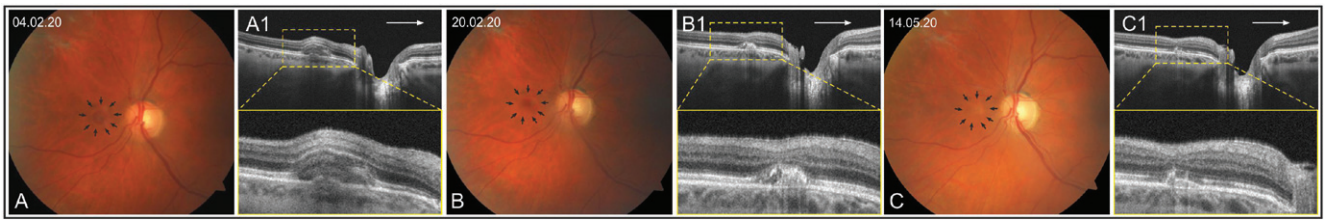
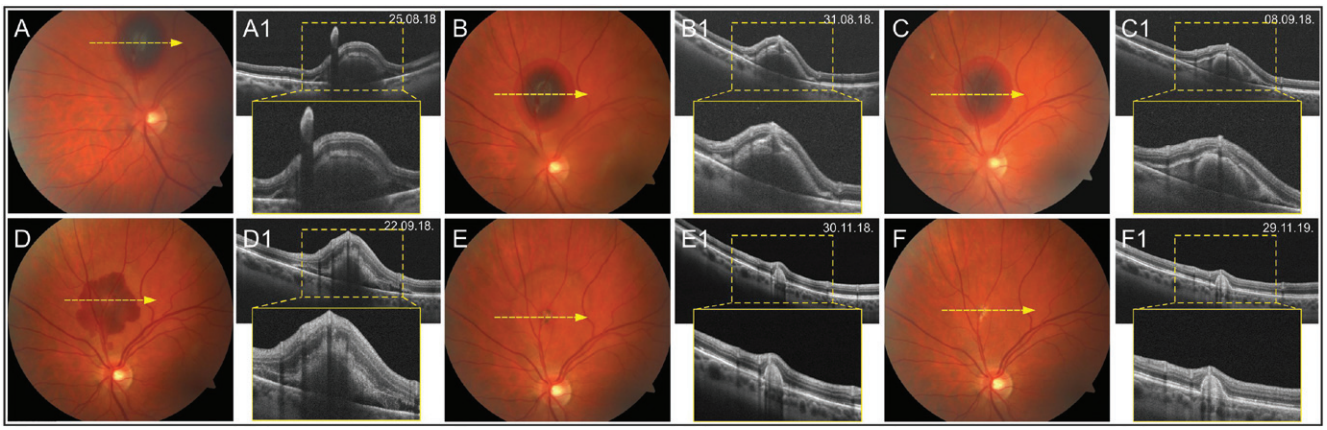
ISSN 1816-5095 (print)
ISSN 2500-0845 (online)

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Volume 22, Number 3 (September), 2025
Том 22, номер 3 (сентябрь), 2025 год



Динамика состояния сетчатки при субретинальном кровоизлиянии в группе раннего лазерного витреолизиса
Time-course retinal changes in subretinal hemorrhage, early laser vitreolysis group (p. 535)



Динамика состояния сетчатки при субретинальном кровоизлиянии в группе отсроченного лазерного витреолизиса
Time-course retinal changes in subretinal hemorrhage, delayed laser vitreolysis group (p. 535)

http://www.ophthalmojournal.com

ВЕССЕЛ® ДУЭ Ф



ЗРИ В КОРЕНЬ СОСУДИСТЫХ ПРОБЛЕМ

Повреждение гликокаликса – первопричина сосудистых заболеваний[1]

Вессел® Дуэ Ф благодаря способности **восстанавливать** и защищать гликокаликс[2] возвращает функциональную целостность эндотелию[3], **помогает** устранению признаков и симптомов[4] и, назначаемый на ранних стадиях, может **защитить** от прогрессирования заболевания[5].

1. Шевченко Ю.Л. и др. Эндотелиальный гликокаликс в обеспечении функции сердечно-сосудистой системы // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2020. Т. 15. № 1. С. 109. **2.** Broekhuizen L.N. et al. Effect of sulodexide on endothelial glycocalyx and vascular permeability in patients with type 2 diabetes mellitu // Diabetologia. 2010. 53: 2646–2655. **3.** Li T. et al. Sulodexide recovers endothelial function through reconstructing glycocalyx in the balloon-injury rat carotid artery model // Oncotarget. 2017. 24. 8(53): 91350–91361. **4.** Bignamini A.A., Matuska J. Sulodexide for the Symptoms and Signs of Chronic Venous Disease: A Systematic Review and Meta-analysis // Adv Ther. 2020. 37(3): 1013–33. **5.** Mattana P. et al. Vascular pathologies and inflammation: the anti inflammatory properties of Sulodexide // J Vasc Endovasc Surg. 2012. 19(Suppl. 2 to No. 3): 1–7.

Реклама

Для получения подробной информации ознакомьтесь с инструкцией по медицинскому применению препарата Вессел® Дуэ Ф. Рег. номер П N012490/01. Материал предназначен для специалистов здравоохранения.

ООО «Альфасигма Рус»
115054, г. Москва, Павелецкая пл., д. 2, стр. 2
Телефон: +7 (495) 150-01-23
e-mail: info.ru@alfasigma.com

ВЕССЕЛ® ДУЭ Ф

Помогает, восстанавливает и защищает

ALFASIGMA

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY IN RUSSIA
Том 22, номер 3, 2025 Volume 22, Number 3, 2025

© 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: 29.09.2025.

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, ззаведующая 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 Девида 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 22, номер 3, 2025 Volume 22, Number 3, 2025

© 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 per-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: September 29, 2025.

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 of 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. Kurysheva — 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 22, номер 3, 2025 Volume 22, Number 3, 2025

ОБЗОРЫ

В.В. Куренков, Е.Г. Полунина, О.А. Васильева, К.В. Чиненова (Ластовская), Н.В. Кузнецова, В.К. Самохвалова
Практические рекомендации при окклюзии центральной артерии сетчатки на фоне косметологического воздействия в периорбитальной зоне, механизм развития, диагностика, неотложная помощь и профилактика 483

Т.Ю. Шилова, М.А. Шилова
Циклоторсия и бинокулярные функции при рефракционных операциях LASIK и SMILE. Обзор 494

Ю.Н. Юсеф, А.С. Введенский, М.Н. Иванов, Н.Д. Фокина, Н.Ю. Школяренко, К.К. Кулиш
Выбор антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме 500

С.В. Шутова, О.Л. Фабрикантов, Е.Ю. Федорова, С.О. Кириллова
Влияние киберспорта на зрительную функцию: систематический обзор 507

ОФТАЛЬМОХИРУРГИЯ

А.В. Трубилин, В.Н. Трубилин, Е.Г. Полунина, А.В. Филоненко
Алгоритм интраоперационной профилактики синдрома сухого глаза при факоэмульсификации катаракты 516

А.Н. Куликов, А.А. Кольбин, Ф.А. Горюнов
Инородные тела глазницы при современной орбитальной боевой травме 522

В.А. Шаимова, С.Х. Кучкильдина, Т.Б. Шаимов, Р.Б. Шаимов, Ю.В. Носуль, М.С. Ивин, О.В. Галина, А.Ю. Галин
Лазерный витреолизис симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса. Сообщение 1. Ретроспективный анализ 531

П.Л. Володин, А.И. Баталов, Е.В. Иванова
Комбинированное лазерно-хирургическое лечение пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диабетическим макулярным отеком 538

А.В. Головин, А. Трошина, В.Р. Манцова, А.В. Прошко, Е.В. Кечин
Особенности хирургической техники и клинико-функциональные результаты кератопротезирования у пациентов после неэффективной сквозной кератопластики 547

Д.Ф. Белов, В.П. Николаенко, А.И. Сорокопудова
Сравнение точности торических калькуляторов Kane и Barrett toric calculator с использованием различных кератометрических параметров 558

А.В. Малышев, С.А. Сай, А.С. Головин
Клиническая эффективность и безопасность проведения факовитрэктомии при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки 565

Я.О. Груша, К.В. Четкарев, А.С. Колодина
Использование метрического устройства, изготовленного методом 3D-печати, в проведении глубокой латеральной декомпрессии орбиты 572

Т.В. Гаврилова, Н.А. Собянин, М.В. Миронченков, А.Г. Гринёв
Хирургическое лечение первичной открытоугольной глаукомы с помощью микроимпульсного лазерного воздействия 577

К.Б. Першин, А.А. Панов, Н.Ф. Пашинова, А.Ю. Цыганков
Первый опыт применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в Российской Федерации 582

Д.А. Хван, Г.А. Федяшев, М.П. Ручкин
Сравнение эффективности различных формул расчета оптической силы торических ИОЛ при операциях на хрусталике у пациентов после сквозной кератопластики 589

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

И.Е. Панова, Е.М. Свистунова, Н.А. Воробьев, Н.И. Мартынова, И.А.И. Аль-Муса
Локальные лучевые осложнения протонной терапии увеальной меланомы 596

М.А. Фролов, И.В. Воробьева, А.М. Фролов, Д.А. Семина, А.С. Клименко, С. Шаллах
Результаты анализа микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19 604

Т.В. Гаврилова, Ю.А. Козырева, С.Н. Мухамадеева, Л.И. Соловьева, М.В. Черешнева
Опыт применения дренажа «Ксенопласт» в непроникающей операции при первичной открытоугольной глаукоме 612

А.Ю. Слонимский, В.В. Аверич, Е.В. Суханова
Клиническая значимость изменений прекорнеальной слезной пленки при кератоконусе в интерпретации томографических методов исследования роговицы 618

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Ю.Н. Юсеф, Э.Э. Казарян, С.А. Шашорина
Гигантоклеточный артериит в сочетании с заднекапсулярной катарактой. Клинический случай 625

С.В. Саакян, Н.С. Измайлова, С.Ю. Петров, Р.А. Тацков, О.Г. Пантелеева, А.А. Жаров
Случай мукогенной кисты радужки с офтальмогипертензией и последующей иридэктомией с иридопластикой 632

Д.А. Крахмалева, Г.А. Осипян
Хирургическое лечение краевой дегенерации Терьена. Клиническое наблюдение 638

Е.Ю. Маркова, Н.А. Гаврилова
Кросслинкинг роговицы при кератоконусе у детей, оценка эффективности в отдаленном периоде. Клинический случай с катамнезом 5 лет 646

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

А.А. Афанасьева, И.А. Лоскутов, Н.И. Курышева, А.В. Корнеева, Х.М. Плиева
Применение препарата на основе натрия гиалуроната 0,21 % для лечения синдрома сухого глаза во время беременности 654

М.А. Сушкова, И.А. Чернатова, О.Г. Бадаева
Медикаментозное лечение пресбиопии, практический опыт 664

СОЦИАЛЬНАЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

А.В. Трубилин, В.Н. Трубилин, Е.Г. Полунина, Л.Ю. Безмельницына, Е.А. Каспарова, С.И. Арабаджян, А.В. Филоненко
Моделирование экономического бремени болезни при проведении профилактики синдрома сухого глаза у пациентов после факоэмульсификации катаракты 669

Е.Л. Атькова, В.Д. Ярцев, Т.Е. Борисенко, К.К. Кулиш, А.Р. Нурмеева, Н.Д. Фокина
Диагностическая значимость анкетирования пациентов с облитерацией слезоотводящих путей 677

Ю.А. Коровянский, А.М. Разумовская, С.Р. Кидралеева
Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности больных и инвалидов с пресбиопией 686

РАБОТЫ МОЛОДЫХ АВТОРОВ

П.Б. Авкаева, А.А. Загидуллин, Л.Р. Эльжуркаева, Г.Х. Атаева
Инновационные подходы в регенерации роговичной поверхности: клиническая оценка использования культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки полости рта при лечении дефицита лимбальных стволовых клеток 692

М.Ш. Абдулаева, П.М. Абдулаева, Х.С. Идрисова, А.Ш. Асельдерова
Исследование потенциала стволовых клеток в регенерации поврежденных структур глаза. Обзор 697

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Том 22, номер 3, 2025 Volume 22, Number 3, 2025

OVERVIEW

V.V. Kurenkov, E.G. Polunina, O.A. Vasilyeva, K.V. Chinenova (Lastovskaya), N.V. Kuznetsova, V.K. Samokhvalova
Occlusion of the Central Retinal Artery by Fillers Used in Cosmetology Practice: Mechanism of Development, Diagnosis, Treatment and Prevention 483

T.Yu. Shilova, M.A. Shilova
The Relationship Between Cyclotorsion and Binocular Functions After Vision Correction with LASIK and SMILE: A Literature Review 494

Yu.N. Yusef, A.S. Vvedenskiy, M.N. Ivanov, N.D. Fokina, N.Yu. Shkolyarenko, K.K. Kulish
Selection of the Antiglaucoma Component of Combined Surgery for Cataract and Primary Open-Angle Glaucoma 500

S.V. Shutova, O.L. Fabrikantov O.L., E.Yu. Fedorova, S.O. Kirillova
The Impact of e-Sports on Visual Function: A Systematic Review 507

OPHTHALMOSURGERY

V.N. Trubilin, E.G. Polunina, A.V. Trubilin, A.V. Filonenko
Algorithm for Intraoperative Prevention of Dry Eye Syndrome in Cataract Phacoemulsification 516

A.N. Kulikov, A.A. Kol'bin, F.A. Goryunov
Orbit Foreign Bodies in Modern Orbital Combat Trauma 522

V.A. Shaimova, S.Kh. Kuchkildina, T.B. Shaimov, R.B. Shaimov, J.V. Nosul, M.S. Ivin, O.V. Galina, A.Yu. Galin
Laser Vitreolysis of Symptomatic Vitreous Floaters. Report 1. Retrospective Analysis 531

P.L. Volodin, A.I. Batalov, E.V. Ivanova
Combined Laser Surgical Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy in Combination with Diabetic Macular Edema 538

A.V. Golovin, A.A. Troshina, V.R. Mantsova, A.V. Proshko, E.V. Kechin
Peculiarities of Surgical Technique, Clinical and Functional Results of Keratoprosthesis Implantation in Patients after Ineffective Keratoplasty 547

D.F. Belov, V.P. Nikolaenko, A.I. Sorokopudova
Comparison of Kane and Barrett Toric Formulas using Different Keratometric Parameters 558

A.V. Malyshev, S.A. Say, A.S. Golovin
Clinical Efficacy and Safety of Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment 565

Ya.O. Grusha., K.V. Chetkarev, A.S. Kolodina
3D printing Metric Device in Deep Lateral Wall Decompression. Clinical Observations 572

T.V. Gavrilova, N.A. Sobianin, M.V. Mironchenkov, A.G. Grinev
Surgical Treatment of Primary Open-angle Glaucoma Using Micropulse Laser Exposure 577

K.B. Pershin, N.F. Pashinova, A.Iu. Tsygankov, A.A. Panov,
First Experience of Using Segmental Optical Biometry for IOL Power Calculation in the Russian Federation 582

D.A. Khvan, G.A. Fedyashev, M.P. Ruchkin,
Comparison of the Effectiveness of Different Formulas for Toric IOLs Optical Power Calculating at Lens Surgery in Patients after Penetrating Keratoplasty 589

CLINICAL STUDIES

I.E. Panova, E.M. Svistunova, N.A. Vorobyev, N.I. Martynova, I.A.I. Al-Mousa
Local Radiation Complications Following Proton Therapy for Uveal Melanoma 596

M.A. Frolov, I.V. Vorobyeva, A.M. Frolov, D.A. Semina, A.S. Klimenko, S. Shallah
Results of Retinal Microcirculation Analysis in Patients with Diabetes Mellitus after COVID-19 604

T.V. Gavrilova, Yu.A. Kozyreva, S.N. Mukhamadeeva, L.I. Solovyeva, M.V. Chereshneva
Experience of Xenoplast Drainage Using in Non-penetrating Surgery of Primary Open-angle Glaucoma 612

A.Yu. Slonimsky, V.V. Averich, E.V. Suhanova
The Clinical Significance of Changes in the Precorneal Tear Film in Keratoconus in the Interpretation of Tomographic Methods of Corneal Examination 618

CLINICAL CASE

Yu.N. Yusef, E.E. Kazaryan, S.A. Shashorina
Giant Cell Arteritis in Combination with Posterior Capsular Cataract. Clinical Case 625

S.V. Saakyan, N.S. Izmailova, S.Yu. Petrov, R.A. Tatskov, O.G. Panteleeva, A.A. Zharov
A Case of Mucogenic Iris Cyst with Ophthalmohypertension Followed by Iridectomy with Iridoplasty 632

D.A. Krakhmaleva, G.A. Osipyan
Surgical Treatment of Terrien Marginal Corneal Degeneration: A Case Report 638

E.Yu. Markova, N.A. Gavrilova
Corneal Crosslinking in Keratoconus in Children, Evaluation of Efficiency in the Remote Period. Clinical Case with 5-year Follow-up 646

TIPS FOR OPHTHALMOLOGIST

A.A. Afanaseva, I.A. Loskoutov, N.I. Kurysheva, A.V. Korneeva, H.M. Plieva,
Managing of Dry Eye Disease During Pregnancy: Use of Sodium Hyaluronate 0.21 % 654

M.A. Sushkova, I.A Chernatova, O.G. Badaeva
Medication Treatment for Presbyopia, Practical Experience 664

SOCIAL OPHTHALMOLOGY

V.N. Trubilin, E.G. Polunina, A.V. Trubilin, L.Yu. Bezmel'nitsyna, E.A. Kasparova, S.I. Arabadzhyan, A.V. Filonenko
Modeling the Economic Burden of Disease during Dry Eye Syndrome Prophylaxis in Patients after Cataract Phacoemulsification 669

E.L. Atkova, V.D. Yartsev, T.E. Borisenko, K.K. Kulish, A.R. Nurmeeva, N.D. Fokina
Diagnostic Significance of Questionnaires in Patients with Nasolacrimal Duct Obstruction 677

Yu.A. Korovyansky, A.M. Razumovskaya, S.R. Kidraleeva
Clinical and Functional Criteria for the Vital Activity of Patients and Disabled People Suffering from Presbyopia 686

ARTICLES BY YOUNG AUTHORS

P.B. Avkaeva, A.A. Zagidullin, L.R. Elzhurkaeva, G.H. Ataeva
Innovative Approaches in Corneal Surface Regeneration: Clinical Evaluation of the Use of Cultured Epithelial Cells of the Oral Mucosa in the Treatment of Limbal Stem Cell Deficiency 692

M.Sh. Abdulaeva, P.M. Abdulaeva, H.S. Idrisova, A.Sh. Aselderova
Investigation of the Stem Cells Potential in the Regeneration of Damaged Eye Structures. Review 697

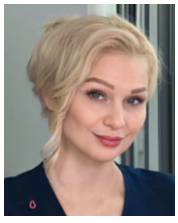
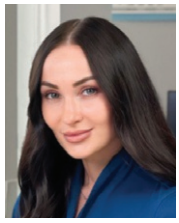
ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-483-493

поступила 10.06.25
was received 10.06.25

Практические рекомендации при окклюзии центральной артерии сетчатки на фоне косметологического воздействия в периорбитальной зоне, механизм развития, диагностика, неотложная помощь и профилактика





В.В. Куренков[1] Е.Г. Полунина[2] О.А. Васильева[1] К.В. Чиненова (Ластовская)[1] Н.В. Кузнецова[1] В.К. Самохвалова[1]

[1] Офтальмологическая клиника доктора Куренкова
Рублевское шоссе, 48/1, Москва, 121609, Российская Федерация

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

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):483–493**

В настоящее время эстетическая медицина получила широкое распространение в повседневной клинической практике. С увеличением числа косметологических процедур в значительной степени увеличилось число с ними связанных осложнений, которые нередко выходят за рамки эстетической медицины. Одной из распространенных форм косметологического воздействия является инъекционная терапия, которая предполагает применение различных дермальных филлеров, ботулотоксина, комплексов витаминотерапии. В данной статье описан механизм развития одного из самых тяжелых осложнений инъекционной косметологии — окклюзия центральной артерии сетчатки (ЦАС), представлен алгоритм оказания неотложной помощи пациенту при возникновении данного осложнения и методы его профилактики. **Заключение.** Окклюзия ЦАС — крайне редкое, но грозное осложнение, которое может возникнуть во время выполнения косметологических инъекций филлерами, практически всегда приводящее к необратимой потере зрения и слепоте. Для улучшения прогноза решающее значение имеют мгновенное распознавание признаков эмболии филлера и немедленное начало интенсивной терапии в пределах «терапевтического окна» (~60 минут). Соблюдение безопасной техники инъекций (учет анатомии, аспирационная проба, малые дозы и низкое давление на поршень шприца), использование филлеров на основе гиалуроновой кислоты в периорбитальной области и готовность врача своевременно оказать неотложную помощь позволяют минимизировать риск такого осложнения.

Ключевые слова: окклюзия центральной артерии сетчатки, дермальные филлеры, косметология

Для цитирования: Куренков В.В., Полунина Е.Г., Васильева О.А., Чиненова (Ластовская) К.В., Кузнецова Н.В., Самохвалова В.К. Практические рекомендации при окклюзии центральной артерии сетчатки на фоне косметологического воздействия в периорбитальной зоне, механизм развития, диагностика, неотложная помощь и профилактика. *Офтальмология.* 2025;22(3):483–493. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-483-493

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Occlusion of the Central Retinal Artery by Fillers Used in Cosmetology Practice: Mechanism of Development, Diagnosis, Treatment and Prevention

V.V. Kurenkov[1], E.G. Polunina[2], O.A. Vasilyeva[1], K.V. Chinenova (Lastovskaya)[1], N.V. Kuznetsova[1], V.K. Samokhvalova[1]

[1] Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov
Rublevskoe highway, 48, Moscow, 121609, Russian Federation

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

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):483–493**

Currently, aesthetic medicine has become widespread in everyday clinical practice. With the increase in the number of cosmetic procedures, the number of complications associated with them has increased significantly, which often go beyond the scope of aesthetic medicine. One of the common forms of cosmetology is injection therapy, which involves the use of various derma fillers, botulinum toxin, and vitamin therapy complexes. This article describes the mechanism of development of one of the most severe complications of injection cosmetology — central retinal artery occlusion, an algorithm for providing emergency care to a patient in the event of this complication and methods for its prevention. **Conclusion.** Central retinal artery occlusion is an extremely rare but formidable complication that can occur during cosmetic injections with fillers, almost always leading to irreversible vision loss and blindness. To improve the prognosis, immediate recognition of signs of filler embolism and immediate initiation of intensive therapy within the "therapeutic window" (~60 minutes) are crucial. Adherence to safe injection techniques (taking into account anatomy, aspiration test, small doses and low pressure on the syringe plunger), the use of hyaluronic acid-based fillers in the periorbital area and the doctor's readiness to provide emergency care in a timely manner can minimize the risk of such a complication.

