учитывающего чувствительность возбудителя, а также соблюдать режим дозирования для создания минимально ингибирующей концентрации.

Предлагаемая терапия пациентам с герпетическим кератитом включала 2 этапа назначения препаратов. В качестве стартовой терапии пациентам рекомендовано назначать местную специфическую противовирусную терапию препаратом ацикловир 3 % местно и эмпирическую антибактериальную терапию в случаях острого первичного процесса. В обеих группах пациентов проводилась специфическая противогерпетичская терапия *per os* препаратом валацикловир в повышенных суточных дозировках в связи с его более широкой избирательностью к герпесвирусам, чем у ацикловира [12, 13]. Кроме того, повторный прием валацикловира внутрь проводился пациентам 2-й группы (с рецидивирующим процессом) через 3 и 6 месяцев после реконвалесценции для профилактики рецидива [14]. Неспецифическая противовирусная терапия достигается применением рекомбинантного интерферона альфа.

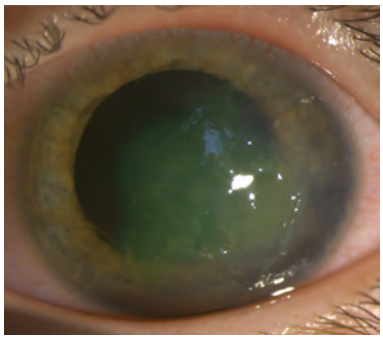


Рис. 3. Клиническая картина на момент обращения

Fig. 3. Clinical picture at the moment of consultation

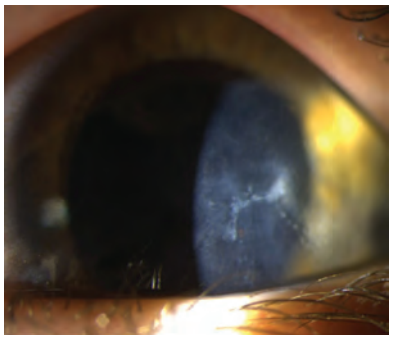


Рис. 4. Клиническая картина через 1 месяц от начала терапии

Fig. 4. Clinical picture after 1 month from the beginning of a treatment

Кроме антибактериальной и противовирусной терапии, пациенты на первом этапе терапии получали репаративную и противовоспалительную терапию нестероидными противовоспалительными препаратами.

Вторым этапом после окончания противовирусной и антибактериальной терапии назначали топический кортикостероидный препарат в течение 1 месяца по убывающей схеме. Глюкокортикостероиды используют после стихания острой инфекции для усиления противовоспалительного действия за счет снижения уровня провоспалительных цитокинов, а также для контроля неоваскуляризации и минимизации образования грубых помутнений роговицы. Для длительной терапии использовали препараты на основе гиалуроновой кислоты и декспантенола в связи с началом формирования вторичного нарушения слезообразования после герпетического кератита.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

В ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» обратилась пациентка 14 лет с жалобами на светобоязнь, боль, снижение зрения. Из анамнеза было выяснено, что пациентка перенесла три обострения герпетического кератита, противогерпетическая терапия проводилась с положительной динамикой. Объективно наблюдалась инъекция глазного яблока, инфильтрат в оптической зоне роговицы с неровными краями размером 5×5 мм (рис. 3). Клиническая картина в момент обращения не соответствовала классическим проявлениям герпетической инфекции.

Пациентке было проведено микробиологическое исследование с определением чувствительности к антибиотикам. По данным исследования был выявлен *Staphylococcus epidermidis*, резистентный к гентамицину, левофлоксацину, моксифлоксацину, ципрофлоксацину, хлорамфениколу, эритромицину. Учитывая множественные рецидивы герпеса, была назначена стандартная противогерпетическая терапия, антибиотиком выбора стал безифлоксацин. Выбор данного антибиотика был определен доказанной резистентностью к другим антибактериальным препаратам, а эмпирический расчет на эффективность безифлоксацина был обусловлен отсутствием системных антибиотиков данного вида и малой представленностью его на фармакологическом рынке, что выступает некоторой гарантией отсутствия к нему резистентности. Спустя 1 месяц проведенной терапии отмечалась положительная динамика, объективно на роговице определялись остаточные помутнения, напоминающие «ветку» герпеса (рис. 4). При этом прокрашивания эпителия флуоресцеином в синем свете в проекции «ветки» не было отмечено, что указывало не на острое классическое герпетическое поражение, а на рубцовое субэпителиальное изменение боуменовой мембраны. Данный случай хорошо иллюстрирует эффект коморбидности бактериальной и герпетической инфекции и показывает необходимость одновременной сочетанной терапии обоих состояний.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Назначение стартовой антибактериальной терапии при остром герпетическом кератите необходимо из-за вероятного присоединения вторичной бактериальной инфекции.

2. Частота присоединения вторичной бактериальной инфекции и разнообразие микроорганизмов при рецидивирующем герпетическом кератите требуют проведения предварительного микробиологического исследования и назначения антибиотикотерапии с учетом чувствительности.

3. Присоединение вторичной бактериальной инфекции ухудшает течение и прогноз выздоровления при герпетическом кератите.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Майчук Д.Ю. — научное редактирование, разработка и дизайн исследования, окончательное утверждение текста;
Зиныч Е.Е. — сбор данных, разработка и дизайн исследования, написание текста, подготовка иллюстраций, оформление библиографии;
Закаева А.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн, сбор, анализ материала;
Мануйлова Е.Б. — существенный вклад в сбор и анализ материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Клинические рекомендации. Герпетические заболевания глаз. Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов»; 2017. URL: https://www.ookob.ru/sites/default/files/kr_102_gerpeticheskie_zabolevaniya_glaz.pdf (дата обращения: 21.01.2024).
   Clinical guidelines. Herpetic eye diseases. All-Russian public organization “Association of Ophthalmologists”; 2017. URL: https://www.ookob.ru/sites/default/files/kr_102_gerpeticheskie_zabolevaniya_glaz.pdf (Accessed: 21.01.2024).
2. Майчук ЮФ. Вирусные заболевания глаз. М.: Медицина; 1981.
   Majchuk YuF. Viral eye diseases. Moscow: Medicine; 1981 (In. Russ.).
3. Каспаров АА. Офтальмогерпес. М.: Медицина, 1994:106–108. ISBN 5-225-09161-7.
   Kasparov AA. Oftalmoherpes. Moscow: Meditsina, 1994:106–108 (In Russ.). ISBN 5-225-09161-7.
4. Reynaud C, Rousseau A, Kaswin G, M’garrech M, Barreau E, Labetoulle M. Persistent Impairment of Quality of Life in Patients with Herpes Simplex Keratitis. Ophthalmology. 2017 Feb;124(2):160–169. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.10.001.
5. Бикбов ММ, Шевчук НЕ, Мальханов ВБ, Зайнутдинова ГХ. Герпес глаза. М.: Офтальмология, 2022:224.

Bikbov MM, Shevchuk NE, Malkhanov VB, Zainutdinova GH. Herpes of the eye. Moscow: Ophthalmology, 2022:224 (In. Russ.).
6. Нероев ВВ, Слепова ОС, Ковалева ЛА, Кричевская ГИ. Оптимизация этиологической диагностики и повышение эффективности лечения инфекционных язв роговицы центральной локализации. Российский офтальмологический журнал. 2017;10(3):56–61.
Neroev VV, Slepova OS, Kovaleva LA, Krichevskaya GI. Optimizing etiological diagnostics and improving the efficiency of treating centralized infectious corneal ulcers. Russian Ophthalmological Journal. 2017;10(3):56–61 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-3-56-61.
7. Каспарова ЕвгА. Гнойные язвы роговицы: клиника, диагностика, консервативное лечение. Вестник офтальмологии. 2015;131(6):106–121.
Kasparova EvgA. Purulent corneal ulcers: clinical presentation, diagnosis, and conservative treatment. Russian Annals of Ophthalmology. 2015;131(6):106–121 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma20151316106-119.
8. Поляк МС, Околов ИН, Пирогов ЮИ. Антибиотикотерапия в офтальмологии. СПб.: Нестор-История, 2015:352.
Polyak MS, Okolov IN, Pirogov YuI. Antibiotic therapy in ophthalmology. Saint-Peterburg: Nestor-History, 2015:352 (In Russ.).
9. Околов ИН. Микробиологическая диагностика бактериальных конъюнктивитов и мониторинг антибиотикорезистентности: методическое пособие. М., 2011:20.
Okolov IN. Microbiological Diagnostics of Bacterial Conjunctivitis and Monitoring of Antibiotic Resistance: A Methodological Guide. Moscow, 2011:20 (In Russ.).
10. Healy DP, Holland EJ, Nordlund ML, Dunn S, Chow C, Lindstrom RL, Hardten D, Davis E. Concentrations of levofloxacin, ofloxacin, and ciprofloxacin in human corneal stromal tissue and aqueous humor after topical administration. Cornea. 2004 Apr;23(3):255–263. doi: 10.1097/00003226-200404000-00007.
11. Российские рекомендации. Определение чувствительности микроорганизмов к антимикробным препаратам. Версия 2024-02. Год утверждения (частота пересмотра): 2024 (пересмотр ежегодно). Смоленск: МАКМАХ, СГМУ, 2024:192. ISBN 978-5-91812-253-2
Russian recommendations. Determination of the sensitivity of microorganisms to antimicrobial drugs. Version 2024-02. Approval year (frequency of revision): 2024 (annual revision). Smolensk: MAKMAKH, SMU, 2024:192 (In Russ.). ISBN 978-5-91812-253-2.
12. Чернакова ГМ, Клещева ЕА, Щеголева ВИ. Стромальные герпетические кератиты с изъязвлением, ассоциированные с реактивацией вируса Эпштейна — Барр и вируса герпеса человека 6-го типа: опыт диагностики и терапии. Офтальмология. 2022;19(3):665–671.
Chernakova GM, Kleshcheva EA, Shchegoleva VI. Stromal Herpetic Keratitis with Ulceration Associated with Reactivation of Epstein–Barr Virus and Human Herpes Virus Type 6: Experience of Diagnosis and Therapy. Ophthalmology in Russia. 2022;19(3):665–671 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-3-665-671.
13. Majewska A, Mlynarczyk-Bonikowska B. 40 Years after the Registration of Acyclovir: Do We Need New Anti-Herpetic Drugs? Int J Mol Sci. 2022 Mar 22;23(7):3431. doi: 10.3390/ijms23073431.
14. Тарханова АА, Майчук ДЮ, Зиныч ЕЕ, Таевере МР. Бетагерпетические кератиты. Обоснование диагноза и тактики ведения пациентов. Офтальмохирургия. 2023;4:99–107.
Tarkhanova AA, Maychuk DYu, Zinych EE, Taevere MR. Betaherpetic keratitis. Substantiation of diagnosis and patient management tactics Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2023;4:99–107 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-4-99-107.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Майчук Дмитрий Юрьевич
доктор медицинских наук, заведующий отделом
терапевтической офтальмологии ФГАУ
https://orcid.org/0000-0003-1674-4656

Зиныч Елена Евгеньевна
аспирант отдела терапевтической офтальмологии, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0008-8415-4213

Закаева Айша Анваровна
врач-ординатор
https://orcid.org/0009-0005-6538-2059

Мануйлова Екатерина Борисовна
заведующая клинико-диагностической лабораторией,
врач клинической лабораторной диагностики
https://orcid.org/0000-0002-4189-0455

ABOUT THE AUTHORS

Maychuk Dmitriy Yu.
MD, head of the Therapeutic Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-1674-4656

Zinych Elena E.
postgraduate, ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0008-8415-4213

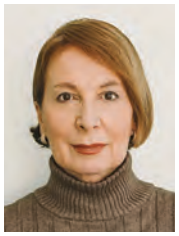
Zakaeva Aysha A.
resident
https://orcid.org/0009-0005-6538-2059

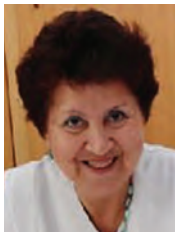
Manuilova Ekaterina B.
head of the Clinical Diagnostic Laboratory physician
of clinical laboratory diagnostics
https://orcid.org/0000-0002-4189-0455

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-429-436

поступила 13.05.25
was received 13.05.25

Клинико-функциональная значимость офтальмонутрицевтиков у пациентов пожилого возраста на разных стадиях развития возрастной макулярной дегенерации





Я.Ф. Пестрякова Т.С. Запорожец О.Б. Герценберг Л.Н. Богданович С.П. Крыжановский Н.И. Шварева

ФГБУЗ «Медицинское объединение Дальневосточного отделения Российской академии наук»
ул. Кирова, 95, Владивосток, 690022, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):429–436**

Цель: определить клинико-функциональную значимость применения офтальмонутрицевтиков у пациентов пожилого возраста на разных стадиях развития ВМД. **Пациенты и методы.** В исследование включены 23 пациента (46 глаз; 65,8 ± 6,3 года; 5 мужчин, 18 женщин) с «сухой» (категория AREDS-2 и AREDS-3) и «влажной» (категория AREDS-4) формами ВМД, в течение месяца принимавших витаминно-минеральный комплекс с антиоксидантными и нейропротекторными свойствами «Офтолик®» (ежедневно по 2 капсулы в день во время еды) в комплексе с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие» (по 1 капсуле 3 раза в день во время еды). Выполняли стандартное офтальмологическое обследование; оптическую когерентную томографию (ОКТ; OPTOPOL), компьютерную периметрию (Octopus 600 Haag-Streit), учитывали наличие возможных системных побочных эффектов воздействия и комфортность режима приема офтальмонутрицевтиков. Критерии эффективности: стабилизация проявлений ВМД (на основе данных ОКТ), стабилизация корригированной остроты зрения (КОЗ). Статистический анализ: средняя арифметическая (M), стандартное отклонение (σ), Me — медиана, нижний (LQ) и верхний (UQ) квартили, t-критерий Стьюдента, критерий W Вилкоксона, критерий Манна — Уитни. **Результаты.** Прием пациентами с ВМД витаминно-минерального комплекса «Офтолик®» в комплексе с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие» способствует стабилизации зрительных функций: остроты зрения, офтальмотонуса; улучшению функционального состояния сетчатки (уменьшение дефекта поля зрения, улучшение светочувствительности) и сопровождается увеличением суммарной активности антиоксидантных систем плазмы крови, нормализацией повышенных показателей липидного и углеводного обмена. Уровень провоспалительных цитокинов в сыворотке крови пациентов с «сухой» формой ВМД не является значимым диагностическим признаком. Концентрация VEGF может использоваться в клинической лабораторной диагностике как дополнительный диагностический маркер тяжести и прогноза течения заболевания. **Заключение.** Применение витаминно-минерального комплекса «Офтолик®» в комплексе с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие» способствует стабилизации зрительных функций и улучшению функционального состояния сетчатки пациентов с ВМД.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация, витаминно-минеральный комплекс, Офтолик®, биологически активная добавка к пище, икра морских ежей, клиническая эффективность, безопасность

Для цитирования: Пестрякова Я.Ф., Запорожец Т.С., Герценберг О.Б., Богданович Л.Н., Крыжановский С.П., Шварева Н.И. Клинико-функциональная значимость офтальмонутрицевтиков у пациентов пожилого возраста на разных стадиях развития возрастной макулярной дегенерации. *Офтальмология.* 2026;23(2):429–436. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-429-436

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания № 123030700036-7.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Clinical and Functional Significance of Ophthalmic Nutraceuticals in Elderly Patients at Different Stages of Age-related Macular Degeneration

Ya.F. Pestryakova, T.S. Zaporozhets, O.B. Herzenberg, L.N. Bogdanovich, S.P. Kryzhanovsky, N.I. Shvareva

Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Kirova str., 95, Vladivostok, 690022, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):429–436

Purpose. To evaluate the clinical and functional significance of the use of ophthalmic drugs in elderly patients at different stages of AMD development. **Patients and methods.** The study included 23 patients (46 eyes; 65.8 ± 6.3 years; 5 men, 18 women) with "dry" (AREDS-2 and AREDS-3 categories) and "wet" (AREDS-4 category) forms of AMD, who took the vitamin and mineral complex with antioxidant and neuroprotective properties "Oftolik®" for a month (2 capsules daily with meals) in combination with a dietary supplement from sea urchin caviar "The power of the sea: longevity" (1 capsule 3 times a day with meals). Standard ophthalmological examination was performed; optical coherence tomography (OCT; OPTOPOL), computer perimetry (Octopus 600 Haag-Streit) took into account the presence of possible systemic side effects of exposure and the comfort of taking ophthalmic drugs. Effectiveness criteria: stabilization of AMD manifestations (based on OCT data), stabilization of corrected visual acuity (COC). Statistical analysis: arithmetic mean (M), standard deviation (σ), Me — median, lower (LQ) and upper (UQ) quartiles, Student's t-test, W-Wilcoxon criterion, Mann-Whitney criterion. **Results.** The use of the vitamin and mineral complex "Oftolik®" by AMD patients in combination with the dietary supplement from sea urchin caviar "Sea Power: longevity" helps to stabilize visual functions — visual acuity, ophthalmotonus, improve the functional state of the retina (reduce visual field defects, improve photosensitivity) and is accompanied by an increase in the total activity of antioxidant systems of blood plasma, normalization increased levels of lipid and carbohydrate metabolism. The level of pro-inflammatory cytokines in the blood serum of patients with the "dry" form of AMD is not a significant diagnostic feature. VEGF concentration can be used in clinical laboratory diagnostics as an additional diagnostic marker of the severity and prognosis of the disease course. Conclusion. The use of the vitamin and mineral complex "Oftolik®" in combination with the dietary supplement from sea urchin caviar "Sea Power: longevity" helps to stabilize visual functions and improve the functional state of the retina of patients with AMD.

Keywords: age-related macular degeneration vitamin and mineral complex, Oftolik®, biologically active food additive, sea urchin caviar clinical efficacy, safety

For citation: Pestryakova Ya.F., Zaporozhets T.S., Herzenberg O.B., Bogdanovich L.N., Kryzhanovsky S.P., Shvareva N.I. Clinical and Functional Significance of Ophthalmic Nutraceuticals in Elderly Patients at Different Stages of Age-related Macular Degeneration. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):429–436. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-429-436

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
The research was carried out within the framework of the State Assignment no. 123030700036-7.

There is no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальными вопросами современной офтальмологии по-прежнему остаются профилактика и лечение возрастной макулярной дегенерации (ВМД). Большинство исследователей отмечает прямую связь ВМД с процессами старения организма. Предполагается, что это связано с аккумуляцией продуктов обмена веществ в клетках пигментного эпителия сетчатки и снижением его фагоцитарной активности вследствие нарушения хориоретинального кровообращения, облитерации капилляров сетчатки и хориоидеи, снижения скорости ретинального кровотока, дегенерации и утолщения эластической ткани мембраны Бруха [1]. Прогнозируемое в ближайшем будущем увеличение численности населения возрастной группы старше 60 лет неизбежно вызовет рост распространенности ВМД, что определяет это заболевание как значимую медико-социальную проблему, особенно в России, в условиях «недодиагностированности» этой патологии [2].

Общий принцип лечения мультифакторных заболеваний заключается прежде всего в коррекции патогенетических факторов. В соответствии с клиническими рекомендациями[1] на ранней стадии ВМД рекомендована здоровая диета, богатая витаминами, включая витамины А, Е и С, минералы и каротиноиды, в частности лютеин, мезозеаксантин — каротиноидные пигменты ксантофилла, которые избирательно концентрируются в центре сетчатки и защищают ее от неблагоприятных последствий фотохимических реакций, обеспечивая антиоксидантную защиту и фильтрацию синего света. Клинические исследования показали, что применение в комплексной терапии ВМД антиоксидантов способствует стабилизации структурных изменений сетчатки [3, 4]. Одним из препаратов, рекомендованных НМИЦ «Глазных болезней им. Гельмгольца» [5] для широкого использования в клинической практике врача-офтальмолога, является витаминно-минеральный комплекс «Офтолик®», содержащий не только витамины, микроэлементы, но и активные антиоксиданты — ресвератрол и коэнзим Q10.

[1] Макулярная дегенерация возрастная. Клинические рекомендации. 2021–2022–2024 (15.08.2024).

Большой интерес представляет использование природных антиоксидантов, в том числе продуктов переработки морских гидробионтов класса иглокожих *Echinoidea*, содержащих биологически активные вещества, которые могут прерывать цепные реакции перекисного окисления в клетках несколькими способами: перехватывать свободные радикалы, хелатировать металлы — катализаторы пероксидации, ингибировать липоксигеназы, а также способны синергически активироваться фосфолипидами плазматических мембран [6]. Доказано противовоспалительное, антидиабетическое, антилипидемическое, антиоксидантное действие органических и водных экстрактов, полученных из гонад, шипов, кишечника и панциря морских ежей, а также их целых тел, широко используемых в современной медицине в виде нативного продукта или биологически активных добавок [7].

В состав белка гонад входят все незаменимые аминокислоты в количествах, соответствующих полноценному белку. Другой важный компонент — липиды, включающие насыщенные, мононенасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), в том числе омега-3 и омега-6. Среди фосфолипидов морских ежей идентифицированы лецитин, фосфатидилсерин, сфингомиелин, кефалин, фосфатидилхолин, фосфатидилэтаноламин [8, 9]. В икре морских ежей присутствуют каротиноиды — α-эхиненон и b-каротин, обладающие антиоксидантными свойствами, жирорастворимые витамины A, D, E и водорастворимые витамины C, B_1, B_2, B_6, B_{12}, микро- и макроэлементы, в том числе медь, цинк, кобальт, железо, никель, хром, марганец, натрий, калий, магний [10, 11]. Эхинохром и спинохромы, хиноидые пигменты икры морских ежей относятся к нафтохинонам, отличающимся от нафтохинонов других морских животных присутствием большого числа свободных гидроксильных групп и ярко выраженными антиоксидантными свойствами [12].

Ранее мы показали, что терапия пациентов с ВМД с использованием витаминно-минерального комплекса БАД «Офтолик®» сопровождалась умеренным повышением остроты зрения, увеличением светочувствительности сетчатки, уменьшением локальных дефектов в поле зрения на ранних стадиях заболевания, однако через 3 месяца после курса лечения в течение 1 месяца (в соответствии с инструкцией) значения показателей, характеризующих зрительные функции, снижались, у некоторых пациентов возвращаясь к исходным (до начала терапии) [13].

Настоящая работа посвящена оценке патогенетической эффективности применения офтальмонутрицевтика с антиоксидантными и нейропротекторными свойствами «Офтолик®» в комплексе с БАД из гонад (икры) морских ежей, содержащих большое количество биологически активных веществ, таких как карнитин, полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, кардиолипин, гликозиды, пептиды, аминокислоты, макро- и микроэлементы, органические соединения селена, витамины A, D, B_{12}, E, пигменты спинохром E, эхинохром A, в комплексной программе лечения пациентов с «сухой» формой ВМД (категории AREDS-2 и AREDS-3).

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проведены на базе ФГБУЗ МО ДВО РАН совместно с клиникой ООО «Глазной центр» (г. Владивосток). В исследование были включены 23 пациента (46 глаз; 65,8 ± 6,3 года; 5 мужчин, 18 женщин) с ранней (категория AREDS-2) и поздней (категория AREDS-4) стадиями развития ВМД.

Критерии включения: ранняя стадия ВМД (категория AREDS-2); поздняя стадия ВМД (категория AREDS-4), возраст от 55 до 75 лет.

Критерии невключения: начальная стадия ВМД (категория AREDS-1); отслойка сетчатки; появление значимых побочных эффектов; тяжелые заболевания, в том числе онкологические, с декомпенсацией хронических заболеваний, требующие интенсивной терапии; неспособность выполнять условия исследования.

Пациенты были разделены на 2 подгруппы: пациенты с ВМД на ранней стадии (ПГ-1) (n = 18) и пациенты с ВМД на поздней стадии (ПГ-2) (n = 5).

Дифференциацию форм и стадий ВМД проводили в соответствии с классификацией AREDS: отсутствие ВМД (категория 1 AREDS) — отсутствие изменений или небольшое количество мелких друз (диаметр < 63 микрон). Ранняя стадия ВМД (категория 2 AREDS, ранняя «сухая» форма ВМД) — множественные мелкие друзы, небольшое число друз среднего размера (диаметр от 63 до 124 микрон) или начальные изменения пигментного эпителия сетчатки. Промежуточная стадия ВМД (категория 3 AREDS, промежуточная «сухая» форма ВМД) — множество друз среднего размера, одна большая друза (диаметр ≥ 125 микрон). Поздняя стадия ВМД (категория 4 AREDS) — характеризуется одним или несколькими из следующих признаков: наличие географической атрофии центральной зоны глазного дна — атрофическая («сухая») форма; наличие ХНВ с различными проявлениями (отслойка НЭ и/или ПЭ, отек НЭ, геморрагии, твердые (липидные) экссудаты) — «влажная» (неоваскулярная, экссудативная) форма ВМД.

Пациенты подгруппы категории 4 AREDS не были привержены к более радикальной терапии, рекомендуемой для поздней стадии ВМД, но согласились на проведение поддерживающей профилактической терапии.

Лабораторно-инструментальные исследования выполняли до и через 2 недели после окончания лечения.

Материал исследования: биологический материал пациентов (кровь); данные индивидуальных карт пациента, протоколы инструментальных методов исследования, методов врачебного контроля.

Методы исследования: общеклинические, клинико-биохимические, офтальмологические. До и после курса лечения определяли остроту зрения, оценивали светочувствительность сетчатки, выполняли биомикроскопию, авторефрактометрию, тонометрию, офтальмоскопию глазного дна, оптическую когерентную томографию (ОКТ) сетчатки, компьютерную периметрию, тест Ширмера. Суммарную активность антиоксидантных систем плазмы крови оценивали фотометрически с использованием тест-системы Randox Laboratories Ltd (Великобритания), концентрацию цитокинов и фактора роста эндотелия сосудов VEGF — с помощью иммуноферментных наборов производства ЗАО «Вектор-Бест».

БАД «Офтолик®» — витамины для глаз (Ophtholique Vitamins for eyes), дополнительный источник лютеина, зеаксантина, ликопина, ресвератрола, коэнзима Q10 (убихинон), бета-каротина, витаминов C, E, B1, B2, B3/PP, B6, B9, B12, микроэлементов (меди, цинка, селена)[1], назначали ежедневно по 2 капсулы в день во время еды в течение месяца.

БАД из икры морских ежей («Сила моря: долголетие») — капсулы твердые желатиновые по 0,4 г, содержащие большое количество БАВ (полиненасыщенные жирные кислоты, фосфолипиды, каротиноиды, макро- и микроэлементы, лецитин, белки, незаменимые аминокислоты[2]) назначали по 1 капсуле 3 раза в день во время еды (доза согласована с разработчиками продукта и клиническим фармакологом) в комплексе с базисной терапией, назначенной врачом с учетом индивидуальных особенностей течения заболевания и с соблюдением рекомендаций в инструкции. Продолжительность приема — 1 месяц.

Математическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ Statistica 10. Использовали W-критерий Шапиро — Уилка, t-критерий Стьюдента, критерий W Вилкоксона, критерий Манна — Уитни. Выборочные параметры, приводимые далее в таблицах, имеют следующие обозначения: W — критерий Шапиро — Уилка, средняя арифметическая (M), стандартное отклонение (σ), ошибка среднего арифметического (m), объем анализируемой подгруппы (n), Me — медиана; нижний (LQ) и верхний (UQ) квартили, p — достигнутый уровень значимости. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

[1] Производитель «ВТФ ООО», РФ, 601125, Владимирская обл., Петушинский р-н, пос. Вольгинский, ул. Заводская, стр. 107; соответствует требованиям полной безопасности для здоровья. Форма выпуска продукта — 2 блистера, 30 капсул по 0,4 г в картонной пачке. Хранить в защищенном от света месте. Свидетельство о государственной регистрации № RU.77.99.11.003.R.000330.02.20 от 10.02.2020, ТУ 10.89.19-001-11410149-2019. Срок годности — 2 года. Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов, беременность, кормление грудью.

[2] Свидетельство о государственной регистрации № RU.77.99.11.003.E.010084.10.14 от 31.10.2014. ТУ 9265-74981775-2014. Сертификат РОСС RU.32320.04ИЦР0.ОС01.01088. 14.04.2023-13.04.2026. Производитель «Фарм Оушен Лаб.», ООО, Российская Федерация. Адрес: 692856, Россия, Приморский край, г. Партизанск, ул. Кутузова, д. 60, тел/факс (42363) 670-60, 628-90. Срок годности продукта — 2 года. Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов продукта, кормление грудью, беременность.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оценку эффективности и безопасности офтальмонутрицевтиков проводили на основании данных офтальмологического обследования, лабораторных показателей клинического, биохимического анализа крови до и через 1 месяц после окончания лечения.

Основными критериями эффективности лечения являлись клиническая картина очага, состояние зрительных функций, изменение толщины сетчатки макулярной области по данным ОКТ, а также сведения пациентов о переносимости препарата, удобстве его применения, возникновении побочных эффектов. 20 из 23 опрошенных пациентов после курса лечения отмечали улучшение общего самочувствия, уменьшение зрительного дискомфорта, 3 пациента свидетельствовали о сложности приема капсул БАД из икры морских ежей («Сила моря: долголетие») из-за специфического рыбного запаха.

В сочетании с ВМД у пациентов были диагностированы гиперметропия, миопия, эпиретинальная мембрана, катаракта и другие нарушения органа зрения в единичных случаях. Из сопутствующих заболеваний чаще всего регистрировали гипертоническую болезнь (52 %), ишемическую болезнь сердца (13 %), желчнокаменную болезнь, мочекаменную болезнь, сахарный диабет 2-го типа и другие заболевания в единичных случаях.

Зрительные дисфункции анализировали по максимально корригированной остроте зрения и данным периметрии. Острота зрения (ОЗ) пациентов в исследуемых подгруппах до начала лечения соответствовала стадии заболевания: у пациентов в подгруппе ПГ-1 (ранняя стадия, «сухая» форма ВМД) показатель ОЗ составлял 0,75 ± 0,24 (95 % доверительный интервал 0,82–0,97), медиана — 1,0 (интерквартильный размах (0,8; 1,0)); у пациентов в подгруппе ПГ-2 наблюдалось выраженное снижение остроты зрения (0,66 ± 0,27) (95 % доверительный интервал 0,45–0,86) (табл. 1).

После курса приема БАД «Офтолик» совместно с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие» пациентами с ранней стадией ВМД в 66 % наблюдали стабилизацию зрительных функций, у части пациентов острота зрения незначительно снижалась (табл. 1). У пациентов с поздней стадией ВМД средние значения показателя максимальной коррекция остроты зрения снижались (0,51 ± 0,26 (95 % доверительный интервал 0,31–0,70, p = 0,03)), у части пациентов оставались стабильными (табл. 1).

Показатели тонометрии до начала лечения варьировали от 10 до 23 мм рт. ст., средние значения находились в пределах норм метода, значимо не изменяясь после курса терапии (16,60 ± 3,42 и 15,50 ± 3,12 мм рт. ст., p = 0,07); у пациентов ПГ-1 16,00 ± 3,80 мм рт. ст. и у пациентов ПГ-2 15,50 ± 3,86 мм рт. ст. (p = 0,13) соответственно.