Keywords: central retinal artery occlusion, dermal fillers, cosmetology, clinical case

For citation: Kurenkov V.V., Polunina E.G., Vasilyeva O.A., Chinenova (Lastovskaya) K.V., Kuznetsova N.V., Samokhvalova V.K. Occlusion of the Central Retinal Artery by Fillers Used in Cosmetology Practice: Mechanism of Development, Diagnosis, Treatment and Prevention. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):483–493. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-483-493

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

There is no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время эстетическая медицина получила широкое распространение в повседневной клинической практике. С увеличением числа косметологических процедур в значительной степени увеличилось число с ними связанных осложнений, которые нередко выходят за рамки эстетической медицины. Одной из распространенных форм косметологического воздействия является инъекционная терапия, которая предполагает применение различных дермальных филлеров, ботулотоксина, комплексов витаминотерапии.

Дермальные филлеры широко применяются в эстетической медицине для коррекции морщин и возрастных изменений кожи лица. Так, ежегодно в мире выполняются миллионы подобных процедур [1]. Наиболее распространены препараты на основе гиалуроновой кислоты (ГК) благодаря их биосовместимости, обратимости (способности рассасываться) и длительному эффекту. Несмотря на высокий профиль безопасности, в редких случаях инъекции филлеров могут приводить к серьезным сосудистым осложнениям [1]. Одним из самых грозных среди них является окклюзия центральной артерии сетчатки (ЦАС) — острое нарушение кровоснабжения сетчатки вследствие ее обтурации эмболом на основе введенного филлера, приводящее к необратимой потере зрения, включая полную слепоту. По данным литературы, к 2015 году было описано 98 случаев слепоты во всем мире, возникшей вследствие введения филлеров в периорбитальной зоне. Обзор литературы, опубликованный в 2024 году в Aesthetic Surgery Journal, выявил 365 новых случаев частичной или полной утраты зрения, зарегистрированных в 2015–2023 гг. [2].

Причиной окклюзии ЦАС способны стать различные наполнители: от синтетических (ГК, гидроксиапатит кальция, полимеры) до собственных жировых клеток пациента. По данным систематических обзоров, наибольшее число случаев слепоты связано с инъекциями аутологичного жира (~47,9 % всех описанных случаев), тогда как филлеры на основе ГК составляют 23–24 % подобных осложнений [3]. Считается, что это обусловлено физическими свойствами препаратов. Жир — самый вязкий из филлеров, вводится большими объемами и склонен вызывать диффузную эмболию крупных сосудов, блокируя центральный кровоток; тогда как менее плотные ГК-гели чаще поражают мелкие периферические артерии [3, 4].

ВИДЫ ДЕРМАЛЬНЫХ ФИЛЛЕРОВ И ИХ СОСУДИСТЫЙ РИСК

Современные дермальные филлеры подразделяются на несколько основных групп:

• Гиалуроновые филлеры. Препараты на основе гиалуроновой кислоты — самые популярные в эстетической медицине [1]. ГК является природным полисахаридом, совместимым с тканями человека, что объясняет ее хорошую переносимость. Для продления эффекта молекулы ГК ретикулируют (сшивают) между собой, повышая плотность и вязкость геля. Степень ретикуляции и концентрация ГК определяют реологические свойства: более «жесткие», высоковязкие гели предназначены для глубокой контурной коррекции и увеличения объема, тогда как менее плотные — для поверхностных инъекций. Несмотря на относительную безопасность, даже ГК-филлер способен вызвать эмболию при попадании в сосуд. Плюсом данного класса является наличие антидота — фермента гиалуронидазы, который при раннем применении способен частично или полностью растворить эмбол из ГК и восстановить кровоток (табл. 1) [5, 6].

• Кальция гидроксиапатит (CaHA). Нерассасывающийся филлер на основе микросфер фосфата кальция, вводится обычно глубоко. Обладает высокой вязкостью, размер частиц ~25–45 мкм. При попадании в сосуд вызывает выраженную эмболию, которая не поддается растворению ферментами. Специфического антидота для CaHA не существует, поэтому окклюзия сосудов этим филлером необратима и крайне опасна (табл. 1) [7, 8].

• Поликапролактон (PCL). Синтетический коллаген, стимулирующий филлер длительного действия (до 2–4 лет), частицы 25–50 мкм, также отличается высокой вязкостью и отсутствием возможности быстрого растворения. В случае сосудистой окклюзии PCL-препаратом вероятность необратимой ишемии очень высока ввиду отсутствия эффективного лечения (табл. 1) [9].

• Полимолочная кислота (PLLA). Еще один коллагенстимулирующий филлер на основе микрокристаллов PLLA. Обладает средней вязкостью, однако при попадании в сосуд способен вызывать эмболию, не поддающуюся терапевтическому растворению (антидота нет). В настоящее время используется редко, требует особо осторожной техники применения (табл. 1) [10].

• Аутологичный жир. Собственный жир пациента используется в процедуре липофилинга для объемной коррекции (например, заполнение областей лица). Является самым вязким материалом, вводится большими объемами. Жировая ткань содержит частицы различного диаметра (до сотен микрон), способные вызывать множественную эмболию как мелких, так и крупных артерий [3]. Жировая эмболия глазничной артерии почти всегда приводит к тотальной и необратимой слепоте. По данным литературы, около 80 % таких случаев заканчиваются полной потерей зрения без шансов на восстановление [11]. В отличие от ГК, для жира не существует лекарственного «растворителя», что сильно ограничивает возможности экстренного лечения. Хотя с распространением ГК-филлеров доля жировых процедур снизилась, аутологичный жир по-прежнему ассоциируется с самым тяжелым прогнозом при окклюзии ЦАС (табл. 1) [3]. Практикующим врачам важно помнить об этом риске и крайне тщательно отбирать пациентов и технику при липофилинге лица.

Резюмируя, можно подчеркнуть, что каждое семейство филлеров обладает своими физико-химическими свойствами (вязкость, плотность, степень ретикуляции, размер частиц), которые влияют на характер сосудистого риска. Более вязкие и крупночастичные наполнители (жир, CaHA, PCL) при попадании в артерию вызывают более обширную и устойчивую окклюзию, практически не поддающуюся терапии [3, 10]. Напротив, ГК-филлеры, хотя и способны стать причиной эмболии, считаются более управляемыми из-за возможности их ферментативного растворения гиалуронидазой и спонтанной биодеградации. Тем не менее любой филлер, введенный интраваскулярно, потенциально может привести к ишемии сетчатки и слепоте. Поэтому для безопасной практики критически важны отличное знание анатомии сосудов и строгое соблюдение правильной техники инъекций.

Таблица 1. Сравнение различных филлеров по риску сосудистой окклюзии

Table 1. Comparison of different fillers by risk of vascular occlusion

Тип филлера	Вязкость, размер частиц	Риск окклюзии сосуда	Антидот	Особенности и комментарии
Гиалуроновая кислота (ГК)	Средняя–высокая; частицы ~100–200 мкм	Средний; при раннем вмешательстве эффект обратим	Да (гиалуронидаза)	Наиболее безопасный при соблюдении техники, эмболы растворимы ферментом
Гидроксиапатит кальция (CaHA)	Высокая; частицы 25–45 мкм	Высокий; окклюзия необратима, риск тяжелый	Нет	Используется для глубоких инъекций; при нарушении техники может привести к эмболии крупного сосуда
Поликапролактон (PCL)	Высокая; частицы 25–50 мкм	Высокий; необратимая окклюзия при попадании в сосуд	Нет	Длительный эффект; требует особой осторожности вблизи сосудистых зон
Полимолочная кислота (PLLA)	Средняя; микрокристаллы	Высокий; эмболия необратима, антидота нет	Нет	Коллагеностимулятор; устаревающий, риск эмболии ограничивает применение
Аутологичный жир	Очень высокая; частицы 100–300+ мкм	Очень высокий; часто вызывает тотальную слепоту	Нет	Лидирует по числу слепоты; закупоривает крупные артерии, лечение отсутствует
Постоянные синтетические филлеры	Очень высокая; размер частиц непредсказуем	Чрезвычайно высокий; в современной практике не применяются	Нет	Устаревшие материалы (силикон, PMMA и др.), отличаются высокой частотой тяжелых осложнений

МЕХАНИЗМ ОККЛЮЗИИ ЦАС ПРИ ИНЪЕКЦИЯХ ФИЛЛЕРОВ

Основной механизм развития окклюзии центральной артерии сетчатки при косметологических инъекциях филлеров — это эмболия филлером артериальной системы глаза по принципу «ретроградного заноса» (рис. 1) [12]. Частицы филлера при введении и неблагоприятном стечении обстоятельств попадают непосредственно в просвет кровеносного сосуда и под давлением поршня шприца продвигаются против нормального тока крови, достигая все более крупного артериального ствола (чаще всего глазной артерии, *arteria ophthalmica*) [3]. После окончания инъекции собственное артериальное давление «проталкивает» эмболы филлера дальше по ходу кровотока — в центральную артерию сетчатки и ее ветви. Таким образом происходит закупорка просвета ЦАС частицами или фрагментами филлера и приток крови к сетчатке прекращается, что по патогенезу аналогично ишемическому инсульту, только в сосудистой системе глаза [13]. В месте окклюзии развивается острая и стойкая ишемия тканей сетчатки, которая чрезвычайно чувствительна к гипоксии, и уже через ~15 минут кислородного голодания ее нейроны в состоянии апоптоза начинают погибать. Если кровоток не восстановить в ближайший час-полтора (60–90 минут), повреждения сетчатки, как правило, становятся необратимыми — это так называемое «терапевтическое окно» при окклюзии ЦАС [14].

Филлер (ГК-гель, жир и т.д.), случайно введенный в артериолу лица, под давлением поршня может оттекать проксимально — в сторону крупных артериальных стволов (внутренней сонной артерии и ее ветвей). На схеме (рис. 1) показано распространение филлера из области инъекции в зоне носа по анастомозам из системы наружной сонной артерии во внутреннюю — через дорсальную артерию носа и надблоковую (лобную) артерию, которые являются ветвями глазничной артерии. Далее эмболы достигают центральной артерии сетчатки и ее ветвей, вызывая их обтурацию [12]. Красными стрелками обозначен нормальный ток крови, синими — ретроградное продвижение эмбола против тока. Как видно, наиболее опасны зоны инъекций, имеющие анастомозы с глазничной артерией: переносье и спинка носа, глабеллярная область и лоб, носогубный треугольник [3, 12].

При ретроградной эмболизации чаще всего страдает глазничная артерия — главный ствол, питающий как сетчатку (через ЦАС), так и хориоидеею (через задние ресничные артерии). В тяжелых случаях эмбол может продвинуться еще дальше по внутренней сонной артерии и вызвать не только слепоту, но и ишемический инсульт мозга [3, 13]. Описаны случаи, когда после инъекции филлера у пациентов развивались слабость конечностей, афазия, потеря сознания и даже летальный исход вследствие массивной эмболии внутричерепных артерий [15]. К счастью, подобное встречается крайне редко, гораздо чаще наполнитель поражает лишь глазничную артерию, поэтому основные проявления ограничиваются офтальмологическими симптомами.

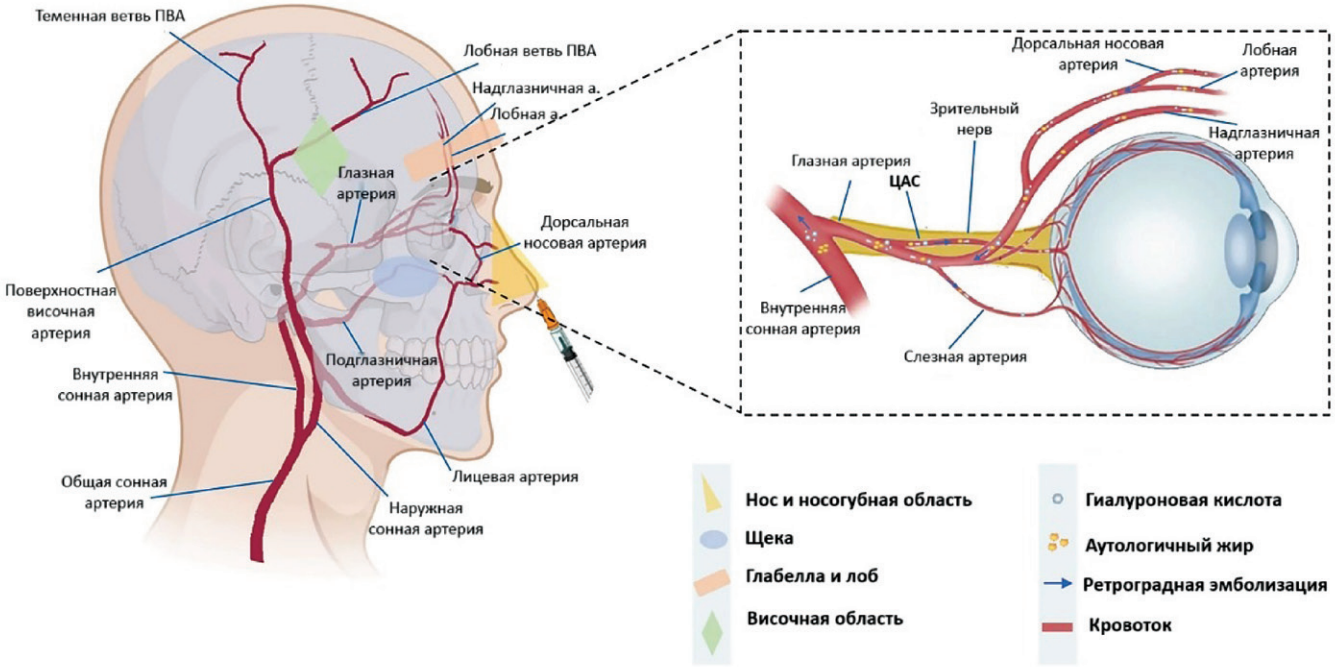


Рис. 1. Схема ретроградной эмболизации филлера в сосуды глаза

Fig. 1. Scheme of filler retrograde embolization into the eye vessels

Таблица 2. Анатомия ветвей наружной сонной артерии: зоны питания, клиническое значение и риски при инъекциях

Table 2. Anatomy of the external carotid artery branches: feeding areas, clinical significance and injection risks

Название ветви	Зона кровоснабжения	Клиническое значение	Риски при инъекциях
Лицевая артерия	Губы, щеки, крылья носа, кожа лица, медиальный угол глаза	Основной сосуд лица; важна в хирургии и эстетической медицине	Риск слепоты при попадании филлера в анастомоз с дорзальной артерией носа
Верхнечелюстная артерия	Жевательные мышцы, челюсти, полость носа, твердое небо, мозговая оболочка	Крупная ветвь, важна при стоматологических вмешательствах	Местные некрозы и осложнения при глубоких инъекциях в лицо
Угловая артерия	Спинка носа, нижнее/верхнее веко	Связывает наружную и внутреннюю сонные артерии	Ретроградная эмболия в глазницу — риск слепоты
Подглазничная артерия	Нижнее веко, щека, верхняя губа	Риск при скуловых инъекциях	Может привести к слепоте при попадании в глазничные сосуды
Поверхностная височная артерия	Теменная и височная область головы	Диагностика артериита, хирургия скальпа	Ретроградная эмболия — возможный офтальмологический риск

Таблица 3. Анатомия ветвей внутренней сонной артерии: зоны питания, клиническое значение и риски при инъекциях

Table 3. Anatomy of the internal carotid artery branches: feeding areas, clinical significance and injection risks

Название ветви	Зона кровоснабжения	Клиническое значение	Риски при инъекциях
Офтальмическая артерия	Глазное яблоко, сетчатка, зрительный нерв, кожа лба и век	Главная артерия глаза; критически важна для зрительных структур	При эмболии (в т.ч. ретроградной через угловую артерию) — риск полной и необратимой слепоты
Центральная артерия сетчатки	Внутренняя часть сетчатки (все слои, кроме фоторецепторов)	Единственный источник кровоснабжения внутренней сетчатки; ее окклюзия вызывает мгновенную слепоту	Ретроградная эмболия при инъекциях в нос, носогубные складки, лоб — наиболее тяжелое осложнение филлеров
Дорзальная артерия носа	Спинка носа, медиальная часть глазницы	Связывает наружную и внутреннюю сонные артерии (через анастомоз с угловой)	Путь ретроградного попадания эмбола из наружной системы — ключевой в развитии ишемии сетчатки
Надглазничная артерия	Лоб, верхнее веко, кожа лба	Пальпируется у края глазницы; участвует в анастомозах с поверхностной височной артерией	Риск эмболии через инъекции в лоб или височную зону
Надблоковая артерия	Медиальная часть лба и кожи головы	Входит в систему офтальмической артерии, анастомозирует с лобными ветвями наружной сонной артерии	Риск ретроградной эмболии при филлерах в зоне переносицы и глабеллы

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА И ДИАГНОСТИКА ОККЛЮЗИИ ЦАС

Окклюзия центральной артерии сетчатки, вызванная инъекцией филлера, развивается стремительно. Пациенты обычно отмечают внезапное ухудшение зрения на одном глазу уже в течение нескольких секунд или минут после укола. Чаще всего это сопровождается резкой болью в глазу и другими неприятными ощущениями — например вспышками света, появлением «пелены» или двоением изображения [16]. В тяжелых случаях ретроградная эмболия затрагивает ветви внутренней сонной артерии, тогда помимо слепоты могут наблюдаться неврологические симптомы инсульта (парезы, нарушения речи, сознания) вплоть до комы или смерти [1].

Объективные признаки. При осмотре выявляются типичные признаки острой окклюзии ЦАС: резко сниженная острота зрения на пораженном глазу (от значительного падения до полной слепоты, иногда пациент различает только свет) и отсутствие прямой реакции зрачка на свет при сохранении консенсуальной (признак относительного афферентного дефекта зрачка, синдром Маркуса Гунна). При офтальмоскопии через 15–30 минут от начала окклюзии появляется характерная картина ишемической ретинопатии: сетчатка бледна, отечна (особенно в слое нервных волокон), артериолы резко сужены и обескровлены, кровь в них может выглядеть сегментированной [14]. На фоне ишемизированной сетчатки появляется классический «симптом вишневой косточки» (cherry-red spot), обусловленный просвечиванием сосудистой оболочки в области тонкой *fovea centralis* [17]. При эмболии лишь одной ветви ЦАС изменения ограничиваются соответствующим сектором глазного дна. В дальнейшем (спустя несколько часов) может развиться отек диска зрительного нерва.

Для подтверждения диагноза может использоваться флюоресцентная ангиография, которая подтверждает отсутствие перфузии по ЦАС или ее ветви — контраст не проходит далее места окклюзии. Однако это исследование выполняется офтальмологом уже параллельно с началом специализированного лечения и не должно задерживать терапию. Полезным неинвазивным методом диагностики является ОКТ (оптическая когерентная томография) сетчатки, на которой в остром периоде окклюзии на ОКТ регистрируется утолщение и гиперрефлективность внутренних слоев сетчатки (слоя ганглиозных клеток и нервных волокон) вследствие цитотоксического отека; через несколько часов при необратимой ишемии эти слои, напротив, истончаются, что отражает гибель нейронов [14, 17]. ОКТ может помочь, если офтальмоскопическая картина неясна (например, при сопутствующих изменениях глазного дна).

Очень важно подчеркнуть, что диагноз окклюзии ЦАС после косметической инъекции филлера должен устанавливаться немедленно на основании возникших симптомов и описанной выше офтальмоскопической картины, без длительных раздумий или ожидания результатов обследований. В контексте сосудистого осложнения от филлера время критически важно, так как уже через 60–90 минут от момента окклюзии сетчатка

начинает необратимо повреждаться [14]. Таким образом, диагноз должен быть распознан буквально *in situ* — врач-косметолог обязан мгновенно заметить признаки начинающейся эмболии «на кончике иглы» и сразу приступить к оказанию экстренных мероприятий.

НЕОТЛОЖНАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ОККЛЮЗИИ ЦАС

В идеале каждый врач, выполняющий косметологические инъекции, должен иметь четкий протокол действий на случай сосудистой окклюзии и неукоснительно следовать ему [18]. Ниже приводится рекомендуемый алгоритм действий врача-косметолога при подозрении на окклюзию ЦАС во время выполнения инъекции филлера:

1. НЕМЕДЛЕННО прекратить введение препарата. Сразу же остановить инъекцию филлера и как можно быстрее извлечь иглу из ткани. Недопустимо впадать в панику или ступор — каждая потерянная секунда может стоить пациенту зрения. Действовать необходимо собранно, спокойно и максимально организованно.

2. Вызвать экстренную медицинскую помощь. Желательно сразу вызвать специализированную офтальмологическую (или сосудистую) бригаду скорой помощи [18]. Одновременно оповестить коллег по клинике о случившемся; если в штате есть офтальмолог — пригласить его немедленно. Не дожидаясь приезда скорой помощи, самостоятельно начинать оказывать первичные неотложные мероприятия (см. шаг 5).

3. Быстро оценить зрение и зрачковую реакцию. Провести экспресс-оценку функции пораженного глаза: спросить, видит ли пациент движение руки, различает ли пальцы или свет. Проверить зрачковый рефлекс на свет и сравнить с другим глазом. Наличие описанных признаков (внезапная резкая потеря зрения, отсутствие прямой реакции зрачка) во время или сразу после инъекции филлера практически подтверждает диагноз окклюзии ЦАС [18]. Не нужно тратить время на длительные обследования — следует немедленно переходить к лечению.

4. По возможности провести офтальмоскопию на месте. Если условия позволяют (в клинике есть врач-офтальмолог и приборы (офтальмоскоп или щелевая лампа)), выполнить осмотр глазного дна. Обнаружение бледной, отечной сетчатки с суженными артериями и симптомом «вишневой косточки» при офтальмоскопии подтвердит диагноз. Однако если необходимого оборудования нет либо его применение задерживает начало помощи, пропускают этот шаг.

5. Начать оказание неотложной помощи. До приезда «скорой помощи» незамедлительно приступать к первичным лечебным мероприятиям [18]. При предполагаемой ГК-эмболии как можно раньше следует ввести гиалуронидазу (табл. 4), параллельно необходимо осуществлять массаж глаза, снижение внутриглазного давления, ингаляцию кислорода, системную терапию (подробный алгоритм в таблице 4). Все манипуляции проводятся максимально быстро, по возможности одновременно несколькими ассистентами.