Слезопродукция в 40 % случаев была снижена (менее 10 мм), соответствуя средней степени синдрома сухого глаза (13,86 ± 10,33 мм у пациентов ПГ-1, 9,90 ± 5,65 мм

Таблица 1. Острота зрения у пациентов с ВМД до и после курса приема БАД «Офтолик» совместно с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие»

Table 1. Visual acuity in patients with the "dry" form of AMD before and after the course of taking the dietary supplement "Oftolik" together with the dietary supplement from sea urchin caviar "The power of the sea: longevity"

Группа / Group	W	M ± σ/(95 % доверительный интервал) Me* (LQ; UQ)[1,2]	Значимость различий показателей до и после курса терапии, *p* Significance of differences in indicators before and after the course of therapy, *p*
Ранняя стадия (вся выборка) Early stage (the entire sample)	0,73** 0,81**	1,0* (0,8; 1,0) 0,9* (0,6; 1,0)	0,05
Ранняя стадия (пациенты со стабильной остротой зрения в процессе терапии) (66 %) Early stage (patients with stable visual acuity during therapy) (66 %)	0,64** 0,66**	1,0* (0,8; 1,0) 1,0* (0,9; 1,0)	0,16
Ранняя стадия (пациенты со снижением остроты зрения в процессе терапии) (34 %) Patients with decreased visual acuity during therapy) (34 %)	0,89 0,90	0,75 ± 0,24 (0,60; 0,89) 0,63 ± 0,24 (0,48; 0,78)	0,00
Поздняя стадия (вся выборка) Late stage (the entire sample)	0,92 0,88	0,66 ± 0,27 (0,45–0,86) 0,51 ± 0,26 (0,31–0,70)	0,03
Поздняя стадия (пациенты со стабильной остротой зрения в процессе терапии) Late stage (patients with stable visual acuity during therapy)	0,67** 0,72**	0,9* (0,5; 1,0) 0,8* (0,6; 1,0)	1,00

Примечание: M — средняя; σ — среднее квадратичное отклонение; *Me — медиана (50 % перцентиль); W — тест Шапиро — Уилка; **$p < 0,05$ — уровень значимости, соответствующий данному критерию W (при $p < 0,05$ параметр имеет отклонение от нормального распределения); [1] нижний (LQ) и верхний (UQ) квартили — 25%-ный перцентиль и 75%-ный перцентиль; [2] нижний (LQ) и верхний (UQ) квартили — 5%-ный перцентиль и 95%-ный перцентиль.
Note: M — mean; σ — standard deviation; *Me — median (50 % percentile); W — Shapiro-Wilk; **$p < 0.05$ — significance level corresponding to a given W criterion (at $p < 0.05$ the parameter has a deviation from the normal distribution); [1] Lower (LQ) and upper (UQ) quartiles — 25 % percentile and 75 % percentile; [2] Lower (LQ) and upper (UQ) quartiles — 5 % percentile and 95 % percentile.

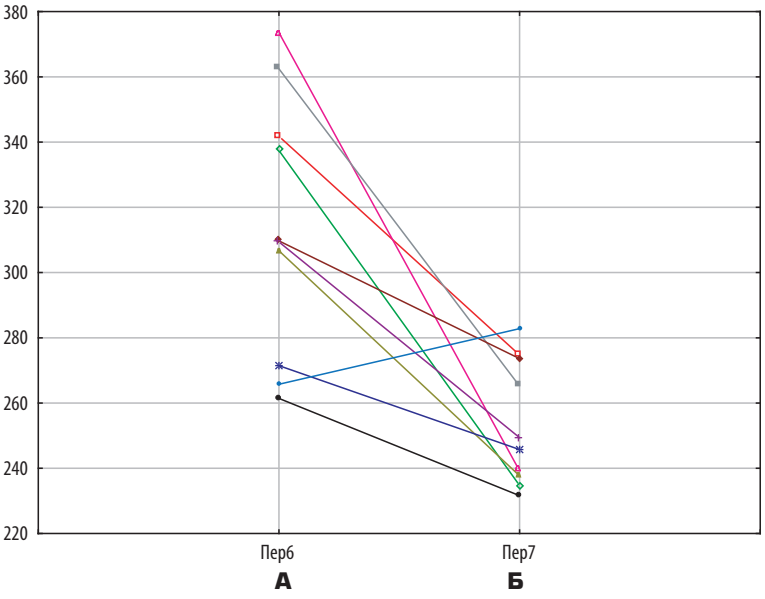


Рис. 1. Толщина сетчатки в центральной зоне пациентов с поздней стадией ВМД до (А) и после (Б) приема БАД «Офтолик» совместно с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие». По оси ординат ТСЦЗ (мм)

Fig. 1. Retinal thickness in the central area of patients with advanced AMD before (A) and after (Б) taking the "Oftolik" dietary supplement in conjunction with the sea urchin caviar supplement "Sea Power: Longevity". Along the ordinate axis of the TCC (mm)

у пациентов ПГ-2), после курса лечения в 55 % случаев отмечено увеличение показателя, средние значения показателя значимо не изменялись: 13,10 ± 9,53 мм ($p = 0,13$) и 8,60 ± 6,87 мм ($p = 0,17$) соответственно.

Для оценки состояния хориоретинального комплекса и структурно-функциональных изменений органа зрения было проведено обследование пациентов методом оптической когерентной томографии (ОКТ), позволяющим получать двух- и трехмерные карты глазного дна, а также оптические срезы сетчатки.

Средняя толщина сетчатки в макулярной области от внутренней пограничной мембраны до внутреннего слоя ретинального пигментного эпителия (ТСЦЗ) до начала лечения пациентов подгруппы ПГ-1 (ранняя стадия, «сухая» форма) варьировала в диапазоне от 213 до 274 мкм, составляя в среднем до лечения 241 ± 20 мкм, не превышая показателей референсных значений метода (208–245 мкм) и значимо не изменяясь после курса терапии, свидетельствуя о стабилизации процесса. У пациентов с поздней стадией ВМД средние значения показателя ТСЦЗ (314 ± 39,5 мкм) находились выше верхней границы нормативного диапазона. После курса лечения у этих пациентов наблюдалось значимое снижение толщины сетчатки в центральной зоне (до 253,80 ± 18,00 мкм) ($p = 0,001$) (рис. 1).

Полученные результаты иллюстрирует клинический пример (рис. 2). В течение 3 месяцев наблюдения у пациентки Ц. с ранней стадией ВМД (категория AREDS-2) на фоне приема препарата «Офтолик®» в комплексе с БАД из икры морских ежей («Сила моря: долголетие») не было отмечено увеличения числа и размеров друз как в фовеолярной, так и в парафовеолярной зоне по данным ОКТ.

Компьютерную периметрию проводили на анализаторе контрастной чувствительности «Octopus 600 Haag-Streit» (Швейцария), определяя индекс MD — значение среднего отклонения светочувствительности от возрастной нормы, характеризующее выраженность диффузных или больших локальных дефектов и позволяющее количественно оценить общую потерю светочувствительности, и sLV (square root of Loss Variance) — стандартное (среднеквадратичное) отклонение паттерна, соответствующее усредненному значению глубины дефекта без учета среднего отклонения светочувствительности (MD).

У пациентов ПГ-1 исходные значения показателей среднего (MD) и локального (sLV)

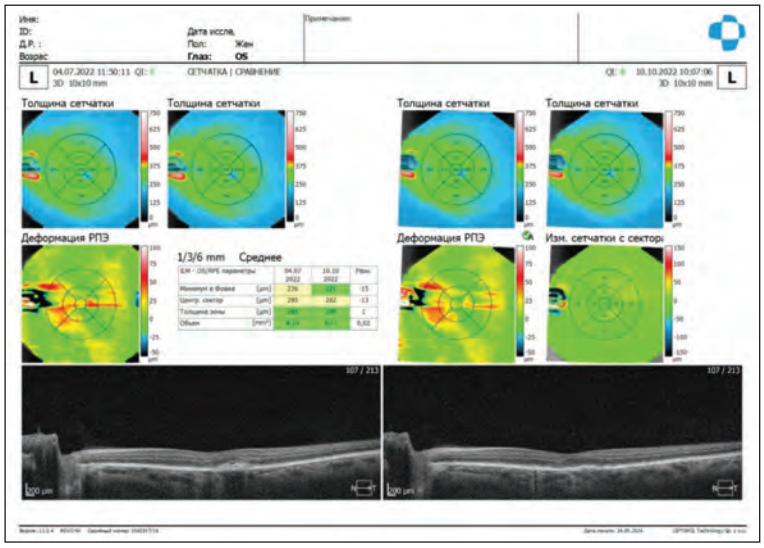


Рис. 2. ОКТ (OPTOPOL) пациентки Ц. с ранней стадией ВМД (AREDS-2) на фоне приема препарата «Офтолик®» в комплексе с БАД из икры морских ежей («Сила моря: долголетие»): не отмечается увеличение числа и размеров друз в фовеолярной зоне

Fig. 2. OCT (OPTOPOL) of a female patient with early-stage AMD (AREDS-2) on the background of taking Oftolik® in combination with dietary supplements from sea urchin caviar ("Sea power: longevity"): There is no increase in the number and size of druses in the foveolar zone

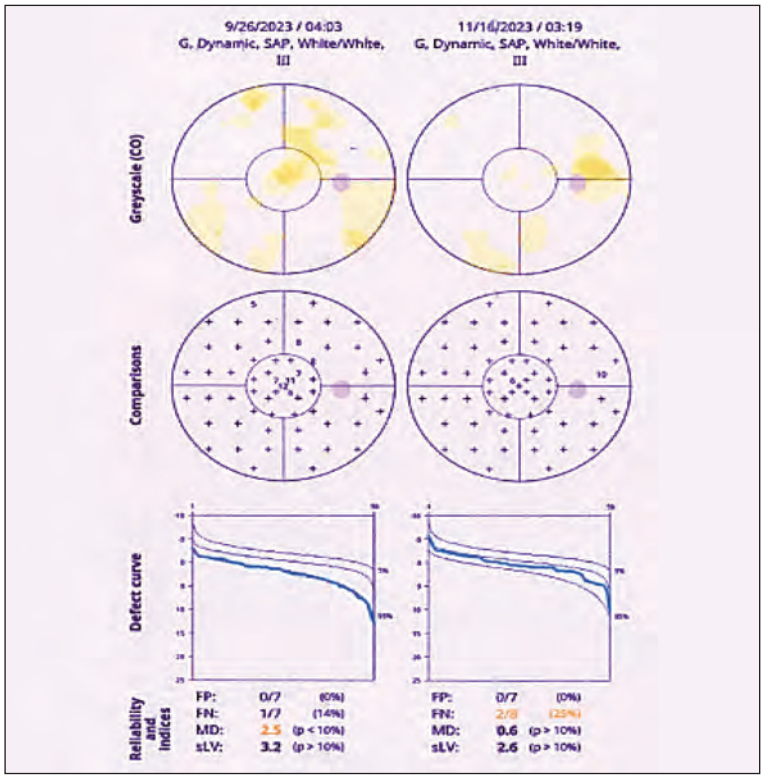


Рис. 3. Протокол компьютерной периметрии пациента Г. с ранней стадией ВМД (AREDS-2) на фоне приема препарата «Офтолик®» в комплексе с БАД из икры морских ежей («Сила моря: долголетие»)

Fig. 3. Computer perimetry protocol for a patient with early-stage AMD (AREDS-2) on the background of taking "Oftolik®" in combination with dietary supplements from sea urchin caviar ("Sea power: longevity")

дефектов находились в границах нормы (0,30 ± 1,48 и 2,58 ± 0,47 dB соответственно). У пациентов ПГ-2 (поздняя стадия) наибольшим изменениям был подвержен показатель локального дефекта световой чувствительности sLV, превышающий нормальные значения (2,80 ± 0,51 dB). После курса лечения у пациентов ПГ-1 отмечалось значимое улучшение светочувствительности сетчатки (MD 0,07 ± 1,54, p = 0,04) (рис. 3), в подгруппе ПГ-2 (поздняя стадия) светочувствительность сетчатки значимо не изменялась.

Значительная роль в патогенезе дистрофических изменений сетчатки отводится атеросклерозу с характерными биохимическими нарушениями. В частности, наблюдается инфильтрация липидами стенок сосудов, мембраны Бруха с дальнейшим образованием друз, кальцинозом и формированием субретинальной атеросклеротической бляшки [1]. В нашем исследовании уровень общего холестерина в сыворотке крови пациентов варьировал от нормальных (<5,2 ммоль/л) до высоких (≥6,2 ммоль/л) (минимальные значения — 3,45 ммоль/л, максимальные — 7,36 ммоль/л), средние значения показателя до начала исследования находились в пределах 5,75 ± 0,95 ммоль/л, в 57 % случаев уровень ХС был выше верхней границы нормативного диапазона (6,20 ± 0,75 ммоль/л). После курса лечения у 50 % пациентов уровень ХС снижался с 6,10 ± 0,39 до 5,54 ± 0,61 ммоль/л.

Содержание глюкозы в сыворотке крови пациентов с ВМД находилось в интервале от 4,08 до 8,10 ммоль/л. Повышенные уровни глюкозы регистрировались у 5 (20 %) пациентов: средние значения показателя составили 6,49 ± 0,22 ммоль/л (95 % доверительный интервал 5,46–7,13 ммоль/л). После курса терапии уровень глюкозы у этих пациентов значимо снижался и составлял 5,85 ± 0,91 ммоль/л (95 % доверительный интервал 5,68–7,5 ммоль/л) (p = 0,019).

Суммарная активность антиоксидантных систем (ОАА) в обеих подгруппах значимо не отличалась от значений условно здоровых людей и между собой. После курса лечения у пациентов с ранней стадией ВМД, получавших на фоне терапии БАД «Офтолик®» дополнительно БАД из икры морских ежей («Сила моря: долголетие») в 66 % случаев наблюдали значимое увеличение суммарной активности антиоксидантных систем плазмы крови (с 2,08 ± 0,16 до 2,57 ± 0,22 ммоль/л, p = 0,000) (рис. 4).

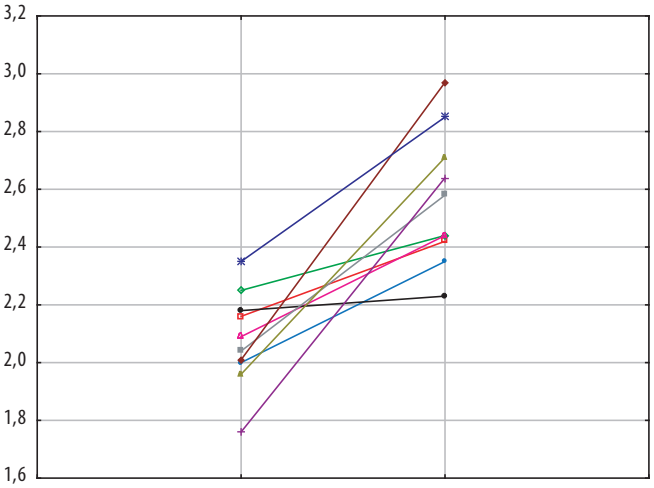


Рис. 4. Суммарная активность антиоксидантных систем плазмы крови пациентов с ранней стадией ВМД до и после лечения. По оси ординат — ОАА ммоль/л

Fig. 4. Total activity of antioxidant systems in blood plasma of patients with early AMD before and after treatment. On the ordinate axis — OAA mmol/L

До начала терапии средние значения и медиана концентрации провоспалительных цитокинов в сыворотке крови пациентов в подгруппах 1 и 2 находились в пределах референсных значений метода, значимо не отличаясь от значений показателей условно здоровых людей и не изменяясь после курса терапии.

Концентрация фактора роста эндотелия сосудов (VEGF) у пациентов с поздней стадией ВМД (436,40* (171,25; 943,40) МЕ/мл была выше таковой у условно здоровых людей (189,95 (130,00; 392,00) МЕ/мл, $p < 05$) и у пациентов с ранней стадией (AREDS-2) заболевания (108,15; 356,90 МЕ/мл, $p < 05$) и снижалась с 436,40* (171,25; 943,40) до 33,65* (212,15; 531,43) МЕ/мл ($p < 0,05$). У пациентов с ранней стадией ВМД с высоким уровнем VEGF до начала лечения после окончания терапии также наблюдалась положительная динамика показателя (476,05 (419,20; 652,70) и 331,95 (271,00; 379,30) МЕ/мл соответственно).

Следует отметить, что наши данные, свидетельствующие о невысоких уровнях системной продукции провоспалительных цитокинов при ВМД, согласуются с данными научных публикаций по этой теме. Вместе с тем особого внимания заслуживает селективное усиление системной выработки VEGF-A — ключевого ангиогенного фактора, наблюдаемого у части пациентов с ранней стадией (AREDS-2) и в большей степени выраженное при «влажной» форме ВМД (AREDS-4), свидетельствующее о важных патогенетических факторах прогрессирования ВМД.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с ВМД регистрировалось снижение светочувствительности сетчатки, увеличение средней толщины сетчатки в макулярной области и величины локального дефекта поля зрения, наиболее выраженные в поздней стадии развития заболевания.

Прием витаминно-минерального комплекса «Офтолик®» в комплексе с БАД из икры морских ежей «Сила моря: долголетие» способствует стабилизации зрительных функций (острота зрения, офтальмотонус) и функционального состояния сетчатки (уменьшение дефекта поля зрения, улучшение светочувствительности) и сопровождается увеличением суммарной активности антиоксидантных систем плазмы крови, нормализацией повышенных показателей липидного и углеводного обмена. Уровень провоспалительных цитокинов в сыворотке крови пациентов с ранней стадией ВМД не является значимым диагностическим признаком. Концентрация VEGF может использоваться в клинической лабораторной диагностике как дополнительный диагностический маркер тяжести и прогноза течения заболевания.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Пестрякова Я.Ф. — концепция и дизайн исследования, формулировка задач исследования, сбор клинических данных, анализ и интерпретация полученных данных, ответственность за целостность всех частей статьи;
Запорожец Т.С. — общее руководство исследованиями, написание текста статьи, анализ и интерпретация полученных данных, утверждение окончательного варианта статьи;
Крыжановский С.П. — идея статьи, общее руководство исследованиями, утверждение окончательного варианта статьи;
Богданович Л.Н. — статистическая обработка результатов исследования, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи;
Герценберг О.Б. — ведение пациентов, сбор клинических данных;
Шварева Н.И. — координация взаимодействия с лечебными учреждениями при выполнении исследований, редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Фурсова АЖ, Дербенева АС, Васильева МА, Никулич ИФ, Тарасов МС, Гамза ЮА, Чубарь НВ, Гусаревич ОГ, Дмитриева ЕИ, Кожевникова ОС, Колосова НГ, Елизарова АА. Новые данные о патогенетических механизмах развития возрастной макулярной дегенерации. Вестник офтальмологии. 2022;138(2):120–130.
Fursova AZh, Derbeneva AS, Vasilyeva MA, Nikulin IF, Tarasov MS, Gamza YuA, Chubar NV, Gusarevich OG, Dmitrieva EI, Kozhevnikova OS, Kolosova NG, Elizarova AA. New data on the pathogenetic mechanisms of age-related macular degeneration. Annals of Ophthalmology. 2022;138(2):120–130 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2022138021120.
2. Ивахненко ОИ, Нероев ВВ, Зайцева ОВ. Возрастная макулярная дегенерация и диабетическое поражение глаз. Социально-экономические аспекты заболеваемости. Вестник офтальмологии. 2021;137(1):123–129.
Ivakhnenko OI, Neroev VV, Zaitseva OV. Age-related macular degeneration and diabetic eye damage. Socio-economic aspects of morbidity. Annals of Ophthalmology. 2021;137(1):123–129 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2021137011123.
3. Age-related eye disease study research groop. A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and vision loss: AREDS report no. 8. Arch Ophthalmol. 2001;119(10):1417–1436. doi: 10.1001/archopht.119.10.1417.
4. Янченко СВ, Малышев АВ, Сахнов СН, Балаян АС, Сергиенко АА. Опыт нутрицевтического воздействия при «сухой» форме возрастной макулярной дегенерации. Офтальмология. 2020;17(4):804–810.
Yanchenko SV, Malyshev AV, Sakhnov SN, Balayan AS, Sergienko AA. Experience of nutraceutical treatment in the "dry" form of age-related macular degeneration. Ophthalmology in Russia. 2020;17(4):804–810 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-4-804-810.
5. Киселева ТН. Ишемия сетчатки: возможные подходы к медикаментозной коррекции. Российская офтальмология онлайн. № 44. URL: https://eyepress.ru/article/oftolik-rasshirenie-lineyki-zashchita-i-podderzhka-ot-rogovitsy-do-setchatki-sat (дата обращения: 20.04.2024).
Kiseleva TN. Retinal ischemia: possible approaches to drug correction. Russian Ophthalmology Online. No. 44. URL: https://eyepress.ru/article/oftolik-rasshirenie-lineyki-zashchita-i-podderzhka-otrogovitsy-do-setchatki-sat (Accessed: 04/20/2024).

6. Khalil EA, Swelim H, El-Tantawi H., Bakr AF, Abdellatif A. Characterization, cytotoxicity and antioxidant activity of sea urchins (Diadema savignyi) and jellyfish (Aurelia aurita) extracts. Egypt. J. Aquat. Res. 2022;48(4):343–348. doi: 10.1016/j.ejar.2022.05.005.
7. Moreno-García D, Salas-Rojas M, Fernández-Martínez E, López-Cuellar M, Sosa-Gutierrez C, Peláez-Acero A, Rivero-Perez N, Zaragoza-Bastida A, Ojeda-Ramírez D. Sea urchins: an update on their pharmacological properties. Peer J. 2022;10:e13606. doi: 10.7717/peerj.13606.
8. Zhukova N. Fatty acids of echinoderms: diversity, current applications and future opportunities. Mar. Drugs. 2022;21(1):21. doi: 10.3390/md21010021.
9. Hu X, Cong P, Song Y, Wang X, Zhang H, Meng N, Fan X, Xu J, Xue C. Comprehensive lipid profile of eight echinoderm species by RPLC–Triple TOF-MS/MS. J. Agric. Food Chem. 2023;71(21):8230–8240. doi: 10.1021/acs.jafc.3c00823.
10. Obukhova ES, Rozhina AM, Voronin VP, Dgebuadze PY, Murzina SA. Antimicrobial activity of lipid extracts of *Echinoderms* in the Nhatrang Bay (South China Sea). Dokl. Biochem. Biophys. 2022;503(1): 59–66. doi: 10.1134/s1607672922020119.
11. Chen G, Xiang W-Z, Lau C-C, Peng J, Qiu J-W, Chen F, Jiang Y. A comparative analysis of lipid and carotenoid composition of the gonads of Anthocidaris crassispina, Diadema setosum and Salmacis sphaeroides. Food Chem. 2010;120(4):973–977. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.11.034.
12. Kuwahara R, Hastate H, Tamami Y, Murata H. Antioxidant property of polyhidroxilated naphthoquinone pigments from shells of purple sea urchin *Anthocidaris crassispina*. LWT Food Sci. Technol. 2009;42(7):1296–13000.
13. Пестрякова ЯФ, Богданович ЛН, Запорожец ТС, Крыжановский СП. Оценка клинико-функциональной значимости применения витаминно-минерального комплекса с антиоксидантными и нейропротекторными свойствами у пациентов пожилого возраста на разных стадиях развития возрастной макулярной дегенерации. Дальневосточный медицинский журнал. 2025; 3. В печати.
Pestryakova YaF, Bogdanovich LN, Zaporozhets TS, Kryzhanovsky SP. Assessment of the clinical and functional significance of using a vitamin and mineral complex with antioxidant and neuroprotective properties in elderly patients at different stages of age-related macular degeneration. Far Eastern Medical Journal. 2025; 3. In print (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пестрякова Яна Феликсовна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник,
офтальмолог (высшая категория)
https://orcid.org/0000-0002-1981-1079

Запорожец Татьяна Станиславовна
доктор медицинских наук, начальник научно-исследовательского отдела
https://orcid.org/0000-0002-8879-8496

Герценберг Олеся Борисовна
офтальмолог

Богданович Лариса Николаевна
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник

Крыжановский Сергей Петрович
доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, научный руководитель
https://orcid.org/0000-0002-1981-1079

Шварева Наталья Ивановна
кандидат экономических наук, врач высшей категории

ABOUT THE AUTHORS

Pestryakova Yana F.
PhD, research officer, ophthalmologist (highest category)
https://orcid.org/0000-0002-1981-1079

Zaporozhets Tatiana S.
MD, head of the Research Department
https://orcid.org/0000-0002-8879-8496

Herzenberg Olesya B.
ophthalmologist

Bogdanovich Larisa N.
MD, leading research officer

Kryzhanovsky Sergey P.
MD, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences,
Scientific head
https://orcid.org/0000-0002-1981-1079

Shvareva Natalia I.
Ph.D. in Economics, senior doctor

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-437-448

поступила 03.04.26
was received 03.04.26

Результаты экспериментального исследования *in vitro* новой модели протеза роговой оболочки глаза для сквозного одноэтапного кератопротезирования

В.Р. Манцова[1] С.А. Борзенок[1,2] А.В. Головин[1] Д.С. Островский[1]
А.В. Шацких[1], М.Х. Хубецова[1], А.Г. Шичкова[3], А.Е. Мочалова[3], А.А. Трошина[1]

[1] ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Долгоруковская, 4, Москва, 127006, Российская Федерация

[3] ООО «Предприятие «Репер-НН»
ул. Баррикад, 1, литер БЯ, офис 5, г. Нижний Новгород, 603003, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):437–448**

Цель: изучить клеточно-тканевую реакцию на интеграцию и фиксацию новой конструкции кератопротеза для сквозного кератопротезирования с помощью метода органотипического культивирования кадаверной роговицы человека в сравнении с одноэтапной имплантацией кератопротеза Федорова — Зуева. **Материал и методы.** Новая модель кератопротеза для одноэтапного сквозного кератопротезирования, разработанная совместно специалистами компании «Репер-НН» и сотрудниками ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, состоит из следующих частей: наружной пластины с оптическим цилиндром и внутренней пластины с центральной резьбовой втулкой для последующего закручивания оптического цилиндра. В данной работе была проведена серия экспериментально-морфологических исследований, включавших эксперимент *in vitro,* в рамках которого проводили иммуногистохимическое и гистологическое исследование, а также электронную сканирующую микроскопию, в ходе которого сравнивали две опытные группы: 1-я группа (n = 5) — роговица с имплантированной новой сквозной моделью кератопротеза; 2-я группа (n = 5) — роговица с имплантированным кератопротезом Федорова — Зуева вместе с оптическим цилиндром. **Результаты.** В ходе выполнения ряда экспериментальных исследований была подтверждена биоинертность исследуемой модели кератопротеза, доказана биосовместимость материала и допустимость применения данной модели для одноэтапного кератопротезирования в клинической практике, в отличие от кератопротеза Федорова — Зуева, предназначенного преимущественно для этапной имплантации. **Заключение.** Поиск оптимальной модели кератопротеза для пациентов с дистрофическим бельмом с целью экономии донорского материала и ускорения зрительной реабилитации является важным и актуальным направлением исследования. Разработанная модель сквозного кератопротеза для одномоментного кератопротезирования в ходе проведенного экспериментального исследования показала свою эффективность, биосовместимость и безопасность конструкции, что по сравнению с существующей моделью Федорова — Зуева, при условии одномоментного выполнения оптического этапа, является более безопасной и предсказуемой конструкцией в плане послеоперационной стабильности и вероятности осложнений.

Ключевые слова: кератопротезирование, органотипическое культивирование, сканирующая электронная микроскопия, иммуногистохимия

Для цитирования: Манцова В.Р., Борзенок С.А., Головин А.В., Островский Д.С., Шацких А.В., Хубецова М.Х., Шичкова А.Г., Мочалова А.Е., Трошина А.А. Результаты экспериментального исследования *in vitro* новой модели протеза роговой оболочки глаза для сквозного одноэтапного кератопротезирования. *Офтальмология.* 2026;23(2):437–448. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-437-448

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Results of an *in vitro* Experimental Study of a New Eye Corneal Prosthesis Model for Penetrating Single-stage Keratoprosthetics

V.R. Mantsova[1], S.A. Borzenok[1,2], A.V. Golovin[1], D.S. Ostrovsky[1], A.V. Shatskikh[1], M.Kh. Khubetsova[1], A.G. Shichkova[3], A.E. Mochalova[3], A.A. Troshina[1]

[1] The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovsky Blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

[2] Russian University of Medicine
Dolgorukovskaya str., 4, Moscow, 127006, Russian Federation

[3] LLC Enterprise "Reper-NN"
Barrikad str., 1, letter BYA, office 5, Nizhny Novgorod, 603003, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):437–448

Objective: To study the cellular and tissue response to the integration and fixation of a new keratoprosthesis design for penetrating keratoprosthetics using the method of organotypic cultivation of human cadaveric cornea in comparison with one-stage implantation of the Fedorov-Zuev keratoprosthesis. **Material and methods.** Together with the engineers of the company "Reper-NN" and researchers of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, a new model of keratoprosthesis for one-stage keratoprosthesis has been developed. It consists of two main parts: an outer plate with an optical cylinder and an inner plate with a central threaded sleeve for subsequent tightening of the optical cylinder. In this study, a series of experimental and morphological studies were conducted, including *in vitro* experiment, immunohistochemical and histological studies, and electron microscopy, in which two experimental groups were compared: Group 1 (n = 5) — corneas with an implanted new penetrating keratoprosthesis; and Group 2 (n = 5) — corneas with an implanted Fedorov-Zuev keratoprosthesis together with an optical cylinder. **Results.** During a series of experimental studies, the biointactness of the new keratoprosthesis model was confirmed, the biocompatibility of the material and the admissibility of using this model for single-stage keratoprosthetics in clinical practice were proven, in contrast to the Fedorov-Zuev keratoprosthesis, which is intended primarily for staged implantation. **Conclusion.** Finding an optimal keratoprosthesis model for patients with degenerative leukomas, with the aim of conserving donor material and accelerating visual rehabilitation, is an important and relevant area of research. The developed model of penetrating keratoprosthesis for single-stage keratoprosthetics demonstrated its effectiveness, biocompatibility and safety of the design during the experimental study, which is a safer and more predictable in terms of postoperative stability and the likelihood of complications, compared to the existing Fedorov-Zuev model.

Keywords: keratoprosthesis, organotypic cultivation, scanning electron microscopy, immunohistochemistry

For citation: Mantsova V.R., Borzenok S.A., Golovin A.V., Ostrovsky D.S., Shatskikh A.V., Khubetsova M.Kh., Shichkova A.G., Mochalova A.E., Troshina A.A. Results of an *in vitro* Experimental Study of a New Eye Corneal Prosthesis Model for Penetrating Single-stage Keratoprosthetics. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):437–448. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-437-448

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Одним из актуальных вопросов современной офтальмологии является лечение пациентов с сосудистым бельмом роговицы различной этиологии. Сквозная кератопластика в таких случаях осложняется неоваскуляризацией трансплантата и оказывается неэффективной вследствие иммунных реакций, приводящих к помутнению роговицы. На сегодняшний день единственным способом восстановления зрения у пациентов с сосудистым бельмом остается протезирование роговицы [1].

За долгие годы развития кератопротезирования предложено множество моделей кератопротезов, различающихся размером, формой, материалом, типом фиксации и этапностью вмешательства. В Российской Федерации доминирующее положение занимает кератопротез Федорова — Зуева (1972) [2, 3]. Данная модель, получившая международное признание наряду с Бостонским кератопротезом и остеодонто-кератопротезом, представляет собой сборную конструкцию из титановой опорной пластины размером 5,5×8,0 мм и оптического цилиндра из полиметилметакрилата [3, 4].

Однако, несмотря на широкое внедрение и подтвержденную клинико-функциональную эффективность, проблема отторжения кератопротеза сохраняет свою актуальность. По данным литературы, частота этого осложнения варьирует в широких пределах (10–75 %), что связано с развитием асептического некроза тканей вокруг опорной пластины, что, в свою очередь, обусловлено неспособностью титана к интеграции в ткани, в отличие от синтетического материала [5, 6].

Кроме того, имплантация кератопротеза Федорова — Зуева осуществляется в два этапа, что оправдано при тяжелых послеожоговых васкуляризированных бельмах, но при терминальных дистрофических или врожденных

помутнениях роговицы двухэтапная тактика становится нецелесообразной: отсутствие необходимости в реконструктивных вмешательствах делает два этапа избыточными и удлиняет сроки зрительной реабилитации. Кроме того, в клинической практике одноэтапная имплантация данной модели кератопротеза создает риск затекания внутриглазной жидкости (ВГЖ) в сформированное стромальное ложе и ее истечения наружу с последующей послеоперационной гипотонией глазного яблока и присоединением инфекционного процесса [7].

В мировой практике одним из наиболее востребованных является разборный кератопротез Boston KPRO с экстракорнеальной фиксацией. Эта конструкция включает две пластины, фиксирующие между собой роговицу, и оптический цилиндр диаметром 3 мм. Основным преимуществом данной модели является одноэтапность оптико-реконструктивного вмешательства, что ускоряет реабилитацию пациентов. Однако существенным ограничением служит отсутствие возможности замены оптического цилиндра из-за особенностей конструкции — защелкивающегося механизма соединения оптики с опорными элементами, что особенно критично при развитии послеоперационных осложнений (катаракта, зарастание оптического цилиндра, ретропротезная мембрана, дефект оптики) [8, 9].

Таким образом, разработка модели для одноэтапного сквозного кератопротезирования с резьбовым типом фиксации и возможностью замены оптического цилиндра в отдаленном периоде является актуальным направлением кератопротезирования.

Цель: изучить клеточно-тканевую реакцию на интеграцию и фиксацию новой конструкции кератопротеза для сквозного кератопротезирования с помощью метода органотипического культивирования кадаверной роговицы человека в сравнении с одноэтапной имплантацией кератопротеза Федорова — Зуева.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Совместно компанией «Репер-НН» (г. Нижний Новгород) и сотрудниками ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России (г. Москва) разработана новая модель кератопротеза для одноэтапного сквозного кератопротезирования, которая состоит из двух основных частей: наружной пластины с оптическим цилиндром и внутренней пластины. Наружная пластина выполнена из гидрофобного акрила диаметром 5 мм с учетом кривизны и диаметра роговицы. Центральная часть наружной пластины содержит оптический цилиндр диаметром до 2,75 мм, выполненный из полиметилметакрилата (ПММА), и является вместе с наружной пластиной кератопротеза единой деталью. Оптический цилиндр выстоит над наружной пластиной на 0,3 мм в центральной зоне.

На торцевой части оптического цилиндра нанесена резьба, которая конгруэнтна резьбе втулки, расположенной на внутренней пластине кератопротеза. Резьба берет начало от дистального интраокулярного конца цилиндра и доходит до внутренней части наружной пластины, что дает возможность индивидуально регулировать степень фиксации роговицы между опорными пластинами в зависимости от ее толщины и степени отечности. Общая длина резьбовой части оптического цилиндра составляет 1,3 мм (рис. 1).

Внутренняя пластина имеет диаметр 5 мм, выполнена из гидрофобного акрила и содержит фенестры диаметром по 0,6 мм, основная задача которых — осуществлять питание задних слоев роговицы за счет возможности контакта эндотелия с влагой передней камеры. В торцевую часть

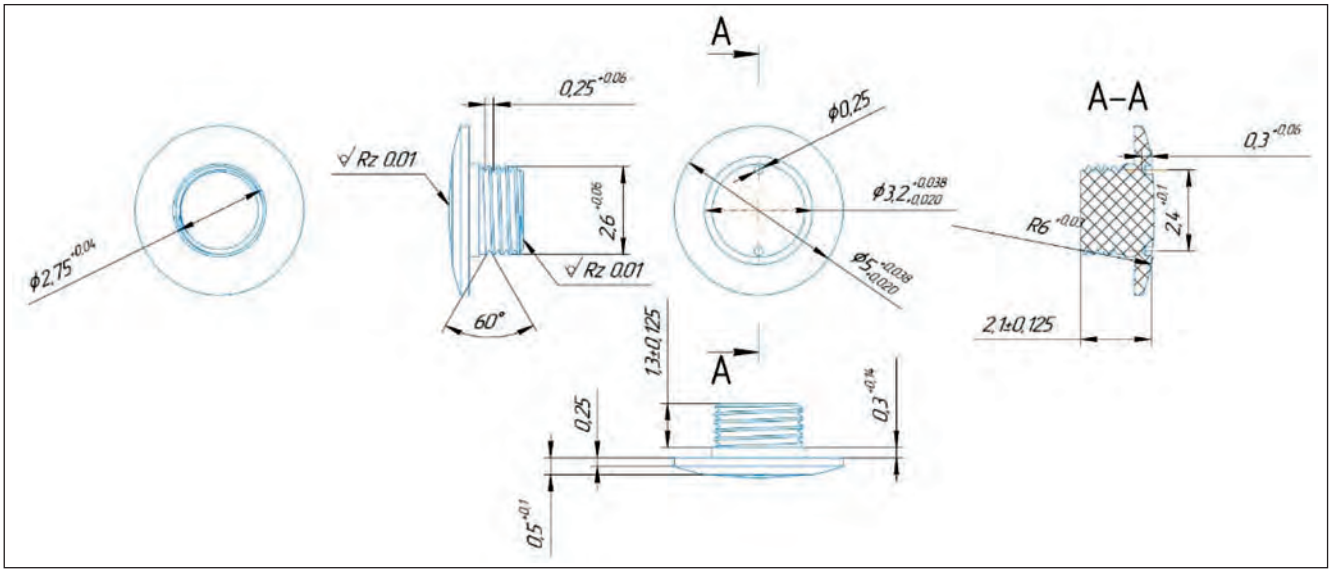


Рис. 1. Чертеж наружной пластины новой модели кератопротеза

Fig. 1. Drawing of the outer plate of the new keratoprosthesis model

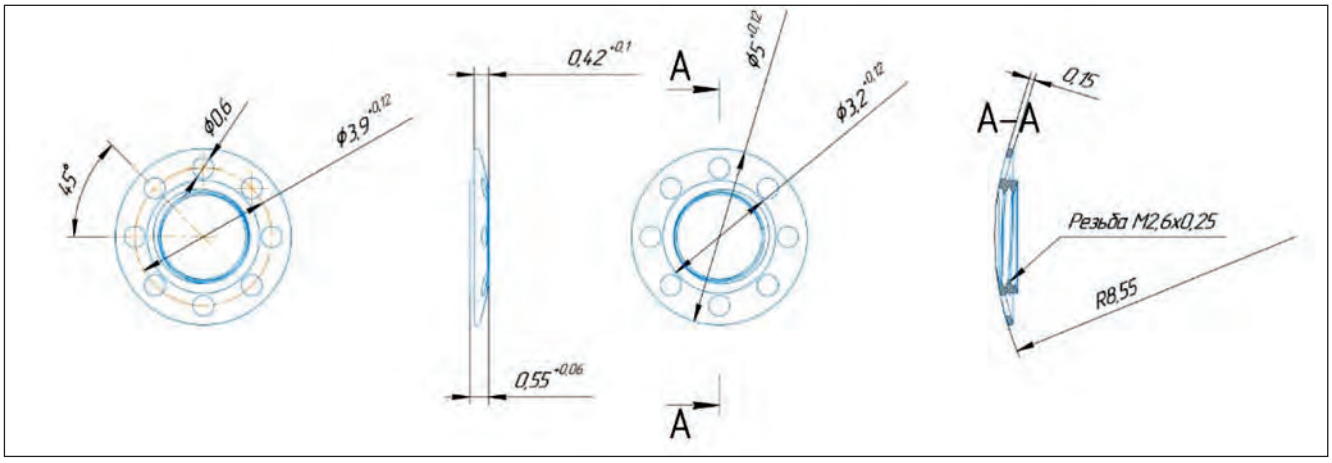


Рис. 2. Чертеж внутренней пластины новой модели кератопротеза

Fig. 2. Drawing of the inner plate of the new keratoprosthesis model

центрального отверстия внутренней пластины вколочена втулка с резьбой, которая конгруэнтна резьбе интраокулярной части оптического цилиндра (рис. 2).

Между пластинами за счет резьбового типа соединения фиксируют донорскую роговицу и заготавливают роговично-протезный комплекс (рис. 3).

Следует отметить, что размеры данной конструкции кератопротеза были утверждены с учетом параметров роговицы кролика для проведения эксперимента *in vivo* в соответствии с предварительно разработанной математической моделью. Размеры опорных пластин и длина оптического цилиндра главным образом влияют на стабильность конструкции в динамике послеоперационного периода в клинической практике, но, учитывая, что эксперимент проводили на кадаверных глазах, цели наблюдения за стабильностью положения кератопротеза в настоящем эксперименте не было. Ввиду этого разработанная модель для эксперимента *in vivo* может быть имплантирована, и в эксперименте *in vitro* для доказательства биоинертности и интегративных свойств материала были изучены особенности разработанной конструкции и создание механизма одноэтапной имплантации новой модели кератопротеза с винтовым типом соединения.

В качестве источника биоматериала для экспериментального исследования был использован донорский материал (кадаверная роговица). Перед включением глаза донора-трупа в эксперимент проводили его серологическую диагностику на инфицированность вирусами ВИЧ I/II, гепатита В и С, сифилисом, представляющими потенциальную угрозу для персонала, после этого сотрудник Глазного тканевого банка проводил оценку морфофункционального показателя трансплантабельности по классификации С.А. Борзенка.

Критериями отбора для дальнейшего эксперимента были возраст доноров до 66 лет, время от момента смерти донора до начала экспериментальных исследований не более 18 часов, показатели адреналиновой пробы А и В, морфологические показатели роговицы 2 и 3 по классификации С.А. Борзенка.

В данной работе была проведена серия экспериментально-морфологических исследований, включавших эксперимент *in vitro*. Для этого было использовано 10 кадаверных роговиц: 1-я группа (n = 5) — роговица с имплантированной новой сквозной моделью кератопротеза; 2-я группа (n = 5) — роговица с имплантированной

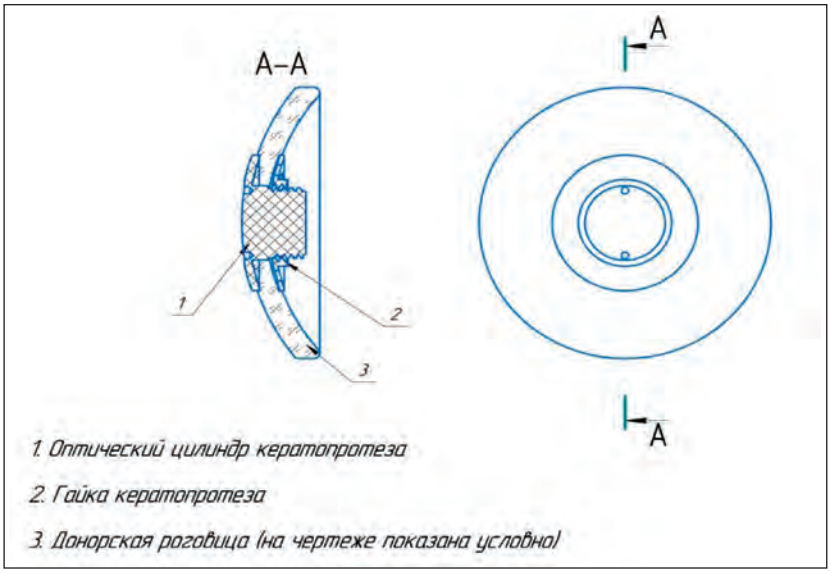


Рис. 3. Схема расположения конструкции кератопротеза с фиксированной роговицей донора.

Fig. 3. Scheme of the keratoprosthesis arrangement with the fixed donor cornea

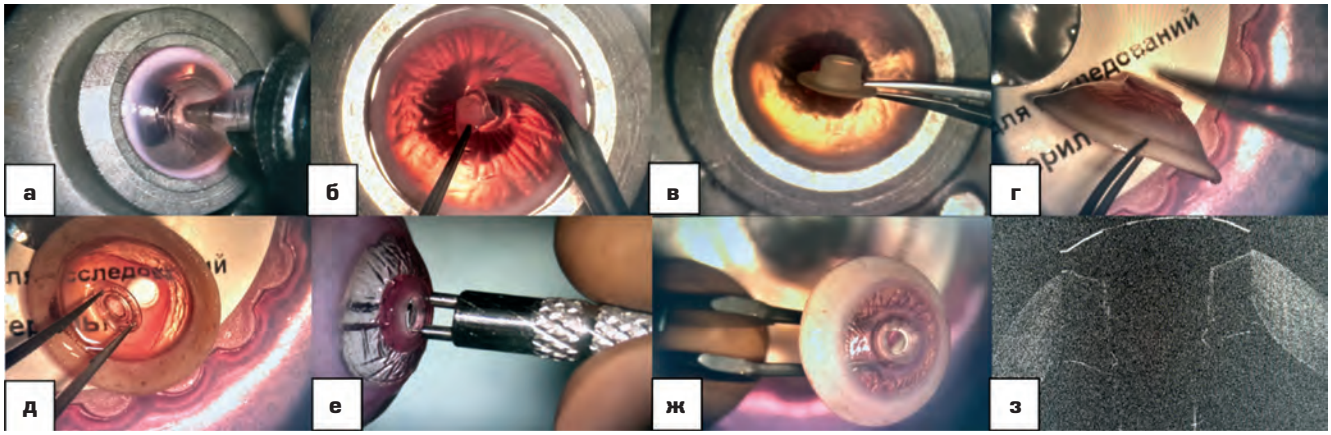


Рис. 4. Этапы формирования роговично-протезного комплекса с использованием новой сквозной модели кератопротеза: а — этап трепанации роговицы; б — дорезание перемычек и формирование трепанационного отверстия; в, г — нанизывание наружной пластины с цилиндром на донорскую роговицу; д — этап фиксации внутренней пластины; е — вкручивание оптического цилиндра во внутреннюю пластину кератопротеза; ж — внешний вид сформированного роговично-протезного комплекса; з — интраоперационная ОКТ после формирования роговично-протезного комплекса

Fig. 4. Stages of the cornea–prosthesis complex formation using a new keratoprosthesis model: а — corneal trepanation stage; б — cutting of the bridges and formation of a trepanation hole; в, г — threading the outer plate with a cylinder onto the donor cornea; д — stage of internal plate fixation; е — screwing of the optical cylinder into the internal plate of the keratoprosthesis; ж — view of the formed corneal-prosthetic complex; з — intraoperative OCT after formation of the cornea–prosthesis complex

моделью кератопротеза Федорова — Зуева одноэтапно с оптическим цилиндром кератопротеза.

После прохождения серологической диагностики и оценки морфофункциональных показателей трансплантабельности до этапа культивирования выполняли заготовку роговично-протезных комплексов.

У части роговиц (n = 5) была имплантирована новая сквозная модель кератопротеза. Заготовка комплекса проводилась следующим образом. Корнеосклеральный диск помещали в чашку Петри со средой для консервации роговицы, затем проводили трепанацию центра роговицы трепаном диаметром 2,5 мм. Далее на корнеосклеральный диск со стороны Боуменовой мембраны через трепанационное отверстие нанизывали наружную пластину с оптическим цилиндром, а со стороны эндотелия к дистальному концу оптического цилиндра присоединяли внутреннюю пластину. В завершение, используя ключ и вязальный пинцет, внутреннюю пластину накручивали на оптический цилиндр до тех пор, пока хирург не встречал сопротивление, тем самым формируя прочный роговично-протезный комплекс (рис. 4).

В качестве сравнения в остальные роговицы (n = 5) был имплантирован кератопротез Федорова — Зуева одноэтапно с оптическим цилиндром.

На первом этапе для имплантации кератопротеза Федорова — Зуева корнеосклеральный диск помещали в искусственную переднюю камеру, выполняли разметку зоны расположения интрастромального кармана (ИСК) и далее под интраоперационным контролем ОКТ мануально выполняли формирование ИСК и имплантировали в него опорную пластину кератопротеза, а зону разреза фиксировали узловыми швами.

На втором этапе с помощью лезвия и ножниц удаляли ткани роговицы над областью заглушки, затем ее выкручивали и удаляли ткани за областью заглушки. В завершение в сформированное трепанационное отверстие дозированно вкручивали оптический цилиндр кератопротеза, соблюдая принцип конгруэнтности с внутренней резьбой заглушки (рис. 5).

Экспериментальные исследования на модели органотипического культивирования были направлены на изучение особенности взаимодействия ткани роговицы человека с исследуемым кератопротезом. Для этой цели проводили имплантацию кератопротеза в роговицу кадаверного глаза с последующим органотипическим культивированием в стандартной ростовой среде в условиях нормотермии.

Для органотипического культивирования применяли среду, включающую DMEM/F12 («ПанЭко», Россия), эмбриональную телячью сыворотку 5 % (HyClone, США), смесь антибиотиков 1 % (Sigma Aldrich, Канада), L-глутамин 2 ммоль/л («ПанЭко», Россия).

Культивирование роговиц кадаверных глаз проводили в CO_2 инкубаторе NU-5510 (NuAire, США) с концентрацией CO_2 5 % при температуре +37 °C в течение 1 месяца. Замену среды производили каждые трое суток в связи с изменением показателя pH в сторону закисления и соответствующего ему изменения pH индикатора среды.

После окончания органотипического культивирования роговицы промывали в фосфатно-солевом буфере (Phosphate buffered saline, PBS) трижды по 10 мин. и фиксировали в 10 % нейтральном растворе формалина в течение 24 ч (141328, AppliChem, Германия). Затем роговицы фрагментировали и подготавливали к последующим

исследованиям: иммуногистохимии (ИГХ), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) и световой микроскопии (СМ).

ИГХ и СЭМ проводились на базе Центра фундаментальных и прикладных медико-биологических проблем ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России под руководством д.м.н. С.А. Борзенка в соответствии с официально принятыми процедурами и специальным разрешением в рамках законодательства РФ, на основании лицензии Федеральной государственной службы по надзору за здравоохранением № 129-ФЗ от 01.05.2022, которая позволяет использовать ткани, выделенные из трупных человеческих глаз, для целей трансплантации и научных исследований.

Для подготовки образцов к СЭМ роговично-склеральные диски извлекали из фиксирующего раствора (10 % формалин), далее с помощью лезвия и ножниц были подготовлены фрагменты роговиц и кератопротезов, представляющие наибольший интерес. На этапе подготовки образцов применяли методику обезвоживания с использованием ацетоновой батареи (10, 20, 30, 50, 70, 90, 100 %) 3-кратно по 10 минут в каждом растворе с последующим вакуумным высушиванием в критической точке (K850 Critical Point Dryer, Quorum, Великобритания).

Далее все образцы фиксировали на алюминиевых предметных держателях (по одному для каждого образца) с помощью карбонового скотча таким образом, чтобы исследуемая поверхность стромы роговицы была обращена наружу. После фиксации производили напыление образцов золотом (проба 999, толщина слоя 5 нм) на установке JEOL Company Smart Coater (Япония) для создания электронно-проводящего слоя на поверхности исследуемых объектов. Затем образцы помещали в камеру двулучевого сканирующего электронного микроскопа JCM-6000 PLUS (JEOL Company, Япония) и анализировали в условиях высокого вакуума при ускоряющем напряжении 10 кВ и увеличениях 20, 100, 400, 1000, 2000×.

После извлечения фрагментов роговиц из фиксирующего раствора ту часть роговиц, которая шла на ИГХ, замораживали в криостате (HM525NX, Thermo Fisher Scientific, США) в криосреде (6502, Thermo Fisher Scientific, США). Криосрезы толщиной 5 мкм на предметном стекле (J1800AMNZ, MenzelGlaser, Германия) были инкубированы с 0,3 % раствором Triton X-100 (A4975, AppliChem, Германия) в фосфатно-солевом буфере (PBS) в течение 15 мин. Далее образцы переносили в блокирующий раствор (1 % бычьего сывороточного альбумина (LY-0081.050, «ПанЭко», Россия) с 0,1 % Twin 20 (A4974, AppliChem, Германия)). Затем срезы окрашивали первичными антителами, разведенными в PBS: Vimentin ARG 52469 (Mouse), Anti-a-SMA ab5694 (Rabbit), Collagen I, Collagen III, Aldehyde Dehydrogenase, Ki-67 Antigen, и инкубировали в течение 60 мин. во влажной камере при комнатной температуре.

Затем предметные стекла трижды промывали в PBS в течение 5 мин. и далее инкубировали с вторичными антителами (Goat Anti-Rabbit IgG ab150077 (AF 488), Goat Anti-Mouse IgG ab150116 (AF 594)) во влажной камере в течение 60 мин. при комнатной температуре в темноте. Затем предметные стекла трижды промывали в PBS в течение 5 мин., а ядра докрашивали Hoechst 33342 (0,2 мкг/мл в дистиллированной воде) (ab228551, Abcam, Великобритания) в течение 2 мин. Наконец, срезы промывали дистиллированной водой и заключали

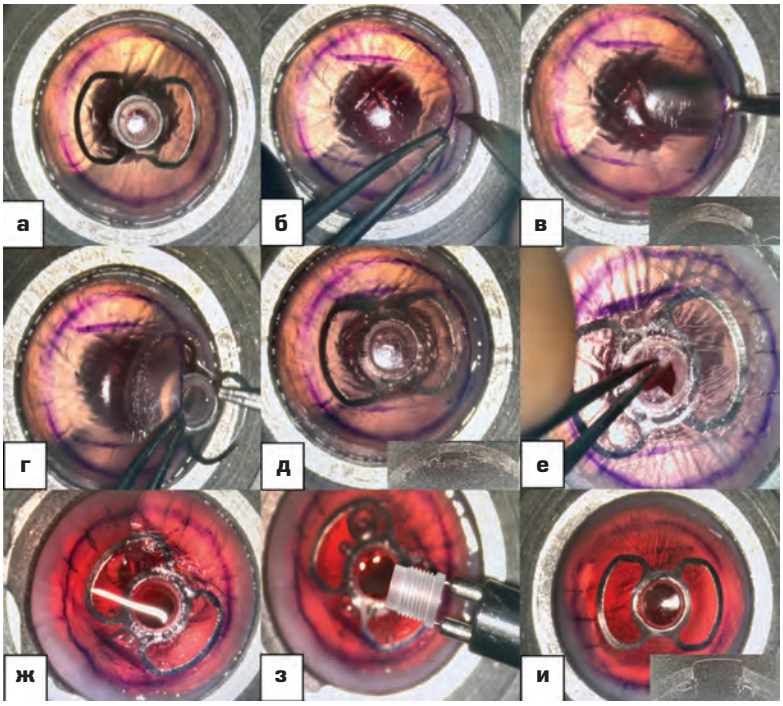


Рис. 5. Этапы имплантации кератопротеза Федорова — Зуева: а — разметка зоны расположения ИСК; б — формирование входного отверстия в ИСК; в — этап расслаивания стромы роговицы с формированием ИСК под интраоперационным контролем ОКТ; г, д — имплантация опорной пластины кератопротеза Федорова — Зуева; е — иссечение тканей вокруг заглушки с ее последующим выкручиванием; ж — иссечение тканей за областью заглушки и формирование отверстия оптического цилиндра кератопротеза; з — вкручивание оптического цилиндра кератопротеза; и — наложение на область входного отверстия узловых швов

Fig. 5. Stages of Fedorov-Zuev keratoprosthesis implantation: a — marking the intrastromal pocket location area; б — forming the entry hole into the intrastromal pocket; в — stage of corneal stroma delamination with formation of the intrastromal pocket under intraoperative OCT control; г, д — implantation of the Fedorov-Zuev keratoprosthesis support plate; e — excision of tissue around the plug with its subsequent twisting; ж — excision of tissue behind the plug area and formation of the opening hole of the keratoprosthesis optical cylinder; з — screwing in the keratoprosthesis optical cylinder; и — suturing the entry hole area

в среде (VitroGel, 12-001, BioVitrum, Россия) под покровным стеклом толщиной 0,13 мм (BB018024A1, Menzel Glaser, Германия). Анализ производился на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе (Fluoview FV10i, Olympus, Япония).

СМ полученных образцов была выполнена в Лаборатории патологической анатомии и гистологии глаза ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, зав. лабораторией к.м.н. А.В. Шацких.

Для гистологического исследования фиксированный в формалине материал промывали проточной водой, обезвоживали в спиртах восходящей концентрации и заливали в парафин. Выполняли серии гистологических срезов с применением окраски гематоксилин-эозином. Препараты изучали под микроскопом Leica DM LB2 (Германия) при ×50, ×100, ×200, ×400, ×630-кратном увеличении с последующей фоторегистрацией на слайд-сканере Leica Aperio CS2 (США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первым этапом после выведения роговиц из органотипического культивирования выполняли СЭМ фрагментов роговицы и конструкций кератопротезов. Целью проведения СЭМ было обнаружение клеток и новообразованных волокнистых соединительнотканных элементов на изучаемых поверхностях.

В первой группе поверхности опорных пластин, находящиеся в непосредственном контакте с роговицей, и дистальная часть резьбы оптического цилиндра содержали фрагменты внеклеточного матрикса, что свидетельствует о нетоксичности материала нового сквозного кератопротеза и биосовместимости конструкции, допускающей имплантацию данной модели протеза роговой оболочки. Передняя поверхность оптического цилиндра после культивирования осталась чистой, без признаков наползания клеточных элементов, что говорит о достаточной высоте экстраокулярной части и является положительным критерием, так как прозрачность цилиндра должна оставаться полной (рис. 6).

На передней и задней поверхностях опорной пластины кератопротеза Федорова — Зуева (2-я группа) признаков клеточных элементов не было обнаружено, что, вероятнее всего, связано с особенностью материала, из которого выполнена пластина, а также свободным расположением пластины в ИСК. В параоптической области наблюдалась адгезия внеклеточного матрикса, что может являться предиктором зарастания оптического цилиндра, учитывая несоблюдение этапности имплантации данной модели кератопротеза (рис. 7).

После удаления кератопротезов изучали поверхности роговиц, которые контактировали с опорными элементами. В первой группе на передней и задней поверхностях роговиц наблюдали наличие волокнистых соединительнотканных структур. Признаков повреждения эндотелиальных клеток не обнаружено, что, в свою очередь, говорит о допустимой компрессии в момент формирования роговично-протезного комплекса с использованием новой сквозной модели протеза и правильной работе фенестр во внутренней опорной пластине (рис. 8).