6. Организовать транспортировку пациента в специализированный стационар. Не дожидаясь полного завершения всех мероприятий, нужно как можно скорее направить пострадавшего в учреждение, где доступна расширенная офтальмологическая помощь (оперативные вмешательства, гипербарическая оксигенация и т.д.) [14]. Оптимально — поместить пациента в профильный офтальмологический стационар (например, глазное отделение с барокамерой).

При выполнении всех указанных шагов ключевым фактором является время. Даже частичное возобновление

Таблица 4. Алгоритм неотложных действий при подозрении на окклюзию ЦАС по этапам оказания помощи

Table 4. Algorithm of emergency actions in case of suspected CRA occlusion by stages of assistance

Этап	Мероприятия	Препарат	Дозировка и способ	Цель вмешательства	Комментарий
На месте	Прекратить введение препарата, срочно вызвать «скорую»	—	—	Экстренная транспортировка пациента	Время критично: каждая минута влияет на исход
	Ингаляция кислорода	—	100 % O_2, 10—15 л/мин	Вазодилатация и доставка O_2 к сетчатке	При отсутствии карбогена — дыхание в бумажный пакет
	Массаж глазного яблока	—	Пальцевое надавливание 10—15 с + отпускание, в течение 5—10 мин	Снижение ВГД, продвижение эмбола по артерии	Выполняется параллельно с другими действиями
	Глазные капли (β-блокатор)	Тимолол 0,5 %	По 1 капле в пораженный глаз	Снижение внутриглазного давления (ВГД)	Осторожно при брадикардии, гипотонии и других противопоказаниях
	Системный ингибитор карбоангидра-зы	Ацетазоламид	500 мг внутривенно (при возможности) или *per os*	Снижение ВГД	Предпочтительно в/в для более быстрого эффекта
	Гиалуронидаза (при ГК-филлере)	Гиалуронидаза	1500 ЕД в область инъекции филлера	Ферментативное растворение ГК-эмбола	Максимальная эффективность в первые 60–90 мин после окклюзии
Во время транспортировки	Продолжать ингаляцию кислорода	—	100 % O_2 через маску	Оксигенация сетчатки	Непрерывно до госпитализации
Стационар	Ретробульбарное введение гиалуронидазы	Гиалуронидаза	1500 ЕД ретробульбарно (через нижнее веко)	Растворение эмбола (ГК)	Выполняется офтальмологом
	Гипербарическая оксигенация (ГБО)	—	100 % O_2 под давлением в барокамере	Поддержание жизнеспособности сетчатки	Оптимально начать в первые 2 часа с момента эмболии

Примечание: ВГД — внутриглазное давление; карбоген — газовая смесь O_2/CO_2 для ингаляций.
Note: IOP — intraocular pressure; carbogen — O_2/CO_2 gas mixture for inhalation.

кровотока через 15–30 минут окклюзии может спасти центральную зону сетчатки и сохранить пациенту хоть какую-то функцию зрения; напротив, промедление более 1–1,5 часа практически гарантирует необратимую слепоту [17, 18]. В соответствии с этим косметологу важно действовать быстро, одновременно и слаженно, не теряя ни минуты. В таблице 4 представлены основные неотложные мероприятия по этапам оказания помощи.

Современное лечение окклюзии ЦАС — чрезвычайно сложная задача. До настоящего времени не существует гарантированно эффективного метода возвращения зрения после эмболии филлера: даже при самом раннем и полном лечении удается добиться улучшения крайне редко [14]. Тем не менее в мировой практике выработан ряд экстренных мероприятий, которые, начатые как можно раньше, способны увеличить шансы на частичное восстановление перфузии сетчатки. Они включают локальные офтальмологические вмешательства, системную терапию и специфические методы, направленные на устранение эмбола.

• Инъекции гиалуронидазы. Если эмболия вызвана ГК-филлером, первоочередной метод — локальное введение фермента гиалуронидазы, расщепляющего гиалуроновую кислоту. Рекомендуется как можно скорее (оптимально в первые 15–30 минут от окклюзии) ввести высокие дозы гиалуронидазы в зоны предполагаемого нахождения филлера [19]. Применяют различные техники: ретробульбарная инъекция (через нижнее веко в клетчатку позади глазного яблока — к месту прохождения глазничной артерии), периокулярные инъекции вокруг орбиты, а также инфильтрация участков первоначальной инъекции филлера (если они анатомически близки к глазу). Стандартизированных доз не установлено — разные авторы предлагают вводить суммарно от 450 до 1500 ЕД гиалуронидазы вокруг глаза и в пораженную область [19, 20]. Известно, что гиалуронидаза способна диффундировать через сосудистую стенку и достигать просвета артерии, частично растворяя ГК-эмбол и восстанавливая кровоток. Успех напрямую зависит от времени: чем раньше введен фермент, тем выше шанс реперфузии сетчатки. Напротив, при полном отсутствии кровотока >60–90 мин эффективность даже ретробульбарно введенной гиалуронидазы сомнительна и ограниченна [20].

• Массаж глазного яблока. Постоянное чередующееся надавливание на глаз через закрытое веко (примерно 2–3 раза в секунду по 10–15 секунд с короткими паузами) — классический прием, рекомендованный при острой окклюзии сетчатки. Механическая компрессия и релаксация глаза способствуют колебаниям внутриартериального давления, что может сместить эмбол дальше по сосуду или раздробить его на более мелкие фрагменты. Это способно частично восстановить кровоток к критичным зонам сетчатки (например, к макуле) или перевести проксимальную окклюзию в дистальные ветви с менее тяжелыми последствиями. Массаж начинают как можно раньше и выполняют 5–15 минут, желательно параллельно с другими мероприятиями.

• Снижение внутриглазного давления. Цель — уменьшить сопротивление току крови в глазничной артерии и тем самым повысить перфузионное давление в сетчатке. Для этого комбинируют: местное применение глазных капель — β-блокатора (тимолол 0,5 % по 1–2 капли) и/или α_2-агониста (бримонидин 0,2 %); системное введение ингибитора карбоангидразы (ацетазоламид 500 мг внутривенно или *per os*). При наличии условий офтальмолог может экстренно выполнить парацентез передней камеры — прокол роговицы с выпусканием 0,1–0,2 мл внутриглазной жидкости, что моментально снижает ВГД и может улучшить кровоток по артериям сетчатки [17]. Суммарное снижение ВГД даже на 5–10 мм рт. ст. повышает градиент давления между глазничной и центральной артериями, облегчая продвижение эмбола (или коллатеральный обходной кровоток).

• Ингаляция 100 % кислорода (оксигенотерапия). Подача увлажненного кислорода через маску (10–15 л/мин.) рекомендована всем пациентам с окклюзией ЦАС [21]. Гипероксигенация повышает диффузию O_2 в ишемические ткани сетчатки за счет хороидального кровотока. Если доступен карбоген (смесь 95 % O_2 + 5 % CO_2), предпочтительна его ингаляция, поскольку небольшая гиперкапния вызывает вазодилатацию и может расширить ретинальные артериолы, улучшив доставку крови. При отсутствии карбогена советуют давать пациенту дышать в бумажный пакет, чтобы увеличить долю CO_2 во вдыхаемом воздухе. Оксигенотерапию начинают немедленно и продолжают непрерывно, включая весь путь транспортировки, до момента нормализации кровотока или до истечения «окна» жизнеспособности сетчатки (~2 часа). Отдельные публикации описывают применение гипербарической оксигенации (ГБО), то есть помещают пациента в барокамеру и проводят 60–90-минутные сеансы дыхания 100 % O_2 под давлением 2,0–2,5 АТА. Ряд клинических наблюдений показал некоторый положительный эффект ГБО для спасения сетчатки и особенно для лечения ишемии кожи лица после эмболии филлером [21, 22]. Однако контролируемых исследований недостаточно, и в целом эффективность ГБО при окклюзии ЦАС остается недоказанной. Если барокамера доступна, ее рекомендуют использовать в дополнение к основным методам, желательно начав в первые 2–4 часа после развития эмболии.

• Вазодилататоры и антикоагулянты. Терапия, направленная на расширение сосудов и профилактику тромбоза вокруг эмбола, обсуждается в литературе, хотя однозначных рекомендаций нет [23]. Иногда применяют нитроглицерин: наносят 2 % нитроглицериновую мазь на кожу век и лба (через кожу небольшое количество

нитратов всасывается, вызывая локальную вазодилатацию) либо дают таблетку нитроглицерина под язык — с осторожностью, чтобы не спровоцировать системную гипотонию. Теоретически расширение артерий может облегчить продвижение эмбола и перфузию сетчатки, однако однозначных данных о пользе нитратов нет. Многие врачи также вводят разовую дозу аспирина (250–500 мг) для профилактики тромбообразования в месте окклюзии и дистальных ишемизированных капиллярах [1, 23]. Решение о применении тех или иных дополнительных средств (нифедипин, папаверин, системные тромболитики и т.д.) принимается индивидуально исходя из состояния пациента и консультаций специалистов.

После проведения экстренной помощи пациент должен быть немедленно доставлен в офтальмологический стационар. В условиях стационара продолжают начатое лечение (например, ретробульбарные инъекции гиалуронидазы) и при необходимости выполняют хирургические вмешательства. Следует помнить, что при массивной эмболии глазничной артерии даже самые агрессивные меры часто не возвращают зрение. Тем не менее описаны единичные случаи улучшения, особенно при частичной эмболии и раннем начале терапии. В литературе также отмечено, что частично сохраненное на момент окклюзии зрение (т.е. не полная слепота, а остаточное восприятие) является благоприятным прогностическим признаком и существенно повышает шансы на частичное восстановление зрения [8, 9].

После случившегося осложнения необходимо провести детальный разбор случая и, по возможности, опубликовать его или сообщить в профессиональное сообщество. Анализируя, *ex post facto*, что пошло не так (зона укола, техника и т.д.), врач сможет извлечь уроки и избежать повторения подобного в будущем. А сообщение о случае (в формате статьи, доклада) поможет собрать больше данных об этой редкой проблеме и со временем усовершенствовать протоколы лечения. Современные специалисты призывают к открытому обсуждению таких инцидентов, чтобы накапливать коллективный опыт и улучшать безопасность процедур.

В литературе представлены примеры из клинической практики [25]. Первая пациентка после инъекции ГК-филлера в носогубную складку отметила резкое ухудшение зрения левого глаза (острота снизилась до уровня ощущения движений руки у лица). В течение ~30 минут ей экстренно ввели суммарно 1500 ЕД гиалуронидазы (750 ЕД ретробульбарно + 750 ЕД в область носогубной складки), выполняли массаж глаза, закапывали глазные капли «Тимолол» и делали ингаляции кислородом. Спустя 6 часов от начала окклюзии была проведена гипербарическая оксигенация. Тем не менее зрение восстановилось лишь частично — до счета пальцев с близкого расстояния (незначительное улучшение исходно почти до полной слепоты). Другой случай: у пациента после инъекции филлера СаНА в переносицу развилась мгновенная двусторонняя слепота — полная потеря зрения в обоих глазах (эмбол достиг не только глазничной, но и передних мозговых артерий). Поскольку эмболия была вызвана не ГК, гиалуронидаза оказалась бесполезна; все предпринятые попытки лечения не улучшили ситуацию, пациент остался слепым.

СОБСТВЕННЫЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ

В нашей клинической практике за последние 5 лет мы уже дважды сталкивались с окклюзией центральной артерии сетчатки, возникшей вследствие инъекционной терапии в периорбитальной зоне. Первый случай подробно описан в статье, опубликованной в журнале «Офтальмология» в 2021 году [26]. Ниже представлена клиническая ситуация, возникшая в 2025 году.

Клинический случай 1

Пациентка С., 50 лет, обратилась в нашу офтальмологическую клинику с жалобами на внезапную потерю зрения на левом глазу, сопровождающуюся его отклонением кнаружи. Из анамнеза выяснено, что примерно за год до обращения пациентке была выполнена косметологическая процедура по коррекции глубокой вертикальной морщины в области межбровья с использованием филлеров.

Со слов пациентки, сначала было проведено введение ботулотоксина, после чего в ту же зону (глабеллярная область) выполнена инъекция филлера с помощью канюли. Во время процедуры пациентка ощутила боль и отечность, на фоне чего в зоне инъекции образовалась гематома. В связи с этим инъекция была прервана, канюля извлечена, а в область гематомы дополнительно введен препарат, содержащий адреналин.

Практически сразу после манипуляции пациентка стала отмечать ухудшение общего состояния: появилось

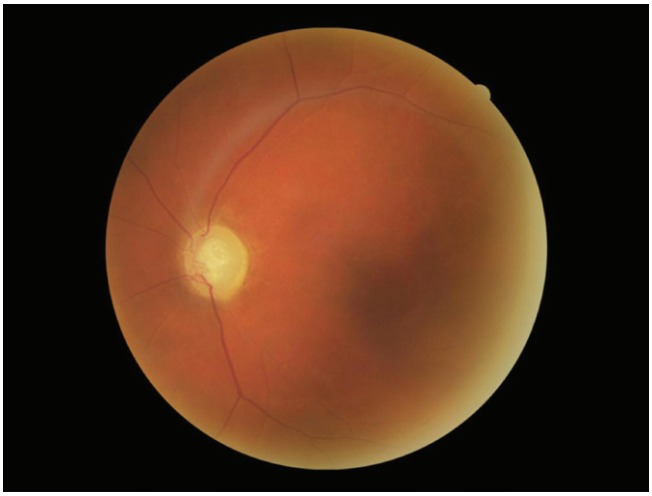


Рис. 2. Состояние после полной окклюзии ЦАС, вторичная атрофия зрительного нерва (клинический случай 1)

Fig. 2. Condition after complete CRA occlusion, secondary atrophy of the optic nerve (clinical case 1)

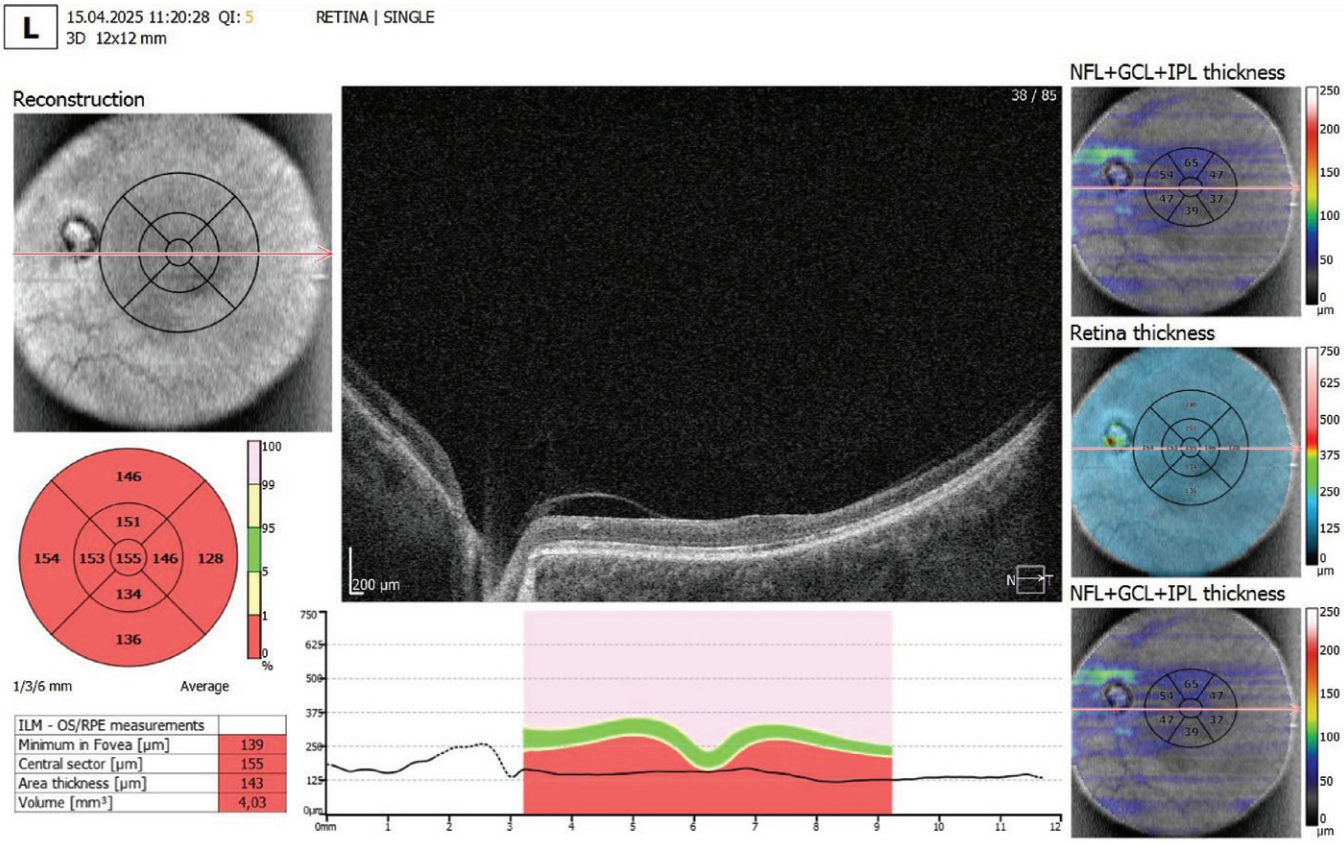


Рис. 3. Данные оптической когерентной томографии: выраженное истончение внутренних слоев сетчатки в макулярной зоне с атрофией внутренних слоев, гиперрефлективность за счет глиоза (клинический случай 1)

Fig. 3. Optical coherence tomography data: marked thinning of the inner retinal layers in the macular zone with atrophy of the inner layers, hyperreflectivity due to gliosis (clinical case 1)

повышенное потоотделение, приступы тошноты и рвоты. Спустя короткий промежуток времени она обнаружила отклонение левого глаза к виску и полное отсутствие зрения на этом глазу.

Спустя 2–3 часа после развития симптомов пациентка была осмотрена офтальмологом. При обследовании диагностирована окклюзия ЦАС левого глаза. Немедленно начата терапия, включающая инстилляции глазных капель ингибитора карбоангидразы (Азопт), прием спазмолитика (таблетки «Дротаверин» внутрь) и парабульбарное введение раствора дексаметазона. Несмотря на проведенные лечебные мероприятия, положительной динамики зафиксировано не было.

Через 2–3 дня частично восстановилось положение глазного яблока, однако зрение на левом глазу не восстановилось.

Данный случай иллюстрирует классический сценарий ретроградной эмболии глазничной артерии, развившейся при инъекции филлера в зону, тесно связанную с анастомозами между наружной и внутренней сонными артериями. Офтальмологическая помощь, которая бала оказана спустя 2–3 часа, к сожалению, не позволила предотвратить необратимое поражение сетчатки.

ПРОФИЛАКТИКА СОСУДИСТЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ИНЪЕКЦИЯХ ФИЛЛЕРОВ

Профилактика окклюзии ЦАС — это комплекс мер, направленных на предотвращение попадания филлера в сосудистое русло во время косметологической процедуры, связанной с введением филлеров в наиболее опасные зоны. Клинический опыт показывает, что подавляющее большинство эмболий происходит вследствие технических ошибок или недостаточного знания анатомии со стороны врачей-косметологов. Следовательно, главные стратегии профилактики — это грамотное обучение докторов и неукоснительное соблюдение безопасной техники введения филлеров [23]. Ниже перечислены ключевые рекомендации, позволяющие существенно снизить риск сосудистых осложнений:

— Глубокое знание анатомии сосудов лица. Врач-косметолог должен четко представлять топографию крупных артерий и вен в каждой зоне, в которой выполняются инъекции. Следует помнить об особо опасных областях, где ветви глазничной артерии проходят неглубоко и легко повреждаются иглой: глабеллярная область (переносье между бровями), спинка и боковые поверхности носа, верхняя часть внутренней части орбиты,

висок, носогубный треугольник и др. [14, 23]. Перед инъекцией является нелишним пальпаторно определить пульсацию ближайших артерий (например, прощупать надбровную артерию на лбу) и учитывать индивидуальные вариации сосудистого русла. Современные технологии позволяют использовать УЗИ высокого разрешения для картирования сосудов перед сложными процедурами. В высокорискованных зонах целесообразно выполнить УЗ-навигацию в сосудистом режиме и отметить локализацию магистральных артерий на коже, чтобы избежать их повреждения при инъекции.

— Выбор безопасных инструментов и техники. Там, где это возможно, предпочтительнее использовать тупоконечные микроканюли вместо острых игл — канюли гораздо реже перфорируют сосуд, а обычно блокируют его, снижая вероятность интравазального введения. Необходимо также придерживаться техник, минимизирующих риск эмболии: медленное и дробное введение под низким давлением. Необходимо избегать быстрого, болюсного выдавливания больших объемов филлера! Рекомендуется вводить препарат небольшими порциями по 0,1–0,2 мл за одну инъекцию, медленно продвигая поршень шприца. Это важно по двум причинам. Во-первых, если кончик иглы все же находится в сосуде, малая порция филлера может вызвать лишь частичную окклюзию и сохранить пациенту какой-либо участок зрения — описаны случаи, когда микроэмболия проявлялась лишь дефектом поля зрения, без полной потери или слепоты. Во-вторых, медленная инъекция придает веществу меньше кинетической энергии, соответственно, снижается вероятность ретроградного заброса эмбола в крупные стволы. Высокое давление и быстрый напор повышают радиус обратного тока: показано, что агрессивная, болюсная инъекция филлера способна протолкнуть эмбол в систему внутренней сонной артерии и даже в мозговые сосуды [24].

— Аспирационная проба. Перед введением каждой порции филлера рекомендуется тянуть поршень на себя (аспирировать) не менее 5 секунд, чтобы убедиться, что кончик иглы не находится внутри сосуда. Появление крови в шприце — абсолютный признак внутрисосудистой позиции; в таком случае нельзя вводить филлер, не изменив положение иглы. Однако отсутствие крови при аспирации не гарантирует, что игла вне сосуда: вязкий гель может закупорить ее просвет или кончик иглы прилегает к стенке сосуда и создает «ложный негатив». Таким образом, отрицательная аспирационная проба не исключает риск эмболии на 100 %, но ее выполнение способно снизить ряд осложнений (в ситуациях, когда игла явно в просвете артерии, проба будет положительной). Несмотря на ограниченность данных, большинство экспертов считают аспирацию полезным и оправданным приемом безопасности [23, 24].

— Набор экстренной помощи при сосудистой окклюзии. В процедурном кабинете, где выполняются инъекции филлеров, всегда должен быть «под рукой» стандартный набор для оказания экстренной, неотложной помощи в случае сосудистой окклюзии.