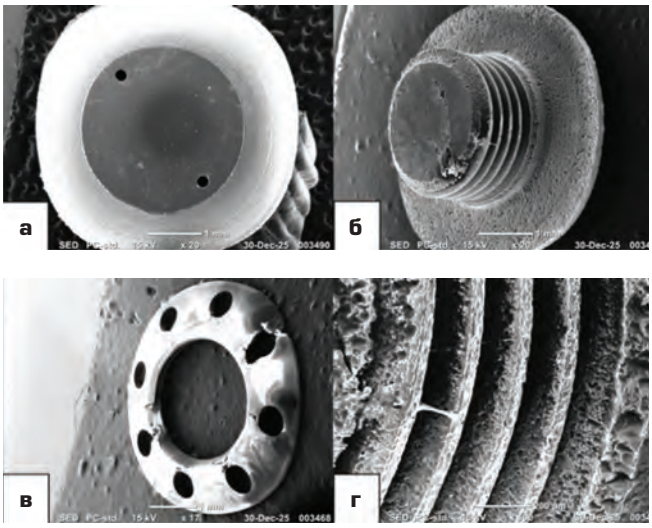


Рис. 6. Серия снимков сканирующей электронной микроскопии новой сквозной модели кератопротеза: а — передняя поверхность оптического цилиндра и наружной пластины кератопротеза, ув. ×20; б — задняя поверхность наружной пластины кератопротеза, ув. ×20; в — передняя поверхность внутренней пластины кератопротеза, ув. ×17; г — дистальная часть резьбы оптического цилиндра, ув. ×100

Fig. 6. A series of scanning electron microscopy images of a new keratoprosthesis model: a — anterior surface of the optical cylinder and outer plate of the keratoprosthesis, magnification × 20; б — posterior surface of the outer plate of the keratoprosthesis, magnification ×20; в — anterior surface of the inner plate of the keratoprosthesis, magnification ×17; г — distal part of the optical cylinder thread, magnification ×100

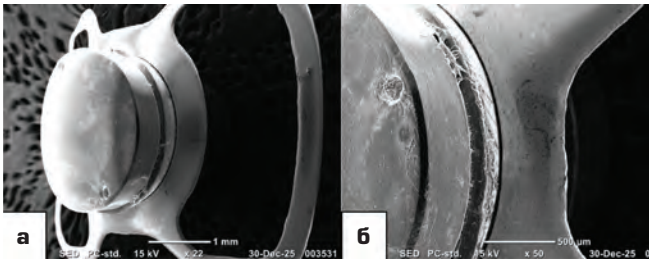


Рис. 7. Серия снимков сканирующей электронной микроскопии кератопротеза Федорова — Зуева: а — передняя поверхность опорной пластины кератопротеза Федорова — Зуева с имплантированным оптическим цилиндром, ув. ×20; б — параоптическая область кератопротеза с волокнами соединительной ткани в зоне перехода оптики в опорную пластину, ув. ×50

Fig. 7. A series of scanning electron microscopy images of the Fedorov-Zuev keratoprosthesis: a — the anterior surface of the Fedorov-Zuev keratoprosthesis support plate with an implanted optical cylinder, magnification ×20; б — the paraoptic area of the keratoprosthesis with connective tissue fibers in the transition zone of the optics into the support plate, magnification × 50

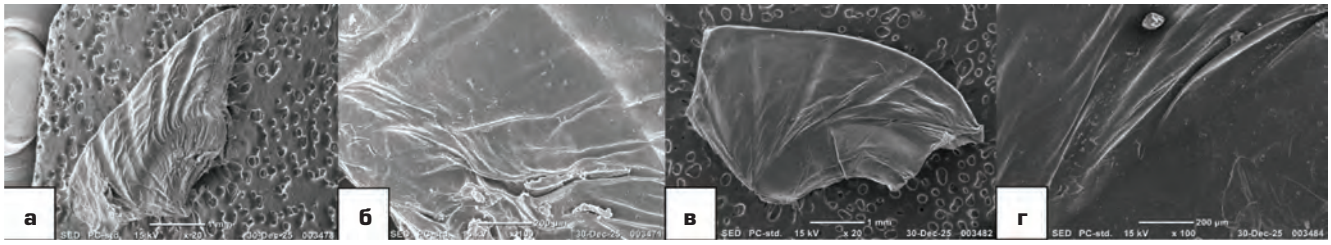


Рис. 8. Серия снимков сканирующей электронной микроскопии роговицы донора после имплантации новой сквозной модели кератопротеза: а — верхняя поверхность роговицы, ув. ×20; б — верхняя поверхность роговицы, ув. ×100; в — нижняя поверхность роговицы, ув. ×20; г — нижняя поверхность роговицы, ув. ×100

Fig. 8. A series of scanning electron microscopy images of the donor cornea after implantation of a new penetrating keratoprosthesis model: а — upper surface of the cornea, ×20 magnification; б — upper surface of the cornea, ×100 magnification; в — lower surface of the cornea, ×20 magnification; г — lower surface of the cornea, ×100 magnification

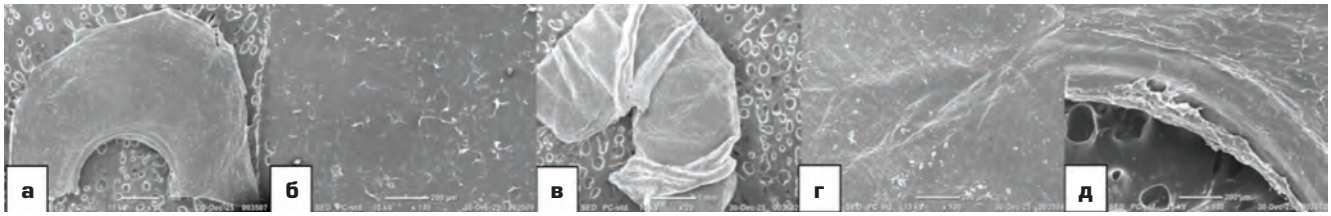


Рис. 9. Серия снимков сканирующей электронной микроскопии роговицы донора после имплантации кератопротеза Федорова — Зуева: а — крышка ИСК, ув. ×20; б — крышка ИСК, ув. ×100; в — ложе ИСК, ув. ×20; г — ложе ИСК, ув. ×100; д — параоптическая область с забросом эндотелия, ув. ×100

Fig. 9. A series of scanning electron microscopy images of the donor cornea after implantation of the Fedorov-Zuev keratoprosthesis: а — intrastromal pocket cap, magnification ×20; б — intrastromal pocket cap, magnification ×100; в — intrastromal pocket space, magnification ×20; г — intrastromal pocket space, magnification ×100; д — paraoptic area with endothelial reflux, magnification ×100

Во второй группе после удаления кератопротеза Федорова — Зуева были изучены поверхности ИСК и параоптическая область (рис. 9). Ложе и крышка кармана по данным СЭМ не имели грубых зазубрин, несмотря на механическое расслаивание. В параоптической области наблюдали заброс клеток эндотелия, наличие которых недопустимо, что свидетельствует о сложностях формирования отверстия оптического цилиндра сразу после имплантации опорной пластины и травматизации тканей с попаданием значительного фрагмента эндотелия в резьбу при вкручивании оптического цилиндра, что, в свою очередь, является отрицательным фактом для одноэтапной имплантации кератопротеза Федорова — Зуева, так как в клинической практике это создает риск затекания ВГЖ в сформированное стромальное ложе и ее истечения наружу с последующей послеоперационной гипотонией глазного яблока и присоединением инфекционного процесса. Кроме того, риск фильтрации ВГЖ является предпосылкой протрузии протеза и осложнений со стороны заднего отрезка глаза, таких как отслойка сосудистой оболочки и сетчатки.

Следующим этапом экспериментального исследования было проведение ИГХ, целью которой послужило изучение пролиферативной активности и адгезивных свойств клеток роговицы после удаления кератопротеза.

Срезы выполнялись таким образом, чтобы в первой группе можно было визуализировать полость, на месте которой была расположена фенестра внутренней опорной пластины, а во второй группе — фрагмент ИСК.

Активность кератоцитов наблюдалась и в первой, и во второй группе, однако в первой группе — только в зоне контакта роговицы с опорными элементами и оптическим цилиндром, а во второй — равномерно во всей роговице, что является ожидаемым результатом для обеих групп и предположительно связано с разными способами фиксации опорных элементов. Данные заключения были сделаны в результате анализа экспрессии антител Aldehyde Dehydrogenase — маркера функциональной активности и сохранности кератоцитов и Collagen I, Collagen III — маркеров коллагенообразования.

Пролиферативная активность клеток значительно больше отмечалась во второй группе, что для нее является предпочтительным ввиду интрастромального расположения кармана, присутствия в строме инородного тела, а также реакции клеток стромы на материал (по данным экспрессии Ki-67 Antigen — маркера пролиферативной активности), что также доказывается наличием незначительных признаков перерождения кератоцитов в данной группе (Vimentin ARG 52469 (Mouse), Anti-a-SMA ab5694 (Rabbit) — маркеры перерождения кератоцитов) (рис. 10, 11).

По данным ИГХ, с учетом различного механизма фиксации опорных элементов и материала клеточная реакция была разной, однако в обоих случаях положительной и ожидаемой, что свидетельствует о безопасности имплантации обеих конструкций кератопротеза и биоинертности материала. Однако данный факт требует дальнейшего изучения исследуемых изделий в условиях *in vivo*.

Завершающим этапом эксперимента стало гистологическое исследование препаратов методом СМ. По данным СМ, в первой группе четко визуализировалась граница между структурой роговицы в составе роговично-протезного комплекса, которая подверглась компрессии, и зона интактной роговицы.

Профиль гистологического среза был конгруэнтен фиксационному элементу кератопротеза. Структура роговицы была сохранной, эпителизированной. Новообразованный эпителий равномерным пластом, состоящим из 1–2 рядов клеток, покрывал роговицу, что может свидетельствовать об отсутствии травматического эффекта кератопротеза и стабильности его фиксации. Стромальные волокна не были повреждены, изменился лишь их ход с волнообразного на прямолинейный. Признаков отека стромы не обнаружено, как и участков дегидратационных нарушений, что говорит о сохранении равномерной гидратации роговицы и правильной работе фенестр внутренней опорной пластины. По данным гистологических препаратов оценить состояние эндотелия не представлялось возможным.

Во второй группе визуализировали интрастромальный карман, который повторяет форму и размер опорной пластины кератопротеза, содержит в области ложа и крышки умеренный клеточный компонент, что может являться предиктором капсулообразования, также наблюдался правильный ход коллагеновых волокон в строме вокруг ИСК (рис. 12).

Результаты СМ в отношении новой модели сквозного кератопротеза показывают техническую возможность его имплантации с сохранением морфофункционального состояния роговицы, что позволяет перейти

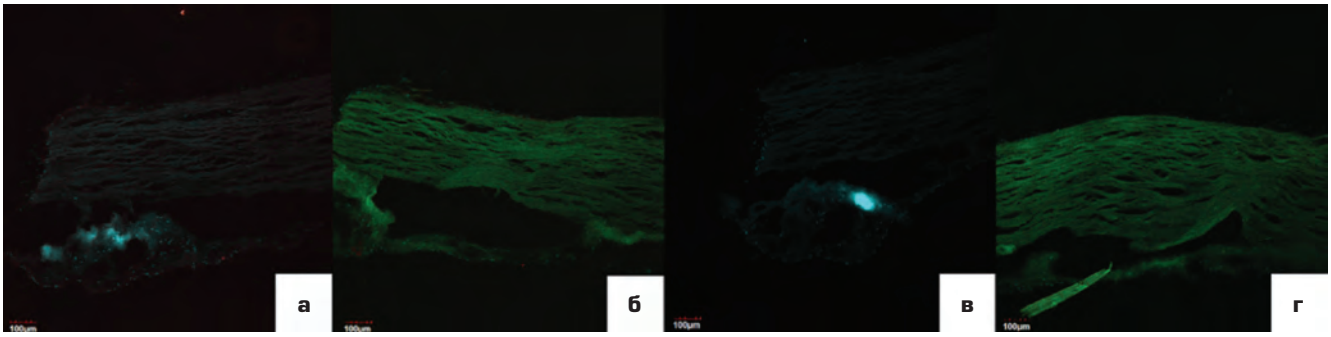


Рис. 10. Серия снимков фрагментов донорской роговицы после удаления новой модели кератопротеза, выполненная на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе: а — Aldehyde Dehydrogenase; б — Collagen I, Collagen III; в — Ki-67 Antigen; г — Vimentin ARG 52469 (Mouse), Anti-a-SMA ab5694 (Rabbit)

Fig. 10. Images of the donor cornea fragments after removal of the new keratoprosthesis model, taken on a confocal laser scanning microscope: а — Aldehyde Dehydrogenase; б — Collagen I, Collagen III; в — Ki-67 Antigen; г — Vimentin ARG 52469 (Mouse), Anti-a-SMA ab5694 (Rabbit)

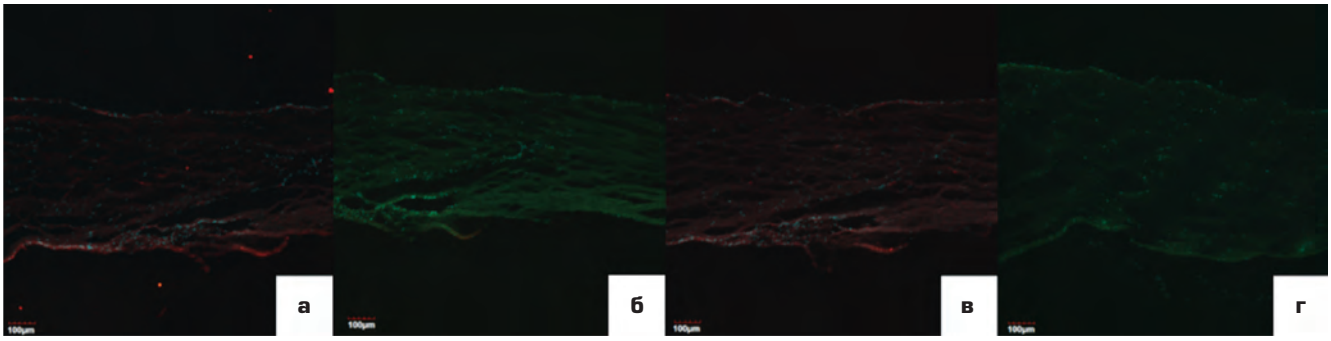


Рис. 11. Серия снимков фрагментов донорской роговицы после удаления кератопротеза Федорова — Зуева, выполненная на конфокальном лазерном сканирующем микроскопе: а — Aldehyde Dehydrogenase; б — Collagen I, Collagen III; в — Ki-67 Antigen; г — Vimentin ARG 52469 (Mouse), Anti-a-SMA ab5694 (Rabbit)

Fig. 11. Images of the donor cornea fragments after removal of the Fedorov-Zuev keratoprosthesis, taken on a confocal laser scanning microscope: а — Aldehyde Dehydrogenase; б — Collagen I, Collagen III; в — Ki-67 Antigen; г — Vimentin ARG 52469 (Mouse), Anti-a-SMA ab5694 (Rabbit)

к следующему этапу доклинического исследования в эксперименте *in vivo*.

ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из приоритетных вопросов кератопротезирования является разработка оптимальной конструкции кератопротеза, его параметров, размеров и материала изготовления. От выбранной модели кератопротеза напрямую зависит хирургическая техника, сроки выполнения операции, характер интра- и послеоперационных осложнений, а также стабильность положения конструкции в различные сроки послеоперационного периода. Как свидетельствуют данные исследований, именно конструкция кератопротеза в значительной степени определяет стабильный послеоперационный результат и эффективность зрительной реабилитации пациентов [10, 11].

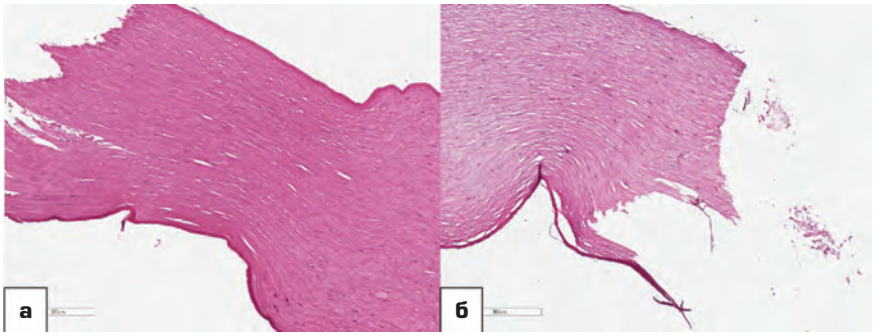


Рис. 12. Гистологические препараты донорских корнеосклеральных дисков после экспериментального моделирования с использованием кератопротезов: а — новой сквозной модели кератопротеза; б — кератопротеза Федорова — Зуева

Fig. 12. Histological preparations of donor corneoscleral discs after experimental modeling using keratoprostheses: a — a new penetrating model of keratoprosthesis; b — Fedorov-Zuev keratoprosthesis

На сегодняшний день сквозное кератопротезирование подразделяется в зависимости от способа фиксации опорной пластины на экстракорнеальное и интраламеллярное. Основным представителем интраламеллярного способа фиксации, получившим широкое распространение во всем мире, является кератопротез Федорова — Зуева в классическом исполнении, который состоит из титановой опорной пластины и оптического цилиндра [3, 4, 12].

Тем не менее данная модель кератопротеза имеет ряд недостатков, в частности риск развития асептического некроза тканей в ответ на материал опорной пластины и, как следствие, протрузия кератопротеза. Кроме того, большой диаметр опорной пластины (8,5–6,5 мм) требует выкраивания соответствующего по размеру ИСК у пациента, что не всегда представляется возможным. Постожоговые бельма зачастую неравномерны по своей толщине, что в значительной степени осложняет формирование ИСК, увеличивая риск перфорации бельма [13, 14].

Использование данной модели кератопротеза оправдано в случае тяжелых повреждений переднего отрезка глазного яблока, в частности термических и химических ожогов, минно-взрывных ранений, травмы глаза и токсико-аллергических реакций (синдром Лайела, синдром Стивенса — Джонсона, рубцующий пемфигоид), т.е. в случаях с осложненными бельмами, когда интрастромальное положение опорного элемента снижает вероятность воспалительных и асептических воздействий на конструкцию протеза.

Если бельмо является неосложненным, толщина роговицы равномерна, а структуры угла передней камеры не имеют грубых повреждений, допускается возможность имплантации опорных элементов одномоментно с оптическим этапом, что значительно ускоряет зрительную реабилитацию пациентов. К данной группе относится Бостонский кератопротез, являющийся одним из наиболее часто используемых в мире. Однако на территории Российской Федерации ни один из аналогичных по конструкции протезов не имеет регистрации и не используется для имплантации. Кроме того, отсутствует возможность эксплантации оптической части и ее замены для данной группы протезов, что делает весьма перспективными направления по разработке резьбового типа соединения оптического компонента [8, 9, 15].

В настоящий момент единственным доступным кератопротезом на территории Российской Федерации является кератопротез Федорова — Зуева, который подразумевает длительное ожидание второго этапа кератопротезирования даже в тех случаях, когда сосудистое бельмо не осложнено наличием сопутствующих патологий. Данный тип протеза не исключает одноэтапный тип имплантации, однако формирование ИСК и сквозное трепанирование оптической части создают предпосылки к затеканию ВГЖ в сформированное стромальное ложе и ее истечению наружу с возможными рисками послеоперационной гипотонии и присоединения инфекционного процесса [16].

Кроме того, фильтрация ВГЖ является фактором риска протрузии протеза и осложнений со стороны заднего отрезка глаза (отслойка сосудистой оболочки и сетчатки). Следует также отметить, что одноэтапная имплантация имеет ряд других недостатков: нестабильное положение опорной пластины в ИСК, риск попадания тканей в зону резьбы, что, в свою очередь, создает трудности при вкручивании оптического цилиндра; невозможность корректного расчета диоптрийной силы оптического цилиндра; отсутствие возможности подбора высоты экстраокулярной части оптического цилиндра, что рано или поздно приведет к замене оптики в результате ее зарастания [17, 18].

Тем не менее в литературе описаны единичные случаи одноэтапной имплантации кератопротеза Федорова — Зуева, однако для этого требовались определенные

показания: необходимость витреоретинального вмешательства в ускоренном порядке (наличие свежей отслойки сетчатки, витреомакулярной тракции, субтотального или тотального гемофтальма), а также невозможность повторного визита пациента для выполнения второго этапа [19].

В отличие от кератопротеза Федорова — Зуева, Бостонская модель кератопротеза предполагает принципиально иной подход. Отличительной особенностью и преимуществом этого кератопротеза является возможность проведения одноэтапного оптико-реконструктивного вмешательства, что обеспечивает быструю зрительную реабилитацию пациентов. Однако существенным ограничением данной модели выступает невозможность замены оптического цилиндра, а также отсутствие цилиндров с удлиненной экстраокулярной частью, что, в свою очередь, приводит к необходимости полного удаления конструкции кератопротеза в случае развития послеоперационных осложнений и повторной пересадки роговично-протезного комплекса [15, 16, 20–22].

С учетом анализа всего предшествующего опыта кератопротезирования авторами настоящей статьи совместно с ООО «Репер-НН» (Нижний Новгород, РФ) была разработана новая модель разборного кератопротеза из гидрофобного акрила для одномоментного сквозного кератопротезирования. Резьбовой тип фиксации предполагает возможность замены оптического цилиндра в отдаленном послеоперационном периоде в случае необходимости.

На данном этапе работы была проведена серия экспериментально-морфологических исследований, включавших эксперимент *in vitro,* с целью изучения особенностей реакции роговицы на полимерный материал и конструкцию новой модели кератопротеза в отличие от одноэтапной имплантации кератопротеза Федорова — Зуева.

В результате выполненного клеточного культивирования была установлена биосовместимость и нетоксичность новой модели кератопротеза с сохранением пролиферативной активности клеток роговицы и их способности к адгезии на поверхности кератопротеза, что говорит о его потенциальной пригодности к имплантации. В месте компрессии ход коллагеновых волокон был сохранным, правильным, а наличие внеклеточных пространств наравне с интактной роговицей косвенно свидетельствует о возможности правильной гидратации роговицы через фенестры. Наличие наползающих с лимбальной зоны эпителиальных структур и интактный эндотелий в зоне расположения пластин свидетельствуют об отсутствии травматического эффекта фиксации кератопротеза, что подтверждается данным СМ.

Тем не менее требуется дальнейшее изучение исследуемых изделий в условиях *in vivo* с целью доработки технических характеристик новой модели кератопротеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Поиск оптимальной модели кератопротеза для пациентов с дистрофическим бельмом с целью экономии донорского материала и ускорения зрительной реабилитации является важным и актуальным направлением исследования. Разработанная модель сквозного кератопротеза для одноэтапного кератопротезирования в ходе проведенного экспериментального исследования показала свою эффективность, биосовместимость и безопасность конструкции. По сравнению с существующей моделью кератопротеза Федорова — Зуева, при условии одномоментного выполнения оптического этапа, новый кератопротез будет являться более безопасной и предсказуемой конструкцией в плане послеоперационной стабильности и вероятности осложнений.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Манцова В.Р. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, написание текста, редактирование;
Борзенок С.А. — проведение сканирующей электронной микроскопии и иммуногистохимии, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Головин А.В. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ и обработка материала, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Островский Д.С. — проведение сканирующей электронной микроскопии и иммуногистохимии, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Шацких А.В. — проведение гистологического исследования, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Хубецова М.Х. — проведение сканирующей электронной микроскопии и иммуногистохимии, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Шичкова А.Г. — разработка и изготовление опытной модели кератопротеза, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Мочалова А.Е. — разработка и изготовление опытной модели кератопротеза, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Трошина А.А. — написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Нероев ВВ, Гундорова РА, Макаров ПВ. Ожоги глаз. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013.
   Neroev VV, Gundorova RA, Makarov PV. Burns to the eyes. Moscow: GEOTAR-Media; 2013 (In Russ.).
2. Ghaffariyeh A, Honarpisheh N, Karkhaneh A, Abudi R, Moroz ZI, Peyman A, Faramarzi A, Abasov F. Fyodorov-Zuev keratoprosthesis implantation: long-term results in patients with multiple failed corneal grafts. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2011 Jan;249(1):93–101. doi: 10.1007/s00417-010-1493-8.
3. Федоров СН, Мороз ЗИ, Зуев ВК. Кератопротезирование. М.: Медицина; 1982:144.
   Fedorov SN, Moroz ZI, Zuev VK. Keratoprosthetics. Moscow: Medicine; 1982:44 (In Russ.).
4. Мороз ЗИ, Власова ВА, Ковшун ЕВ. История кератопротезирования в МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова. Офтальмохирургия. 2013;4:50–55.
   Moroz ZI, Vlasova VA, Kovshun EV. History of keratoprosthetics in S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2013;4:50–55 (In Russ.).
5. Малюгин БЭ, Борзенок СА, Ковшун ЕВ. Морфологические изменения роговицы кролика при имплантации новой модели опорной пластинки кератопротеза. Вестник офтальмологии. 2020;136(5):77–86.
   Malyugin BE, Borzenok SA, Kovshun EV. Morphological changes in rabbit cornea after implantation of a new keratoprosthesis supporting plate. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(5):77–86. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013605177.
6. Karkhaneh A, Mirzadeh H, Ghaffariyeh A, Ebrahimi A, Honarpisheh N, Hosseinzadeh M, Heidari MH. Novel materials to enhance corneal epithelial cell migration on keratoprosthesis. Br J Ophthalmol. 2011 Mar;95(3):405–409. doi: 10.1136/bjo.2009.178632. Epub 2010 Jul 31.
7. Макаров ПВ, Петрова АО, Ченцова ЕВ, Оганесян ОГ, Серов ЮА, Луговкина КВ. Случай спонтанного непроникающего кератопротезирования в процессе многоэтапной имплантации протеза Федорова — Зуева у пациента с тяжелым химическим ожогом глаз. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(2):59–62.
   Makarov PV, Petrova AO, Chentsova EV, Oganesyan OG, Serov YuA, Lugovkina KV. A case of spontaneous non-penetrating keratoprosthesis during multi-

stage implantation of a Fedorov — Zuyev prosthesis in a patient with a severe chemical eye burn. Russian Ophthalmological Journal. 2021;14(2):59–62 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-2-59-62.
8. Saeed HN, Shanbhag S, Chodosh J. The Boston keratoprosthesis. Curr Opin Ophthalmol. 2017 Jul;28(4):390–396. doi: 10.1097/ICU.0000000000000373.
9. Dohlman C. The Boston Keratoprosthesis-The First 50 Years: Some Reminiscences. Annu Rev Vis Sci. 2022;8:1–32. doi: 10.1146/annurev-vision-100820-021253.
10. Avadhanam VS, Smith HE, Liu C. Keratoprostheses for corneal blindness: a review of contemporary devices. Clin Ophthalmol. 2015 Apr 16;9:697–720. doi: 10.2147/OPTH.S27083.
11. Грищенко МВ, Мясникова ВВ, Нефедов ДА. Протезирование роговицы: от прошлого к будущему. Российский офтальмологический журнал. 2023; 16(3):141–146.
Grishchenko MV, Myasnikova VV, Nefedov DA. Keratoprostheses: from the past to the future. Russian Ophthalmological Journal. 2023;16(3):141-146. (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-141-146.
12. Мороз ЗИ, Зуев ВК, Глазко ВИ. Сравнительная оценка трех видов кератопротезов, имплантированных в ожоговые бельма. Оптикореконструктивные операции и аллопластика в офтальмологии. М., 1974:39–43.
Moroz ZI, Zuev VK, Glazko VI. Comparative evaluation of three types of keratoprostheses implanted in burn leukomas // Optical reconstructive operations and alloplasty in ophthalmology. Moscow, 1974:39–43 (In Russ.).
13. Ghaffariyeh A, Honarpisheh N, Karkhaneh A, Abudi R, Moroz ZI, Peyman A, Faramarzi A, Abasov F. Fyodorov-Zuev keratoprosthesis implantation: long-term results in patients with multiple failed corneal grafts. Grae fes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2011;249(1):93–101. doi: 10.1007/s00417-010-1493-8.
14. Пучковская НА, Якименко СА, Голубенко ЕА. Отдаленные результаты кератопротезирования. Офтальмологический журнал. 1979;7:388–391.
Puchkovskaya NA, Yakimenko SA, Golubenko EA. Long-term results of keratoprosthetics. Ophthalmological journal. 1979;7:388–391 (In Russ.).
15. Harissi-Dagher M, Colby KA. Cataract extraction after implantation of a type I Boston keratoprosthesis. Cornea. 2008;27:220–222. doi: 10.1097/ICO.0b013e31815b7d69.
16. Головин АВ, Колесник АИ, Попов АБ, Манцова ВР, Трошина АА, Прошко АВ. Дифференцированный подход к хирургическому лечению ретропротезной мембраны у пациентов после кератопротезирования. Офтальмология. 2025;22(2):273–281.
Golovin AV, Kolesnik AI, Popov AB, Mantsova VR, Troshina AA, Proshko AV. Differentiated Approach in Surgical Treatment of Retroprosthetic Membrane in Patients with Keratoprosthesis. Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):273–281 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-2-273-281.
17. Головин АВ, Борзенок СА, Латыпов ИА, Манцова ВР, Трошина АА, Прошко АВ, Кечин ЕВ. Клинико-функциональные результаты имплантации модифицированной опорной пластины кератопротеза Федорова — Зуева пациентам с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами. Офтальмохирургия. 2025;2s(145): 136–146. doi: 10.25276/0235-4160-2025-2S-136-146.
Golovin AV, Borzenok SA, Latypov IA, Mantsova VR, Troshina AA, Proshko AV, Kechin EV. Clinical and functional results of modified Fyodorov — Zuev keratoprosthesis intralamellar plate implantation in patients with corneal leucomas due to burns and sever forms of corneal dystrophies. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2025;2s(145): 136–146. (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2025-2S-136-146.
18. Головин АВ, Манцова ВР, Трошина АА, Кечин ЕВ, Прошко АВ. Алгоритм расчета диоптрийной силы оптического цилиндра для проведения оптического этапа кератопротезирования. Офтальмология. 2025;22(4):786–794.
Golovin AV, Mantsova VR, Troshina AA, Kechin EV, Proshko AV. Algorithm for Calculating the Dioptric Power of an Optical Cylinder for the Optical Stage of Keratoprosthesis Implantation. Ophthalmology in Russia. 2025;22(4):786–794 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-4-786-794.
19. Чернетский ИС, Макаров ПВ, Беляев ДС. Об истории и перспективах кератопротезирования. Российский офтальмологический журнал. 2009;2(2):47–51.
Chernetsky IS, Makarov PV, Belyaev DS. About the history and prospects of keratoprosthetics. Russian Ophthalmological Journal. 2009:2(2):47–51 (In Russ.).
20. Макаров ПВ, Гундорова РА, Ченцова ЕВ, Лепарская НЛ, Кугушева АЭ. Отдаленные результаты кератопротезирования протезом Федорова — Зуева у пациентов с последствиями особо тяжелых ожогов глаз. Современные технологии в офтальмологии. 2020;4:41–42.
Makarov PV, Gundorova RA, Chentsova EV, Leparskaya NL, Kugusheva AE. Long-term results of keratoprosthetics with a Fedorov — Zuev prosthesis in patients with particularly severe eye burns. Modern technologies in ophthalmology. 2020;4:41–42 (In Russ.).
21. Nonpassopon M, Niparugs M, Cortina MS. Boston Type 1 Keratoprosthesis: Updated Perspectives. Clin Ophthalmol. 2020 Apr 29;14:1189–1200. doi: 10.2147/OPTH.S219270. PMID: 32425503; PMCID: PMC7196770.
22. Головин АВ, Трошина АА, Манцова ВР, Прошко АВ. Комплексный подход к хирургическому лечению катаракты у пациентов с сосудистыми бельмами на разных этапах кератопротезирования. Офтальмохирургия. 2025;2(144): 16–28.
Golovin AV, Troshina AA, Mantsova VR, Proshko AV. An integrated approach to the surgical treatment of cataracts in patients with vascular leukomas at various stages of keratoprosthesis. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2025;2(144):16–28. (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2025-2-16-28.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Манцова Валерия Романовна
аспирант, врач-офтальмолог

Борзенок Сергей Анатольевич
доктор медицинских наук, профессор кафедры глазных болезней;
академик РАЕН, руководитель центра фундаментальных
медико-биологических проблем

Головин Андрей Владимирович
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком

Островский Дмитрий Сергеевич
кандидат биологических наук, заведующий лабораторией глазного банк

Шацких Анна Викторовна
кандидат медицинских наук, врач-патологоанатом, заведующая
патологоанатомической лабораторией

Хубецова Мадина Хетаговна
кандидат медицинских наук, заведующая глазным банком

Шичкова Анна Геннадьевна
начальник производства

Мочалова Алла Евгеньевна
доктор химических наук, заместитель директора
по технологическому развитию

Трошина Анна Алексеевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

ABOUT THE AUTHORS

Mantsova Valeria R.
postgraduate, ophthalmologist

Borzenok Sergey A.
MD, Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences,
head of the Center for Fundamental Medical and Biological Problems

Golovin Alexander V.
PhD, head of the Surgical Unit

Ostrovsky Dmitry S.
PhD in Biology, head of the Eye Bank Laboratory

Shatskikh Anna V.
PhD, head of the Eye Pathology Laboratory

Khubetsova Madina Kh.
PhD, head of the Eye Bank

Shichkova Anna G.
head of Production

Mochalova Alla E.
Doctor of Chemical Sciences, deputy director
for Technological Development

Troshina Anna A.
PhD, ophthalmologist

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-449-455

поступила 04.04.25
was received 04.04.25

Микроструктура роговицы в норме у кроликов породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии

Е.В. Ерохина[1] И.Г. Трифаненкова[1,2] А.В. Терещенко[1,2]
Е.С. Чикова[1]

[1] Калужский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Святослава Федорова, 5, Калуга, 248007, Российская Федерация

[2] Медицинский институт ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»
ул. Степана Разина, 26, Калуга, 248023, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):449–455**

Цель — определение нормальной микроструктуры роговицы у кроликов породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии. **Материал и методы.** Конфокальная микроскопия роговицы выполнена у 10 кроликов-самцов породы шиншилла весом от 3500 до 4200 г. В исследование включали один (правый) глаз животного. Конфокальную микроскопию роговицы выполняли на лазерном сканирующем микроскопе HRT-3 (Heidelberg Engineering, Германия) с использованием специального роговичного модуля Rostock Cornea Module (RCM), с областью сканирования 400×400 мкм, поперечным и аксиальным разрешением 1–2 и 4 мкм соответственно, скорость сканирования — 30 кадров в секунду, размер получаемых изображений — 384×384 пикселя. **Результаты.** В ходе проведения конфокальной микроскопии роговицы у всех животных удалось получить изображения с дифференцировкой ее субструктур. Толщина роговицы кроликов варьировала в пределах 340–359 мкм. Полученные данные конфокальной микроскопии показали, что структура роговицы кролика породы шиншилла не имеет существенных отличий от нормальной структуры роговицы человека. **Заключение.** Использование кроликов породы шиншилла целесообразно в экспериментальных моделях, связанных с имитацией заболеваний эпителия, стромы и эндотелия роговицы. При моделировании заболеваний и изучении патогенетических механизмов их развития на животных необходимо помнить о том, что одни и те же заболевания в организме лабораторных животных и человека могут развиваться по различным сценариям в связи с различиями в клеточном метаболизме.

Ключевые слова: конфокальная микроскопия роговицы, кролики породы Шиншилла, экспериментальные исследования

Для цитирования: Ерохина Е.В., Трифаненкова И.Г., Терещенко А.В., Чикова Е.С. Микроструктура роговицы в норме у кроликов породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии. *Офтальмология.* 2026;23(2):449–455. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-449-455

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Normal Corneal Microstructure in Chinchilla Rabbits According to Confocal Microscopy

E.V. Erokhina[1], I.G. Trifanenkova[1,2], A.V. Tereshchenko[1,2], E.S. Chikova[1]

[1] The Kaluga Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Svyatoslav Fedorova str., 5, Kaluga, 248007, Russian Federation

[2] Kaluga state university named after K.E. Tsiolkovski
Stepana Razina str., 26, Kaluga, 248023, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):449–455**

Purpose: to evaluate the normal microstructure of the cornea in Chinchilla rabbits using confocal microscopy data. **Material and methods.** Confocal microscopy of the cornea was performed on 10 male Chinchilla rabbits. The weight of rabbits is from 3500 to 4200 grams. One (right) eye of the animal was included in the study. Confocal microscopy of the cornea was performed on a laser scanning microscope HRT-3 (Heidelberg Engineering, Germany) using a special corneal module Rostock Cornea Module (RCM). The scanning area is 400×400 μm, with transverse and axial resolutions of 1–2 and 4 μm, respectively, the scanning speed is 30 frames per second, and the size of the resulting images is 384×384 pixels. **Results.** During confocal microscopy of the cornea, it was possible to obtain images with differentiation of its substructures in all animals. The corneal thickness of rabbits varied within the range of 340–359 μm. The obtained data from confocal microscopy have showed that the structure of the cornea of the Chinchilla rabbit does not differ significantly from the normal structure of the human cornea. **Conclusion.** The use of Chinchilla rabbits is advisable in experimental models associated with the imitation of diseases of the epithelium, stroma and endothelium of the cornea. When modeling diseases and studying the pathogenetic mechanisms of their development in animals, it is necessary to remember that the same diseases in the body of laboratory animals and humans can develop according to different scenarios due to differences in cellular metabolism.

Keywords: confocal microscopy of the cornea, Chinchilla rabbits, experimental studies

For citation: Erokhina E.V., Trifanenkova I.G., Tereshchenko A.V., Chikova E.S. Normal Corneal Microstructure in Chinchilla Rabbits According to Confocal Microscopy. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):449–455. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-449-455

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

В последние годы с развитием современных методов диагностики разрабатываются новые способы лечения заболеваний роговицы. Трансплантация роговицы и ее современные модификации являются одним из основных, а иногда и единственным эффективным методом лечения. Учитывая существующие во всем мире проблемы с недостатком донорской роговицы, необходимы дополнительные усилия для разработки новых вариантов лечения. В связи с этим особую важность приобретает разработка адекватных экспериментальных моделей заболеваний роговицы. Наиболее часто в офтальмологических исследованиях в качестве модели для проведения экспериментов используются кролики различных пород.

Экспериментальное моделирование той или иной офтальмопатологии, а также оценка воздействия новых лекарственных веществ и хирургических вмешательств на структуры глаза требуют тщательной оценки состояния роговицы в норме. Объективный всесторонний анализ структуры роговицы кролика на разных анатомических уровнях способствует более глубокому пониманию патологических процессов и позволяет корректно оценивать эффективность проводимых вмешательств.

Различные обследования и манипуляции, необходимые для экспериментальных исследований, нередко можно проводить с использованием тех же технических средств, которые применяются при обследовании людей. Это также позволяет максимально приблизить условия эксперимента и его результаты к реальной клинической практике.

Для оценки структуры роговицы *in vivo* при ее нормальных и патологических состояниях у человека используются спектральная оптическая когерентная томография (СОКТ) и конфокальная микроскопия (КМ). СОКТ позволяет визуализировать общую структуру роговицы, но имеет ограниченное разрешение для детального изучения микроструктуры [1–3].

Только конфокальная микроскопия — неинвазивный контактный метод исследования с использованием светового или лазерного излучения — позволяет получать высококачественные прижизненные изображения роговицы, аналогичные гистологическим срезам, как в норме, так и при различной патологии органа зрения [4–7].

Структура роговицы человека детально изучена и описана с помощью конфокальной микроскопии. В офтальмологической литературе также представлены работы, посвященные использованию этого метода для исследования микроструктурных нарушений и репаративных процессов в роговице на различных экспериментальных моделях животных [8–13].

За рубежом проводились исследования, посвященные оценке структуры нормальной роговицы кролика с использованием метода конфокальной микроскопии [14–17].

Однако в представленных работах исследования выполнялись исключительно на новозеландских белых кроликах, тогда как в России для экспериментальных исследований чаще используются кролики породы шиншилла.

Целью данного исследования является определение нормальной микроструктуры роговицы кроликов породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Конфокальная микроскопия роговицы выполнена у 10 кроликов-самцов породы шиншилла, в исследование включали лишь один (правый) глаз животного. Вес животных варьировал от 3500 до 4200 г. Все животные были здоровы. При проведении световой биомикроскопии не было выявлено признаков патологии роговицы и переднего отрезка глаза ни в одном случае.

Конфокальную микроскопию роговицы выполняли на лазерном сканирующем микроскопе HRT-3 (Heidelberg Engineering, Германия) с использованием специального роговичного модуля Rostock Cornea Module (RCM) с областью сканирования 400×400 мкм, поперечным и аксиальным разрешением 1–2 и 4 мкм соответственно. Скорость сканирования составляла 30 кадров в секунду, размер получаемых изображений — 384×384 пикселя.

Во всех случаях исследование проводилось под ингаляционным масочным наркозом с использованием газовоздушной смеси с севофлураном. Поскольку исследование является контактным, для избежания нежелательных окулокардиальных и окулопульмональных реакций непосредственно перед исследованием в конъюнктивальную полость животного инстиллировали анестетик местного действия (проксиметакаин гидрохлорид 0,5 %). Далее на поверхность глаза животного устанавливали блефаростат таким образом, чтобы третье веко не мешало выполнению диагностических манипуляций и получению качественных изображений. Для обеспечения оптимальных условий проведения исследования на поверхность глаза животного наносили глазной гель «Видисик» (карбомер 0,2 %). Каплю геля наносили также в основание колпачка из полиметилметакрилата (TomoCam, (Heidelberg, Германия)) перед его установкой на поверхность объектива. Гель в основание колпачка, а далее и на его поверхность наносили таким образом, чтобы избежать появления в его толще воздушных пузырей. Затем, вращая объектив роговичного модуля, добивались получения на экране яркого отражения лазерного луча с фокусировкой в диапазоне ±150 мкм. Для получения изображений использовали режим Section со скоростью съемки 1 кадр в секунду.

Оценивали толщину роговицы, характеристики каждого визуалируемого слоя, а также определяли особенности и глубину залегания субэпителиального и стромального нервных сплетений. Плотность нервных волокон субэпителиального нервного сплетения, ядер кератоцитов в толще передней и задней стромы, а также плотность клеток эндотелиального слоя рассчитывались с использованием программного обеспечения прибора.

Полученные результаты были статистически проанализированы с помощью пакета прикладных программ Statistica 13.3 (“Tibco Software Inc.”, США). Для оценки нормальности распределения использовали критерии Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилка, а также асимметрию и эксцесс [18]. С учетом отсутствия нормального распределения показателей с использованием критерия Колмогорова — Смирнова для характеристики статистических рядов распределения использовали медиану (Me), нижний и верхний квартили [Me (Q25%; Q75%)]. Статистически значимые различия для плотности кератоцитов в передней и задней строме определяли с помощью критерия непараметрической статистики для независимых выборок (критерий Манна — Уитни (U)). Условием определения статистически значимых различий считали значение $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе проведения конфокальной микроскопии роговицы у всех животных удалось получить изображения с дифференцировкой ее субструктур. По данным конфокальной микроскопии толщина роговицы кроликов варьировала в пределах 340–359 мкм.

Отмечалась четкая дифференцировка эпителия роговицы на поверхностный, промежуточный и базальный слои. Размер клеточных элементов эпителия уменьшался от поверхностного к базальному эпителию.

Клетки поверхностного эпителия визуализировались в виде крупных полигональных клеточных элементов с различной рефлективностью цитоплазмы и ядра, а также различались четкостью контуров (рис. 1А). Клетки поверхностного эпителия на этапе десквамации имели четкие границы с высокорефлективной цитоплазмой и гиперрефлективным ядром, обрамленным эпинуклеусом со слабой рефлективностью. Клетки без признаков десквамации, напротив, как правило, не имели четких границ, отмечалась слабо выраженная рефлективность цитоплазмы и ядра клетки. Плотность клеток поверхностного эпителия удалось оценить во всех случаях, медианное значение данного показателя составило 1100,0 [862,0; 1235,0] клеток/мм^2.

При смещении фокусировки прибора на уровень промежуточного эпителиального слоя (рис. 1Б) отмечалось существенное увеличение количества и уменьшение размера клеточных элементов, которые характеризовались неправильной формой. Клетки имели четко определявшиеся гиперрефлективные границы, гипорефлективную цитоплазму и в 7 случаях — четко визуализирующиеся мелкие гиперрефлективные ядра. Межклеточные расстояния во всех случаях были равномерны.

В базальном эпителии (рис. 1В) определялось максимальное количество клеточных элементов, которые имели крайне малый размер и нечеткие границы, из-за этого

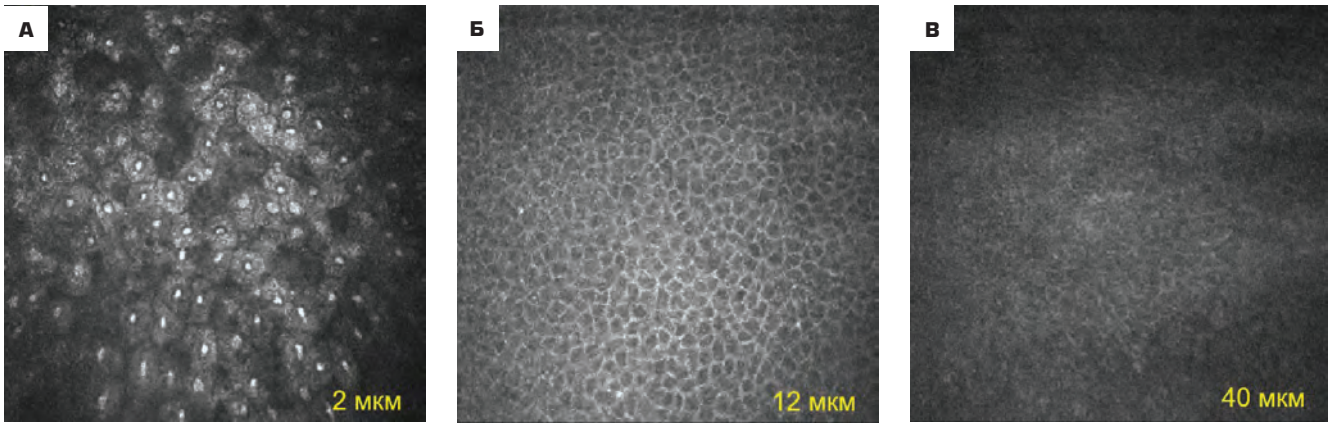


Рис. 1. Эпителий роговицы кролика породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии: А — поверхностный эпителий; Б — промежуточный эпителий; В — базальный эпителий

Fig. 1. Corneal epithelium of a Chinchilla rabbit according to confocal microscopy data: A — superficial epithelium; Б — intermediate epithelium; B — basal epithelium

подсчет плотности клеток в данном слое был невозможен. Ядра клеток во всех случаях не визуализировались, а цитоплазма клеток имела различную степень рефлективности.

За базальным эпителиальным слоем визуализировалась гиперрефлективная Боуменова мембрана (рис. 2), которая определялась на глубине 37–44 мкм.

Строма, следовавшая за Боуменовой мембраной, имела различные характеристики в передних и задних слоях. Отличия передней и задней стромы были связаны с различной плотностью ядер кератоцитов и формой. В толще передней стромы плотность ядер была больше, варьируя в пределах 550–714 клеток/мм², с медианным показателем 606 [562; 713] клеток/мм². Во всех случаях ядра были гиперрефлективны, имели бобовидную или овальную форму, а также меньший размер, чем в задней строме. По мере углубления в толщу стромы количество ядер кератоцитов уменьшалось с вариацией в диапазоне 347–440 клеток/мм², медианное значение данного показателя составило 411 [377; 417] клеток/мм². При этом размер ядер кератоцитов увеличивался, и они приобретали более вытянутую форму. Рефлективность ядер кератоцитов в задней строме была неоднородной: определялись как высокорефлективные, так и изорефлективные ядра. В некоторых случаях между ядрами отмечались тонкие гипер- или изорефлективные перемычки. При смещении в более глубокие слои стромы в 4 случаях было выявлено усиление рефлективности кертатоцитов, за счет этого их ядра приобретали «звездчатую» форму, в данных случаях было отмечено фокальное снижение

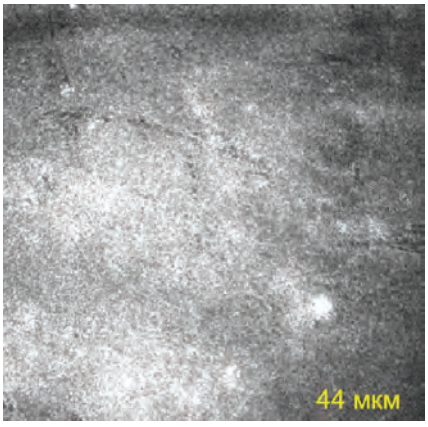


Рис. 2. Боуменова мембрана роговицы кролика породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии

Fig. 2. Bowman's membrane of the cornea of the Chinchilla rabbit according to confocal microscopy data

рефлективности межклеточного матрикса с формированием гипорефлективных зон различного размера и формы.

При проведении сравнительного анализа плотности кератоцитов передней и задней стромы было выявлено статистически достоверное ее уменьшение в задней строме (p = 0,0001) (рис. 3).

Десцеметову мембрану ни у одного из животных визуализировать не удалось.

Эндотелиальный слой во всех случаях определялся четко в виде гексагональной или полигональной формы клеточных элементов, имевших четкие гипорефлективные границы и отчетливо определявшееся во всех случаях гипорефлективное ядро без эпинуклеуса. Цитоплазма клеток эндотелия была в большей степени изорефлективной. Плотность эндотелиальных клеток варьировала от 2347 до 3013 клеток/мм², медиана данного показателя составила 2798 [2690; 2942] клеток/мм² (рис. 4).

Субэпителиальное (суббазальное) нервное сплетение по данным конфокальной микроскопии роговицы визуализировалось на глубине 40–46 мкм и было представлено резко истонченными изорефлективными, слабоизвитыми волокнами, имевшими вертикальный или косой ход. Плотность волокон суббазального нервного сплетения составляла 32–43 волокна/мм² (Me 40,5 [37; 43]) (рис. 5).

Стромальное нервное сплетение было выражено в большей степени. Стромальные нервы определялись на глубине от 45 до 251 мкм и имели различные характеристики. В толще передней стромы визуализировались преимущественно тонкие, не покрытые миелином

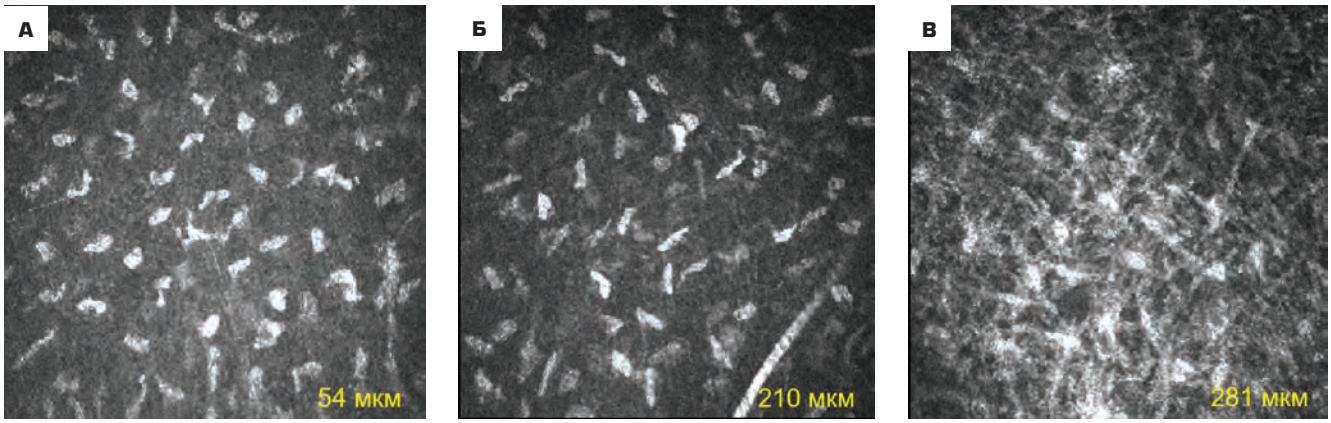


Рис. 3. Структура стромы роговицы кролика по данным конфокальной микроскопии: А — поверхностные слои стромы; Б — средние слои стромы — уменьшение количества ядер кератоцитов, более вытянутая форма ядер; В — задние слои стромы — значительное снижение количества ядер кератоцитов, усиление рефлективности стромы с формированием сетчатой структуры

Fig. 3. Structure of the rabbit corneal stroma according to confocal microscopy data: A — superficial layers of the stroma; Б — middle layers of the stroma — decrease in the number of keratocyte nuclei, more elongated shape of the nuclei; B — posterior layers of the stroma — significant decrease in the number of keratocyte nuclei, increased reflectivity of the stroma with the formation of a mesh structure

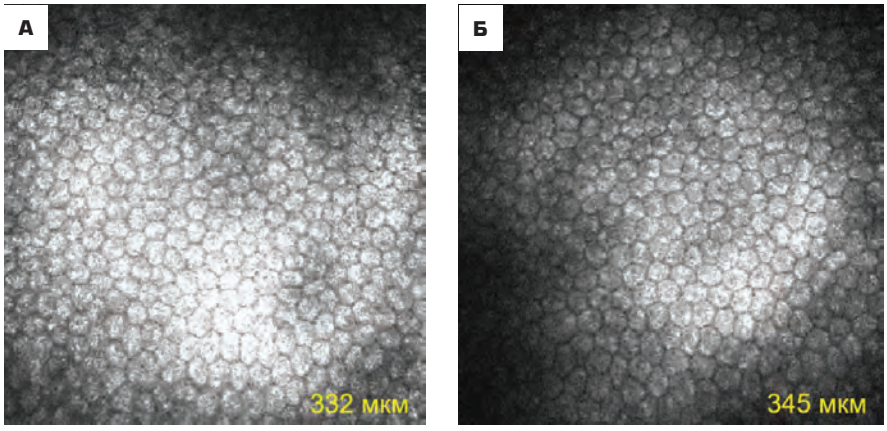


Рис. 4. Эндотелиальный слой роговицы кролика породы шиншилла по данным конфокальной микроскопии

Fig. 4. Endothelial layer of the cornea of the Chinchilla rabbit according to confocal microscopy data

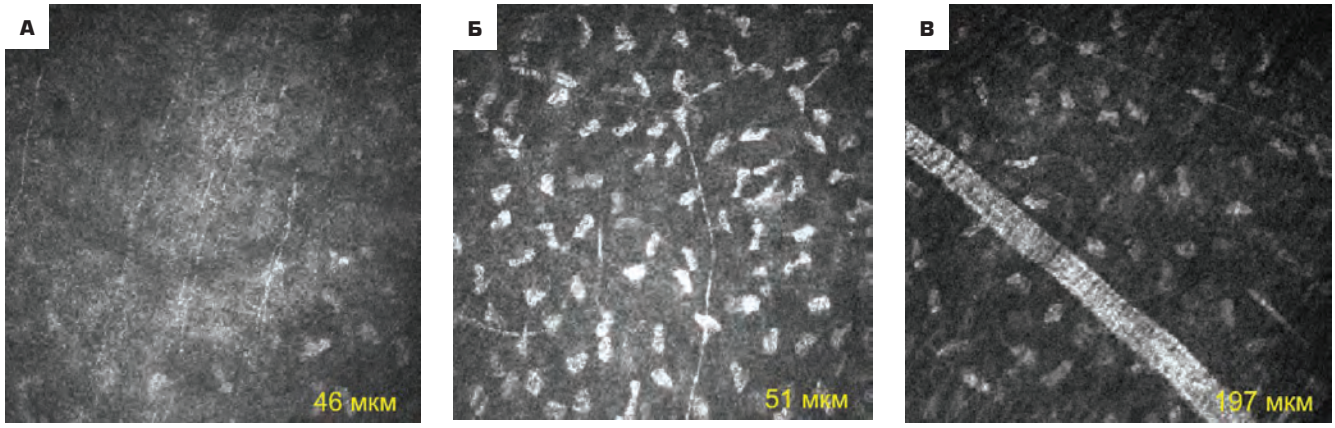


Рис. 5. Нервные сплетения роговицы кролика по данным конфокальной микроскопии: А — суббазальное нервное сплетение; Б — стромальное нервное сплетение в передних отделах стромы (тонкие нервные волокна, не покрытые миелиноовой оболочкой); В — стромальное нервное сплетение в задних отделах стромы (нервные волокна, покрытые миелиновой оболочкой)

Fig. 5. Nerve plexuses of the rabbit cornea according to confocal microscopy data: A — subbasal nerve plexus; Б — stromal nerve plexus in the anterior parts of the stroma (thin nerve fibers not covered with a myelin sheath); B — stromal nerve plexus in the posterior parts of the stroma (nerve fibers covered with a myelin sheath)

нервные волокна, имевшие вертикальный или косой ход, в 3 случаях отмечалась выраженная извитость с рекуррентным ходом нервных волокон. В толще средней стромы визуализировалось большее количество нервных волокон, а также определялась их наибольшая толщина из-за наличия миелиновой оболочки. В большинстве случаев (9 из 10) хорошо визуализировалась бифуркация стромального нерва.

ОБСУЖДЕНИЕ

Информация о состоянии структур роговицы в норме необходима исследователям для наилучшего понимания механизмов восстановления, метаболизма и течения патологических процессов. Данные о нормальной структуре роговицы важны для трактовки микроструктурных нарушений и репаративных процессов в ней на фоне воздействия различных механических, химических и биологических факторов.

Наиболее предпочтительными приборами для изучения структуры роговицы в настоящий момент являются Confoskan-4 (Nidek, Япония), а также HRT-3 с использованием роговичного модуля Rostok (Heidelberg Engineering, Германия). Прибор HRT-3 — лазерный конфокальный микроскоп, источником излучения в котором является гелий-неоновый лазер с длиной волны 670 нм. Лазерный конфокальный микроскоп в отличие от светового позволяет получать более контрастные равномерно освещенные en-face-изображения, существенно повышая информативность получаемых результатов [3, 7, 19].

Конфокальная микроскопия *in vivo* широко используется в исследовании патологических изменений роговицы более 25 лет. Данный метод позволяет получать тонкие срезы роговицы, параллельные поверхности эпителия (en-face изображения), аналогичные гистологическим срезам, без проведения хирургических манипуляций и использования красителей. Регистрируемые изображения могут быть подвергнуты не только качественному, но и количественному анализу при помощи программного обеспечения прибора. Посредством конфокальной микроскопии роговицы возможно определить толщину каждого слоя и уровень залегания нервных сплетений, а также оценивать плотность клеток в каждом слое. Однако следует учитывать, что глубина сканирования, отображаемая на экране, не является полностью объективной величиной, поскольку зависит как от навыков оператора, так и от поведения исследуемого. Для получения объективных результатов конфокальной микроскопии роговицы у животных необходимо использование наркоза (внутривенного или масочного), т.к. при его отсутствии дрожание и избыточные движения исследуемого животного будут приводить к некорректным показателям при оценке толщины роговицы и ее слоев, а также большому количеству артефактов движения.

Результаты проведенного исследования показывают, что структура роговицы кролика породы шиншилла не имеет существенных отличий от нормальной структуры роговицы человека [3, 7]. У кролика отмечается четкая дифференцировка эпителия на поверхностный, промежуточный и базальный слои, а клеточные элементы в каждом слое существенно не отличаются по своим характеристикам от клеток эпителия роговицы человека. Различие состоит лишь в том, что в базальном эпителиальном слое человеческой роговицы клетки базального эпителия имеют, как правило, больший размер и более четкие контуры, что позволяет провести морфометрический анализ.

Боуменова мембрана в нормальной роговице кролика хорошо визуализируется и определяется как ткань с высокой отражательной способностью, в отличие от нормальной роговицы человека, в которой Боуменова мембрана по данным конфокальной микроскопии таких свойств не имеет и визуализируется лишь при наличии ее структурных нарушений. Полученные нами результаты согласуются с данными исследований, проводившихся ранее [20].

Строма роговицы кролика и человека в норме также имеет сходные характеристики: наибольшее количество кератоцитов определяется в поверхностной строме, при смещении фокуса к задним отделам стромы их количество уменьшается, а ядра кератоцитов меняют свои характеристики. Полученные нами данные по морфологии стромы и особенностям плотности кератоцитов хорошо согласуются с результатами ранее проведенных исследований по изучению роговицы новозеландских белых кроликов в норме [17, 20–22]. Однако в проведенном исследовании мы получили бóльшую плотность кератоцитов как в передней, так и задней строме роговицы, что может быть связано с популяционной особенностью.

Эндотелиальный слой роговицы кролика представлен одним слоем полигональных и/или гексагональных клеток, имеющих такую же рефлективность границ, цитоплазмы и ядра, как и у человека. Однако плотность клеток в эндотелиальном слое оказалась меньше. Следует отметить, что плотность эндотелиальных клеток у людей является изменяющейся величиной, с возрастом количество клеток эндотелиального слоя снижается. M.J. Doughty [23] опубликовал результаты исследования, в котором проводилась оценка плотности эндотелиальных клеток роговицы здоровых новозеландских белых кроликов в динамике. Наблюдения за животными продолжались в течение трех лет. Авторы отметили снижение плотности эндотелиальных клеток с 4100 до менее чем 3000 клеток/мм^2 уже к 7–8 месяцу жизни животного и менее 2000 клеток/мм^2 к моменту завершения экспериментальной работы. В нашем исследовании плотность эндотелиальных клеток составила 2798 [2690; 2942] клеток/мм^2. Полученные данные могут быть обусловлены как возрастом животных, так и вероятностью различий данного показателя в популяции кроликов различных пород.

Что касается нервных сплетений, то субэпителиальное сплетение у кролика породы шиншилла выражено

плохо и визуализируется с большим трудом. Нервные волокна суббазального сплетения очень тонкие и изорефлективные. Стромальное нервное сплетение, напротив, выражено гораздо лучше, чем в нормальной роговице человеческого глаза, и представлено различными нервными волокнами (покрытыми и не покрытыми миелиновой оболочкой), определяющимися не только в средних, но и в передних слоях стромы. Полученные нами данные о морфологии суббазального и стромального нервных сплетений у кролика в норме согласуются с результатами исследования, выполненного M. Reichard и соавт. [20].

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать заключение, что использование кроликов породы шиншилла целесообразно в экспериментальных моделях, связанных с имитацией заболеваний эпителия, стромы и эндотелия роговицы.