Рекомендуемый состав:

1) фермент гиалуронидаза (минимум 1–2 флакона по 1500 ЕД), инсулиновые шприцы и физраствор для ее разведения;

2) глазные капли для снижения ВГД (0,5 % тимолол, 1 % бримонидин и т.п.);

3) системные препараты — ацетазоламид в ампулах, нитроглицериновая мазь, таблетки аспирина;

4) источник кислорода (кислородная подушка или концентратор).

Врач и ассистенты должны быть обучены алгоритму действий при эмболии филлера. Рекомендуется периодически проводить тренинги, имитируя развитие осложнения, чтобы вся команда отработала свои навыки и не теряла времени в критической ситуации. Также следует заранее продумать маршрутизацию — определить, в какое ближайшее офтальмологическое отделение пациент будет направлен при необходимости, кого из профильных специалистов можно срочно пригласить на консультацию. В экстренной ситуации эти заранее принятые решения экономят драгоценные минуты и спасают зрение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полная безопасность косметологических процедур с филлерами достигается только сочетанием грамотной профилактики и готовностью к экстренным мероприятиям. Пока не появилось революционно эффективных методов лечения эмболии сетчатки, акцент должен смещаться на предупреждение этого осложнения. Тщательное изучение анатомии, отработка техники инъекций и постоянная бдительность — залог того, что риск интравазального попадания филлера будет сведен к минимуму. При соблюдении этих условий омолаживающие процедуры станут безопаснее и не будут угрожать столь хрупкому и ценному дару, как зрение пациента. Практикующим врачам-косметологам рекомендуется обращать внимание на офтальмологические жалобы у своих пациентов, знакомиться с осложнениями, возникающими вследствие выполнения косметологических процедур, и регулярно повышать квалификацию, знакомиться с новейшими рекомендациями и технологиями (например, использование УЗ-навигации при инъекциях филлеров), а также активно обмениваться опытом — все это в совокупности позволит минимизировать вероятность тяжелых осложнений в будущем.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Куренков В.В. — основная концепция, написание текста, научное редактирование;
Полунина Е.Г. — научное редактирование;
Васильева О.А. — написание текста, научное и техническое редактирование;
Ластовская К.В. — подготовка клинического материала, написание текста;
Кузнецова Н.В. — подготовка клинического материала, написание текста;
Самохвалова В.К. — работа с источниками литературы, техническое редактирование.

Контактная информация: Полунина Елизавета Геннадьевна lpolunina@mail.ru

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Fanfan Zhao, Yao Chen, Dong He, Xiangxi You, Yuyun Xu. Disastrous cerebral and ocular vascular complications after cosmetic facial filler injections: a retrospective case series study. Scientific repost. 2024;14:3495. doi: 10.1038/s41598-024-54202-w.
2. Doyon VC, Liu C, Fitzgerald R, Humphrey S, Jones D, Carruthers JDA, Beleznay K. Update on Blindness From Filler: Review of Prognostic Factors, Management Approaches, and a Century of Published Cases. Aesthet Surg J. 2024 Sep 16;44(10):1091–1104. doi: 10.1093/asj/sjae091.
3. Baker-Schena L. Safety Update: Periocular Dermal Fillers. EyeNet Magazine (American Academy of Ophthalmology). January 2020;44(1):14–15. URL: https://www.aao.org/eyenet/article/safety-update-periocular-dermal-fillers (accessed 13.05.2025).
4. Chatrath V, Banerjee PS, Goodman GJ, Rahman E. Soft-tissue Filler-associated Blindness: A Systematic Review of Case Reports and Case Series. Plast Reconstr Surg Glob Open. 2019 Apr 2;7(4):e2173. doi: 10.1097/GOX.0000000000002173.
5. Hong GW, Hu H, Chang K, Park Y, Lee KWA, Chan LKW, Yi KH. Adverse Effects Associated with Dermal Filler Treatments: Part II Vascular Complication. Diagnostics (Basel). 2024 Jul 18;14(14):1555. doi: 10.3390/diagnostics14141555.
6. Danny J. Soares, Stephanie D. Hynes, Christina H. Yi, Sabrina Shah-Desai, Steven C. Irving. Cosmetic Filler–Induced Vascular Occlusion: A Rising Threat Presenting to Emergency Departments,Annals of Emergency Medicine, 2024;83(1):59–67. doi: 10.1016/j.annemergmed.2023.07.006.
7. Lindgren AL, Welsh KM. Management of vascular complications following calcium hydroxylapatite filler injections: a systemic review of cases and experimental studies. Plast Aesthet Res. 2022;9:50. doi: 10.20517/2347-9264.2022.09.
8. Yun-Han Hsieh, Chao-Wen Lin, Jen-Shang Huang, Po-Ting Yeh. Severe ocular complications following facial calcium hydroxylapatite injections: Two case reports. Taiwan Journal of Ophthalmology, 2015:5(1):36–39. doi: 10.1016/j.tjo.2014.03.009.
9. Wang I, Lin HJ, Tsai YY, Chen WL, Lin CJ, Chen SN, Hsieh MC, Wan L, Tien PT. Multiple branch retinal artery occlusions following the new facial cosmetic filler (Poly-D, L-lactic Acid) injection a case report. BMC Ophthalmol. 2023;23:86. doi: 10.1186/s12886-023-02821-8.
10. Mehta P, Kaplan JB, Zhang-Nunes S. Ischemic complications of dermal fillers. Plast Aesthet Res. 2022;9:57. doi: 10.20517/2347-9264.2022.19.
11. Consensus opinion for the management of soft tissue filler induced vision loss. Lee Walker, BDS, MFDS, RCPSG, MJDF, RCS, ENG; Cormac Convery, MB ChB, MSc, MASLMS; Emma Davies, RN, INP; Gillian Murray, MPharm, PG Dip Clin Pharm, INP; and Brittony Croasdell, MS,FNP-BC, APRN CANS. J Clin Aesthet Dermatol. 2021;14(12):E84–E94. URL: https://jcadonline.com/cmac-soft-tissue-filler-vision-loss/ (accessed 13.05.2025).
12. Xu X, Zhou G, Fu Q, Zhang L, Yu Y, Dong Y, Liang L, Chen M. . Disastrous cerebral and ocular vascular complications after cosmetic facial filler injections: a retrospective case series study. Sci Rep. 2024;14:3495. doi: 10.1038/s41598-024-54202-w.
13. Walker L, King M. Efficacy of intra-arterial thrombolytic therapy for vision loss resulting from hyaluronic acid filler embolization. J Cosmet Dermatol. 2021;20(10):3205–3212. doi: 10.1111/jocd.14111.
14. Walker L, King M. This month's guideline: Visual Loss Secondary to Cosmetic Filler Injection. J Clin Aesthet Dermatol. 2018 May;11(5):E53–E55. Epub 2018 May 1. PMID: 29785240; PMCID: PMC5955635. URL: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5955635/ (accessed 15.05.2025).
15. Yi KH, Lee HJ, Kim WR, An MH, Park HJ, Hu H, Kim HJ. Does injecting small amounts of fillers prevent the development of secondary blindness? Journal of Cosmetic Dermatology. 2024;23(1):84–89. doi: 10.1111/jocd.15898.
16. Fakih-Gomez N, Muñoz-Gonzalez C, Porcar Plana CA, Puzo Bayod M, Madero J. Retrobulbar Hyaluronidase in Hyaluronic Acid-Induced Ocular Vascular Occlusion: Efficacy, Challenges, and Implications for Clinical Practice. Aesthetic Plast Surg. 2025 Mar;49(5):1458–1468. doi: 10.1007/s00266-024-04483-3.
17. Carle MV, Roe R, Novack R, Boyer DS. Cosmetic Facial Fillers and Severe Vision Loss. JAMA Ophthalmol. 2014;132(5):637–639. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.498.
18. Juhasz M, Sharma AN, Cohen JL. Characterizing Ocular Adverse Events After Facial Dermal Filler Injection-Reviewing the MAUDE Database. Dermatol Surg. 2022 Jun 1;48(6):695–696. doi: 10.1097/DSS.0000000000003438. Epub 2022 Mar 22. PMID: 35653558.
19. Navarro-Hernandez E, Pérez-López M. Effectiveness of retrobulbar hyaluronidase in the treatment of visual loss caused by periocular hyaluronic acid injection. A systematic review. Arch Soc Esp Oftalmol (Engl Ed). 2022 Sep;97(9):521–538. doi: 10.1016/j.oftale.2022.06.005.
20. Sykes JM. Commentary on: new high dose pulsed hyaluronidase protocol for hyaluronic acid filler vascular adverse events. Aesthet Surg J. 2017;37(7):826–827. doi: 10.1093/asj/sjx018.
21. Lee JM, Choi SH, Jeon GS, In Boem Chang, Soon Joo Wang & In Hwan Hong. A comprehensive evaluation of efficacy of hyperbaric oxygen therapy in non-arteritic central retinal artery occlusion using enhanced depth imaging optical coherence tomography. Sci Rep. 2024;14:23676. doi: 10.1038/s41598-024-71895-1.
22. Soares A, Gomes NL, Mendonça L, Ferreira C. The efficacy of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of central retinal artery occlusion. BMJ Case Rep. 2017 May 12;2017:bcr2017220113. doi: 10.1136/bcr-2017-220113.
23. Kato JM, Matayoshi S, Cariello A, Morita C. Visual loss after aesthetic facial filler injection: a literature review on an ophthalmologic issue. Arq Bras Oftalmol. 2022;85(3):309–319. doi: 10.5935/0004-2749.20220048.
24. Zein M, Tie-Shue R, Pirakitikulr N, Lee WW. Complications after cosmetic periocular filler: prevention and management. Plast Aesthet Res. 2020;7:44. doi: 10.20517/2347-9264.2020.133.
25. Тахчиди ХП, Тахчиди ЕХ, Мовсесян МХ. Офтальмологические осложнения после инъекций дермальных филлеров. Голова и шея. Российский журнал. 2020;8(4):31–37.
Takhchidi KhP, Takhchidi EKh, Movsesian MKh. Ophthalmic complications after dermal filler injections. Head and neck. Russian Journal. 2020;8(4):31–37 (In Russ.). doi: 10.25792/HN.2020.8.4.31-37.
26. Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Куренков ВВ, Чиненова КВ, Яцун АС, Евстигнеева ЮВ. Окклюзия центральной артерии сетчатки как осложнение в инвазивной эстетической косметологии: клинический случай. *Офтальмология*. 2021;18(3):584–590.
Trubilin VN, Polunina EG, Kurenkov VV, Chinenova KV, Yatsun AS, Evstigneeva YuV. Central Retinal Artery Occlusion as a Complication in Invasive Aesthetic Cosmetology: a Clinical Case. *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(3):584–590 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-3-584-590.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Куренков Вячеслав Владимирович
доктор медицинских наук, профессор, руководитель Клиники доктора Куренкова

Полунина Елизавета Геннадьевна
доктор медицинских наук, профессор

Васильева Ольга Александровна
кандидат медицинских наук, доцент, врач-офтальмолог

Чиненова (Ластовская) Ксения Владимировна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Кузнецова Наталья Владимировна
главный врач, врач-офтальмолог

Самохвалова Валерия Константиновна
врач-офтальмолог

ABOUT THE AUTHORS

Kurenkov Vyacheslav V.
MD, Professor, chief of Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov

Polunina Elizabet G.
MD, Professor

Vasilyeva Olga A.
PhD, Associate Professor, ophthalmologist

Chinenova (Lastovskaya) Kseniya V.
PhD, ophthalmologist

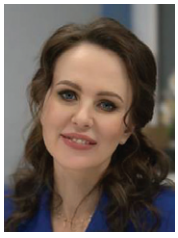
Kuznetsova Nataliya V.
chief physician, ophthalmologist

Samokhvalova Valeriya K.
ophthalmologist

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-494-499

поступила 12.04.25
was received 12.04.25

Циклоторсия и бинокулярные функции при рефракционных операциях LASIK и SMILE. Обзор





Т.Ю. Шилова М.А. Шилова

Клиника лазерной коррекции зрения доктора Шиловой
ул. Мосфильмовская, 74, Москва, 119333, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):494–499**

Рефракционные операции LASIK (лазерный кератомилез) и SMILE (лентикулярная экстракция через малый разрез) произвели революцию в коррекции зрения, однако их влияние на глазную динамику — особенно на циклоторсию и бинокулярные функции — остается важной областью исследований. Данный обзор литературы представляет современные данные из PubMed, Google Scholar и ResearchGate, касающиеся сложного взаимодействия между циклоторсией и бинокулярным зрением после этих процедур, уделяя особое внимание клиническим результатам, технологическим достижениям и нерешенным проблемам в этой области. Компенсация циклоторсии имеет решающее значение для оптимальных зрительных результатов после рефракционных операций LASIK и SMILE. Перспективными решениями могут быть разработки, включающие эллиптические дизайны лоскутов в LASIK (например, EAGLE Vision), улучшенные алгоритмы регистрации циклоторсии, интеграция искусственного интеллекта для компенсации циклоторсии в режиме реального времени. В то время как продвинутые системы отслеживания LASIK предлагают превосходный контроль торсионных движений, бесклапанный подход SMILE обеспечивает лучшее сохранение биомеханики роговицы и уменьшение проявлений синдрома сухого глаза — ключевых факторов восстановления бинокулярных функций.

Ключевые слова: циклоторсия, бинокулярные функции, LASIK, SMILE

Для цитирования: Шилова Т.Ю., Шилова М.А. Циклоторсия и бинокулярные функции при рефракционных операциях LASIK и SMILE. Обзор. *Офтальмология*. 2025;22(3):494–499. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-494-499

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The Relationship Between Cyclotorsion and Binocular Functions After Vision Correction with LASIK and SMILE: A Literature Review

T.Yu. Shilova, M.A. Shilova

Dr. Shilova's Laser Vision Correction Clinic
Mosfilmovskaya str., 74B, Moscow, 119333, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):494–499**

Refractive surgeries have transformed vision correction, yet their effects on ocular dynamics — particularly cyclotorsion and binocular functions — require thorough examination. This review analyzes current evidence from PubMed, Google Scholar, and ResearchGate regarding the interaction between these factors following LASIK and SMILE procedures. Compensation of cyclotorsion is critical for optimal visual outcomes after LASIK and SMILE refractive surgeries. Promising solutions may include developments that include elliptical flap designs in LASIK (e.g. EAGLE Vision), improved cyclotorsion registration algorithms, and integration of artificial intelligence for real-time cyclotorsion compensation. While advanced LASIK tracking systems offer superior control of torsional movements, the valveless SMILE approach provides better preservation of corneal biomechanics and reduction of dry eye syndrome manifestations — key factors in the restoration of binocular functions.

Keywords: циклоторсия, бинокулярные функции, LASIK, SMILE

For citation: Shilova T.Yu., Shilova M.A. The Relationship Between Cyclotorsion and Binocular Functions After Vision Correction with LASIK and SMILE: A Literature Review. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):494–499. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-494-499

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

There is no conflict of interests.

Данный обзор, по существу, является продолжением ранее опубликованной статьи, посвященной проблеме циклоторсии при коррекции миопии и миопического астигматизма методом SMILE, в которой проанализирована роль циклоторсии в возникновении рефракционных ошибок при коррекции астигматизма [1].

Целью данного обзора является анализ литературных источников, в которых рассматривается роль циклоторсии в аспекте состояния бинокулярных функций после перенесенной рефракционной операции SMILE в сравнении с результатами рефракционной операции методом LASIK. Данный обзор литературы представляет современные данные из PubMed, Google Scholar и ResearchGate о сложном взаимодействии между циклоторсией и бинокулярным зрением после этих процедур, уделяя особое внимание клиническим результатам, технологическим достижениям и нерешенным проблемам в этой области [2].

Рефракционные операции LASIK (лазерный кератомилез) и SMILE (лентикулярная экстракция через малый разрез) произвели в свое время революцию в коррекции зрения, однако их влияние на глазную динамику — особенно на циклоторсию и бинокулярные функции — остается важной областью исследований.

Как указывалось в нашем предыдущем обзоре, анализ литературных данных доказывает возможность утверждения, что, безусловно, SMILE обеспечивает приемлемую предсказуемость, эффективность, стабильность и безопасность для коррекции умеренного и сильного миопического астигматизма. Лечение миопического астигматизма с помощью SMILE является предсказуемым и эффективным, но с астигматической недокоррекцией примерно 11 % и небольшим поворотом оси против часовой стрелки [3–5].

Коррекция астигматизма с помощью фемто-LASIK по сравнению со SMILE характеризуется бóльшими преимуществами [6–9]. Как уже указывалось выше, причиной этого является циклоторсия, которая не контролируется при использовании платформы VisuMax. Циклоторсионые движения, характеризующиеся вращением глаз вокруг зрительной оси, напрямую зависят от движения и ориентации тела в пространстве. Вращательные движения обеспечивают поддержание естественной ориентации изображения на сетчатке, и не только при раздражении вестибулярного аппарата путем наклона головы, а также в условиях монокулярного зрения, создавая вестибулярный глазной рефлекс нижнего порядка. Таким образом, вращение глазного яблока вокруг его передне-задней оси (циклоторсия) является нормальным физиологическим механизмом, позволяющим поддерживать бинокулярное зрение при различных наклонах головы.

Циклоторсию принято подразделять на статическую и динамическую. Статическая циклоторсия связана с изменением положения тела в пространстве, в частности когда пациенты переходят из вертикального положения или положения сидя в положение лежа. Динамическая циклоторсия — это непроизвольные движения глаза вокруг сагиттальной оси, возникающие, в частности, во время проведения эксимер-лазерной абляции роговицы.

Различают два вида циклоторсионных движений в зависимости от направления: эксциклоторсию и инциклоторсию. При эксциклоторсии верхний полюс глазного яблока вращается в височную сторону с участием нижней косой и нижней прямой мышц. При инциклоторсии верхний полюс глазного яблока вращается в носовую сторону с участием верхней косой и верхней прямой мышц. Уже довольно длительно исследуется влияние торсионных движений глаз на результаты рефракционной хирургии. В связи с тем что лазерная рефракционная хирургия базируется на точности проведенных дооперационных измерений, циклоторсионное движение имеет большое клиническое значение, потому что смещение оси во время операции может стать причиной недостаточной коррекции или индуцировать астигматизм. В различных исследованиях, изучавших влияние циклоторсии на рефракционные результаты, были получены противоречивые данные. Так, различные авторы описали несколько факторов, связанных с более значимой величиной циклоторсии, к которым относятся пол, величина аномалий рефракции в диоптриях, дальнозоркость, высокий астигматизм [10]. С динамической циклоторсией в значительной степени связаны возраст, острота зрения и кератометрия.

Другие исследователи свидетельствуют об отсутствии связи между величиной циклоторсии с предоперационными показателями, такими как длина глаза, острота зрения, степень астигматизма, ось цилиндра, возраст, пол [11, 12]. Величина средней статической циклоторсии колеблется от 1,22 до 4,10 градуса, а средняя динамическая циклоторсия — от 1,32 до 3,81 градуса. Величина статической циклоторсии колеблется от 0 до 16 градусов. Были продемонстрированы лучшие послеоперационные значения сферического и цилиндрического компонентов рефракции у пациентов с компенсированной статической циклоторсией по сравнению с пациентами, у которых статическая циклоторсия не была скомпенсирована [13].

К таким же выводам пришли D.C. Fahd и соавт. [14]. Не вызывает сомнений, что отсутствие учета циклоторсии во время рефракционной хирургии приводит к остаточным аберрациям, при этом чем больше циклоторсионные отклонения, тем выше вероятность индуцирования аберраций [15]. Клинические последствия некомпенсированной циклоторсии включают недокоррекцию астигматизма. Так, циклоторсия 4° приводит примерно к 14 % недокоррекции, циклоторсия 10° может привести к 35 % недокоррекции; возникновению аберраций высшего порядка, особенно комы и сферической аберрации, к значительному ухудшению показателей качества зрения. В отношении параметров векторного анализа имеет место влияние на угол ошибки (AE), воздействие на величину ошибки (ME), влияние на индекс коррекции.

Сравнительные исследования демонстрируют значительные различия между платформами LASIK и SMILE в отношении циклоторсии и связанными с ней бинокулярными функциями. Эффект компенсации циклоторсии при лентикулярной экстракции через малый разрез при миопическом астигматизме отражен в обзоре 2024 года X. Yang и соавт. [16].

Так, для технологии LASIK имеются продвинутые платформы, такие как Contoura (Alcon), которая использует индивидуальную топографическую карту роговицы для более точной и персонализированной коррекции зрения, чем традиционный LASIK. Contoura Vision анализирует более 22 000 точек на поверхности роговицы, создавая трехмерную карту, которая учитывает уникальную форму и кривизну глаза пациента [17, 18]. Платформа iDesign (Johnson & Johnson) включает регистрацию радужки и динамическую компенсацию циклоторсии, что обеспечивает высокую точность коррекции астигматизма. Прибор предназначен для проведения высокоточной персонализированной кераторефракционной операции по технологии LASIK, используя для расчетов данные волнового фронта и топографии роговицы. Это единственная на сегодня доступная технологическая платформа для расчета операций по технологии моновижн у пациентов пресбиопического возраста с миопической рефракцией.

Для технологии SMILE используется также платформа VisuMax 800 и ее усовершенствованная версия SMILE Pro [19] с системами CentraLign и OcuLign, в которых имеется улучшенный контроль центровки и циклоторсии по сравнению с более старыми моделями (VISUMAX 500). Наши результаты коррекции миопии и астигматизма, в том числе высокой степени, впечатляют точностью. Однако некоторые авторы считают, что при этом применяемые ручные методы маркировки остаются менее точными [20–22].

Метаанализ 2024 года (10 исследований) [23] показал, что имеются значительные преимущества компенсации циклоторсии при коррекции рефракции с помощью SMILE:

— снижение остаточного астигматизма (MD = 0,73 D, $p = 0{,}002$);

— меньшие проявления аберрации кома (MD = –0,06, $p < 0{,}00001$);

— меньшие проявления аберраций высшего порядка (MD = –0,04, $p < 0{,}0001$).

Некоторые авторы сообщают, что ручные методы лимбальной маркировки для компенсации циклоторсии при использовании технологии SMILE менее эффективны, чем ожидалось, однако следует подчеркнуть, что собственные ошибки субъективной рефракции играют бóльшую роль, чем ошибка циклоторсии [24, 25].

Как известно, бинокулярное зрение зависит от согласованной работы аккомодации, конвергенции, фузионных резервов.

Рефракционные операции вносят свои изменения в бинокулярное зрение через изменения кривизны роговицы, влияющие на аккомодационную способность, возможную декомпенсацию субклинической гетерофории, изменения поверхности глаза, связанные со стабильностью слезной пленки.

Рефракционные операции LASIK и SMILE характеризуются своими особенностями в отношении их влияния на бинокулярное зрение [26].