Кроме того, при моделировании заболеваний и изучении патогенетических механизмов их развития на животных необходимо помнить о том, что одни и те же заболевания в организме лабораторных животных и человека могут развиваться по различным сценариям в связи с различиями в клеточном метаболизме.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Ерохина Е.В. — подготовка статьи, существенный вклад в замысел и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных;
Трифаненкова И.Г. — критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания;
Терещенко А.В. — окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Чикова Е.С. — сбор данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Шпак АА. Новая номенклатура оптической когерентной томографии. Офтальмохирургия. 2015;3:80.
   Shpak AA. New nomenclature of optical coherence tomography. Ophthalmosurgery. 2015;3:80 (In Russ.).
2. Шпак АА. Оптическая когерентная томография: проблемы и решения: руководство. М.: Офтальмология; 2019:148.
   Shpak AA. Optical coherence tomography: problems and solutions: manual. Moscow: Oftalmologiya; 2019:148 (In Russ.).
3. Малюгин БЭ, Шпак АА. Современные методы визуализации переднего отрезка глаза. М.: Офтальмология; 2023:128.
   Malyugin BE, Shpak AA. Modern methods of visualization of the anterior segment of the eye. Moscow: Oftalmologiya; 2023:128 (In Russ.).
4. Jalbert I, Stapleton F, Papas E, Sweeney DF, Coroneo M. In vivo confocal microscopy of the human cornea. Br J Ophthalmol. 2003;87:225–236. doi: 10.1136/bjo.87.2.225.
5. Patel DV, McGhee CN. Contemporary in vivo confocal microscopy of the living human cornea using white light and laser scanning techniques: A major review. Clin Experiment Ophthalmol. 2007;35:71–88. doi: 10.1111/j.1442-9071.2007.01423.x.
6. Guthoff RF, Zhivov A, Stachs O. In vivo confocal microscopy, an inner vision of the cornea—A major review. Clin Experiment Ophthalmol. 2009;37:100–117. doi: 10.1111/j.1442-9071.2009.02016.x.
7. Азнабаев БМ, Алимбекова ЗФ, Мухамадеев ТР, Габбасов АР. Лазерная сканирующая томография глаза передний и задний сегмент. М.: Август Борг; 2008:221.
   Aznabaev BM, Alimbekova ZF, Mukhamadeev TR, Gabbasov AR. Laser scanning tomography of the eye anterior and posterior segment. Moscow: August Borg; 2008:221 (In Russ.).
8. Терещенко АВ, Белый ЮА, Тахчиди ЕХ, Новиков СВ, Майчук НВ, Усанова ГЮ. Экспериментальное исследование влияния 0,1 % раствора бензалкония хлорида на состояние роговицы у кроликов. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015;12(187):238 –243.
   Tereshchenko AV, Bely YuA, Takhchidi EKh, Novikov SV, Maychuk NV, Usanova GYu. Experimental study of the effect of 0.1% benzalkonium chloride solution on the condition of the cornea in rabbits. Bulletin of the Orenburg State University. 2015;12(187):238-243 (In Russ.).
9. Hovakimyan M, Guthoff R, Knappe S, Zhivov A, Wree A, Krüger A, Heisterkamp A, Stachs O. Short-term corneal response to cross-linking in rabbit eyes assessed by in vivo confocal laser scanning microscopy and histology. Cornea. 2011;30(2):196–203. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181e16d93.
10. Vohra M, Gour A, Rajput J, Sangwan B, Chauhan M, Goel K, Kamath A, Mathur U, Chandru A, Sangwan VS, Bhowmick T, Tiwari A. Chemical (Alkali) Burn-Induced Neurotrophic Keratitis Model in New Zealand Rabbit Investigated Using Medical Clinical Readouts and In Vivo Confocal Microscopy (IVCM). Cells. 2024;13(5):379. doi: 10.3390/cells13050379.
11. Daull P, Raymond E, Feraille L, Garrigue JS. Safety and Tolerability of Overdosed Artificial Tears by Abraded Rabbit Corneas. J Ocul. Pharmacol Ther. 2018;34(10):670–676. doi: 10.1089/jop.2018.0040.
12. Wozniak KT, Butler SC, He X, Ellis JD, Knox WH, Huxlin KR. Temporal evolution of the biological response to laser-induced refractive index change (LIRIC) in rabbit corneas. Exp Eye Res. 2021;207:108579. doi: 10.1016/j.exer.2021.108579.
13. Chen W, Dong N, Huang C, Zhang Z, Hu J, Xie H, Pan J, Liu Z. Corneal alterations induced by topical application of commercial latanoprost, travoprost and bimatoprost in rabbit. PLoS One. 2014;9(3):e89205. doi: 10.1371/journal.pone.0089205.
14. Li HF, Petroll WM, Møller-Pedersen T, Maurer JK, Cavanagh HD, Jester JV. Epithelial and corneal thickness measurements by in vivo confocal microscopy through focusing (CMTF). Curr Eye Res. 1997;16(3):214–221. doi: 10.1076/ceyr.16.3.214.15412.
15. Jester JV, Andrews PM, Petroll WM, Lemp MA, Cavanagh HD. In vivo, real-time confocal imaging. J Electron Microsc Tech. 1991;18(1):50–60. doi: 10.1002/jemt.1060180108.
16. Jester JV, Petroll WM, Garana RM, Lemp MA, Cavanagh HD. Comparison of in vivo and ex vivo cellular structure in rabbit eyes detected by tandem scanning microscopy. J Microsc. 1992;165(1):169–181. doi: 10.1111/j.1365-2818.1992.tb04314.x.
17. Labbé A, Liang H, Martin C, Brignole-Baudouin F, Warnet JM, Baudouin C. Comparative anatomy of laboratory animal corneas with a new-generation high-resolution in vivo confocal microscope. Curr Eye Res. 2006;31(6):501–509. doi: 10.1080/02713680600701513.
18. Ghasemi A, Zahediasl S. Normality tests for statistical analysis: a guide for non-statisticians. International journal of endocrinology and metabolism. 2012;10(2):486–489. doiЖ 10.5812/ijem.3505.
19. Guthoff RF, Baudouin C, Stave J. Atlas of Confocal Laser Scanning In Vivo Microscopy in Ophthalmology. Berlin: Heidelberg/Springer; 2006.
20. Reichard M, Hovakimyan M, Wree A, Meyer-Lindenberg A, Nolte I, Junghans C, Guthoff R, Stachs O. Comparative in vivo confocal microscopical study of the cornea anatomy of different laboratory animals. Curr Eye Res. 2010;35(12):1072–1080. doi: 10.3109/02713683.2010.513796.
21. Petroll WM, Boettcher K, Barry P, Cavanagh HD, Jester JV. Quantitative assessment of anteroposterior keratocyte density in the normal rabbit cornea. Cornea. 1995;14(1):3–9.
22. Patel SV, McLaren JW, Camp JJ, Nelson LR, Bourne WM. Automated quantification of keratocyte density by using confocal microscopy in vivo. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1999;40(2):320–326.
23. Doughty MJ. The cornea and corneal endothelium in the aged rabbit.Optom Vis Sci. 1994;71(12):809–818. doi: 10.1097/00006324-199412000-00013.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Ерохина Елена Владимировна
кандидат медицинских наук, заведующая диагностическим отделением
https://orcid.org/0000-0001-7320-9209

Трифаненкова Ирина Георгиевна
доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе
http://orcid.org/0000-0001-9202-5181

Терещенко Александр Владимирович
доктор медицинских наук, профессор, директор
http://orcid.org/0000-0002-0840-2675

Чикова Екатерина Сергеевна
врач офтальмолог
https://orcid.org/0009-0000-7924-1445

ABOUT THE AUTHORS

Erokhina Elena V.
PhD, head of the Diagnostic Department
https://orcid.org/0000-0001-7320-9209

Trifanenkova Irina G.
MD, deputy director for research
http://orcid.org/0000-0001-9202-5181

Tereshchenko Alexander V.
MD, Professor, director
http://orcid.org/0000-0002-0840-2675

Chikova Ekaterina S.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0000-7924-1445

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-456-463

поступила 30.09.25
was received 30.09.25

Первый опыт комбинированного лечения наследственных эпителиально-стромальных дистрофий роговицы

И.В. Васильева[1] А.Ю. Слонимский[2] А.В. Васильев[1]

[1] Хабаровский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Тихоокеанская, 211, Хабаровск, 680033, Российская Федерация

[2] ООО «Московская Глазная Клиника»
пер. Хользунова, 8, стр. 1, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):456–463**

Цель: проанализировать результаты комбинированного лечения наследственных эпителиально-стромальных дистрофий роговицы. **Пациенты и методы.** Под наблюдением находились 5 человек с наследственной эпителиально-стромальной дистрофией роговицы (НЭСДР), в 8 глазах которых были проведены фототерапевтическая кератэктомия (ФТК) и лазериндуцированный кросслинкинг роговицы. Все исследуемые пациенты были женщины в возрасте от 27 до 63 лет. Среди них 2 пациентки имели прямую родственную связь (мать и дочь), у остальных трех имелись анамнестические данные о наличии аналогичной патологии роговицы в семье. У двух пациенток имела место решетчатая дистрофия, еще у двух пациенток — дистрофия Reis-Bucklers, у одной — «гранулярная, тип II» НЭСДР. Критерием отбора в группу наблюдения служило наличие остроты зрения с коррекцией не более 0,3. В ходе лечения во всех случаях сначала выполняли ФТК с помощью эксимерного лазера MEL 90 (ZEISS, Германия) с диаметром абляции 7,5–8,0 мм. Абляцию эпителия и измененной стромы проводили в 2 этапа. Глубину первого этапа ФТК рассчитывали исходя из общей глубины патологических изменений за вычетом 100 мкм, но не менее чем максимальная толщина эпителия. Затем проводили насыщение роговицы рибофлавином, для этого инстиллировали «Декстралинк» в течение 30 минут. На завершающем этапе лечения выполняли второй этап ФТК для абляции стромы на глубину 100 мкм и индукции фотополимеризации роговичного коллагена. При расчете суммарной глубины абляции минимальная толщина остаточной стромы составляла не менее 450 мкм. **Результаты.** Общая глубина абляции варьировала от 170 до 215 мкм. Через месяц после операции во всех глазах произошло повышение некорригированной и максимально корригированной остроты зрения, значения которых через 6 месяцев после лечения претерпели дополнительный рост и практически не изменились в финальном сроке наблюдения (1 год). **Заключение.** Результаты проведенного комбинированного лечения НЭСДР показали его безопасность и высокую эффективность, поскольку во всех пролеченных глазах достигнуто повышение остроты зрения вследствие улучшения прозрачности роговицы и отсутствия выраженных индуцированных аметропий. Состояние роговицы во всех глазах оставалось стабильным в течение года после операции, а в 4 глазах двух пациенток — в течение трех лет.

Ключевые слова: дистрофия роговицы, эксимерный лазер, абляция, кросслинкинг, строма роговицы, роговичный эпителий

Для цитирования: Васильева И.В., Слонимский А.Ю., Васильев А.В. Первый опыт комбинированного лечения наследственных эпителиально-стромальных дистрофий роговицы. *Офтальмология*. 2026;23(2):456–463. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-456-463

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The First Experience of Hereditary Epithelial-stromal Corneal Dystrophies Combined Treatment

I.V. Vasilieva[1], A.Yu. Slonimsky[2], A.V. Vasiliev[1]

[1] The Khabarovsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Tikhookeanskaya str., 211, Khabarovsk, 680033, Russian Federation

[2] Moscow Eye Clinic
Kholzunov lane, 8/1, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):456–463**

Purpose: to evaluate the results of combined treatment of hereditary epithelial-stromal corneal dystrophies. **Patients and methods.** The study included 5 patients with hereditary epithelial-stromal corneal dystrophies (HESCD), 8 of whom underwent phototherapeutic keratectomy (PTK) and laser-induced corneal crosslinking. All patients were women aged 27 to 63 years. Two of the patients were directly related (mother and daughter), while the remaining three patients had a family history of similar corneal pathology. Two patients had lattice dystrophy, two more patients had Reis-Bucklers dystrophy, and one patient had granular type II HESCD. The inclusion criterion for the study group was corrected visual acuity of no more than 0.3. In all cases, PTK was initially performed using a MEL 90 excimer laser (ZEISS, Germany) with an ablation diameter of 7.5–8.0 mm. Ablation of the epithelium and altered stroma was performed in two stages. The depth of the first stage of PTK was calculated based on the total depth of pathological changes minus 100 μm, but not less than the maximum epithelial thickness. The cornea was then saturated with riboflavin by instilling "Dextralink" for 30 minutes. At the final stage of treatment, the second stage of PTK was performed to ablate the stroma to a depth of 100 μm and induce photopolymerization of corneal collagen. When calculating the total ablation depth, the minimum thickness of the residual stroma was at least 450 μm. **Results.** The total ablation depth ranged from 170 to 215 μm. One month after surgery, uncorrected and best-corrected visual acuity improved in all eyes. These values increased further six months after treatment and remained virtually unchanged at the final follow-up (one year). **Conclusion.** The results of the combined treatment for HESCD demonstrated its safety and high efficacy, as all treated eyes demonstrated improved visual acuity due to improved corneal transparency and the absence of significant induced ametropia. Corneal condition remained stable for one year after surgery in all eyes, and for three years in four eyes of two patients.

Keywords: corneal dystrophy, excimer laser, ablation, crosslinking, corneal stroma, corneal epithelium

For citation: Vasilieva I.V., Slonimsky A.Yu., Vasiliev A.V. The First Experience of Hereditary Epithelial-stromal Corneal Dystrophies Combined Treatment. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):456–463. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-456-463

Financial Disclosure: no author has a financial or property interests in any material or method mentioned.

There is no conflict of interest.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Одной из серьезных проблем для офтальмологов являются наследственные эпителиально-стромальные дистрофии роговицы (НЭСДР), которые приводят к формированию помутнений наружных слоев роговицы, вызывают выраженную оптическую депривацию и снижение зрительных функций вплоть до инвалидизации пациента [1]. Первичные генетически детерминированные (наследственные) дистрофии роговицы на основании данных биомикроскопии и гистологических исследований принято разделять на эпителиальные, мембраны Боумена, стромальные и эндотелиальные [1–5].

Явной проблемой в реабилитации этой категории пациентов выступает сложность лечения данной патологии, поскольку единственным радикальным методом устранения роговичных помутнений признается сквозная или послойная кератопластика, которая при высоком риске осложнений сопряжена с вероятностью рецидива дистрофии трансплантата [2]. Очевидно, что недостатки трансплантационных методов и отсутствие эффективного консервативного лечения, несмотря на относительно невысокую частоту встречаемости этой роговичной патологии, обусловливают актуальность разработки новых малотравматичных и эффективных методик медико-социальной реабилитации пациентов. Инновационным методом следует признать трансплантацию Боуменовой мембраны в комплексе с фототерапевтической кератэктомией (ФТК), предложенной О.Г. Оганесяном и соавт. [6]. Оценивая результаты указанного способа лечения, авторы обоснованно считают, что эта операция обеспечивает оптимальное анатомическое и физиологическое восстановление передних слоев роговицы и высокую остроту зрения (ОЗ) [6].

В то же время в литературе имеются данные об альтернативном лечении НЭСДР с помощью эксимерного лазера методом ФТК, что позволяет удалить пораженные передние слои роговицы [7–12]. Выраженными преимуществами этой методики являются простота и бесконтактность воздействия, точное дозирование глубины воздействия, особенно при использовании оптической когерентной томографии, а также возможность повторной операции при рецидиве дистрофических проявлений [7–9, 13–15]. Однако выполнение эксимерлазерной

абляции роговицы при дистрофиях, так же как и при фоторефракционной кератэктомии, способно вызывать возникновение помутнений, вероятность которых напрямую зависит от глубины воздействия, а при глубине воздействия более 100 мкм требует проведения дополнительных методов профилактики [16].

В аспекте профилактики послеоперационных помутнений роговицы следует выделить исследования И.М. Корниловского, доказывающие эффективность применения лазериндуцированного кросслинкинга роговицы (ЛИКР), проводимого одномоментно с эксимерлазерными операциями у пациентов с кератоконусом и, в отличие от традиционного кросслинкинга, исключающего негативное ультрафиолетовое воздействие на строму [16–19].

Очевидно, что комбинированное применение ФТК и ЛИКР в лечении НЭСДР целесообразно и оправданно, однако требует изучения эффективности и безопасности этого метода.

Цель исследования: проанализировать результаты комбинированного лечения НЭСДР.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 5 человек с НЭСДР, в 8 глазах которых были проведены ФТК и ЛИКР. Все исследуемые пациенты — женщины в возрасте от 27 до 63 лет. Среди них 2 пациентки имели прямую родственную связь (мать и дочь), у остальных трех имелись анамнестические данные о наличии аналогичной патологии роговицы в семье. У двух пациенток имела место решетчатая дистрофия, еще у двух пациенток — дистрофия Reis-Buckler, у одной — «гранулярная, тип II» НЭСДР [5]. Критерием отбора в группу наблюдения служило наличие ОЗ с коррекцией не более 0,3. Из двух парных глаз в одном была ранее выполнена сквозная кератопластика, во втором ОЗ с коррекцией составляла 0,5. Во всех случаях поражение стромы роговицы было зафиксировано только в ее передних слоях.

Всем пациентам исходно проводили стандартное офтальмологическое обследование, которое включало визометрию по децимальной шкале проектора знаков R 2047 (CSO, Италия) на фороптере TAKAGI VT-5 (Япония) для определения некорригированной (НКОЗ) и максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ), рефрактометрию на автокераторефрактометре NRK-8000 (Nikon, Япония) для определения сфероэквивалента рефракции (СЭ), биомикроскопию с помощью щелевой лампы ZEISS SL 115 Classic (Германия), а также биометрию, тонометрию. Двухмерное ультразвуковое сканирование глазного яблока выполняли на четырех глазах двух пациенток из-за невозможности визуализации структур глазного дна. На всех глазах проводили оптическую когерентную томографию (ОКТ) роговицы на приборе RtVue xR Avanti (Optovue, США) в режиме Pachymetry для изучения глубины структурных изменений роговицы, измерения центральной кератопахиметрии (КПМ), толщины эпителия (ТЭ) и патологически измененной стромы (рис. 1).

В соответствии с данными МКОЗ все пациентки были разделены на 2 группы наблюдения. В 1-ю группу вошли 2 пациентки (4 глаза) с МКОЗ ≤ 0,1, во 2-ю — 3 пациентки (4 глаза) с МКОЗ > 0,1, но ≤ 0,3.

В ходе лечения во всех случаях сначала выполняли ФТК с помощью эксимерного лазера MEL 90 (ZEISS, Германия) с диаметром абляции 7,5–8,0 мм. Абляцию эпителия и измененной стромы проводили в 2 этапа. Глубину первого этапа ФТК рассчитывали исходя из общей глубины патологических изменений за вычетом 100 мкм, но не менее чем максимальная ТЭ. Затем проводили насыщение роговицы рибофлавином, для этого инстиллировали «Декстралинк» в течение 30 минут. На завершающем этапе лечения выполняли второй этап ФТК для абляции стромы на глубину 100 мкм и индукции фотополимеризации роговичного коллагена. При расчете суммарной глубины абляции минимальная толщина остаточной стромы составляла не менее 450 мкм.

Операцию на парном глазу проводили через 6 месяцев после лечения первого глаза.

Всем пациентам после операции инстиллировали 0,05 % раствор пиклоксидина в течение 10 дней, 5 % гель декспантенол в течение первого месяца и 0,1 % раствор дексаметазона (или фторметолона 0,1 %) по убывающей схеме в течение двух месяцев, а также слезозаменители на основе гиалуроновой кислоты до окончания наблюдения. Во всех случаях использования дексаметазона пациентки получали инстилляции 0,25 % раствора бетаксолола 1 раз в день для профилактики стероидной офтальмогипертензии.

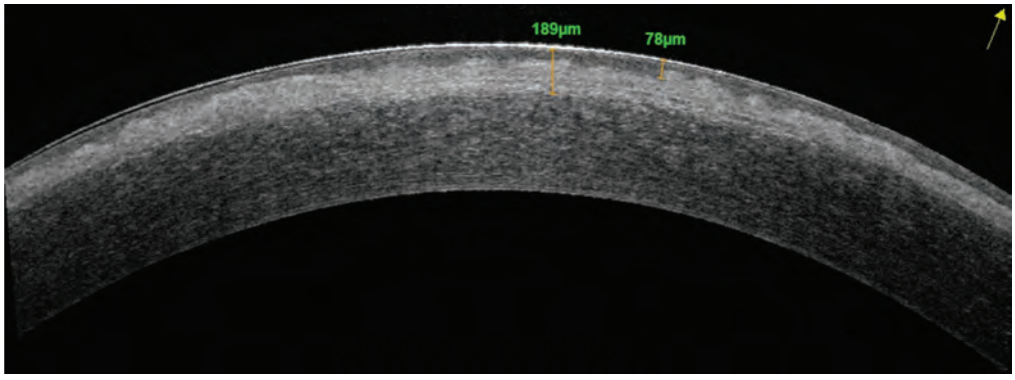


Рис. 1. ОКТ роговицы пациентки с дистрофией Reis-Bucklers

Fig. 1. OCT of the cornea of a patient with Reis-Bucklers dystrophy

После операции по данным биомикроскопии изучали срок эпителизации. Через 1 и 6 месяцев, 1 и 3 года после операции исследовали НКОЗ, МКОЗ и СЭ. В эти же сроки оценивали состояние роговицы с помощью биомикроскопии и ОКТ.

Статистическая обработка не проводилась, учитывая малое количество глаз.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным ОКТ при исходной КПМ в центре 596–680 мкм в 1-й группе и 560–613 мкм во 2-й группе максимальная ТЭ варьировала от 75 до 85 и от 69 до 73 мкм соответственно, а суммарная толщина патологически измененной роговицы составляла от 220 до 245 и от 170 до 205 мкм соответственно.

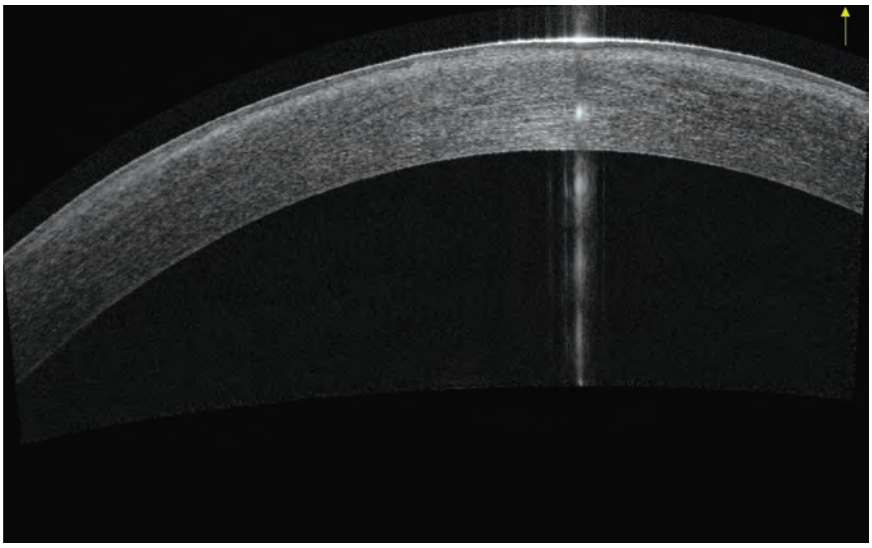


Рис. 2. ОКТ роговицы через 1 месяц после лечения

Fig. 2. OCT of the cornea 1 month after treatment

Общая глубина абляции в 1-й группе варьировала от 190 до 215 мкм, во 2-й — от 170 до 180 мкм.

Все операции были выполнены без осложнений, пациентки ощущали выраженную светобоязнь и слезотечение до окончания эпителизации, срок которой варьировал от 4 до 7 дней.

Через 1 месяц все пациентки предъявляли жалобы на легкую светобоязнь. Во всех глазах биомикроскопически выявлялись неравномерность и точечные дефекты эпителиального слоя роговицы. В двух глазах одной пациентки строма роговицы в зоне абляции была полностью прозрачной, в остальных глазах имели место остаточные участки патологических изменений, что подтверждалось данными ОКТ. Толщина стромы роговицы соответствовала расчетной остаточной, неравномерность эпителия уменьшилась (рис. 2).

Демаркационной линии роговицы, характерной для кросслинкинга, не было выявлено ни в одном глазу.

Через 6 месяцев после операции произошло улучшение состояния роговицы вследствие нормализации ТЭ на фоне отсутствия дефектов, при этом в 6 глазах сохранялись остаточные стромальные помутнения.

По прошествии года после лечения состояние роговицы не претерпело каких-либо значимых изменений во всех исследуемых глазах.

Через 3 года было обследовано только 4 глаза двух пациенток, поскольку срок наблюдения других составлял от 1 до 2 лет. В сравнении с предыдущим сроком в этих четырех глазах произошло некоторое усиление интенсивности стромальных помутнений, что привело к увеличению ТЭ на 3–6 мкм и суммарной толщины роговицы в центре на 10–18 мкм при более выраженной неравномерности эпителиального слоя, что не привело к снижению ОЗ (рис. 3).

Показатели визометрии и рефрактометрии пациенток обеих групп с НЭСДР до и после операции представлены в таблицах 1 и 2.

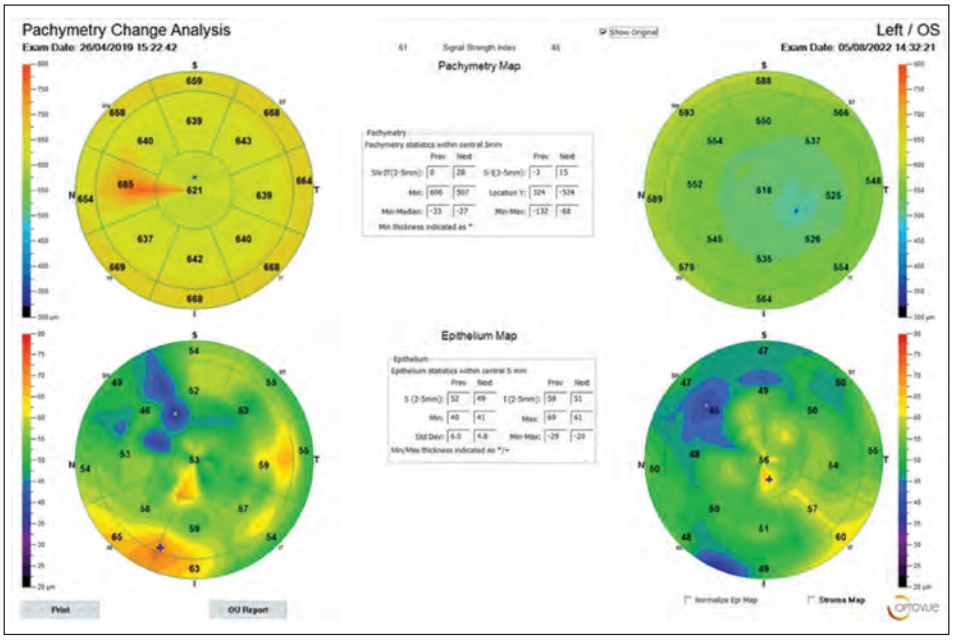


Рис. 3. ОКТ карта роговицы до и через 3 года после операции

Fig. 3. OCT map of the cornea before and 3 years after surgery

Таблица 1. Показатели визометрии, рефрактометрии пациенток 1-й группы с наследственной эпителиально-стромальной дистрофией роговицы до и после операции

Table 1. Visometry and refractometry parameters of patients of the 1st group with hereditary epithelial-stromal dystrophies of the cornea before and after surgery

Показатели Indicators	Пациенты/глаза Patients/eyes	Возраст Age	Диагноз Diagnosis	Сроки наблюдения / Observation period				
				До операции Before surgery	1 месяц после 1 months after	6 месяцев после 6 months after	1 год после 1 year after	3 года после 3 years after
Некорригированная острота зрения, ед / Uncorrected visual acuity, units	Пациент 1/OD Patient 1/OD	51	Дистрофия Reis-Bucklers	0,02	0,05	0,10	0,10	0,10
	Пациент 1/OS Patient 1/OS			0,02	0,05	0,10	0,10	0,10
	Пациент 2/OD Patient 2/OD	63	Решетчатая дистрофия	0,05	0,10	0,20	0,20	–
	Пациент 2/OS Patient 2/OS			0,10	0,20	0,30	0,30	–
Максимальная корригированная острота зрения, ед / Best corrected visual acuity, units	Пациент 1/OD Patient 1/OD	51	Дистрофия Reis-Bucklers	0,02	0,10	0,30	0,30	0,30
	Пациент 1/OS Patient 1/OS			0,02	0,30	0,40	0,40	0,40
	Пациент 2/OD Patient 2/OD	63	Решетчатая дистрофия	0,05	0,20	0,30	0,30	–
	Пациент 2/OS Patient 2/OS			0,10	0,20	0,30	0,30	–
Сфероэквивалент рефракции, дптр / Spherical equivalent of refraction, diopters	Пациент 1/OD Patient 1/OD	51	Дистрофия Reis-Bucklers	не измеряется	+2,50	+3,00	+3,0	+3,00
	Пациент 1/OS Patient 1/OD			не измеряется	+2,75	+3,50	+3,50	+3,50
	Пациент 2/OD Patient 2/OD	63	Решетчатая дистрофия	не измеряется	+1,50	+1,50	+1,50	–
	Пациент 2/OS Patient 2 /OS			не измеряется	+2,25	+2,00	+2,25	–

Таблица 2. Показатели визометрии, рефрактометрии пациентов 2-й группы с наследственной эпителиально-стромальной дистрофией роговицы до и после операции

Table 2. Visometry and refractometry parameters of patients of the 2nd group with hereditary epithelial-stromal dystrophies of the cornea before and after surgery

Показатели Indicators	Пациенты/глаза Patients/eyes	Возраст Age	Диагноз Diagnosis	Сроки наблюдения / Observation period				
				До операции Before surgery	1 месяц после 1 months after	6 месяцев после 6 months after	1 год после 1 year after	3 года после 3 years after
Некорригированная острота зрения, ед / Uncorrected visual acuity, units	Пациент 3/OD Patient 3/OD	27	Дистрофия Reis-Bucklers	0,05	0,30	0,60	0,60	0,60
	Пациент 3/OS Patient 3/OS			0,20	0,40	0,80	1,00	1,00
	Пациент 4/OD Patient 4/OD	43	Решетчатая дистрофия	0,10	0,20	0,40	0,40	–
	Пациент 5/OS Patient 5/OS	32	Гранулярная дистрофия	0,05	0,10	0,10	0,10	–
Максимальная корригированная острота зрения, ед / Best corrected visual acuity, units	Пациент 3/OD Patient 3/OD	27	Дистрофия Reis-Bucklers	0,20	0,50	0,80	0,80	0,80
	Пациент 3/OS Patient 3 /OS			0,30	0,60	0,80	1,00	1,00
	Пациент 4/OD Patient 4/OD	43	Решетчатая дистрофия	0,10	0,20	0,50	0,50	–
	Пациент 5/OS Patient 5/OS	32	Гранулярная дистрофия	0,30	0,50	0,60	0,60	–
Сфероэквивалент рефракции, дптр / Spherical equivalent of refraction, diopters	Пациент 3/OD Patient 3/OD	27	Дистрофия Reis-Bucklers	+1,00	+1,25	+1,25	+1,25	+1,50
	Пациент 3/OS Patient 3/OS			+1,00	1,00	+1,00	+1,00	+1,00
	Пациент 4/OD Patient 4/OD	43	Решетчатая дистрофия	+1,50	+1,75	+1,75	+1,75	–
	Пациент 5/OS Patient 5/OS	32	Гранулярная дистрофия	–2,00	–1,50	–1,50	–1,50	–

Данные, представленные в таблицах 1 и 2, показали, что через один месяц после операции во всех глазах обеих групп произошло повышение НКОЗ и МКОЗ, значения которых через 6 месяцев после лечения претерпели дополнительный рост и практически не изменились на финальном сроке наблюдения.

Значения СЭ во 2-й группе оставались практически стабильными на всех этапах обследования после операции, аналогичная тенденция прослеживалась и в 1-й группе после лечения.

Клинический пример 1

Пациентка Ф., 51 год. Диагноз: дистрофия роговицы Reis-Bucklers.

ОЗ правого глаза — 0,02 (не корригирует), левого глаза — 0,02 (не корригирует). По данным ОКТ роговицы центральная КПМ правого глаза составила 632 мкм, левого глаза — 621 мкм, ТЭ — 65–83 мкм на обоих глазах.

Проведены ФТК и ЛИКР на обоих глазах. Глубина абляции составила 200 мкм на правом глазу и 190 мкм — на левом глазу. Послеоперационный период протекал без особенностей, полная эпителизация роговицы наступила на 5-е и 6-е сутки. Биомикроскопически определялись остаточные стромальные помутнения роговицы, исходно расположенные глубже зоны абляции.

Через 1 год после операции ОЗ правого глаза составила 0,05 sph +2,0 cyl –3,5 ax 15° = 0,3, левого глаза — 0,1 sph +2,0 cyl –3,0 ax 165° = 0,4. Сохранялись остаточные стромальные помутнения стромы роговицы без признаков прогрессирования, центральная КПМ правого глаза — 491 мкм, левого глаза — 486 мкм, ТЭ — 59–63 мкм на обоих глазах.