Так, для LASIK характерно более быстрое первоначальное восстановление зрения, более выраженное отрицательное влияние на проявления синдрома сухого глаза, повреждающий эффект в отношении нервных стволов роговицы. В то же время для LASIK свойственно лучшее состояние контрастной чувствительности, отражающей качество зрения, в раннем послеоперационном периоде.

Клинические наблюдения за состоянием бинокулярного зрения в результате рефракционных операций LASIK и SMILE свидетельствуют о том, что ключевыми моментами являются следующие. Стойкая астенопия зарегистрирована в 15,6 % случаев после SMILE и связана с предшествующей аккомодационной дисфункцией или аномалиями бинокулярного зрения. Как указывалось выше, LASIK демонстрирует лучшую раннюю послеоперационную контрастную чувствительность по сравнению с SMILE. Исследование, сравнивающее Wavefront-управляемый LASIK (или индивидуальный LASIK — усовершенствованный метод лазерной коррекции зрения, который использует технологию волнового фронта для создания более точной карты аномалий рефракции глаза, чем стандартный LASIK и позволяет учитывать особенности каждого глаза, что, в свою очередь, может привести к улучшению остроты зрения, особенно в условиях низкой освещенности) и SMILE, показало, что по оценкам пациентов после LASIK достигается лучшее качество зрения, что частично объясняется хорошим контролем циклоторсии [27, 28].

В исследовании J.R. Jiménez и соавт. [29] при изучении бинокулярных функций после LASIK с помощью аберрометрии глаза и топографии роговицы обоих глаз у 68 пациентов (136 глаз) для оценки зрительной производительности измерялись монокулярная и бинокулярная функция, контрастная чувствительность и индекс аберраций. Тесты проводились в мезопических условиях. Результаты показали, что бинокулярная функция и индекс аберраций снижались после LASIK ($P < 0{,}0001$) по мере увеличения различий в аберрациях роговицы между двумя глазами. Бинокулярное ухудшение зрения было больше, чем монокулярное ухудшение, в отношении контрастной чувствительности и индекса нарушения. Авторы сделали вывод, что бинокулярная функция ухудшается больше, чем монокулярная функция, после LASIK. Улучшения в алгоритмах абляции должны минимизировать эти различия для двух глаз [30]. На основании своих исследований авторы пришли к выводу, что монокулярная функция ухудшается меньше, чем бинокулярная функция, после рефракционного вмешательства.

Исследования показали, что транзиторное изменение бинокулярной зрительной функции возникает через 7 дней после операции FS-LASIK и может вызывать симптомы астенопии. Результаты исследования показали, что все бинокулярные зрительные функции вернулись к исходному уровню через 30 дней после операции [31].

Z. Xu и соавт. [32] изучали изменения и различия в ранней послеоперационной бинокулярной аккомодационной функции после фемтосекундного лазерного кератомилеза *in situ* (FS-LASIK) и экстракции лентикулы через малый разрез (SMILE). В это ретроспективное исследование были включены 120 пациентов (240 глаз) с диагнозами слабой, средней и высокой миопии. Через 1 месяц после операции обе процедуры, FS-LASIK и SMILE, продемонстрировали потенциал для восстановления или даже улучшения аккомодационной способности, времени аккомодации, времени релаксации и соотношения аккомодации к релаксации по сравнению с предоперационными уровнями. Группа FS-LASIK продемонстрировала бóльшую величину изменения аккомодационной способности после операции по сравнению с группой SMILE. В подгруппе с миопией от слабой до умеренной степени группа FS-LASIK показала меньшие изменения времени аккомодации и шкалы зрительного утомления через 1 месяц после операции по сравнению с группой SMILE, для всех сравнительных значений $p < 0{,}05$. Авторы сделали вывод, что раннее послеоперационное восстановление функции аккомодации происходило медленнее после SMILE по сравнению с FS-LASIK. Кроме того, выраженность зрительного утомления через 1 месяц после операции была выше в группе SMILE, чем в группе FS-LASIK. Эта разница в уровнях зрительного утомления может быть связана с замедленным восстановлением, наблюдаемым при послеоперационном выполнении процедуры SMILE.

В то же время Y. Wang и соавт. [33] определяли при различных рефракционных операциях на роговице динамическую остроту зрения (DVA) и потенциальные факторы, оказывающие на нее влияние. В перспективное нерандомизированное исследование были включены взрослые пациенты с миопией, перенесшие двусторонний субэпителиальный кератомилез с лазерной поддержкой (LASEK), фемтосекундный лазерный кератомилез *in situ* (FS-LASIK) или экстракцию лентикулы через малый разрез (SMILE) с рефракционной целью Plano. Некорригированную и корригированную остроту зрения вдаль (UDVA/CDVA), рефракцию и бинокулярную DVA (оптотипы 40 и 80 градусов в секунду (dps)) оценивали до операции и после операции в течение 3 месяцев. Динамическая острота зрения через 3 месяца после трех рефракционных операций на роговице была лучше, чем до операции, у взрослых пациентов с миопией, и не было никакой существенной разницы между различными хирургическими методами. Послеоперационная DVA через 3 месяца была обнаружена коррелирующей с предоперационной DVA, предоперационной SE и послеоперационной UDVA. По мнению авторов, при дальнейшем улучшении DVA может стать перспективным функциональным визуальным индикатором для пациентов с миопией, перенесших рефракционные операции.

Взаимодействие между циклоторсией и бинокулярным зрением определяется тем, что ошибки циклоторсии усугубляют бинокулярную дисфункцию посредством стимуляции анизейконии из-за асимметричного изменения формы роговицы; вызывают нарушения фузионных резервов — торсионное несоответствие влияет на механизмы фузии; влияют на стереоскопическое зрение через воздействие на восприятие глубины.

При этом пациенты могут иметь диплопию, испытывать зрительный дискомфорт, астенопические проявления, включая головные боли; снижение качества зрения, несмотря на хорошую остроту зрения по Снеллену; дискомфорт при длительной работе на близком расстоянии.

Результаты исследования A. Gyldenkerne и соавт. [34] показали, что SMILE при высокой миопии не снижает бинокулярные зрительные функции, оцениваемые по остроте стереозрения, остроте бинокулярного зрения, бинокулярной контрастной чувствительности и бинокулярной суммации. Острота стереозрения не была изменена после операции, бинокулярная послеоперационная UDVA не отличалась от предоперационной CDVA, бинокулярная CDVA увеличилась после операции, а бинокулярная контрастная чувствительность не изменилась. На основании этих результатов авторы постулируют, что у пациентов с высокой близорукостью и бинокулярным зрением, подвергнутых рефракционной операции SMILE, даже если могут возникнуть монокулярные изменения, например контрастной чувствительности из-за операции, бинокулярная функция сохраняется после операции.

В ретроспективном исследовании J. Chang и соавт. [35] были обследованы 245 пациентов, которым был выполнен лазерный кератомилез *in situ* (LASIK) по поводу миопии с астигматизмом или без него. Величина циклоторсии во время проведения LASIK регистрировалась в виде максимального, среднего и минимального значений в соответствии с углом отклонения, отображаемым на экране компьютера эксимерного лазера. Измерения циклоторсии проводились во время лазерной абляции. Результаты показали, что среднее значение общей циклоторсии составило 2,181 ± 1,392° (SD) (диапазон от 0,0 до 13,3°). Среднее положение (AP) составило +0,134 ± 1,851° (диапазон от –7,0° (эксциклоторсия) до +12,6° (инциклоторсия)). У сорока пяти глаз (18,4 %) AP был больше ±2°, а у 168 глаз (68,6 %) наблюдалось отклонение от нулевого положения в начале лазерной абляции. Среднее значение инциклоторсии составило 2,136 ± 1,440° (у 78 глаз, 31,8 %), а среднее значение эксциклоторсии — 1,772 ± 0,809° (у 78 глаз, 31,8 %). У восьмидесяти шести глаз (35,1 %) наблюдалась циклоторсия в обоих направлениях (смешанная циклоторсия). Среднее значение циклоторсии составило 2,670 ± 1,588°. У восьми (3,3 %) из 109 пациентов, которым была выполнена одновременная двусторонняя операция LASIK, наблюдалась двусторонняя инциклоторсия или двусторонняя эксциклоторсия. Таким образом, циклоторсия возникает до и во время лазерной абляции. Активный ротационный айтрекер имеет решающее значение для компенсации циклоторсии и повышения точности выполнения эксимерлазерной абляции.

Лазерный кератомилез *in situ* с активной регистрацией радужки с помощью эксимерного лазера Zyoptix 100 Гц с функцией Advanced Control Eyetracking проводился Febbraro и соавт. [36] у пациентов с миопическим астигматизмом. Во всех случаях регистрация радужки использовалась для оценки степени статической циклоторсии до операции, а также степени динамической циклоторсии во время операции. Регистрировались направление, средние значения и диапазоны статической и динамической циклоторсии. Учитывалась амплитуда интраоперационной циклоторсии. В исследование были включены 74 глаза (38 пациентов). Направление циклоторсии не имело статистически значимого значения. Средний угол статической циклоторсии составил 3,08 ± 2,68° (SD) (диапазон от –7,0 до 14,0°), а средний угол динамической циклоторсии — 3,39 ± 2,94° (диапазон от -10,3 до 13,5°). Во время фотоабляции средняя амплитуда циклоторсии составила 2,69 ± 1,63° (диапазон от 0,0 до 9,2°). Величина динамической циклоторсии была менее 5° у 66 % глаз, 5° и более у 34 % глаз и 10° и более у 4 % глаз. Таким образом, с помощью динамического айтрекера была обнаружена статическая и динамическая циклоторсия у глаз после LASIK. Вращательные движения были преимущественно статическими, но имели значительную амплитуду во время фотоабляции.

Современные технологические проблемы при рефракционных операциях состоят в том, что в SMILE отсутствует контроль циклоторсии в реальном времени, но он доступен в продвинутых платформах LASIK; ручные методы маркировки могут обусловливать возникновение рефракционных ошибок, причем для ручных методов маркировки отсутствуют стандартизированные протоколы измерений.

Продолжает существовать потребность в исследованиях, приоритетными направлениями которых являются анализ долгосрочных эффектов, связанных с воздействием циклоторсии на стабильность бинокулярного зрения; разработка динамических алгоритмов компенсации циклоторсии для SMILE, изучение влияния циклоторсии на конкретные бинокулярные функции (стереоскопическое зрение, аккомодационная конвергенция); персонализированные подходы к контролю циклоторсии на основе индивидуальных особенностей глазной моторики.

Представляется, что перспективными решениями могут быть разработки, включающие эллиптические дизайны лоскутов в LASIK (например, EAGLE Vision), улучшенные алгоритмы регистрации циклоторсии, интеграция искусственного интеллекта для компенсации циклоторсии в режиме реального времени.

Таким образом, компенсация циклоторсии имеет решающее значение для оптимальных зрительных результатов после рефракционных операций LASIK

и SMILE. В то время как продвинутые системы отслеживания LASIK предлагают превосходный контроль торсионных движений, бесклапанный подход SMILE обеспечивает лучшее сохранение биомеханики роговицы и уменьшение проявлений синдрома сухого глаза — ключевых факторов восстановления бинокулярных функций.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шилова Т.Ю. — концепция статьи, анализ источников литературы, редактирование;
Шилова М.А. — подбор литературы, написание текста

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Шилова Т.Ю., Шилова М.А. Проблема циклоторсии при коррекции миопии и миопического астигматизма методом SMILE. Офтальмология. 2025; 22(1):24–28. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-24-28
   Shilova T.Yu., Shilova M.A. The Problem of Cyclotorsion in the Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by the SMILE Method. Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):24–28. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-4-24-28
2. Gusenbauer M. Google Scholar to overshadow them all? Comparing the sizes of 12 Academic search engines and bibliographic databases. Scientometrics. 2019;118(1):177–214. doi: 10.1007/s11192-018-2958-52019. 03. 027.
3. Pedersen IB, Ivarsen A, Hjortdal J. Changes in Astigmatism, Densitometry, and Aberrations After SMILE for Low to High Myopic Astigmatism: A 12-Month Prospective Study. J Refract Surg. 2017 Jan 1;33(1):11–17. doi: 10.3928/1081597X-20161006-04.
4. Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small incision lenticule extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: results of a 6 month prospective study. Br J Ophthalmol. 2011;95(3):335–339. doi: 10.1136/bjo.2009.174284.
5. Jiping Xu, Manli Liu, Quan Liu, Outcomes of astigmatic correction with and without two different cyclotorsion compensation methods in small incision lenticule extraction surgery, Photodiagnosis and Photodynamic Therapy. 2024;49:104272. doi: 10.1016/j.pdpdt.2024.104272.
6. Chan TC, Ng AL, Cheng GP, Wang Z, Ye C, Woo VC, Tham CC, Jhanji V. Vector analysis of astigmatic correction after small-incision lenticule extraction and femtosecond-assisted LASIK for low to moderate myopic astigmatism. Br J Ophthalmol. 2016 Apr;100(4):553–559. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307238.
7. Zhang J, Wang Y, Chen X. Comparison of Moderate- to High-Astigmatism Corrections Using WaveFront-Guided Laser In Situ Keratomileusis and Small-Incision Lenticule Extraction. Cornea. 2016;35:523–530. doi: 10.1097/ICO.0000000000000782.
8. Khalifa MA, Ghoneim AM, Shaheen MS, Piñero DP. Vector analysis of astigmatic changes after small-incision lenticule extraction and wavefrontguided laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2017;43:819–24. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.033.
9. Kanellopoulos AJ. Topography-Guided LASIK Versus Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) for Myopia and Myopic Astigmatism: A Randomized, Prospective, Contralateral Eye Study. J Refract Surg. 2017;33:306–312. doi: 10.3928/1081597X-20170221-01.
10. Alipour F, Veisi Hampa F, Ashrafi E, Dehghani S. Factors Influencing Cyclotorsion During Photorefractive Keratectomy. J Refract Surg. 2018 Feb 1;34(2):106–112. doi: 10.3928/1081597X-20171128-02.
11. Zhao F, Li L, Zhou W, Shi D, Fan Y, Ma L. Correlative factors' analysis of postural-related ocular cyclotorsion with image-guided system. Jpn J Ophthalmol. 2018 Mar;62(2):237–242. doi: 10.1007/s10384-017-0544-7.
12. Ozulken K, Ilhan C. Effects of Cyclotorsion Orientation and Magnitude in Eyes with Compound Myopic Astigmatism on the Compensation Capacity of WaveLight EX500 Photorefractive Keratectomy. Korean J Ophthalmol. 2019 Oct;33(5):458–466. doi: 10.3341/kjo.2019.0042.
13. Aslanides IM, Toliou G, Padroni S, Arba Mosquera S, Kolli S. The effect of static cyclotorsion compensation on refractive and visual outcomes using the Schwind Amaris laser platform for the correction of high astigmatism. Cont Lens Anterior Eye. 2011 Jun;34(3):114–120. doi: 10.1016/j.clae.2011.02.012.
14. Fahd DC, Jabbour E, Fahed CD. Static cyclotorsion measurements using the Schwind Amaris laser. Arq Bras Oftalmol. 2014 May-Jun;77(3):159–163. doi: 10.5935/0004-2749.20140041.
15. Arba-Mosquera S, Merayo-Lloves J, de Ortueta D. Clinical effects of pure cyclotorsional errors during refractive surgery. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008 Nov;49(11):4828–4836. doi: 10.1167/iovs.08-1766.
16. Yang YZ, Li FF, Wu SQ, Dai Q, Bao FJ, Cheng D, Zhu J, Ye YF.Comparison of myopic astigmatic correction after cross-assisted SMILE, FS-LASIK, and transPRK. J Cataract Refract Surg. 2023;49(12):1242–1248. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001294.
17. Платформа для технологии LASIK Contoura chrome-extension: https://www.jnjvisionpro.com/en-us/products/idesign-refractive-studio/
    LASIK platform Contoura (Alcon) chrome-extension: https://www.jnjvisionpro.com/en-us/products/idesign-refractive-studio/
18. Платформа для технологии LASIK iDesign https://eyepress.ru/article/idesign-refractive-studio31-10-2023-0-32-17-819
    iDesign LASIK Technology Platform. iDesign https://eyepress.ru/article/idesign-refractive-studio31-10-2023-0-32-17-819
19. Платформа для технологии SMIL VisuMax 800 https://vseosmile.ru/news/361-visumax-800-smile-pro)
    Platform for SMIL VisuMax 800 technology https://vseosmile.ru/news/361-visumax-800-smile-pro)
20. Мушкова И.А., Костенов С.В., Соболев Н.П., Гамидов Г.А. Сравнительный анализ коррекции миопического астигматизма технологией SMILE с учетом и без учета циклоторсии. Офтальмохирургия. 2020;1:18–25. doi: 10.25276/0235-4160-2020-1-18-25.
21. Mushkova IA, Kostenov SV, Sobolev NP, Gamidov GA. Comparative analysis of myopic astigmatism correction using SMILE technology with and without cyclotorsion. Ophthalmosurgery. 2020;1:18–25. doi: 10.25276/0235-4160-2020-1-18-25.
    Yoon H, Magnago T, Yeom DJ. Three-month clinical outcomes to correct myopia or myopic astigmatism using a femtosecond laser for lenticule creation with automated centration and cyclotorsion compensation. J Refract Surg (Thorofare, NJ: 1995) 2024;40(1):e30–e41. doi: 10.3928/1081597X-20231212-03.
22. Sachdev GS, Patekar KB, Ramamurthy S. Comparative analysis of visual outcomes following small-incision lenticule extraction with or without cyclotorsion compensation in eyes with high astigmatism: contralateral eye study. Indian J Ophthalmol. 2023;71(6):2469–2473. doi: 10.4103/IJO.IJO_224_23.
23. Yang X, Liu Y, Xiao K, Song Q, Xu Y, Li J, Zhou Y. Effect of Cyclotorsion Compensation in Small Incision Lenticule Extraction Surgery for the Correction of Myopic Astigmatism: A Systematic Review and Meta-Analysis. Ophthalmol Ther. 2024 May;13(5):1271–1288. doi: 10.1007/s40123-024-00921-2.
24. Ganesh S, Brar S, Pawar A. Results of intraoperative manual cyclotorsion compensation for myopic astigmatism in patients undergoing small incision lenticule extraction (SMILE) J Refract Surg (Thorofare, NJ: 1995) 2017;33(8):506–512. doi: 10.3928/1081597X-20170328-01.
25. Kang DSY, Lee H, Reinstein DZ, Roberts CJ, Arba-Mosquera S, Archer TJ, Kim EK, Seo KY, Kim TIComparison of the distribution of lenticule decentration following SMILE by subjective patient fixation or triple marking centration. J Refract Surg (Thorofare, NJ: 1995) 2018;34(7):446–452. doi: 10.3928/1081597X-20180517-02.
26. Song J, Cao H, Chen X, Zhao X, Zhang J, Wu G, Wang Y.Small incision lenticule extraction (SMILE) versus laser assisted stromal in situ keratomileusis (LASIK) for astigmatism corrections: a systematic review and meta-analysis. Am J Ophthalmol. 2023;247:181–199. doi: 10.1016/j.ajo.2022.11.013.
27. Zhao X, Zhang L, Ma J, Li M, Zhang J, Zhao X, Wang Y.Comparison of wavefront-guided femtosecond LASIK and optimized SMILE for correction of moderate-to-high astigmatism. J Refract Surg (Thorofare, NJ: 1995) 2021;37(3):166–173. doi: 10.3928/1081597X-20201230-01.
28. Jiménez JR, Villa C, Anera RG, Gutiérrez R, del Barco LJ. Binocular visual performance after LASIK. J Refract Surg. 2006 Sep;22(7):679–688. doi: 10.3928/1081-597X-20060901-09. PMID: 16995550.
29. Zhou Y, Ou Y, Chin MP, Zhao D, Zhang R. Transient change in the binocular visual function after femtosecond laser-assisted in situ keratomileusis for myopia patients. Indian J Ophthalmol. 2023 Feb;71(2):481-485. doi: 10.4103/ijo.IJO_1611_22.
30. Amini Vishteh R, Mirzajani A, Jafarzadehpur E, Taghieh A. Evaluation of visual evoked potential binocular summation after corneal refractive surgery. Doc Ophthalmol. 2020 Apr;140(2):181–188. doi: 10.1007/s10633-019-09731-5.
31. Xu Z, Dong S, Yu S Xu Z, Dong S, Yu S, Wu Y, Deng H, Zhao J. Evaluation of Early Accommodation Outcomes Following Femtosecond Laser-Assisted in situ Keratomileusis and Small Incision Lenticule Extraction. Semin Ophthalmol. 2025 Apr;40(3):196–203. doi: 10.1080/08820538.2024.2403439.
32. Wang Y, Guo Y, Li Y, Zhang Y, Yuan Y, Wu T, Chen Y, Li X. The impact of different corneal refractive surgeries on binocular dynamic visual acuity. Front Neurosci. 2023 Mar 3;17:1142339. doi: 10.3389/fnins.2023.1142339.
33. Gyldenkerne A, Ivarsen A, Nisted I, Hjortdal J. Impact on binocular visual function of small-incision lenticule extraction for high myopia. J Cataract Refract Surg. 2021 Apr 1;47(4):430–438. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000480.
34. Chang J. Cyclotorsion during laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2008 Oct;34(10):1720–1726. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.06.027.
35. Febbraro JL, Koch DD, Khan HN, Saad A, Gatinel D. Detection of static cyclotorsion and compensation for dynamic cyclotorsion in laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2010 Oct;36(10):1718–1723. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.05.019.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шилова Татьяна Юрьевна
доктор медицинских наук, руководитель клиники

Шилова Мария Алексеевна
офтальмолог

ABOUT THE AUTHORS

Shilova Tatyana Yu.
MD, head of the Clinic

Shilova Maria A.
ophthalmologist

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-500-506

поступила 04.10.24
was received 04.10.24

Выбор антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме





Ю.Н. Юсеф[1] А.С. Введенский[1] М.Н. Иванов[1]
Н.Д. Фокина[2], Н.Ю. Школяренко[1], К.К. Кулиш[1]

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

[2] ФБАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Большая Пироговская, 2, стр. 4, Москва, 119991, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):500–506**

В связи с увеличением продолжительности жизни и возрастанием контингента пациентов пожилого и старческого возраста повышается актуальность комбинированного хирургического лечения характерных для этого возрастного контингента заболеваний: катаракты и первичной открытоугольной глаукомы. Учитывая, что ультразвуковая факоэмульсификация стала стандартом факохирургии, при планировании комбинированного вмешательства основной задачей хирурга является адекватный выбор антиглаукомного компонента операции у пациента с катарактой и первичной открытоугольной глаукомой. По данным литературы, наилучшие результаты обеспечивают патогенетически ориентированные методики антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства. При этом важным этапом вмешательства является интраоперационное определение уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости на основе исследования в ходе комбинированной операции феномена ретроградного заполнения шлеммова канала кровью, что позволяет быстро и точно определять уровень ретенции и патогенетически ориентированный антиглаукомный компонент вмешательства.