Через 3 года после операции зрительные функции не претерпели изменений. ОЗ правого глаза составила 0,05 sph +2,0 cyl –3,5 ax 15° = 0,3, левого глаза — 0,1 sph +2,0 cyl –3,0 ax 165° = 0,4. Биомикроскопически и по ОКТ определялось незначительное увеличение интенсивности стромальных помутнений, вследствие этого центральная КПМ правого глаза составила 509 мкм, левого глаза — 507 мкм, ТЭ — 57–69 мкм на обоих глазах (рис. 4).

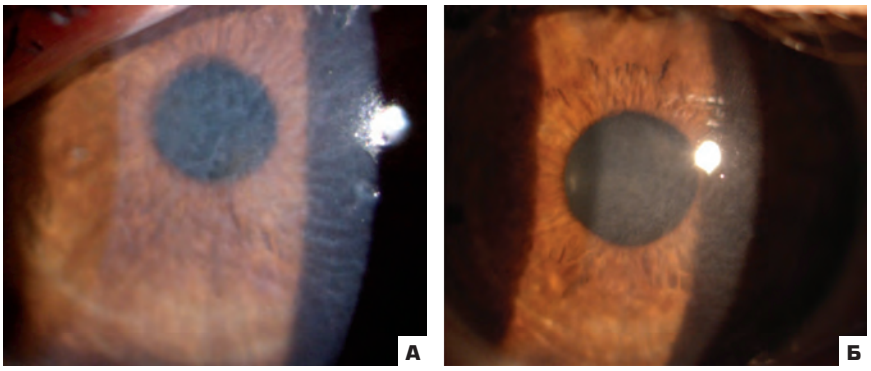


Рис. 4. Биомикроскопия роговицы, пациентка Ф., 51 год: А — до операции; Б — через 3 года после операции

Fig. 4. Corneal biomicroscopy, patient F., 51 years old: A — before surgery; Б — 3 years after surgery

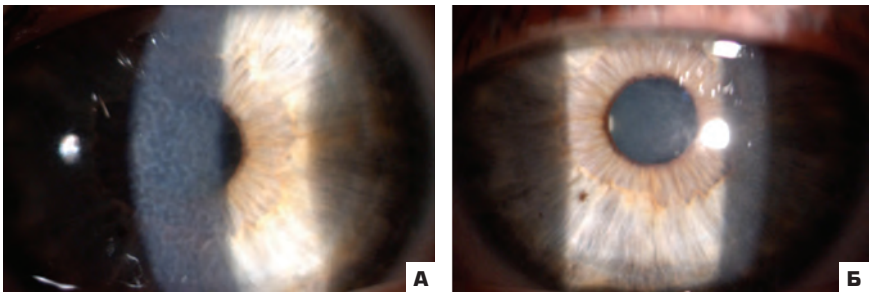


Рис. 5. Биомикроскопия роговицы, пациентка К., 27 лет: А — до операции; Б — 3 года после операции

Fig. 5. Corneal biomicroscopy, patient K., 27 years old: A — before surgery; Б — 3 years after surgery

Клинический пример 2

Пациентка К., 27 лет. Диагноз: дистрофия роговицы Reis-Bucklers обоих глаз.

ОЗ правого глаза — 0,2, не корригирует, левого глаза — 0,1 cyl + 1,5 ax 5° = 0,3. По данным ОКТ роговицы центральная КПМ правого глаза составила 601 мкм, левого глаза — 589 мкм, ТЭ — 62–73 мкм на обоих глазах.

Проведены ФТК и ЛИКР на обоих глазах. Глубина абляции составила 180 мкм на правом глазу и 170 мкм на левом глазу. Послеоперационный период протекал без особенностей, полная эпителизация роговицы наступила на 5-е и 6-е сутки. Стромальные помутнения роговицы не определялись.

Через 1 год после операции ОЗ правого глаза составила 1,0, левого глаза — 0,6 cyl +1,5 ax 175° = 0,8. Стромальные помутнения роговицы не определялись, центральная КПМ правого глаза составляла 478 мкм, левого глаза — 476 мкм, ТЭ — 55–61 мкм на обоих глазах.

Через 3 года после операции ОЗ правого глаза составила 1,0 без коррекции, левого глаза — 0,6 cyl +1,5 ax 175° = 0,9, центральная КПМ правого глаза увеличилась до 488 мкм, левого глаза — до 489 мкм, ТЭ — 54–67 мкм на обоих глазах, появились стромальные помутнения, что однако, не отразилось на зрительных функциях (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Подводя итог проведенному исследованию, можно сказать, что применение предложенного способа лечения НЭСДР показало положительные результаты по всем исследуемым показателям.

Полученные данные подтверждают мнение других авторов о том, что методика ФТК лучше всего подходит при патологии роговицы в передних 10–20 % стромы, в том числе при дистрофии, поверхностных помутнениях и дегенерации роговицы [7–16]. При планируемой остаточной толщине роговицы 450 мкм в большинстве глаз не удалось удалить все патологически изменения стромы роговицы и полностью устранить оптическую депривацию, однако операция позволила значительно улучшить ОЗ.

Тем не менее, по мнению R. Nagpal R и соавт. [16], негативные результаты ФТК, такие как рецидив заболевания, гиперметропический сдвиг, послеоперационный дискомфорт и помутнение роговицы, являются одними из значимых осложнений. В нашем исследовании также было выявлено наличие жалоб на светобоязнь у всех пациентов через один месяц после операции, что, очевидно, вызвано наличием ятрогенного синдрома «сухого глаза» вследствие большой площади воздействия и замедленной регенерации роговицы.

Что касается индуцированной аметропии, в нашем исследовании в глазах 1-й группы рефракция до операции не определялась, но послеоперационные значения СЭ от +1,5 до +4,0 дптр, возможно, свидетельствуют о наличии гиперметропического сдвига, который, по нашему мнению, может быть вызван большой глубиной абляции. В глазах 2-й группы максимальный сдвиг рефракции (СЭ) после операции в сторону гиперметропии не превышал 0,5 дптр в сравнении с исходным. Полученные нами результаты функциональной эффективности комбинированного метода лечения НЭСДР согласуются с представленными в литературе подобными исследованиями, которые достаточно малочисленны [20, 21].

Как указывалось ранее, одним из нерешенных вопросов лечения пациентов с НЭСДР является профилактика послеоперационных помутнений роговицы, вызванных лазер-индуцированной травмой в области мембраны Боумена и стромы, которая, по мнению R. Nagpal и соавт. [16], может привести к неконтролируемой пролиферации стромальных кератоцитов и отложению коллагена, гиалуроновой кислоты и протеогликанов. Этот процесс субэпителиального фиброза клинически обнаруживается в виде помутнения или рубцов и может вызывать нерегулярный астигматизм [16, 22]. Для профилактики этого осложнения зарубежными авторами предлагается использовать 0,02 % раствор митомицина С, который препятствует развитию субэпителиального фиброза, уменьшению сдвига сферической рефракции и служит для предотвращения рецидивов при патологии передних отделов роговицы [23, 24]. В то же время технология ЛИКР, разработанная И.М. Корниловским для лечения кератоконуса и, по данным автора, обеспечивающая профилактику помутнений роговицы при выполнении ФРК, примененная нами в комбинации с ФТК, также позволила избежать помутнений даже при глубине абляции более 200 мкм [17–19].

Отрицательным прогностическим фактором лечения является то, что дистрофии Боуменового слоя, зернистая и решетчатая дистрофия имеют тенденцию рецидивировать в течение 3–6 лет [13, 16, 25]. В нашем исследовании мы имели возможность провести обследование через 3 года после операции четырех глаз двух пациенток. В этих глазах произошло появление новых дистрофических изменений, которые, однако, не повлияли на ОЗ. Несомненно, необходимо проводить дальнейшие наблюдения для динамической оценки состояния роговицы и решения вопроса о повторной операции, которая позволяет вновь получить положительный функциональный результат [16]. Отсутствием множественных и долгосрочных исследований характеризуется на сегодняшний день также методика трансплантации Боуменовой мембраны, разработанная О.Г. Оганесяном и соавт. [6], поскольку в исследовании участвовали 3 пациента (4 глаза), длительность наблюдения за которыми составила 24 месяца. Сложностью в проведении этой операции, на наш взгляд, также является необходимость использования донорского материала.

Очевидно, что для определения оптимальной технологии лечения пациентов с НЭСДР методом ФТК в различных комбинациях, направленных на достижение высокого и максимально стабильного эффекта, требуется исследование, более объемное по количеству пациентов и более длительное по сроку наблюдения для выяснения полной картины послеоперационной динамики состояния роговицы и зрительных функций.

ВЫВОДЫ

1. Результаты проведенного комбинированного метода лечения НЭСДР показали его безопасность и высокую эффективность.
2. Во всех леченых глазах достигнуто повышение ОЗ вследствие улучшения прозрачности роговицы и отсутствия выраженной индуцированной аметропии.
3. Состояние роговицы во всех глазах оставалось стабильным в течение одного года после операции, а в четырех глазах двух пациенток — в течение трех лет.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Васильева И.В. — концепция и дизайн исследования, проведение исследований, анализ литературы, сбор и обработка материала, написание текста;
Слонимский А.Ю. — концепция и дизайн исследования, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Васильев А.В. — редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Труфанов СВ, Текеева ЛЮ, Саловарова ЕП, Баг РЗ, Суханова ЕВ. Дистрофии роговицы. Вестник офтальмологии. 2018;134(5):118–125.
   Trufanov SV, Tekeeva LYu, Salovarova EP, Bagh RZ, Sukhanova EV. Corneal dystrophies. Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(5):118–125 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2018134051118.
2. Кански Д. Клиническая офтальмология: систематизированный подход. 2-е изд. Под ред. ВП Еричева. Wroclav: Elcevier Urban & Partner, 2009. 944 с.
   Kanski D. Clinical ophthalmology: a systematic approach. 2nd ed. Ed. by VP Erichev. Wroclav: Elcevier Urban & Partner, 2009. 944 p. (In Russ.).
3. Рапуано КДж, Хенг В. Роговица. Атлас по офтальмологии. Под ред. АА Каспарова. М.: Гэотар-Медиа, 2010. 320 с.
   Rapuano KJ, Heng W. Cornea. Atlas of Ophthalmology. Ed. by AA Kasparov. Moscow: Geotar-Media, 2010. 320 p. (In Russ.).
4. Хлебникова ОВ, Дадали ЕЛ. Наследственная патология органа зрения: Атлас-справочник. Под ред. акад. РАМН ЕК Гинтера. М.: Авторская академия, 2013. 250 с.
   Khlebnikova OV, Dadali EL. Hereditary pathology of the visual organ: Atlas-reference. Edited by Academician of the Russian Academy of Medical Sciences EK Ginter. Moscow: Author's Academy, 2013. 250 p. (In Russ.).
5. Крачмер Д, Пэлэй Д. Роговица. Атлас. Под ред. НИ Курышевой. М.: Логосфера, 2007. 384 с.
   Krachmer D, Paley D. Cornea. Atlas. Ed. by NI Kurysheva. Moscow: Logosphere, 2007. 384 p. (In Russ.).
6. Оганесян ОГ, Ашикова ПМ, Иванова АВ, Летникова КБ, Макаров ПВ. Трансплантация боуменового слоя в комплексном лечении эпителиально-стромальной дистрофии Reis — Bücklers и Thiel — Behnke. Российский офтальмологический журнал. 2025;18(1):55–60.
   Oganesyan OG, Ashikova PM, Ivanova AV, Letnikova KB, Makarov PV. Bowman layer onlay transplantation in the management of epithelial-stromal dystrophies of Reis — Bücklers and Thiel — Behnke. Russian Ophthalmological Journal. 2025;18(1):55–60 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2025-18-1-55-60.
7. Wilson SE, Marino GK, Medeiros CS, Santhiago MR. Phototherapeutic keratectomy: Science and art. J Refract Surg. 2017;33:203–210. doi: 10.3928/1081597X-20161123-01.
8. Hersh PS, Spinak A, Garrana R, Mayers M. Phototherapeutic keratectomy: strategies and results in 12 eyes. Refract Corneal Surg. 1993;9(2 Suppl):S90–95.
9. Sekundo W, Geerling G. Phototherapeutic keratectomy. Basic principles, techniques and indications. Ophthalmologe. 2006;103:563–569. doi: 10.1007/s00347-006-1359-y.
10. Jung SH, Han KE, Stulting RD, Sgrignoli B, Kim T, Kim EK. Phototherapeutic keratectomy in diffuse stromal haze in granular corneal dystrophy type 2. Cornea. 2013;32:296–300. doi: 10.1097/ICO.0b013e31824a2288.
11. Deshmukh R, Reddy JC, Rapuano CJ, Vaddavalli PK. Phototherapeutic keratectomy: Indications, methods and decision making. Indian J Ophthalmol. 2020;68(12):2856–2866. doi: 10.4103/ijo.IJO_1524_20.
12. Reddy JC, Rapuano CJ, Nagra PK, Hammersmith KM. Excimer laser phototherapeutic keratectomy in eyes with corneal stromal dystrophies with and without a corneal graft. Am J Ophthalmol. 2013;155:1111-8e2. doi: 10.1016/j.ajo.2012.12.016.
13. Fagerholm P. Phototherapeutic keratectomy: 12 years of experience. Acta Ophthalmol Scand. 2003;81:19–32. doi: 10.1034/j.1600-0420.2003.00015.x.
14. Cleary C, Li Y, Tang M, Samy El Gendy NM, Huang D. Predicting transepithelial phototherapeutic keratectomy outcomes using Fourier domain optical coherence tomography. Cornea. 2014;33:280–287. doi: 10.1097/ICO.0000000000000050.
15. Mori H, Miura M, Iwasaki T, Goto H, Sakurai Y, Watanabe Y. Three-dimensional optical coherence tomography-guided phototherapeutic keratectomy for granular corneal dystrophy. Cornea. 2009;28:944–947. doi: 10.1097/ICO.0b013e31819670c2.
16. Nagpal R, Maharana PK, Roop P, Murthy SI, Rapuano CJ, Titiyal JS, et al. Phototherapeutic keratectomy. Surv Ophthalmol. 2020;65:79–108. doi: 10.1016/j.survophthal.2019.07.002.
17. Корниловский ИМ. Лазер-индуцированный кросслинкинг при патологии роговицы. Современные технологии в офтальмологии. 2019;3:86–89.
   Kornilovskiy IM. Laser-induced cross-linking upon corneal pathology. Modern technologies in ophthalmology. 2019;(3):86–89 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2019-3-86-89.
18. Корниловский ИМ. Фотоабляция с рибофлавином как альтернатива применению Митомицина-С в эксимерной лазерной хирургии роговицы. Точка зрения. Восток — Запад. 2021;2:24–27.
   Kornilovskiy IM. Photoablation with riboflavin as an alternative to the application of Mitomycin-C in excimer laser corneal surgery. Point of view. East — West. 2021;2:24–27 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2021-2-24-27.
19. Корниловский ИМ, Гиля АП, Хататаев РР. Рибофлавин в профилактике фиброплазии в лазерной рефракционной хирургии роговицы. Современные технологии в офтальмологии. 2022;5:190–195.
   Kornilovskiy IM, Gilia AP, Khatataev RR. Riboflavin in the prevention of fibroplasia in laser refractive corneal surgery. Modern technologies in ophthalmology. 2022;5:190–195 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2022-5-190-195.
20. Dogru M, Katakami C, Yamanaka A. Refractive changes after excimer laser phototherapeutic keratectomy. J Cataract Refract Surg. 2001;27:686–692. doi: 10.1016/s0886-3350(01)00802 1.
21. Rapuano CJ. Excimer laser phototherapeutic keratectomy in eyes with anterior corneal dystrophies: Preoperative and postoperative ultrasound biomicroscopic examination and short-term clinical outcomes with and without an antihyperopia treatment. Trans Am Ophthalmol Soc. 2003;101:371–399.
22. Ayres BD, Rapuano CJ. Excimer laser phototherapeutic keratectomy. Ocul Surf. 2006;4:196–206. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70166-0.
23. Marcon AS, Rapuano CJ. Excimer laser phototherapeutic keratectomy retreatment of anterior basement membrane dystrophy and Salzmann's nodular degeneration with topical mitomycin C. Cornea. 2002;21:828–830. doi: 10.1097/00003226-200211000-00020.
24. Miller A, Solomon R, Bloom A, Palmer C, Perry HD, Donnenfeld ED. Prevention of recurrent Reis-Bücklers dystrophy following excimer laser phototherapeutic keratectomy with topical mitomycin C. Cornea. 2004;23:732–735. doi: 10.1097/01.ico.0000127476.37175.6d.
25. Amm M. Photo-therapeutic keratectomy (PTK) — a successful treatment for Thiel-Behnke dystrophy and its recurrence. Ophthalmologe. 1999;96:489–493. doi: 10.1007/s003470050442.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Васильева Ирина Витальевна
кандидат медицинских наук, заведующая отделением рефракционной лазерной хирургии, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-8226-1292

Слонимский Алексей Юрьевич
доктор медицинских наук, профессор, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0008-7356-7637

Васильев Алексей Владимирович
кандидат медицинских наук, заведующий отделением хирургии катаракты № 1, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-9712-0276

ABOUT THE AUTHORS

Vasilieva Irina V.
PhD, head of the Department of Refractive Laser Surgery, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-8226-1292

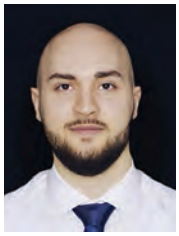
Slonimsky Aleksei Yu.
MD, Professor, ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0008-7356-7637

Vasiliev Aleksei V.
PhD, head of the Cataract Surgery Department No. 1, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-9712-0276

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-464-467

поступила 13.04.26
was received 13.04.26

Разработка и тестирование модели наставничества для врача-ординатора в клинической практике института



К.З. Муслимова О.А. Савочкина М.Т. Гедулянов

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):464–467**

Наставничество часто рассматривается с точки зрения преимуществ для наставляемых. Однако мы должны понимать преимущества и проблемы с точки зрения наставников. Высшие учебные заведения и научные организации признают важность наставничества со стороны сверстников в подготовке врачей-ординаторов к переходу из академической среды в клиническую практику. Однако существует ограниченное количество исследований, посвященных изучению личного восприятия наставников наставляемыми. **Цель исследования** — определить особенности восприятия, взаимодействия и профессионального развития участников наставнических отношений в системе здравоохранения. **Методы.** Проведено качественное описательное исследование в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова». Для исследования отобраны 14 ординаторов, участвующих в программе взаимного наставничества. Сбор данных осуществлялся с декабря 2024 по январь 2026 г. Проведены очные групповые дискуссии с использованием полуструктурированного руководства для интервью; собраны письменные отзывы и проведен тематический анализ. Исследование получило этическое одобрение. **Результаты.** Наставники-врачи переживали личностный и профессиональный рост вместе со своими наставляемыми посредством наставнического взаимодействия и саморефлексии. Наставники сообщали о преобразующем опыте наставничества, когда им удавалось установить значимые связи со своими подопечными, и они были внутренне мотивированы укреплять культуру наставничества среди преподавателей. **Выводы.** Сформировано представление об опыте и восприятии наставничества из числа врачей-ординаторов, что согласуется с результатами существующих научных исследований. Для преодоления трудностей, с которыми сталкиваются наставники, необходима поддержка со стороны преподавательского состава — например, предоставление ресурсов и подбор наставников и наставляемых. В программах обучения врачей-ординаторов наставничество среди сверстников имеет решающее значение для эффективного обучения и профессионального развития. Учебным заведениям и научным организациям следует внедрить формальное сопоставление наставников и наставляемых для развития профессионально-конструктивных связей. Изучение того, как наставники интегрируют свои наставления после окончания обучения, может пролить свет на их положительное влияние на ведение пациентов в их клинической практике. Будущие исследования должны сосредоточиться на различных группах молодых специалистов и использовать лонгитюдные исследования для получения информации об эволюции наставничества и его долгосрочном влиянии. Таким образом, опыт, полученный в ходе наставничества, является важной вехой. Программы наставничества могут значительно улучшить врачей-ординаторов как в личностном, так и в профессиональном плане, чтобы в будущем они стали лучшими специалистами как в области офтальмологии, так и в целом области здравоохранения.

Ключевые слова: взаимное наставничество, здравоохранение, ординатура, профессиональный рост, наставляемые

Для цитирования: Муслимова К.З., Савочкина О.А., Гедулянов М.Т. Разработка и тестирование модели наставничества для врача-ординатора в клинической практике института. *Офтальмология.* 2026;23(2):464–467. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-464-467

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Development and Testing of a Mentoring Model for Resident Physicians in the Clinical Practice of the Institute

K.Z. Muslimova, O.A. Savochkina, M.T. Gedulyanov

Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):464–467**

Mentoring is often viewed in terms of its benefits for mentees. However, we must understand the benefits and challenges from the perspective of mentors. Higher education institutions and research organizations recognize the importance of peer mentoring in preparing residents for the transition from academia to clinical practice. However, there is limited research examining mentees' perceptions of mentors**. The purpose** of this study was to identify the characteristics of perception, interaction, and professional development among participants in mentoring relationships in the healthcare system. **Methods.** A qualitative descriptive study was conducted at the M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases. Fourteen residents participating in the peer mentoring program were recruited for the study. Data collection was conducted from December 2024 to January 2026. Face-to-face group discussions were conducted using a semi-structured interview guide; written feedback was collected; and a thematic analysis was conducted. The study received ethical approval. **Results.** Physician mentors experienced personal and professional growth alongside their mentees through mentoring interactions and self-reflection. **Conclusions.** This study provides insights into the experiences and perceptions of mentoring among physician residents, consistent with existing research. Overcoming the challenges faced by mentors requires faculty support, such as resource provision and mentor-mentee matching. In physician resident training programs, peer mentoring is critical for effective learning and professional development. Academic institutions and research organizations should implement formal mentor-mentee matching to foster constructive professional connections. Studying how mentors integrate their mentoring after completing their training can shed light on its positive impact on patient care in their clinical practice. Future research should focus on different groups of young specialists and utilize longitudinal studies to gain insight into the evolution of mentoring and its long-term impact. Thus, the experience gained through mentoring is an important milestone. Mentoring programs can significantly improve residents both personally and professionally, ensuring they become better specialists in ophthalmology and healthcare in general.

Keywords: peer mentoring, healthcare, residency, professional development, mentees

For citation: Muslimova K.Z., Savochkina O.A., Gedulyanov M.T. Development and Testing of a Mentoring Model for Resident Physicians in the Clinical Practice of the Institute. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):464–467. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-464-467

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Министром здравоохранения Российской Федерации Михаилом Мурашко издан приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 5.03.2026 № 167н «Об утверждении Положения о наставничестве в сфере здравоохранения», в котором отмечается, что «…наставничество в сфере здравоохранения осуществляется в отношении лиц, получивших медицинское образование по основным профессиональным образовательным программам по специальностям (направлениям подготовки) и впервые прошедших первичную аккредитацию специалиста, первичную специализированную аккредитацию специалиста по соответствующей специальности…». В Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова» (далее — Институт) врачи-ординаторы получают возможность осваивать практические навыки в области офтальмологии под руководством опытного врача-наставника.

В Институте осуществляется деятельность по образовательной программе ординатуры по специальности «Офтальмология», которая рассчитана на два года. Эта программа сочетает теоретическое обучение с клинической подготовкой, включая практику по структурным подразделениям Института в течение всего периода обучения.

Клиническая практика необходима для подготовки ординаторов к реальной работе врача и проводится под руководством опытных наставников — врачей-офтальмологов. Однако в связи с растущим спросом на медицинские услуги, обусловленным старением населения, увеличением бремени хронических заболеваний и постпандемической нагрузкой на рынок труда, возрастает необходимость подготовки готовых к работе молодых специалистов, способных быстро интегрироваться в клиническую среду.

Эта проблема актуальна как в Москве, так и во всех регионах, поскольку многие системы здравоохранения сталкиваются с нехваткой персонала, высоким уровнем профессионального выгорания и текучестью кадров. В этом контексте наставничество со стороны коллег привлекло особое внимание как практичная и устойчивая стратегия поддержки. Наставники из числа коллег,

которые часто имеют схожий академический или клинический опыт, могут преодолеть разрыв между теорией и практикой, снизить стресс, способствовать чувству принадлежности и развитию профессиональной идентичности [6].

Образовательные и научные организации признают необходимость развития компетенций в наставничестве для подготовки молодых кадров к будущей клинической карьере. Наставничество со стороны коллег ценно для начинающих врачей, переходящих из академической среды в клиническую практику [5]. Это снижает текучесть кадров среди опытных специалистов, способствуя формированию более компетентного и устойчивого кадрового резерва медицинских работников [1].

Таким образом, роль опытных врачей в наставничестве становится первостепенной для обеспечения безопасной практики и поддержания высоких стандартов оказания медицинской помощи по всей стране. Это подчеркивает необходимость в компетентных врачах, способных внести вклад в эффективное клиническое наставничество. Наставничество в рамках учебных заведений имеет решающее значение, поскольку помогает наставляемым оценить компетентность в своей специальности и мотивирует их оставаться в профессии [4].

В многонациональных и многокультурных обществах для оказания надлежащей помощи требуется тонкое понимание культурных норм и практик [8]. Таким образом, взаимное наставничество имеет важное значение для развития культурной компетентности и пациенто-ориентированного подхода, позволяя наставникам делиться различными взглядами, связанными с культурными практиками и убеждениями в местных сообществах, поскольку у наставников больше опыта ухода за такими пациентами [2]. Проведенное исследование подчеркнуло необходимость дополнительного изучения данной проблемы в части отношения, потребностей, мотивации и поведения наставников [3].

Наставничество играет ключевую роль в подготовке молодого специалиста, но недостаточно изучена сформированность профессиональной идентичности врача-наставника, то есть того, как он воспринимает, чувствует и действует как профессионал [7]. Новые теории предполагают, что наставничество способствует формированию профессиональной идентичности, функционируя как сообщество практиков благодаря структурированному подходу и поддержке процесса социализации, который становится возможным благодаря персонализированной поддержке, ориентированной на оценку. Чтобы проверить эту теорию и переосмыслить дизайн программ наставничества, мы оцениваем опыт коллег-наставников в рамках исследовательской программы.

МЕТОДЫ

В ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова» были отобраны четырнадцать врачей-ординаторов, методом выборки проведены полуструктурированные интервью с наставниками из числа коллег, которые были сопоставлены с дневниками наставничества для сбора лонгитюдных данных об их опыте; собраны письменные отзывы и проведен тематический анализ. Этапы полуструктурированных интервью, дневников участников проанализированы с использованием систематического подхода.

Этап 1. Консультации экспертов для проведения сбалансированного, подотчетного и воспроизводимого исследования.

Этап 2. Полуструктурированные интервью. В исследовании приняли участие врачи-наставники, которые прошли программы наставничества в Институте. Проведена целенаправленная выборка, участникам разосланы приглашения по электронной почте, содержащие информационный лист и форму согласия. Все участники предоставили письменное и устное информированное согласие. Интервью проводились в период с декабря 2024 по февраль 2025 г. опытными врачами-наставниками.

Этап 3. Анализ дневников наставничества. Дневники взаимного наставничества заполнялись всеми наставляемыми и наставниками на нерегулярной основе в период с марта 2025 по январь 2026 г. Дневники наставничества анонимизированы независимыми членами исследовательской группы, не участвовавшими в полуструктурированных интервью, для последующего анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные показывают, что взаимное наставничество в здравоохранении оказывает многогранное влияние на участников. Основные моменты включают самопознание — переход от чувства уязвимости к профессиональной уверенности; синергетический рост, выражающийся в одновременном совершенствовании клинических навыков и укреплении профессионального опыта за счет двустороннего обмена опытом; укрепление межличностных и профессиональных связей. Культура взаимного наставничества создает молодому специалисту платформу для формирования позитивных отношений, способствует обмену знаниями и повышению квалификации, укреплению профессиональных связей и повышению уверенности в себе. К трудностям, о которых сообщают врачи-наставники, относятся проблемы с управлением временем, рабочей нагрузкой, взаимоотношениями наставника и наставляемого, отсутствием мотивации у наставляемого. Эти результаты подчеркивают, что взаимоотношения врача-наставника и наставляемого являются источником как трудностей, так и преимуществ для наставников.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Муслимова К.З. — написание и редактирование текста;
Савочкина О.А. — написание и редактирование текста;
Гедулянов М.Т. — редактирование текста, окончательное утверждение рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Lim S, Xin Min L, Chan CJW, Dong Y, Mikkonen K, Zhou W. Peer mentoring programs for nursing students: A mixed methods systematic review. Nurse Educ Today. 2022 Dec;119:105577. doi: 10.1016/j.nedt.2022.105577.
2. Бурдастова ЮВ. Проблемы формализации института наставничества в здравоохранении и пути их решения. Здравоохранение Российской Федерации. 2021;65(5):461–466.
   Burdastova YuV. Problems of formalization of the mentoring institute in healthcare and ways of solving them. Health care of the Russian Federation. 2021;65(5):461–466 (In Russ.). doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-5-461-466.
3. Алексеенко СН, Гайворонская ТВ, Дробот НН. Наставничество как одна из форм в комплексной подготовке специалиста с высшим медицинским образованием. Педагогическое образование. 2024;5(7):92–100.
   Alekseenko SN, Gayvoronskaya TV, Drobot NN. Mentoring as one of the forms in the comprehensive training of a specialist with higher medical education. Pedagogical Education. 2024;5(7):92–100.
4. Аракелян НЛ. Наставничество как фактор профессионального развития медицинских работников. Ремедиум. 2024;28(2):157–156.
   Arakelyan NL. Mentoring as a factor of professional development of medical workers. Remedium. 2024;28(2):157–156 (In Russ.). doi: 10.32687/1561-5936-2024-28-2-157-156.
5. Nashwan AJ. Culturally competent care across borders: Implementing culturally responsive teaching for nurses in diverse workforces. Int J Nurs Sci. 2023 Sep 15;11(1):155–157. doi: 10.1016/j.ijnss.2023.09.001.
6. Гареева ИА, Литвинцева СА. Наставничество в системе здравоохранения: проблемы и перспективы. Социология медицины. 2024;23(1):15–22.
   Gareeva IA, Litvintseva SA. Mentoring in the healthcare system: problems and prospects. Sociology of Medicine. 2024;23(1):15–22. doi: 10.17816/socm629869.
7. Бурдастова ЮВ. От традиции к инновациям: векторы развития системы наставничества в здравоохранении. Экономика, предпринимательство и право. 2025;15(11):7847–7868. doi: 10.18334/epp.15.11.124128.
   Burdastova YuV. From tradition to innovation: reflecting the development of the healthcare management system. Journal of Economics, Entrepreneurship and Law. 2025;15(11):7847–7868. doi: 10.18334/epp.15.11.124128.
8. Rush KL, Janke R, Duchscher JE, Phillips R, Kaur S. Best practices of formal new graduate transition programs: An integrative review. Int J Nurs Stud. 2019 Jun;94:139–158. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2019.02.010.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Муслимова Карина Зауровна
врач-ординатор
https://orcid.org/0009-0005-1014-0466;

Савочкина Ольга Александровна
кандидат медицинских наук, доцент, врач-офтальмолог

Гедулянов Марат Тимурович
кандидат медицинских наук, врач-стоматолог-хирург
https://orcid.org/0000-0002-6819-2067

ABOUT THE AUTHORS

Muslimova Karina Z.
resident physician
https://orcid.org/0009-0005-1014-0466;

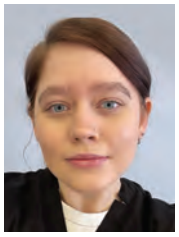
Savochkina Olga A.
PhD, Associate Professor, ophthalmologist

Gedulyanov Marat T.
PhD, dental surgeon
https://orcid.org/0000-0002-6819-2067

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-468-470

поступила 07.05.25
was received 07.05.25

К юбилею присвоения клинике глазных болезней Пермского медицинского университета имени Павла Ивановича Чистякова



П.О. Пьянкова Ю.А. Уточкин А.М. Мукаева

ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Луначарского, 72, Пермь, 614990, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2026;23(2):468–470**

Статья посвящена значимому событию в истории отечественной офтальмологии, а именно 65-летию присвоения клинике глазных болезней Пермского государственного медицинского университета имени выдающегося деятеля, врача и ученого — Павла Ивановича Чистякова. В работе рассматриваются основные этапы его профессиональной деятельности и вклад в развитие пермской школы офтальмологии.