Ключевые слова: катаракта, первичная открытоугольная глаукома, хирургия, уровень ретенции.

Для цитирования: Юсеф Ю.Н., Введенский А.С., Иванов М.Н., Фокина Н.Д., Школяренко Н.Ю., Кулиш К.К. Выбор антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме. *Офтальмология.* 2025;22(3):500–506. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-500-506

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Selection of the Antiglaucoma Component of Combined Surgery for Cataract and Primary Open-Angle Glaucoma

Yu.N. Yusef[1], A.S. Vvedenskiy[1], M.N. Ivanov[1], N.D. Fokina[2], N.Yu. Shkolyarenko[1], K.K. Kulish[1]

[1] Krasnov Research Institute of Eye Disease
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

[2] Sechenov First Moscow State Medical University
Bol'shaya Pirogovskaya str., 2/4, Moscow, 119991, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):500–506**

Due to the increase in life expectancy and the growth of the contingent of elderly and senile patients, the relevance of combined surgical treatment of diseases characteristic of this age group increases: cataracts and primary open-angle glaucoma. Considering that ultrasound phacoemulsification has become the standard of phaco surgery, when planning a combined surgery, the main task of the surgeon is an adequate choice of the antiglaucoma component of the operation in a patient with cataract and primary open-angle glaucoma. According to the literature the best results are achieved by pathogenetically oriented methods of the antiglaucoma component of the combined operation. In this case an important stage of the surgery is the intraoperative determination of the level of retention of the outflow of intraocular fluid based on the study of the phenomenon of retrograde filling of the Schlemm's canal with blood during the combined operation, which allows for quick and accurate determination of the retention level and identification of the pathogenetically oriented antiglaucoma component of the operation.

Keywords: cataract, primary open-angle glaucoma, surgery, level of retention

For citation: Yusef Yu.N., Vvedenskiy A.S., Ivanov M.N., Fokina N.D., Shkolyarenko N.Yu., Kulish K.K. Selection of the Antiglaucoma Component of Combined Surgery for Cataract and Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):500–506. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-500-506

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

There is no conflict of interests.

В офтальмохирургии в последние годы можно наблюдать тенденцию к проведению одноэтапного комбинированного хирургического вмешательства при катаракте и первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ), что определяет возможность существенного уменьшения сроков реабилитации больных с сочетанной патологией [1–5]. Стоит учитывать, что многочисленные современные публикации содержат информацию о том, что проведение только одной ФЭ приводит к значительному снижению внутриглазного давления (ВГД) в среднем на 1–3 мм рт. ст. за счет расширения угла передней камеры [6–8].

При этом противопоказанием к проведению комбинированного одномоментного хирургического вмешательства принято считать исходный уровень внутриглазного давления более 26 мм рт. ст., определяемый с помощью тонометра iCare или же любого другого аналогичного прибора. По мнению большого числа офтальмохирургов, в подобных случаях с целью предупреждения весьма вероятных тяжелых осложнений важно разделение хирургического лечения на два основных этапа. Антиглаукомная операция в таком случае становится чаще всего первым из них [1, 3, 4, 9, 10].

При современном развитии офтальмохирургии ультразвуковая факоэмульсификация стала стандартом лечения катаракты. По этой причине главной задачей, стоящей перед хирургом, является грамотный подбор антиглаукомного компонента у пациента с катарактой и ПОУГ [1, 9, 11–13].

Многие годы синустрабекулэктомия, являющаяся антиглаукомным хирургическим вмешательством фистулизирующего типа, была базовой методикой при комбинированном лечении ПОУГ и катаракты. Синустрабекулэктомия имеет существенную эффективность в отношении гипотензивного эффекта как самостоятельное вмешательство, в том числе и при проведении двухэтапного лечения катаракты и ПОУГ, равно как и при одномоментном. При этом стоит учитывать, что эта операция, как всякое фистулизирующее вмешательство, сопровождается значительным числом разнообразных осложнений.

В соответствии с этим во многом синустрабекулэктомия потеряла свое значение на горизонте последних десяти лет при комбинированном хирургическом лечении катаракты и ПОУГ и уступила свое прежнее место непроникающей глубокой склерэктомии, а кроме того, и микроинвазивным методикам, которые стали часто выполняться в качестве антиглаукомного компонента при комбинированном вмешательстве [10, 14–17]. Таким образом, существующим в настоящее время стандартом антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного вмешательства по поводу ПОУГ и катаракты является непроникающая глубокая склерэктомия. Благодаря тому что отсутствует какое-либо проникновение в переднюю камеру, можно наблюдать значительное снижение вероятности осложнений, которые зачастую возникают при проведении операций фистулизирующего типа.

В ходе непроникающей глубокой склерэктомии отмечается весьма стабильный и высокий гипотензивный эффект. Данное обстоятельство подтверждается результатами сравнительных исследований с некоторыми другими методиками антиглаукомных вмешательств. Помимо всего прочего, непроникающая глубокая склерэктомия также хорошо сочетается с ультразвуковой ФЭ, что важно и при использовании фемтосекундного лазера в ходе проведения подобных вмешательств [11, 18–21].

Однако важно понимать, что в подавляющем большинстве случаев непроникающая глубокая склерэктомия как антиглаукомный компонент комбинированного одномоментного вмешательства производится без определения уровня ретенции внутриглазной жидкости. Основным недостатком, таким образом, остается большая доля случаев проведения лазерной десцеметогониопунктуры во время послеоперационного периода. Эта доля, по данным Д.И. Иванова и соавт., может достигать почти двух третей, а именно 65 %, что требует постоянного тщательного наблюдения за больными, перенесшими операцию, на протяжении весьма продолжительного периода времени. Это необходимо в связи с тем, что несвоевременное выполнение лазерного вмешательства впоследствии может быть связано со значительным риском прогрессирования глаукомной оптической нейропатии [2, 22, 23].

М.М. Красновым была предложена система патогенетически ориентированной хирургии ПОУГ, которая была основана в первую очередь на выявлении уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости. Все эти патогенетически ориентированные вмешательства весьма значительно снижают риск осложнений и при лечении собственно ПОУГ, и при различных комбинированных операциях по поводу катаракты и ПОУГ. В соответствии с работами М.М. Краснова различают трабекулярный, склеральный и комбинированный виды ретенции. Именно по этой классификации патогенетически ориентированные вмешательства должны воздействовать конкретно на каждый из приведенных выше видов ретенции [24].

Внутриглазная жидкость оттекает из передней камеры через трабекулярную сеть и шлеммов канал в эпи- и интрасклеральные вены по градиенту давления. При операциях по удалению катаракты, а особенно при выполнении ультразвуковой ФЭ, из-за снижения внутриглазного давления может наблюдаться ретроградное заполнение кровью шлеммова канала, в то время как в норме из склеральных вен кровь не должна попадать в шлеммов канал [1, 25].

На основе факта ретроградного заполнения шлеммова канала кровью Б.Н. Алексеев предложил определять уровень ретенции при проведении комбинированного вмешательства, а именно экстракапсулярной экстракции катаракты, с соответствующим патогенетически ориентированным антиглаукомным компонентом. Однако в то время методика так и не нашла существенного внедрения в клиническую практику в первую очередь в силу весьма значительной травматичности удаления катаракты с широким разрезом фиброзной оболочки глазного яблока. При всем этом дооперационные методы определения уровня ретенции травматичны в достаточной степени, а это отрицательно влияет на психоэмоциональное состояние перед операцией каждого конкретного пациента. По этим причинам данные методики и не нашли широкого применения в клинической практике на протяжении многих лет [25].

Широкое внедрение в практику новых малотравматичных методик ультразвуковой факоэмульсификации возобновило среди офтальмологов интерес к интраоперационному определению уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости для соответствующего выбора патогенетически ориентированного антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного вмешательства, выбор которого при катаракте и ПОУГ определяется уровнем ретенции внутриглазной жидкости при помощи оценки феномена ретроградного заполнения кровью шлеммова канала [1, 9].

Выявление ретроградного заполнения шлеммова канала кровью может производиться после полного завершения первого этапа комбинированного вмешательства, а именно после ФЭ катаракты и имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ) с использованием операционного гониоскопа. При выполнении ультразвуковой ФЭ в силу существенного снижения внутриглазного давления происходит заполнение шлеммова канала из эписклеральных и склеральных вен кровью ретроградно. Оценка данного феномена и на его основе определение методики антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства, как правило, производятся согласно степени заполнения кровью склерального синуса. Предложено различать четыре характера выраженности феномена ретроградного заполнения кровью шлеммова канала: отрицательный, слабоположительный, положительный и резко положительный. При полном сохранении функционирования склеральных путей оттока внутриглазной жидкости шлеммов канал при интраоперационной гониоскопии должен быть виден яркой красной сплошной линией. Данная картина считается резко положительным феноменом ретроградного заполнения кровью шлеммова канала.

Те случаи, при которых заполнение кровью синуса происходит по всей окружности, однако с небольшой прерывистостью или же некоторым понижением интенсивности окрашивания в определенных местах, характеризуют как положительный феномен, что свидетельствует о трабекулярном виде ретенции оттоку внутриглазной жидкости и, следовательно, о весьма хорошей проходимости склеральных путей. В ином случае при существенной склеральной ретенции с учетом сохранения частичной проходимости интрасклеральных путей шлеммов канал в ходе интраоперационной гониоскопии выглядит прерывистой красной линией

со значительно неравномерной окраской. Все это говорит о слабоположительном феномене. И наконец, полное отсутствие заполнения шлеммова канала кровью по всей окружности указывает на полную непроходимость склеральных путей оттока внутриглазной жидкости. Это и считается отрицательным феноменом ретроградного заполнения кровью шлеммова канала [9].

Можно отметить, что способ интраоперационной оценки уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости обладает существенной информативностью и в значительной степени помогает при выборе патогенетически ориентированного антиглаукомного компонента одномоментного комбинированного вмешательства, а продолжительность операции при этом увеличивается крайне незначительно. Все это в целом понижает риск всех вероятных осложнений [1, 9].

При отрицательном феномене ретроградного заполнения кровью шлеммова канала, что свидетельствует об интрасклеральном уровне ретенции, патогенетически ориентированным антиглаукомным компонентом комбинированного вмешательства становится непроникающая глубокая склерэктомия (НГСЭ), широко применяющаяся в клинической практике, а также характеризующаяся в подобных ситуациях достаточно высокой гипотензивной эффективностью, и кроме того, весьма небольшим числом осложнений, особенно если сравнивать, например, с синустрабекулэктомией и иными операциями фистулизирующего типа [2, 11, 18, 26].

При использовании НГСЭ в качестве антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства возникает существенная проблема, заключающаяся в значительной частоте случаев, которые требуют для предупреждения возможного прогрессирования глаукомной оптической нейропатии своевременного дополнительного проведения лазерной десцеметогониопунктуры. Возникают подобные случаи, прежде всего, из-за выполнения данного антиглаукомного компонента без какого-либо определения уровня ретенции внутриглазной жидкости. Учитывая это, при традиционно выполняемом комбинированном вмешательстве НГСЭ производится в том числе и при трабекулярном виде ретенции, на который она повлиять не может. Однако это приводит зачастую к необходимости дополнительных лазерных процедур [2, 23, 26–28].

Когда при интраоперационной гониоскопии происходит заполнение шлеммова канала кровью в виде сплошной красной линии или же в виде красной линии с небольшими не окрашенными кровью промежутками, это соответствует положительному или резко положительному феномену ретроградного заполнения шлеммова канала, что говорит прежде всего о наличии трабекулярного вида ретенции. В целях предотвращения типичных осложнений для фистулизирующих операций, в соответствии с патогенетически обоснованной хирургией, требуется изолированное воздействие на трабекулярную сеть. С точки зрения патогенетического подхода, в подобных случаях наиболее обоснованной становится трабекулотомия *ab interno*, которая на данный момент имеет множество модификаций. Часть из них применяется также и как самостоятельные антиглаукомные операции [1, 29].

На сегодняшний день используются разнообразные устройства и многочисленные инструменты, применяемые и в рамках комбинированного вмешательства, и при проводимой отдельно антиглаукомной операции. В ходе комбинированной операции через основной клапанный разрез в переднюю камеру вводят нож для трабекулотомии с закругленным лезвием. Все это происходит под контролем операционного гониоскопа. При этом выполняется прерывистое, в виде нескольких отдельных разрезов, или же непрерывное рассечение трабекулы длиной до половины окружности угла передней камеры в противоположном основному клапанному разрезу секторе. Подобная методика показала высокую гипотензивную эффективность при минимальном числе осложнений [1, 29].

Впоследствии был предложен ирригационный трабекулотом, имеющий две боковые режущие кромки и тупой наконечник, для предупреждения зачастую возникающих небольших геморрагий из трабекулы [3].

В зарубежной офтальмологической практике для проведения трабекулотомии, в том числе при комбинированном одномоментном хирургическом лечении ПОУГ и катаракты, применяют специальный инструмент Kahook Dual Blade. Данный трабекулотом с изогнутым острым на конце наконечником имеет по краям рабочего конца две острые кромки с расположенной между ними выемкой. Имеющимся наконечником в нужном секторе вскрывают трабекулу, далее часть трабекулы удаляют на заданном протяжении. Однако существенным недостатком данного одноразового инструмента является значительная стоимость, что также ограничивает его применение. По мнению некоторых офтальмологов, полное удаление трабекулы эффективнее, нежели ее вскрытие [30–33].

Кроме ранее описанных инструментов для выполнения трабекулотомии *ab interno*, также применяется и особый аппарат, который получил название Trabectome. В нем имеется острый инструмент, перфорирующий внутреннюю стенку шлеммова канала. Используя гониоскопический контроль, в дальнейшем биполярным электродом особой конструкции производят абляцию трабекулы заданной длины. Эта длина чаще всего составляет от одной четверти до одной трети окружности угла передней камеры [4, 31, 34–36].

В целом клинические исследования показали равную эффективность этих описанных технологий при комбинированном вмешательстве по поводу катаракты и ПОУГ [31].

Сравнительные исследования выполненной режущим инструментом, а также с помощью кругового разрыва трабекулы введенной в шлеммов канал нитью показали практически аналогичные результаты и по числу

осложнений, и в плане гипотензивного эффекта [37]. В настоящее время в офтальмологической практике стала применяться методика кругового вскрытия внутренней стенки шлеммова канала, в англоязычной офтальмологической литературе получившая название Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) или же 360-degree suture trabeculotomy *ab interno*. В рамках этой методики вскрывают трабекулу трабектомом (или каким-либо режущим инструментом), используя гониоскоп, а в образовавшееся отверстие в склеральный синус вводят катетер-световод. Затем его продвигают по всей окружности канала и, соответствующим образом вытягивая катетер, получают круговое вскрытие трабекулы [4, 38, 39].

Многие офтальмологи вместо катетера-световода применяют нить нейлон 5-0, с помощью которой осуществляют вскрытие трабекулы по всей окружности угла передней камеры, вытягивая ее с помощью пинцетов. При этом, учитывая большую протяженность вскрытия, основным осложнением данного антиглаукомного вмешательства, несмотря на использование вискоэластика, становится существенная частота гифемы. Однако, вопреки этому, такая методика нашла достаточно широкое применение и как антиглаукомный компонент комбинированной операции по поводу катаракты и ПОУГ, и самостоятельно при ПОУГ. Важно добавить, что многочисленные исследования данных методик проводились без точного определения уровня ретенции. В некоторых же случаях трабекулярный вид ретенции определялся до операции при помощи гониоскопа, что не могло отражаться положительно на ее эффективности [4, 38, 39].

При наблюдении в течение 2 лет было отмечено существенное снижение внутриглазного давления. В наибольшей степени внутриглазное давление снижалось при применении методики в качестве антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного вмешательства по поводу ПОУГ и катаракты. Все это косвенно доказывает положительное влияние на уровень офтальмотонуса самой ультразвуковой ФЭ [40].

В ходе другого исследовании было выявлено, что снижение в послеоперационном периоде уровня офтальмотонуса при комбинированном вмешательстве ФЭ с GATT было в среднем в 2,5 раза больше, чем в случаях после введения *ab interno* шунта iStent в качестве антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства [41].

В настоящее время в хирургическом лечении ПОУГ важное место стала занимать, так называемая, «минимально инвазивная глаукомная хирургия (МИГХ)» (в англоязычной литературе — MIGS). Как правило, данные вмешательства производят *ab interno*. Однако это возможно лишь на начальной и развитой стадиях глаукомы. Определение уровня ретенции в данных случаях не выполняют. Большинство методов МИГХ на данный момент применяется уже и в качестве антиглаукомного компонента комбинированного хирургического лечения глаукомы и катаракты [14, 42, 43].

При вискоканалостомии, а в сочетании с ФЭ катаракты — факовискоканалостомии, вводят тонкой канюлей в шлеммов канал вискоэластик, в том числе доступом *ab interno*. Причем при факовискоканалостомии отмечен более высокий гипотензивный результат [42, 44, 45].

В ходе каналопластики через катетер ITrack вводят в шлеммов канал проленовую нить 10-0, далее после удаления катетера дополнительно — вископрепарат. Затем происходит натяжение внутренней стенки синуса за счет связывания концов нити, благодаря этому впоследствии улучшается отток внутриглазной жидкости. У данного метода существует и отрицательная сторона, а именно значительный риск разрыва шлеммова канала, поэтому способ используется преимущественно при комбинированном лечении катаракты и ПОУГ [46, 47].

Помимо описанных ранее методик МИГХ (MIGS) в комбинированной одномоментной хирургии значимую нишу занимают вмешательства с имплантацией многочисленных моделей стентов (шунтов). Среди них наиболее часто используются IStent, Mycrobypass, Baerveldt XEN, Cypass, Hydrus Microstent, имплантацию в шлеммов канал которых осуществляют в подавляющем большинстве случаев доступом *ab interno*. Во многих исследованиях показан более высокий гипотензивный эффект от использования стентов при комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Применение всех шунтов, в том числе и в качестве антиглаукомного компонента комбинированного вмешательства, несмотря на незначительное число осложнений, ограничено начальной и развитой стадиями ПОУГ в связи с их достаточно умеренным гипотензивным эффектом и исходным уровнем внутриглазного давления — менее 25 мм рт. ст. [14, 28, 41, 43, 48].

Степень выраженности и частота осложнений между имплантацией iStent Inject W и трабекулотомией *ab interno* при комбинированном одномоментном хирургическом лечении катаракты и глаукомы, по результатам специального исследования, не имели значимых различий [49].

Результаты исследований показывают определенное ограничение возможностей применения современных технологий МИГХ (MIGS) в комбинированной одномоментной хирургии катаракты и глаукомы, несмотря на достаточно низкий уровень выявленных осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные офтальмологической литературы показывают клиническую значимость определения уровня ретенции оттоку внутриглазной жидкости при выборе антиглаукомного компонента комбинированного одномоментного хирургического лечения катаракты и ПОУГ. Наиболее перспективным на сегодняшний день является патогенетически обоснованный подход, базирующийся на интраоперационной оценке феномена ретроградного заполнения шлеммова канала кровью

как оптимального метода определения уровня ретенции, который позволяет выбирать антиглаукомный компонент комбинированного вмешательства, изолированно воздействующий на трабекулярный или склеральный вид ретенции, что повышает эффективность операции и способствует снижению числа осложнений. Однако многочисленность технологий антиглаукомного компонента комбинированного хирургического вмешательства по поводу катаракты и глаукомы свидетельствует о неудовлетворенности специалистов известными методами, а также о необходимости дальнейших разработок в этом направлении.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Н. Юсеф — концепция и дизайн, научное редактирование;
Введенский А.С. — сбор и обработка материала, научное редактирование;
Иванов М.Н. — сбор и обработка материала, написание текста;
Фокина Н.Д. — сбор и обработка материала, написание текста;
Школяренко Н.Ю. — сбор и обработка материала;
Кулиш К.К. — сбор и обработка материала; написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Мамиконян ВР, Юсеф ЮН, Введенский АС, Татевосян АА. Алгоритм комбинированного хирургического лечения глаукомы у пациентов с катарактой. Глаукома. 2010;9(2):38–42.
Mamikonyan VR, Yousef YuN, Vvedensky AS, Tatevosyan AA. Algorithm of combined surgical glaucoma treatment with cataractou patients. Glaucoma. 2010;9(2):38–42 (In Russ.).
2. Mercieca K, Shevade B, Anand N. Outcomes of combined phacoemulsification and deep sclerectomy: a 10-year UK single-centre study. Eye. 2015;29:1495–1503. doi: 10.1038/eye.2015.163.
3. Иванов ДИ, Никулин МЕ. Трабекулотомия *ab interno* в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Пути оптимизации. Национальный журнал глаукома. 2020;19(4):21–32.
Ivanov DI, Nikulin ME. Trabeculotomy ab interno in combined cataract and glaucoma surgery. Results of the optimization. Russian journal of glaucoma. 2020;19(4):21–32 (In Russ.). doi: 10.25700/NJG.2020.04.03.
4. Meshksar A, Razeghinejhad MR, Azimi A. Ab-interno Trabeculotomy Procedures: A Review. J Curr Ophthalmol. 2023;35(2):110–124. doi: 10.4103/joco.joco_45_23.
5. Neuhann TH, Neuhann RT, Hornbeak DM. Ten-Year Effectiveness and Safety of Trabecular Micro-Bypass Stent Implantation with Cataract Surgery in Patients with Glaucoma or Ocular Hypertension. Ophthalmol Ther. 2024;13(8):2243–2254. doi: 10.1007/s40123-024-00984-1.
6. Young CEC, Seibold LK, Kahook MY. Cataract surgery and intraocular pressure in glaucoma. Curr Opin Ophthalmol. 2020;31(1):15–22. doi: 10.1097/ICU.0000000000000623.
7. Mansberger SL, Gardiner SK, Gordon M, Kass M, Ramulu P; Ocular Hypertension Treatment Study group. Cataract Surgery Lowers Intraocular Pressure and Medication Use in the Medication Group of the Ocular Hypertension Treatment Study. Am J Ophthalmol. 2022;236:53–62. doi: 10.1016/j.ajo.2021.07.008.
8. Антонов АА, Хдери Х, Берсункаев МК, Патеюк ЛС. Влияние факоэмульсификации возрастной катаракты на уровень офтальмотонуса и параметры иридокорнеального угла при первичной открытоугольной глаукоме. Вестник офтальмологии. 2023;139(6):60–68.
Antonov AA, Khderi K, Bersunkaev IS, Pateyuk LS. The effect of phacoemulsification of age-related cataract on intraocular pressure and iridocorneal angle parameters in primary open-angle glaucoma. Russian Annals of Ophthalmology. 2023;139(6):60–68 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313906160.
9. Юсеф НЮ, Введенский АС, Алексеев БН, Юсеф СН, Мутонен НВ, Шарнина ТВ. Определение ретенции во время факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы ИОЛ у больных с открытоугольной глаукомой. Вестник офтальмологии. 2005;121(4):3–5.
Yusef NYu, Vvedensky AS, Alekseev BN, Yusef SN, Mutonen NV, Sharnina TV. Determination of retention during phacoemulsification with IOL in patients with open-angle glaucoma Russian Annals of Ophthalmology. 2005;121(4):3–5 (In Russ.).
10. Rao A, Cruz R. Trabeculectomy: Does it have future? Cureus. 2022;14(8):e27834. doi: 10.7759/cureus.27834.
11. Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Арутюнян ЛЛ, Вознюк АП, Анисимова НС. Современные подходы к хирургическому лечению сочетанной патологии глаукомы и катаракты. Национальный журнал глаукома. 2019;18(4):86–95.
Anisimov SI, Anisimova SYu, Arutyunyan LL, Voznyuk AP, Anisimova NS. Modern approaches to surgical treatment of combined pathology of glaucoma and cataract. Russian journal of glaucoma. 2019;18(4):86–95 (In Russ.). doi: 10.25700/NJG.2019.04.07.
12. Tognetto D, Cirigliano G, Gouigoux S, Grotto A, Guerin P, Inferrera L, Marangoni D. Long-term outcomes of canaloplasty and phaco-canaloplasty in the treatment of open angle glaucoma: a single-surgeon experience. Int Ophthalmol. 2024;44(1):317–321. doi: 10.1007/s10792-024-03174-x.
13. Barkander A, Nolan A, Jóhannesson G, Economou M. Influence of Laser Trabeculoplasty on Combined Phacoemulsification/Kahook Dual Blade Goniotomy. Clin Ophthalmol. 2024;18:1811–1817. doi: 10.2147/OPTH.S468809.
14. Петров СЮ, Вострухин СВ, Асламазова АЭ, Шерстнева ЛВ. Современная микроинвазивная хирургия глауком. Вестник офтальмологии. 2016;132(3):96–102.
Petrov S.Yu, Vostrukhin SV, Aslamazova AE, Sherstneva LV. Modern methods of minimally invasive glaucoma surgery Russian Annals of Ophthalmology. 2016;132(6):96–102 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2016132396-102.
15. Ting JL, Rudnisky CJ, Damji KF. Prospective randomized controlled trial of phacotrabectome versus phaco-trabeculectomy in patients with open angle glaucoma. Can J Ophthalmol. 2018;53(6):588–594. doi: 10.1016/j.jcjo.2018.01.033.
16. Gallardo M, Sarkisian S Jr, Vold S, Singh I, Flowers B, Campbell A, Dhamdhere K, Samuelson T. Canaloplasty and Trabeculotomy Combined with Phacoemulsification in Open-Angle Glaucoma: Interim Results from the GEMINI Study. Clin Ophthalmol. 2021;10:15:481–489. doi: 10.2147/OPTH.S296740.
17. Barbosa RC, Trabeculectomy Vs Non-penetrating Deep Sclerectomy for the Surgical Treatment of Open-Angle Glaucoma: A Long-Term Report of 201 Eyes. Clin Ophthalmol. 2023;17:1619–1627. doi: 10.2147/OPTH.S405837.
18. Козлов ВИ, Багров СН, Анисимова СЮ, Осипов АВ, Могилевцев ВВ. Непроникающая глабокая склерэктомия с коллагенопластикой. Офтальмохирургия. 1990;3:44–46.
Kozlov VI, Bagrov SN, Anisimova SYu, Osipov AV, Mogiletsev VV. Nonpenetrating deep sclerectomy with collagen. Fiodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 1990;3:44–46 (In Russ.).
19. Funnell CL, Clowes M, Anand N. Combined cataract and glaucoma surgery with mitomycin C: phacoemulsification-trabeculectomy compared to phacoemulsification-deep sclerectomy. Br J Ophthalmol. 2005;89(6):694–698. doi: 10.1136/bjo.2004.055319.
20. Slagle G, Groth S, Montelongo M, Sponsel W. Nonpenetrating Deep Sclerectomy for Progressive Glaucoma: Long-term (5-year) Follow-up of Intraocular Pressure Control and Visual Field Survival. J Curr Glaucoma Pract. 2020;14(1):3–9. doi: 10.5005/jp-journals-10078-1273.
21. Richardson-May J, Alnuaimi R, Elbably A, Walker L, Thulasidharan S, Dacombe R, Jacob A. Our Experience of Deep Sclerectomy at a Tertiary Center in the United Kingdom Over 14 Years. Cureus. 2023;15(8):e43366. doi: 10.7759/cureus.43366.
22. Yuen NSY, Chan OCC, Hui SP, Ching RHY. Combined phacoemulsification and nonpenetrating deep sclerectomy in the treatment of chronic angle-closure glaucoma with cataract. Eur J Ophthalmol. 2007;17(2):208–215. doi: 10.1177/112067210701700210.
23. Иванов ДИ, Никулин МЕ. Сравнительный анализ результатов трабекулотомии ab intrerno и микроинвазивной непроникающей глубокой склерэктомии в комбинированной хирургии катаракты и глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2016,15(1):52–60.
Ivanov DI, Nikulin ME. Comparative analysis of ab interno trabeculotomy and microinvasive deep sclerectomy as a hypotensive component in combined surgery of cataract and glaucoma. Russian journal of glaucoma. 2016;15(1):52–60 (In Russ.)
24. Краснов ММ. Микрохирургия глауком. М.: Медицина, 1980.
Krasnov MM. Mikrohirurgiya glaukom. Moscow: Meditcina, 1980 (In Russ.).
25. Алексеев БН, Ермолаев АП. Трабекулотомия ab interno в комбинации с одномоментной экстракцией катаракты. Вестник офтальмологии. 2003;119(4):7–10.
Alekseev BN, Ermolaev AP. Trabeculotomy ab interno combined with extracapsular cataract extraction and IOL implantation. Russian Annals of Ophthalmology. 2003;119(4):7–10 (In Russ.).
26. Xiao J-Y, Liang A-Y, Wang Y-L, Cheng G-W, M-F. Efficacy and safety of nonpenetrating glaucoma surgery with phacoemulsification versus non-penetrating glaucoma surgery: a Meta-analysis. Int J Ophthalmol. 2021;14(12):1970–1978. doi: 10.18240/ijo.2021.12.24.
27. Funnell CL, Clowes M, Anand N. Combined cataract and glaucoma surgery with mitomycin C: phacoemulsification-trabeculectomy compared to phacoemulsification-deep sclerectomy. Br J Ophthalmol. 2005;89(6):694–698. doi: 10.1136/bjo.2004.055319.
28. Theillac V, Blumen-Ohana E, Akesbi J, Hamard P, Sellam A, Brasnu E, Baudouin C, Labbe A, Nordmann J-P. Cataract and glaucoma combined surgery: XEN® gel stent versus nonpenetrating deep sclerectomy, a pilot study. BMC Ophthalmol. 2020;20:231. doi: 10.1186/s12886-020-01492-z.
29. Мамиконян ВР, Юсеф НЮ, Введенский АС, Юсеф СН, Казарян ЭЭ, Галоян НС, Татевосян АА. Результаты комбинированного хирургического лечения пациентов с сочетанием открытоугольной глаукомы и катаракты. Вестник офтальмологии. 2010;126(4):3–6.
Mamikonyan VR, Yusef NYu, Vvedensky AS, Yusef SN, Kazaryan EE, Galoyan NS, Tatevosyan AA. Results of combination surgical treatment for open-angle glaucoma and cataract. Russian Annals of Ophthalmology. 2010;126(4):3–6 (In Russ.).
30. Seibold L, SooHoo J, Ammar D, Kahook M. Preclinical Investigation of Ab Interno Trabeculectomy Using a Novel Dual-Blade Device. Am J Ophtalmol. 2013;155(3):524–529. doi: 10.1016/j.ajo.2012.09.023.
31. Fliney G, Kim E, Sarwana M, Wong S, Tania Tai T-Y, Liu J, Sarrafpour S, Chadha N, Teng C. Kahook Dual Blade versus Trabectome (KVT): Comparing Outcomes

in Combination with Cataract Surgery. Clin Ophthalmol. 2023;10(17):145–154. doi: 10.2147/OPTH.S391527.
32. Barkander A, Nolan A, Jóhannesson G, Economou M. Influence of Laser Trabeculoplasty on Combined Phacoemulsification/Kahook Dual Blade Goniotomy. Clin Ophthalmol. 2024;18:1811–1817. doi: 10.2147/OPTH.S468809.
33. Wagner IV, Nithya Boopathiraj N, Lentz C, Dorairaj EA Draper C, Kumar D, Checo L, Miller D.D, Krambeer C, Dorairaj S. Long-Term Efficacy of Successful Excisional Goniotomy with the Kahook Dual Blade. Clin Ophthalmol. 2024;18:713–721. doi: 10.2147/OPTH.S451002.
34. Minkler D, Baerveldt G, Alfaro M, Francis B. Clinical results with the Trabectome for treatment of open-angle glaucoma. Ophthalmology. 2005;1129(9):1540–1544. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.12.43.
35. Дмитриев СК, Душенчук ТВ, Лазарь ЮМ, Кондратьева ЕИ. Эффективность ab interno трабекулэктомии с использованием операционной системы «Trabectome» у больных с первичной открытоугольбной глаукомой и катарактой. Офтальмохирургия. 2013;2:6–9.
Dmitriyev SK, Dushenchuk TV, Lasar YuM, Kondratyeva EI. Efficiency of ab interno trabeculectomy using the "Trabectome" operation system in patients with primary open-angle glaucoma and cataract. Fiodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2013;2:6–9 (In Russ.).
36. Bussel II, Kaplowitz K, Schuman JS, Loewen NA. Outcomes of ab interno trabeculectomy with the trabectome by degree of angle opening. Br J Ophthalmol. 2015;99(7):914–919. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305577.
37. Ayub G, De Francesco TVP. Bent ab interno needle goniotomy versus gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy in primary open-angle glaucoma: study protocol of a randomized clinical trial. Trials. 2024;25:300. doi: 10.1186/s13063-024-08134-5.
38. Sato T, Kawaji T, Hirata A, Mizoguchi T. 360-degree suture trabeculotomy ab interno with phacoemulsification in open-angle glaucoma and coexisting cataract: a pilot study. BMJ Open Ophthalmology. 2018;3:e000159. doi: 10.1136/bmjophth-2018-000159.
39. Tekcan H, İmamoğlu S, Anterior Segment Changes and Refractive Outcomes after Cataract Surgery Combined with Gonioscopy-Assisted Transluminal Trabeculotomy in Open-Angle Glaucoma. Turk J Ophthalmol. 2023;53(6):369–376. doi: 10.4274/tjo.galenos.2023.36080.
40. Wan Y, Cao K, Wang J. Gonioscopy-assisted Transluminal Trabeculotomy (GATT) combined phacoemulsification surgery: Outcomes at a 2-year follow-up. Eye. 2023;37:1258–1263. doi: 10.1038/s41433-022-02087-2.
41. Hamze H, Mohite AA, Pandey P, Sung VCT, Masood I. Comparison of 1-year surgical outcomes of combined cataract surgery and gonioscopy-assisted transluminal trabeculotomy (GATT) versus cataract surgery and iStent Inject. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021;259(10):3035–3044. doi: 10.1007/s00417-021-05133-z.
42. Soltani-Moghadam R, Azaripour E, Alizadeh Y, Behboudi H, Moravvej Z, Medghalchi A, Dourandeesh M. Clinical outcomes of viscocanalostomy and phacoviscocanalostomy in primary open angle glaucoma: Two years follow-up. Eur J Ophthalmol. 2022 Sep; 32(5):2880–2885. doi: 10.1177/11206721211064003.
43. Balas M, Mathew DJ. Minimally Invasive Glaucoma Surgery: A Review of the Literature. Vision (Basel). 2023;7(3):54. doi: 10.3390/vision7030054.
44. Stangos AN, Mavropoulos A, Phacoviscocanalostomy for open-angle glaucoma with concomitant age-related cataract. Clin Ophthalmol. 2007;1(4):497–504.
45. Lyons CM, Oehring D, Mathews D. Viscocanalostomy and combined phacoemulsification with viscocanalostomy: A five-year follow-up. Indian J Ophthalmol. 2022;70(1):153–157. doi: 10.4103/ijo.IJO_588_21.
46. Koerber N, Ondrejka S. Four-Year Efficacy and Safety of iTrack Ab-interno Canaloplasty as a Standalone Procedure and Combined with Cataract Surgery in Open-Angle Glaucoma. Klin Monbl Augenheilkd. 2023;240(12):1394–1404. doi: 10.1055/a-1737-4149.
47. Szurman P. Advances in Canaloplasty — Modified Techniques Yield Strong Pressure Reduction with Low Risk Profile. Clin Med. 2023;12(8):3031. doi: 10.3390/jcm12083031.
48. Кумар В, Фролов МА, Божок ЕВ, Душина ГН. Новый спиральный экспандер шлеммова канала в хирургии открытоугольной глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2014;13(2):43–51.
Kumar V, Frolov MA, Bozhok EV, Dushina GN. A new stainless steel spiral schlemm's canal expander in surgical treatment open-angle glaucoma. Russian journal of glaucoma. 2014;13(2):43–51 (In Russ.).
49. Asaoka R, Nakakura S, Mochizuki T, Ishida A, Fujino Y, Ishii K, Obana A, Tanito M, Kiuchi Y. Which is More Effective and Safer? Comparison of Propensity Score-Matched Microhook Ab Interno Trabeculotomy and iStent Inject. Ophthalmol Ther. 2023;12(5):2757–2768. doi: 10.1007/s40123-023-00777-y.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Введенский Андрей Станиславович
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0002-8134-8089

Иванов Михаил Николаевич
доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе
https://orcid.org/0000-0002-2001-9310

Фокина Наталья Дмитриевна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры глазных болезней
https://orcid.org/0000-0003-2450-0395

Школяренко Наталья Юрьевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0003-4899-174X

Кулиш Кристина Константиновна
клинический ординатор
https://orcid.org/0000-0001-7412-0994

ABOUT THE AUTHORS

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

Vvedenskiy Andrej S.
MD, senior researcher
https://orcid.org/0000-0002-8134-8089

Ivanov Michail N.
MD, deputy director
https://orcid.org/0000-0002-2001-9310

Fokina Natalia D.
PhD, Assistant Professor of the Ophthalmoly department
https://orcid.org/0000-0003-2450-0395

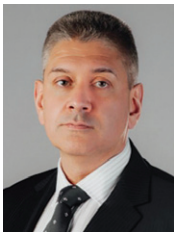
Shkolyarenko Natalia Yu.
PhD, senior researcher
https://orcid.org/0000-0003-4899-174X

Krasnov Research Institute of Eye Disease
Kulish Kristina K.
clinical resident
https://orcid.org/0000-0001-7412-0994

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-507-515

поступила 14.04.25
was received 14.04.25

Влияние киберспорта на зрительную функцию: систематический обзор



С.В. Шутова[1,2] О.Л. Фабрикантов[1,2] Е.Ю. Федорова[3] С.О. Кириллова[2]

[1] ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина»
ул. Интернациональная, 33, Тамбов, 392036, Российская Федерация

[2] Тамбовский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургии глаза” им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Рассказовское шоссе, 1, Тамбов, 392000, Российская Федерация

[3] ГАОУ ВО «Московский городской педагогический университет»
2-й Сельскохозяйственный проезд, 4, корп. 1, Москва, 129226, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):507–515**

Киберспорт, признанный Международным олимпийским комитетом в 2017 году, представляет собой быстро развивающуюся дисциплину, требующую высокого уровня зрительной выносливости. Однако, несмотря на растущую популярность киберспорта, научные исследования, посвященные его влиянию на зрительную систему, остаются ограниченными. Цель данного систематического обзора — анализ существующих данных о воздействии киберспорта на зрительные функции, выявление ключевых факторов риска и определение пробелов в современных знаниях. Методология исследования соответствовала принципам PRISMA. Поиск публикаций проводился в базах данных Elibrary, PubMed/MEDLINE, Elsevier и Springer Link с использованием ключевых терминов, связанных с киберспортом и здоровьем. Из 1069 первоначально найденных статей после исключения дубликатов и ручного отбора согласно критериям включения и исключения в анализ вошли 19 релевантных исследований, опубликованных в период с 2005 по 2022 год. Исследования были выполнены авторами из 8 стран с общим размером анализируемой выборки 3191 человек (2805 киберспортсменов и 386 человек контрольной группы). Анализ показал, что наиболее изученными аспектами состояния зрительной системы киберспортсменов являются глазодвигательная активность и зрительно-моторные реакции, тогда как базовые параметры (острота зрения, контрастная чувствительность, аккомодация) остаются практически не исследованными. Выявлены риски зрительного утомления, снижения частоты моргания и развития синдрома сухого глаза, однако долгосрочные последствия увлечения видеоиграми и методы профилактики остаются неизученными. Отмечены некоторые положительные эффекты гейминга на скорость и точность сложных зрительно-моторных реакций и реакций на движущийся объект, скорость обнаружения объектов в простых и сложных задачах визуального поиска. Проведенный анализ показал значительные пробелы в исследованиях, включая отсутствие долгосрочных наблюдений, стандартизированных протоколов оценки напряжения зрительной системы и сравнительного анализа киберспортсменов с другими группами, подверженными экранным нагрузкам. Результаты подчеркивают необходимость разработки стандартов офтальмологического сопровождения киберспортсменов и проведения дальнейших исследований с акцентом на раннюю диагностику и профилактику зрительных нарушений.

Ключевые слова: киберспорт, зрительная система, компьютерный зрительный синдром, глазодвигательная активность, аккомодация, саккады

Для цитирования: Шутова С.В., Фабрикантов О.Л., Федорова Е.Ю., Кириллова С.О. Влияние киберспорта на зрительную функцию: систематический обзор. *Офтальмология.* 2025;22(3):507–515. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-507-515

Прозрачность финансовой деятельности: публикация подготовлена при финансовой поддержке гранта Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина для поддержки научных коллективов, Приказ № 490/1 от 02.09.2024.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The Impact of e-Sports on Visual Function: A Systematic Review

S.V. Shutova[1,2], O.L. Fabrikantov O.L.[1,2], E.Yu. Fedorova[3], S.O. Kirillova[2]

[1] Tambov State University named after G.R. Derzhavin
Internatsionalnaya str., 33, Tambov, 392036, Russian Federation

[2] Tambov branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Rasskazovskoe highway, 1, Tambov, 392000, Russian Federation

[3] Moscow City University
2nd Selskohoziajstvenny travel, 4, Moscow, 129226, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):507–515**

e-Sports, recognized by the International Olympic Committee in 2017, is a rapidly growing discipline that requires high levels of visual endurance. However, despite the growing popularity of e-sports, scientific researches on its impact on the visual system remains limited. The aim of this systematic review was to analyze the existing data on the impact of e-sports on visual functions, identify key risk factors, and determine the gaps in current knowledge.

The study methodology followed the PRISMA principles. The search for publications was performed in Elibrary, PubMed/MEDLINE, Elsevier, and Springer Link databases using key terms related to esports and health. Of the 1069 articles initially identified, after excluding duplicates and manually screening according to the inclusion and exclusion criteria, 19 relevant studies published between 2005 and 2022 were included in the analysis. The studies were conducted by authors from 8 countries with a total sample size of 3191 people (2805 e-sports athletes and 386 people of the control group). The analysis showed that the most studied aspects of the visual system of e-sports athletes are oculomotor activity and visual-motor reactions, while basic parameters (visual acuity, contrast sensitivity, accommodation) remain virtually unexplored. Risks of visual fatigue, decreased blink rate, and dry eye syndrome have been identified, but the long-term effects of video game addiction and prevention methods remain unstudied. Some positive effects of gaming on the speed and accuracy of complex visual-motor reactions and reactions to a moving object, the speed of detecting objects in simple and complex visual search tasks have been noted. The analysis revealed significant gaps in research, including the lack of long-term observations, standardized protocols for assessing visual system strain, and a comparative analysis of e-sports athletes with other groups exposed to screen loads. The results highlight the need to develop standards for ophthalmological support of e-sports athletes and conduct further research aimed at the early diagnosis and prevention of visual impairment.

Keywords: e-sports, visual system, computer vision syndrome, oculomotor activity, accommodation, saccades

For citation: Shutova S.V., Fabrikantov O.L., Fedorova E.Yu., Kirillova S.O. The Impact of e-Sports on Visual Function: A Systematic Review. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):507–515. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-507-515

Financial Disclosure: this work was financially supported by the Derzhavin Tambov State University Grant to Support Research Team (Order No. 490/1 dated September 2, 2024).

There is no conflict of interest.

Стремительное развитие IT-сферы привело к возникновению нового спортивного направления — киберспорта, который представляет собой профессиональные соревнования игроков в виртуальных играх. Киберспорт был официально признан Международным олимпийским комитетом в 2017 году и в настоящее время является быстрорастущей формой спорта, привлекающей все больше внимания. Развитие киберспорта, как и любой другой спортивной дисциплины, должно включать создание научно обоснованных стандартов медико-профилактического сопровождения игроков. Учитывая, что любителям электронных спортивных игр требуется высокая зрительная выносливость и концентрация внимания на близких расстояниях, особый акцент медицинских исследований должен быть сделан на здоровье зрительной системы.

Общий анализ публикаций показал, что среди факторов, потенцирующих нарушение здоровья киберигроков, исследователи чаще всего называют длительное неподвижное сидение (от 5 до 15 часов), необходимость большого числа кликов мышью в единицу времени, максимальную концентрацию зрительного анализатора, выраженное эмоциональное напряжение, употребление психостимуляторов, нарушение циркадных ритмов. Как следствие, у киберигроков повышаются риски развития метаболических нарушений [1], тромбоза глубоких вен нижних конечностей [2], возникают перегрузки и напряжение в мышцах шеи, плечевого пояса и спины [3, 4], стресс-индуцированные реакции всего организма [5, 6].

Неожиданным представляется факт, что, несмотря на неоднократное упоминание в научной литературе необходимости контроля зрительной системы у киберигроков [2, 4, 7], систематические исследования в данной области остаются крайне немногочисленными. Более того, в ключевых научных обзорах последних лет, посвященных физическому здоровью киберигроков [8, 9], исследования, направленные на изучение зрительного анализатора, крайне немногочисленны.