Ключевые слова: врач-офтальмолог, офтальмология, Павел Иванович Чистяков, клиника глазных болезней

Для цитирования: Пьянкова П.О., Уточкин Ю.А., Мукаева А.М. К юбилею присвоения клинике глазных болезней Пермского медицинского университета имени Павла Ивановича Чистякова. *Офтальмология.* 2026;23(2):468–470. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-468-470

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.

On the Anniversary of the Award to the Pavel Ivanovich Chistyakov Perm Medical University Eye Diseases Clinic

P.O. Pyankova, Yu.A. Utochkin, A.M. Mukayeva

Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner
Lunacharsky str., 72, Perm, 614990, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2026;23(2):468–470**

The article is devoted to a significant event in the history of Russian ophthalmology, namely the 65th anniversary of the awarding of the Eye diseases clinic of Perm State Medical University named after an outstanding figure, doctor and scientist Pavel Ivanovich Chistyakov. The paper examines the main stages of his professional activity and his contribution to the development of the Perm School of ophthalmology.

Keywords: ophthalmologist, ophthalmology, Pavel Ivanovich Chistyakov, clinic of eye diseases.

For citation: Pyankova P.O., Utochkin Yu.A., Mukayeva A.M.On the Anniversary of the Award to the Pavel Ivanovich Chistyakov Perm Medical University Eye Diseases Clinic. *Ophthalmology in Russia.* 2026;23(2):468–470. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-468-470

Financial Disclosure: none of the authors has a financial interest in the submitted materials or methods.

There is no conflict of interest.

CC BY 4.0

Павел Иванович Чистяков (рис. 1) — известный специалист в области офтальмологии, положивший начало пермской научной офтальмологической школе и воспитавший целую плеяду врачей-офтальмологов Перми и Прикамья.

8 июля будет отмечаться 65-летний юбилей присвоения клинике глазных болезней Пермского медицинского университета, которая располагается на базе краевой клинической больницы, имени выдающегося профессора Павла Ивановича Чистякова, который возглавлял ее с 1923 г. и продолжал руководить до конца своих дней.

Рис. 1. Павел Иванович Чистяков

Fig. 1. Pavel Ivanovich Chistyakov

Родился Павел Иванович 15 (27) августа 1867 г. в селе Кома, в настоящее время это Новосёловский район Красноярского края, в семье сельского пономаря и крестьянки. В возрасте 7 лет был отдан в духовную семинарию. Во время обучения он получал стипендию, а по завершении семинарии ему положено было отработать 3 года или заплатить сразу 54 рубля. Сумму по тому времени немалую выплатить не представлялось возможным, поэтому Павел Иванович поступил на должность воспитателя в Красноярское духовное училище. В итоге через 8 лет после окончания семинарии Чистяков поступил на медицинский факультет в только что открывшийся Томский университет, куда семинаристов принимали без экзаменов, на тот момент ему исполнилось 29 лет.

Во время обучения в университете П.И. Чистяков был командирован на стажировку за границу [1]. В столице Германии Берлине в стенах лаборатории профессора А. Грефе Павел Иванович создал обширную коллекцию микроскопических образцов. Впоследствии, продолжив обучение во Фрайбурге, он находился на стажировке в клинике Теодора Аксенфельда, который был не только выдающимся специалистом в области офтальмологии, но и талантливым педагогом, а также ключевым деятелем, заложившим основы бактериологического направления в офтальмологии.

В мае 1923 г. коллективным решением ученого совета Пермского государственного университета (ПГУ) было принято решение избрать Павла Ивановича Чистякова профессором кафедры глазных болезней. Спустя два года профессор был избран деканом медицинского факультета ПГУ [2].

Павел Иванович активно участвовал в общественной жизни: он долгое время был председателем Пермского научного общества, неоднократно избирался депутатом городского совета Перми и редактировал множество научных сборников. Его чуткость и отзывчивость сделали его образцом гуманизма в медицине. Павел Иванович пожертвовал 500 тыс. рублей из своих личных сбережений на строительство глазной клиники и публикацию работ молодых исследователей[1]. Во главе клиники он активно занимался лечением трахомы, которая была широко распространена в то время, заболеваний роговицы, а также осуществлял научные работы, связанные с травмами глаз, глаукомой и прочими проблемами зрения.

До 1870 г. состояние больницы постепенно приходило в упадок: прогнившие потолки, холод из-за пришедших в негодность печей, не было разделения больных по нозологиям болезней (инфекционные больные находились в одних палатах с больными соматическими заболеваниями) [3].

С 1870 года губернское земство взяло под свой контроль перестройку больницы. За 44 года постепенного многолетнего строительства больница значительно расширилась, «выглядела должным образом снаружи и отличалась должным благоустройством внутри» и поэтому считалась одной из лучших земских больниц того времени [3].

Глазное отделение было открыто позже остальных отделений — в 1886 г., и к 1914 г. в нем размещалось 30 коек. В 1920–1921 гг. в больнице была открыта глазная клиника медицинского факультета, руководителем которой стал профессор Василий Васильевич Чирковский [3].

В 1923 г. на пост руководителя клиники глазных болезней был избран Павел Иванович Чистяков. В начале руководства П.И. Чистяковым клиника размещалась в глазном отделении на 30 коек в клинической больнице Пермского медицинского института, сейчас это Пермская краевая клиническая больница [1]. Пермская краевая клиническая больница, в состав которой входит глазная клиника, была открыта 17 ноября 1933 г. на пожертвования населения за десять лет.

Во время Великой Отечественной войны, с 1941 по 1946 г., на базе клиники был развернут эвакуационный госпиталь № 3149. На подготовку госпиталя к приему больных было дано всего две недели. Изначально в отделении было развернуто 400 коек, однако спустя год его вместимость увеличилась до 800 коек. В ситуациях, когда было большое поступление раненых, число мест могло возрасти до 900–1000. Интересно отметить, что сегодня в Пермской краевой клинической больнице функционирует 1157 коек, хотя раньше 1000 коек умещались всего в одном двухэтажном здании [4].

За любовь к своему делу, преданность профессии и усердный труд в 1943 г. Павлу Ивановичу было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки РСФСР.

[1] Фонд Пермской краевой медицинской библиотеки.

Рис. 2. Памятник Павлу Ивановичу Чистякову

Fig. 2. Monument to Pavel Ivanovich Chistyakov

Несмотря на загруженность в госпитале во время войны, П.И. Чистяков продолжал принимать пациентов амбулаторно, писал истории болезни, проводил осмотр освобожденных военнообязанных, оперировал и проводил консультации больных в клиниках города. Помимо этого, сотрудники кафедры проводили активное обучение врачей, организовывали конференции и писали научные работы. В годы Великой Отечественной войны в глазном отделении ежедневно проводили операции как раненым солдатам, так и гражданскому населению[1].

По инициативе профессора Чистякова на базе Пермской первой клинической больницы был открыт трахоматозный диспансер. Благодаря совместным стараниям врачей и работников кафедры к 1962 г. завершилась ликвидация трахомы как массового заболевания в Пермской области [2].

За значительный вклад в развитие науки профессор П.И. Чистяков был удостоен высокого звания заслуженного деятеля науки РСФСР и награжден двумя орденами Ленина, орденом Трудового Красного Знамени, а также несколькими медалями [2].

Профессор Чистяков является автором более чем 80 научных публикаций и соавтором отдельных глав в двух учебниках по офтальмологии. Под его руководством были подготовлены четыре доктора и одиннадцать кандидатов медицинских наук. Воспитанники Павла Ивановича впоследствии стали руководителями кафедр в различных городах, включая Саратов, Львов, Архангельск и Томск [2].

За годы работы в Перми П.И. Чистяков познакомил с курсом глазных болезней свыше 10 тыс. студентов, кроме того, более 500 фельдшеров и врачей прошли специализацию, и ими было произведено более 40 тыс. операций[2].

Павел Иванович умер 20 сентября 1959 г. в возрасте 92 лет. Несмотря на возраст, профессор на 92-м году жизни по-прежнему читал лекции и проводил операции на глазном яблоке. В 1960 г. клинике глазных болезней Пермского медицинского института было присвоено его имя. В 2008 г. в Пермской краевой больнице прошло торжественное воздвижение монумента, посвященного Павлу Ивановичу Чистякову (рис. 2).

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Пьянкова П.О. — изучение источников литературы, концепция обзора, редактирование, финальная подготовка статьи к публикации;
Уточкин Ю.А. — изучение источников литературы, редактирование, окончательное утверждение рукописи;
Мукаева А.М. — изучение источников литературы, написание статьи, редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бабушкин ВС. Профессор П.И. Чистяков. Пермь: Пермское книжное издательство, 1962.
Babushkin BS. Professor PI. Chistyakov. Perm: Perm Book P ublishing House, 1962.
2. Гаврилова ТВ, Горячев ЮЕ, Субботина ИН, Нифонтова ТП. Основные этапы развития кафедры офтальмологии Пермской государственной медицинской академии им. ак. Е.А. Вагнера. Материалы научно-практической конференции, посвященной 175-летию Пермской краевой клинической больницы. Пермь, 2008:179–185.
Gavrilova TV, Goryachev YUE, Subbotina IN, Nifontova TP. The main stages of the development of the Department of Ophthalmology of the Perm State Medical Academy named after E.A. Wagner Materials of the scientific and practical conference dedicated to the 175th anniversary of the Perm Regional Clinical Hospital. Perm, 2008:179–185.
3. Чистяков ПИ. Краткий исторический очерк жизни и деятельности Пермской Первой Клинической больницы (бывшей губернской земской Александровской) за 100 лет (1833–1933). Юбилейный сборник научных работ, посвященный 100-летию Пермской первой клинической больницы. Пермь: Изд-во Пермского городского отдела здравоохранения, 1933.
Chistyakov PI. A brief historical sketch of the life and activities of the Perm First Clinical Hospital (formerly Gubernia Zemskaya Alexandrovskaya) for 100 years (1833–1933). Anniversary collection of scientific papers dedicated to the 100th anniversary of the Perm First Clinical Hospital. Perm: Publishing House of the Perm City Health Department, 1933.
4. Война глазами медиков. Эвакогоспиталь № 3149 URL: https://minzdrav.permkrai.ru/novosti/?id=352308 (6.04.2025)
War through the eyes of doctors. Evacuation hospital No. 3149 URL: https://minzdrav.permkrai.ru/novosti/?id=352308 (6.04.2025).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Пьянкова Полина Олеговна
студентка 4 курса педиатрического факультета

Уточкин Юрий Анатольевич
кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения с курсом права

Мукаева Айсылу Мансафовна
студентка 4 курса педиатрического факультета

ABOUT THE AUTHORS

Pyankova Polina O.
student of the Pediatric Faculty

Utochkin Yuri A.
PhD, Associate Professor

Mukayeva Aisylu M.
student at the Pediatric Faculty

[1] Фонд Пермской краевой медицинской библиотеки.
[2] Там же.

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-471-471

Отзыв статьи «Особенности локального интерлейкинового статуса пожилых больных первичной закрытоугольной глаукомой»

Для цитирования: Отзыв статьи «Особенности локального интерлейкинового статуса пожилых больных первичной закрытоугольной глаукомой». *Офтальмология*. 2026;23(2):471–471. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-471-471

Retraction of the article “Features local interlacing status of elderly patients with primary angle-closure glaucoma”

For citation: Retraction of the article “Features local interlacing status of elderly patients with primary angle-closure glaucoma”. *Ophthalmology in Russia*. 2026;23(2):471–471. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2026-2-471-471

Ретракция статьи «Особенности локального интерлейкинового статуса пожилых больных первичной закрытоугольной глаукомой» (Чухраев А.М., Агарков Н.М., Прощаев К.И., Ильницкий А.Н., Кулабухов А.С., Иванов А.В.), опубликованной в журнале «Офтальмология» № 1 2021 г. (https://www.ophthalmojournal.com/opht/article/view/1445/807), оформлена по инициативе авторов в связи с включением в состав авторов, не принимавших участие в исследовании и написании статьи.

CC BY 4.0

BAUSCH + LOMB

Безиванс®

ИННОВАЦИОННЫЙ

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЙ ПРЕПАРАТ ШИРОКОГО СПЕКТРА ДЕЙСТВИЯ

Первый и единственный в России местный офтальмологический хлорфторхинолон[1]

Особая комбинация полимеров обеспечивает длительную концентрацию действующего вещества в слезной плёнке[2]

Действует против широкого спектра патогенов, **включая:** S. aureus, S. epidermidis, S. pneumoniae, H. influenzae, P. aeruginosa

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРЕПАРАТУ

РУ № ЛП-(005333)-(РГ-RU) от 27.04.24

RUS-OPH-BSV-BSV-04-2025-5639

ОХЛП РУ № ЛП-(005333)-(РГ-RU) от 27.04.24.

1. Единственный среди топических глазных форм фторхинолонов ЛС по данным Государственного реестра лекарственных средств, Государственного реестра медицинских изделий, а также по данным из открытых источников производителей (официальных сайтов, публикаций), апрель 2025. 2. Через 12 часов концентрация безифлоксацина в слезах составила >10 мкг/мл согласно данным Proksch JW, Granvil CP, Siou-Mermet R, Comstock TL, Paterno MR, Ward KW. Ocular pharmacokinetics of besifloxacin following topical administration to rabbits, monkeys, and humans. J Ocul Pharmacol Ther. 2009;25(4):335-344.

Полную информацию Вы можете получить в ООО «Бауш Хелс»: тел.: +7 (495) 510-2879 | www.bausch.ru

Реклама

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

BAUSCH+LOMB

Лотемаксин

МОЩНАЯ СИЛА ПРОТИВ ВОСПАЛЕНИЯ ГЛАЗ!

Новый класс кортикостероидов с мощной противовоспалительной активностью[1]

Противовоспалительная активность лотепреднола аналогична действию традиционных кортикостероидов, применяемых в офтальмологии[2]

Лотепреднол **обладает** меньшим потенциалом для содействия образования катаракты, чем кетоновые стероиды[2]

Лотепреднол **оказывает** минимальное влияние на ВГД[3]*

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРЕПАРАТУ

РУ ЛП-№(005177)-(РГ-RU) от 15.04.2024

RUS-OPH-LTM-LTM-04-2025-5668

1. ОХЛП РУ ЛП-№(005177)-(РГ-RU) от 15.04.2024. 2. Comstock TL & Decory HH. Advances in corticosteroid therapy for ocular inflammation: loteprednol etabonate. Int J Inflam. 2012:2012:789623. 3. Sheppard JD et al. Impact of the Topical Ophthalmic Corticosteroid Loteprednol Etabonate on Intraocular Pressure. Adv Ther. 2016 Apr;33(4):532-52. * клинически значимое повышение ВГД наблюдалось только у 0,8% пациентов, получавших краткосрочное лечение ЛЭ (менее 28 дней) и у 1,5%, получавших долгосрочное лечение ЛЭ (не менее 28 дней).

Полную информацию Вы можете получить в ООО «Бауш Хелс»: тел.: +7 (495) 510-2879 | www.bausch.ru

Реклама

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЦЕНТР
МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»
СОЗВЕЗДИЕ ПРОФЕССИОНАЛОВ

ИНТЕРАКТИВНЫЕ КЛИНИЧЕСКИЕ АТЛАСЫ ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ЦЕНТРА МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»

Уникальность изданий – в интерактивной части, где размещены анимационные схемы и видеозаписи реальных операций по описанным технологиям, доступ к которым осуществляется по QR-кодам. Иллюстрации демонстрируют не только ключевые моменты хирургической процедуры, но и необходимый для нее современный инструментарий.

Интерактивный клинический атлас по нестандартной хирургии патологии переднего отрезка глаза предназначен для опытных офтальмохирургов. Основной акцент содержания сделан на том, как врач может достойно выйти из различных нестандартных хирургических ситуаций.

Интерактивный клинический атлас «Нестандартная хирургия заднего отрезка глаза» продолжает цикл «Офтальмохирургия шаг за шагом». В издании представлены выработанные многолетней практикой подходы к хирургическому лечению витреоретинальной патологии, а также оригинальные разработки хирургов Центра, защищенные патентами РФ.

В интерактивном атласе «Эндоскопическая дакриохирургия: современные тенденции» представлены современные технологии диагностики и эндоскопической хирургии патологии слезных путей через призму многолетнего опыта хирургов Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза», разработки врачей центра в области лучевой диагностики и хирургии, защищенные патентами РФ. Описано передовое оборудование и организация операционного блока. В интерактивной части атласа размещены видеозаписи реальных операций по описанным технологиям (переход по QR-кодам).

2500 ₽

2500 ₽

3100 ₽

Приобрести атлас можно любым удобным для Вас способом:

- Отправить заявку по e-mail: 2407313@bk.ru
- В Екатеринбургском центре МНТК «Микрохирургия глаза» по адресу: г. Екатеринбург, ул. Академика Бардина, 4а, Стационар

РЕКЛАМА

БРОКСИНАК®

ФармакоПОДДЕРЖКА, которой можно доверять[5,6,7]

Доверие, проверенное временем!
Лидер назначений в категории глазных капель НПВП среди врачей-офтальмологов РФ[1]

Уменьшает развитие макулярного отека, в том числе и у пациентов с диабетической ретинопатией[2,3,4]

Специально разработанная композиция с БАХ* 0,05 мг/мл позволяет достичь пиковую концентрацию бромфенака в структурах глаза в 2–6 раз выше, чем у аналогов, содержащих меньшее количество БАХ[5,7,8]

Бережно относится к глазной поверхности[5,6]

* БАХ — бензалкония хлорид.

1. По данным PRINDEX Q3 2025 — назначения врачами офтальмологами категории НПВП глазные капли. 2. Sheppard John, Topical bromfenac for prevention and treatment of cystoid macular edema following cataract surgery: a review. Clinical Ophthalmol. 2016;10:2099-2111. 3. Walter Keith A et al. Management of Ocular Inflammation following Routine Cataract Surgery--Topical Corticosteroid (Prednisolone) versus Topical Non-steroidal (Bromfenac). US Ophthlmic reviw. 2011;4(2):97-100. 4. Pinna Antonio et al. Bromfenac eyedrops in the treatment of diabetic macular edema: a pilot study. Eur J Ophthalmol. 2016. 5. Блинова Е.В. и соавторы «Противовоспалительное действие и внутриглазная кинетика бромфенака при переднем увеите в зависимости от состава топической лек.формы. РОЖ, 2024, 17(4), 70-77. 6. Yanai K. et al. Corneal sensitivity after topical bromfenac sodium eye-drop instillation. Clin Ophthalmol. 2013;7:741-744. 7. Листок-вкладыш — информация для пациента Броксинак®, 0,09%, капли глазные. Государственный реестр лекарственных средств. https://grls.minzdrav.gov.ru/GRLS.aspx. 8. Государственный реестр лекарственных средств. https://grls.minzdrav.gov.ru/GRLS.aspx.

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

SENTISS
Ясный взгляд в будущее

117393, г. Москва, ул. Академика Пилюгина, д. 22, Бизнес-центр «Алгоритм», 6 этаж.
Тел.: +7 (495) 229-7663, e-mail: sentiss@sentiss.ru
www.sentiss.ru

Реклама

05–26-RUS-016-RY

Гранд Оптикс

ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

BAUSCH+LOMB

Офтальмологическая хирургическая система Stellaris

TOPCON

Офтальмологический трехмерный оптический когерентный томограф DRI OCT Triton

Лазерный фотодеструктор «Q-Las»

TOPCON

Операционный микроскоп OMS-800

Интраокулярная линза ENVISTA® / ENVISTA® TORIC

Линза Akreos AO

LuxSmart/LuxSmart Toric

ООО «ГРАНД ОПТИКС»
Москва, 127018, ул. Сущевский Вал, д.49,
БЦ Jazz, офис 516

info@grand-optics.ru
тел.: +7 (495) 737-08-40

РЕКЛАМА

ГИГИЕНА ВЕК – ОСНОВА ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА И БЛЕФАРИТОВ!

ВЕКИНГЕЛЬ® VEKINGEL®

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ **ГЕЛЕЙ ДЛЯ ВЕК**

- при блефаритах разной этиологии, включая демодекоз
- при синдроме сухого глаза
- при дисфункции мейбомиевых желез
- при ношении контактных линз
- при подготовке к офтальмохирургическому вмешательству

Ag+ Содержат серебро и гиалуроновую кислоту

Дексапантенол – увлажнение и питание кожи век

Препарат серы – при лечении демодекоза

ГИПОАЛЛЕРГЕННЫЙ СОСТАВ

айби фарм®

Реклама.
Больше информации на сайте.

www.vekingel.ru

REPER

ForeSight

Модульная интраокулярная линза нового поколения

Решение для прогнозируемой послеоперационной коррекции рефракции

- Детская катаракта
- Патология роговицы
- Витрэктомия с силиконом

«Будущее непредсказуемо.
Оставим его открытым»
Е.Н. Батьков

Нет аналогов,
зарегистрированных в РФ

reper.ru
тел.: +7 831 260 11 73
Нижний Новгород, ул. Баррикад, д.1

РЕКЛАМА

FEMTO LDV Z-серия

ziemer
OPHTHALMOLOGY

Уникальные мобильные платформы с широким спектром приложения в офтальмохирургии: для хирургии роговицы (Femtocornea) и катаракты (Femtocataract)

- **Эффективность**
- **Мобильность**
- **Универсальность**

Экстракция
Лентикулы
New:
CE marked

Femtocornea – хирургия роговицы с возможностью проведения следующих процедур:

- CLEAR – экстракция лентикулы роговицы
- Z-LASIK – стандартные лоскуты с программируемым положением ножки
- Z-LASIK-Z – персонализированные лоскуты
- SIM-LASIK – сочетание Z-LASIK и коррекции пресбиопии
- Создание персонализированных интрастромальных тоннелей (одного, двух отдельных тоннелей на различной глубине или одного кругового тоннеля 360°)
- Создание персонализированных интрастромальных карманов
- Послойная и сквозная кератопластика
- Создание ультратонких (70 – 100 мкм) трансплантатов ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА для проведения эндотелиальной кератопластики UT-DSEK
- При сквозной кератопластике создание трансплантатов с различным профилем для оптимальной адаптации и уменьшения степени посткератопластического астигматизма

FLACS – (femtolaser assisted cataract surgery) фемтоассистированная хирургия катаракты

- Основной туннельный разрез и парацентезы
- Фемтосекундный капсулорексис (возможно проведение заднего капсулорексиса)
- Фемтосекундная фрагментация ядра хрусталика любой степени плотности
- Профилированные тоннельные послабляющие и дугообразные разрезы

ВРЕМЯ ДЕЙСТВОВАТЬ!

ООО «ФЕМТОМЕД»
инновационные медицинские технологии
117335, г. Москва, ул. Вавилова,
д. 69/75, этаж 10, офис № 1005
Телефон: +7 (915) 352-66-88
E-mail: office@femtomed.ru

FEMTOMED
инновационные медицинские технологии

РЕКЛАМА

R-OPTICS

ultra Q reflex™

Производитель:
Ellex Medical Pty, Австралия

МУЛЬТИМОДАЛЬНЫЙ
YAG-лазер

Уникальная YAG-лазерная система ULTRA Q REFLEX

- Создана специально для проведения лазерного витреолизиса
- Позволяет проводить точное и аккуратное лечение вторичной катаракты
- Высочайшее качество оптики позволяет получить ультрачеткое изображение переднего отрезка

Официальный представитель на территории РФ – ООО «Эр Оптикс»

R-OPTICS.RU / +7 (495) 780 92 55 / info@r-optics.ru

Реклама

ПРАВИЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЛЮБОЙ СТЕПЕНИ СУХОСТИ ГЛАЗ

HYLO®

В НОВОМ ДИЗАЙНЕ

ХИЛО-КОМОД®

Выбор офтальмологов России*

Гиалуроновая кислота 0,1%

Эффективное и длительное увлажнение, проверенное миллионами глаз. При легких и среднетяжелых видах сухости. Вплоть до IIб степени.

ХИЛОМАКС-КОМОД®

Стандарт лечения хронических симптомов

Гиалуроновая кислота 0,2%

Особенно интенсивное и длительное увлажнение благодаря двойной концентрации гиалуроновой кислоты высокой вязкости. При тяжелых формах сухости глаз и в послеоперационном периоде. Вплоть до III степени.

ВитА-ПОС®

Защита и увлажнение в ночное время

Витамин А

Улучшает свойства слёзной плёнки. Все стадии сухости глаз в ночное время. Вплоть до III степени.

ХИЛОЗАР-КОМОД®

Интенсивный ежедневный уход

Гиалуроновая кислота 0,1% + декспантенол

Защита и интенсивный уход при ежедневной зрительной нагрузке. Легкие и среднетяжелые виды сухости глаз, а также профилактическое увлажнение напряженных глаз. Вплоть до IIб степени.

ХИЛОПАРИН-КОМОД®

Увлажнение для раздраженных глаз

Гиалуроновая кислота 0,1% + гепарин

Увлажнение и уход за раздраженной роговицей и конъюнктивой. Легкие и среднетяжелые виды сухости глаз, в том числе сочетающиеся с хроническими заболеваниями роговицы. Вплоть до IIб степени.

*ХИЛО-КОМОД® – Победитель премии Russian Pharma Awards® 2024 в номинации “Выбор офтальмолога: капли для профилактики и лечения синдрома «сухого глаза»” по результатам голосования практикующих врачей-офтальмологов из России.

Капли линейки продуктов **HYLO®** отвечают всем требованиям по оптимальной переносимости и эффекту:

- ✓ Более продолжительный увлажняющий эффект благодаря длинным цепочкам гиалуроновой кислоты
- ✓ Без консервантов и фосфатов
- ✓ Содержат цитратный буфер
- ✓ Могут использоваться с контактными линзами

URSAPHARM

УРСАФАРМ Арцнаймиттель ГмбХ · 107996, Москва, ул. Гиляровского, д. 57, стр. 4
Тел.: +7 (495) 684-34-43 · E-mail: ursapharm@ursapharm.ru · www.ursapharm.ru · hylo.ru

РЕКЛАМА

Для заметок

Единственная в мире

уникальная платформа, которая совмещает три вида исследований, проводимых одновременно, в одном приборе

GALILEI G6
ziemer

- Оптический томограф переднего отдела глаза высокого разрешения на основе двух-канальной шаймпфлюг-камеры
- Топограф с кольцами Пласидо
- Оптический биометр (оптический А-скан)

Данное решение позволяет существенно экономить время, средства и используемое пространство.

Революционные возможности прибора выводят диагностику переднего отдела глаза на новый уровень.
Прибор позволяет получать следующие высокоточные результаты:

- Кератометрия
- Пахиметрия центральной и периферической зон
- Топография передней и задней поверхностей роговицы
- Аберрометрия структур переднего отдела глаза
- Измерение размера зрачка и диаметра роговицы (WTW)
- Оптическая томография и 2D-денситометрия структур переднего отдела глаза
- Измерение параметров передней камеры, цифровая гониометрия
- Оптическая биометрия: ПЗО, толщина хрусталика
- Высокоточный расчет ИОЛ, в т.ч. у пациентов после рефракционных вмешательств

FEMTOMED

+7 (499) 653 77 67
+7 (915) 352 66 88

office@femtomed.ru
www.femtomed.ru

ООО «ФЕМТОМЕД»
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ziemer OPHTHALMOLOGY

117335, г. Москва, ул. Вавилова, д. 69/75, этаж 10, офис № 1005

РЕКЛАМА

ЛАТАКУЛИН®

КОМФОРТНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ГЛАУКОМЫ[1,2]

РУ ЛП- N(009188)-(РГ-RU) 11.03.2025

ПОЛНОСТЬЮ БЕЗ КОНСЕРВАНТОВ[3]

сохранение свойств слезной пленки[2]

ТРЕХМЕСЯЧНАЯ ТЕРАПИЯ В ОДНОМ ФЛАКОНЕ[3]

уверенность врача в результате лечения[1]

СИСТЕМА ТОЧНОГО ДОЗИРОВАНИЯ[3,4]

1 нажатие — 1 капля

ЛАТАКУЛИН® (латанопрост)

- Латанопрост – «золотой стандарт» гипотензивной терапии глаукомы[1,5]
- Сохраняет устойчивый гипотензивный эффект при однократном применении в течение 24 часов[3]
- Продолжительный срок годности после вскрытия - 4 месяца[3]
- Мягкий и удобный в использовании флакон[3,4]

Ознакомьтесь с инструкцией по применению препарата

ЯДРАН ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
КАЧЕСТВО КОТОРОЕ МОЖНО УВИДЕТЬ

ООО «ЯДРАН»
119330, Москва, Ломоносовский пр-т, д.38, оф. 7.
Тел.: +7 (499) 143-3770, www.jadran.ru

1. Федоров В. Н., Вдовиченко В.П. и др. Фармакотерапия глаукомы с точки зрения доказательной медицины. Качественная клиническая практика. 2023; (3):44–54. 2. Chhabra H et al. A comparative study of benzalkonium chloride-free latanoprost versus benzalkonium chloride-preserved latanoprost on ocular surface health in patients of primary open angle glaucoma. Int J Basic Clin Pharmacol. 2017 May;6(5):1110-1114. Чхабра Х. и др. Сравнительное исследование влияния латанопроста, не содержащего бензалкония хлорид и латанопроста, содержащего бензалкония хлорид, на состояние поверхности глаза у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Международный журнал фундаментальной и клинической фармакологии 2017 май; 6(5):1110-1114. 3. ЛВ, ОХЛП препарата Латакулин® 4. Данные находятся в досье компании ООО «ЯДРАН». 5. WHO Model List of Essential Medicines – 23rd List (2023) Примерный перечень основных лекарственных средств ВОЗ - 23-я редакция (2023) https://www.who.int/publications/i/item/WHO-MHP-HPS-EML-2023.02 26.08.2025.

РЕКЛАМА