Вместе с тем одной из основных проблем, связанных с видеоиграми, является продолжительное время, проводимое перед экраном компьютера. Поперечное исследование 7000 геймеров (средний возраст 31,16 ± 9,65 года) показало, что в среднем они играют 25,86 ± 19,06 часа в неделю, не считая других повседневных задач, проводимых перед экраном (просмотр телевизора или работа) [10]. В другом исследовании [11] при онлайн-опросе 2113 респондентов, среди которых оказалось 461 зависимый игрок, выявлено, что только 10,2 % геймеров ежедневно проводят за компьютером 1–2 часа, 38,2 % — 3–4 часа, 27,9 % — 5–6 часов, 23,2 % — более 6 часов в день. При анкетировании 65 членов университетских сборных по киберспорту выявлено, что они практикуются в играх от 5,5 до 10 часов ежедневно [12].

Представляется очевидным, что такие длительные нагрузки вызывают зрительное утомление, что и было отмечено в одном из исследований — 56 % опрошенных членов университетских команд по киберспорту при анонимном анкетировании пожаловались на усталость глаз [12]. Тем более что в исследованиях на добровольцах показано, что непрерывная компьютерная игра в течение 4 часов приводит к нарушениям конвергенции и аккомодации и усилению глазного дискомфорта [13]. Более того, аккомодационные и вергентные возможности и частота моргания были значительно снижены, на близком расстоянии наблюдался экзофорический сдвиг. Авторы отмечают, что все зрительные функции восстановились до исходного уровня только к следующему утру.

По мнению исследователей, особый медицинский контроль необходим в отношении таких показателей зрительной системы, как острота зрения, контрастная чувствительность, стереоскопическое восприятие, периферическое зрение, глазодвигательная активность и скорость зрительно-моторных реакций [14], так как данные характеристики имеют первостепенное значение для обеспечения высоких спортивных результатов в киберспорте.

Целью настоящего обзора является систематический анализ научных данных, направленный на повышение уровня осведомленности врачей-офтальмологов о ключевых факторах риска, оказывающих влияние на здоровье глаз у киберспортсменов.

Алгоритм анализа информации был разработан в соответствии с Международными требованиями и положениями отчетности для систематических обзоров и мета-анализов (PRISMA), поиск научных публикаций осуществлялся в электронных базах данных Elibrary, PubMed/MEDLINE, Elsevier, Springer Link. Отбор релевантных статей проводился по ключевым словам «Electronic Sport OR eSport OR E-sport OR Competitive video game OR Professional video game OR Competitive computer game OR Professional video game OR Cybersport OR Cybersport AND Health» и их русскоязычным аналогам. Первоначально поиск проводился в расширенном формате с включением публикаций, посвященных общему состоянию здоровья киберспортсменов, поскольку целевой поиск по узкоспециализированным терминам («Eye OR Vision») оказался малопродуктивным и не позволил выявить достаточное количество релевантных исследований. Такой подход был обусловлен ограниченным числом работ, напрямую изучающих зрительную систему киберспортсменов, что потребовало широкого скрининга публикаций по смежным тематикам с последующей ручной фильтрацией данных, касающихся офтальмологических аспектов.

Работа с базами данных проводилась с 9 по 15 марта 2025 года. Кроме того, был проведен ручной анализ библиографии отобранных статей для выявления дополнительных потенциально релевантных публикаций. Поиск публикаций осуществлялся параллельно и независимо двумя авторами, любые потенциальные несогласия в выборе статей разрешались с участием третьего автора.

В систематический анализ были включены все оригинальные исследования, которые изучали потенциальную взаимосвязь между киберспортом (систематическими онлайн/видеоиграми, гейминго) и характеристиками зрительной сенсорной системы путем анализа заголовков и аннотаций согласно следующим критериям включения и исключения.

Критерии включения. В настоящий систематический обзор вошли оригинальные эмпирические исследования, опубликованные до марта 2025 года, которые соответствовали установленным критериям отбора: изучение группы лиц, систематически играющих в видеоигры (киберспортсменов, геймеров); публикация в рецензируемых научных изданиях; наличие упоминаний о характеристиках зрительной системы; а также наличие полного текста на английском или русском языках. Указанные критерии были определены для обеспечения репрезентативности и методологической достоверности анализируемых данных.

Критерии исключения. Из анализа были исключены работы, не содержавшие количественных данных о зрительной системе, с возрастом участников младше 14 лет, а также пилотные исследования, протоколы, отчеты о случаях, материалы научных конференций и диссертаций, систематические и другие обзоры и работы, опубликованные на языках, отличных от английского и русского.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Стратегия и результаты поиска кратко представлены на рисунке 1.

Изначальный поиск по ключевым словам выявил 1069 статей (81 в Elibrary, 188 в PubMed, 626 в Elsevier, 174 в Springer Link). Ручной отбор по библиографиям выбранных статей позволил включить в скрининг еще 198 статей. В целях соблюдения методологической

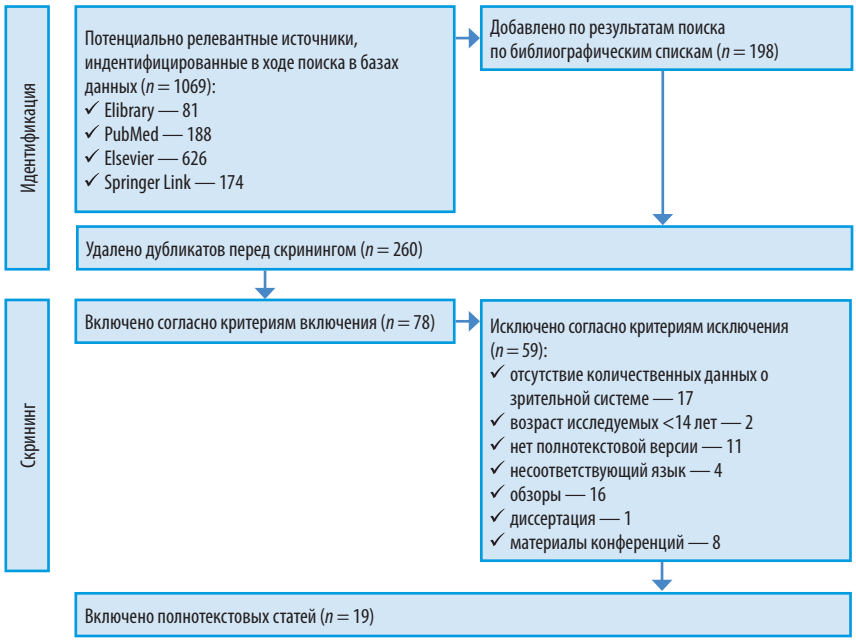


Рис. 1. Блок-схема процесса поиска и отбора публикаций

Fig. 1. Flow chart of the searching and selecting publications

чистоты исследования дублирующие публикации в количестве 260 были исключены из финального набора данных, что позволило избежать избыточного учета одних и тех же результатов и повысить валидность проведенного анализа. После детального анализа статей по названиям и аннотациям были отобрано 78 релевантных статей, соответствовавших критериям включения. Далее из анализа было исключено 59 работ, поскольку они не соответствовали одному или нескольким из указанных выше критериев. В итоге критериям исследования соответствовало 19 статей, которые были тщательно оценены путем изучения их полных текстов. Из каждого исследования была систематически извлечена детальная информация, включающая следующие аспекты: страна проведения исследования, характеристики выборки (число участников в основной и, при наличии, в контрольных группах), а также ключевые выводы, касающиеся связи киберспорта и характеристик зрительной системы (табл. 1).

Среди отобранных статей наиболее ранние публикации относятся к 2005 году, а самые поздние из доступных — к 2024 году. Несмотря на ограниченное количество релевантных исследований, наблюдается некоторый рост их числа с течением времени, что свидетельствует о повышении интереса научного сообщества к проблематике состояния зрительного анализатора у киберспортсменов.

Что касается стран, в которых проводились исследования, наблюдается следующее распределение: Канада — 5, США — 4, Россия — 2, Австралия — 1, Германия — 1, Китай — 1, Таиланд — 1, Франция — 1, Япония — 1. Однако важно отметить, что в ряде случаев авторы использовали метод интернет-анкетирования, что позволяло им собирать данные за пределами указанных стран.

Размер анализируемой выборки в данном обзоре составляет 3191 человек (Me = 16, Q25 = 11, Q75 = 28, Min = 7, Max = 2346), из которых 2805 человек (Me = 20, Q25 = 11, Q75 = 28, Min = 7, Max = 2346) являлись киберспортсменами, а 386 человек (Me = 16 Q25 = 11, Q75 = 24,5, Min = 8, Max = 79) составили контрольную группу.

Анализ результатов оценки функций зрительной системы позволяет заключить, что основная ее характеристика — острота зрения — остается у киберспортсменов практически не изученной. Среди доступных нам исследований лишь в одной работе [32] была проанализирована скорректированная острота зрения в единицах logMAR на дальнем расстоянии (6 м) у киберспортсменов и юношей контрольной группы, и было показано, что острота зрения контрольной группы составила 0,005 ± 0,027, что было статистически отличным от групповых значений киберспортсменов (0,013 ± 0,043, $p < 0,020$). Полученные данные подчеркивают необходимость дальнейшего изучения базовых параметров здоровья зрительной системы у киберспортсменов. Даже такой простой показатель, как субъективная оценка зрительного дискомфорта, находит лишь единичное подтверждение в научной литературе [12], что свидетельствует о значительном пробеле в исследованиях данной области.

Наиболее изученной зрительной функцией у киберспортсменов является глазодвигательная активность, что подтверждается многочисленными исследованиями, посвященными числу, амплитуде, скорости и точности саккад [17, 19, 20, 22, 26, 27, 29–31], характеристикам фиксации взгляда [22, 26], помехоустойчивости окуломоторных реакций [19, 20] и другим параметрам, связанным с визуальным отслеживанием объектов в динамических игровых средах. Данная функция играет ключевую роль в обеспечении эффективного взаимодействия игрока с виртуальной средой, что делает ее основным объектом внимания в исследованиях, направленных на изучение зрительного анализатора у представителей киберспорта. Однако следует отметить, что если в большинстве приведенных исследований отмечается преимущество представителей киберспорта, то в ряде других [22, 27, 29] существенных различий между геймерами и не игроками не найдено.

В одном из анализируемых исследований отмечается, что игроки в видеоигры имеют лучшие показатели

Таблица 1. Исследования, посвященные особенностям зрительной системы у киберспортсменов

Table 1. Research dedicated to the features of the visual system of e-Sports athletes

№ п\п No.	Авторы Authors	Страна Country	Выборка, число человек Number of people		Результаты оценки функций зрительной системы The results of assessing visual system functions
			В основной группе (киберспортсмены, геймеры) Main group (e-Sports athletes, gamers)	В контрольной группе Control group	
1	Castel et al., 2005 [15]	США USA	20	20	Игроки демонстрировали более быстрое время реакции обнаружения визуальных объектов как для простых, так для сложных задач поиска Players demonstrated faster reaction times for detecting visual objects for both simple and complex search tasks
2	Li et al., 2009 [16]	США USA	10	10	Игроки в видеоигры имеют лучшие показатели контрастной чувствительности, особенно при различении средних частот и еще более — высоких частот. Интенсивный тренинг видеоиграми в группе неигроков (50 часов в течение 9 недель) приводил к значительному улучшению пространственной чувствительности Video game players have better contrast sensitivity, especially in distinguishing mid-range frequencies and even more so in distinguishing high frequencies. Intensive video game training in a group of non-gamers (50 hours for 9 weeks) led to significant improvements in spatial sensitivity
3	Chisholm et al., 2012 [17]	Канада Canada	16	16	Саккадические движения у игроков являлись более точными, межгрупповых различий во времени инициации саккад не выявлено The players' saccadic movements were more accurate, and no intergroup differences in saccade initiation time were found
4	West et al., 2013 [18]	Канада Canada	14	14	Игроки значительно лучше игнорировали визуальный дистрактор, вызывавший отклонение траектории саккад Players were significantly better at ignoring a visual distractor that caused a deviation in the saccade trajectory
5	Heimler et al., 2014 [19]	Италия Italy	22	16	Игроки имели преимущество в селективном пространственном зрительном внимании. В инициации саккад игроки были быстрее, но с менее точными реакциями Players had an advantage in selective spatial visual attention. Players were faster in initiating saccades, but with less accurate reactions
6	Chisholm et al., 2015 [20]	Канада Canada	28	29	Игроки демонстрировали преимущество в селективном пространственном зрительном внимании и бóльшую помехоустойчивость окуломоторных функций. Саккадические движения игроков являлись более точными Players demonstrated an advantage in selective spatial visual attention and greater resistance to interference in oculomotor functions. Players' saccadic movements were more accurate
7	Стрельникова и др., 2016 [21]	Россия Russia	20	10	У игроков отмечены более высокие скорость и точность зрительномоторных реакций, скорость простых реакций не отличалась Players showed higher speed and accuracy of visual-motor reactions, but the speed of simple reactions did not differ
8	Azizi et al., 2017 [22]	Австралия Australia	20	20	Различий в продолжительности фиксаций и амплитуде саккад не найдено No differences were found in the duration of fixations and the amplitude of saccades
9	Ding et al., 2018 [23]	Китай China	10	10	Игроки обладали более развитыми способностями к отслеживанию множества визуальных объектов Players had a more developed ability to track multiple visual objects
10	Талан и др., 2019 [24]	Россия Russia	1455 игроков в Counter-Strike и 891 игрок Dota 1455 Counter-Strike players and 891 Dota players	—	Игроки в Counter-Strike имели более высокую скорость зрительно-моторных реакций и пространственную точность по сравнению с игроками Dota Counter-Strike players had higher visual-motor reaction speed and spatial accuracy compared to Dota players
11	DiFrancisco-Donoghue et al., 2019 [12]	США USA	65	—	При анонимном опросе 56 % игроков указали на наличие симптома усталости глаз, что являлось наиболее распространенной среди всех жалоб на здоровье In an anonymous survey, 56% of gamers reported having eye strain, which was the most common health complaint of all
12	Benoit et al., 2020 [25]	Канада Canada	14	16	Игроки имели наибольшую продуктивность в тестах на зрительную пространственную кратковременную память и зрительное внимание, а также лучшую способность отслеживать сразу несколько визуальных объектов Players performed better on tests of visual spatial short-term memory and visual attention, as well as having a better ability to track multiple visual objects at once
13	Schenk et al., 2020 [26]	Германия Germany	14	17	Игроки демонстрировали преимущества в центральной фиксации взгляда, меньшее число саккад Players demonstrated advantages in central gaze fixation and fewer saccades
14	Yee et al., 2021 [27]	Канада Canada	11	15 спортсменов, 20 не спортсменов 15 athletes, 20 non-athletes	Различий в динамической визуальной активности между группами не найдено No differences in dynamic visual activity were found between groups
15	Сурина-Марышева и др., 2022 [28]	Россия Russia	9	12 (хоккеисты) 12 (hockey players)	Киберспортсменов отличало большее время зрительно-моторных реакций в условиях помех, но меньшая точность как в условиях помех, так и в условиях выбора. В скорости простых зрительно-моторных реакций различий не выявлено Cyber-athletes had a longer visual-motor reaction time in the interference conditions, but lower accuracy both in the interference conditions and in the choice conditions. No differences were found in the speed of simple visual-motor reactions
16	Delmas et al., 2022 [29]	Франция France	28	30	Межгрупповых различий во времени и точности поисковой реакции, а также продолжительности окуломоторных фиксаций выявлено не было No intergroup differences were found in the time and accuracy of the search reaction, as well as the duration of oculomotor fixations
17	Li et al., 2022 [30]	США USA	75	79	Продолжительность окуломоторных фиксаций у игроков была значительно меньше, скорость саккад выше The duration of oculomotor fixations in players was significantly shorter, and the speed of saccades was higher
18	Jeong et al., 2022 [31]	Япония Japan	7	8	Число саккад и фиксаций взгляда у игроков оказались выше, скорость саккад у игроков также выше The number of saccades and gaze fixations among players was higher, and the speed of saccades among players was also higher
19	Chaiwiang, Koo-Akarakul 2024 [32]	Тайланд Thailand	76	74	Значительное нарушение зрительных функций у киберспортсменов по сравнению с контрольной группой, включая снижение остроты зрения, изменение параметров фории, снижение фузионной вергенции и снижение аккомодационной способности на близких расстояниях Significantly impaired visual functions in e-sports athletes relative to controls, including reduced visual acuity, altered phoria parameters, diminished fusional vergence, and decreased accommodative capacity at near viewing distances

контрастной чувствительности. Коме того, отмечается, что интенсивный тренинг видеоиграми в группе не игроков (50 часов в течение 9 недель) приводит к значительному улучшению пространственной чувствительности.

Некоторое внимание уделено исследователями и высшим зрительным функциям. Исследования показали, что опытные игроки в онлайн-игры жанра боевых арен демонстрируют более высокий уровень развития способностей к отслеживанию множества визуальных объектов по сравнению с новичками и лицами, не имеющими опыта в компьютерных играх [23]. Кроме того, установлено, что игроки достигают наибольшей продуктивности в тестах, оценивающих зрительную пространственную кратковременную память и зрительное внимание, а также обладают отличной способностью к одновременному отслеживанию нескольких визуальных объектов [25].

Отмечается, что занятия киберспортом (у спортсменов *Dota 2* и *World of Tanks*) положительно влияют на скорость и точность сложных зрительно-моторных реакций и реакций на движущийся объект, однако не обнаружено различий в характеристиках простых зрительно-моторных реакций [21]. Установлено, что игроки в *Counter-Strike* демонстрируют более высокую скорость зрительно-моторных реакций и пространственную точность по сравнению с игроками в *Dota* [24]. Исследования подтверждают, что киберспортсмены быстрее обнаруживают визуальные объекты как в простых, так и в сложных задачах поиска [15]. Однако сравнительный анализ киберспортсменов и хоккеистов показал, что первые уступают в скорости реакции в условиях помех, а также демонстрируют меньшую точность как при наличии помех, так и в задачах выбора [28], при этом статистически значимых различий в скорости простых зрительно-моторных реакций не зафиксировано.

На основании проведенного анализа можно заключить, что перечень изученных функций зрительной системы у киберспортсменов остается ограниченным. Основное внимание исследователей сосредоточено на глазодвигательной активности, а такие ключевые параметры, как острота зрения, контрастная чувствительность и субъективные оценки зрительного дискомфорта, изучены недостаточно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Целью данного обзора было выяснить связь между особенностями работы зрительной системы и увлечением онлайн/видеоиграми. Проведенный систематический анализ позволил выявить ключевые аспекты влияния киберспорта на здоровье глаз, а также обозначить пробелы в современных научных знаниях. Основным результатом проведенного анализа является утверждение, что, несмотря на экстремально высокий уровень нагрузок, которые испытывает зрительная система киберспортсменов во время соревнований, значительная часть аспектов работы зрительного анализатора у любителей видеоигр не подвергалась систематическому изучению. Вместе с тем киберспорт как быстро развивающаяся дисциплина предъявляет высокие требования к зрительной системе игроков, что связано с длительным временем, проводимым перед экраном, интенсивной зрительной концентрацией и специфическими когнитивными нагрузками.

Существует ряд работ, указывающих на необходимость комплексного анализа особенностей функционирования зрительной сенсорной системы у киберспортсменов, включая риски снижения частоты моргания, развития синдрома сухого глаза, зрительное утомление и потенциальное влияние на аккомодационные и бинокулярные функции. Например, известно, что интенсивная концентрация на визуальных задачах приводит к снижению частоты моргания, что, в свою очередь, может спровоцировать развитие симптомов синдрома сухого глаза. В профессиональной среде киберспортсменов даже существует выражение «моргнешь — проиграешь» («if you blink, you die», цит. по [14]), подчеркивающее важность непрерывной зрительной концентрации.

Вместе с тем анализ существующих исследований демонстрирует отсутствие результатов изучения параметров мигательной активности и стабильности слезной пленки у лиц, профессионально занимающихся киберспортом, а имеющиеся научные данные отражают лишь эффекты краткосрочного воздействия проведенного за компьютером времени на указанные характеристики глаза. Так, в 2011 году опубликовано исследование, в котором изучалось влияние динамичных визуальных экранных нагрузок на частоту спонтанного моргания, амплитуду моргания и целостность слезной пленки [33]. Авторами выявлены значимые различия в частоте и амплитуде моргания. Частота моргания снизилась на 1/3 (при быстром темпе игры) и 1/2 (при медленной игре) от базового уровня, одновременно наблюдалось увеличение доли неполных морганий. Отмечено также уменьшение стабильности слезной пленки и объема слезы, особенно выраженное в более динамичных задачах. На основании этих результатов авторы заключили, что динамичные визуальные задачи снижают частоту и амплитуду моргания, нарушают стабильность слезной пленки. Решением проблемы может стать использование защитных экранов, которые способствуют минимизации бликов и повышению эффективности моргания, что, в свою очередь, снижает зрительную усталость [34].

В другом исследовании было показано увеличение числа неполных морганий уже после 6 минут использования планшетов и компьютерных мониторов по сравнению с исходными условиями, что, по мнению авторов, может усугубить симптомы зрительного утомления [35]. Другие авторы также документально подтвердили, что именно неполное моргание, а не снижение частоты спонтанного моргания, может быть основным фактором, способствующим развитию симптомов сухости глаз и зрительной усталости [36]. Таким образом, нарушение

морганий тесно связано с длительным использованием компьютера и является одним из возможных нарушений у представителей киберспорта. Однако на данный момент отсутствуют научные исследования, посвященные изучению симптомов синдрома сухого глаза у киберспортсменов, а также работы, направленные на разработку и оценку методов профилактики и коррекции данной проблемы.

Есть мнение о необходимости тщательной оценки у киберспортсменов и функции аккомодации [14], которая может включать измерение амплитуды аккомодации, отрицательной/положительной относительной аккомодации, динамической ретиноскопии и аккомодационной способности. Однако подобных исследований не проводилась, лишь в одном исследовании на не занимающихся киберспортом добровольцах получено, что специфические особенности аккомодации при использовании электронных устройств, по сравнению с печатными стимулами, выявлены не были [37].

Существует точка зрения, что размеры экрана ограничивают периферическое зрение в киберспорте, поскольку все пространство за пределами экрана не имеет значения [14], однако экспериментальные данные по этому вопросу в научной литературе также отсутствуют.

Важным аспектом киберспорта является использование гарнитуры виртуальной реальности (VR). В исследовании [38] изучались возможные изменения температуры наружного века и роговицы, толщина липидного слоя слезной пленки и время разрыва слезной пленки при длительном использовании гарнитуры виртуальной реальности по сравнению с обычным дисплеем. Обнаружены клинически значимые преимущества в толщине липидного слоя и стабильности слезной пленки при ношении гарнитуры виртуальной реальности, что демонстрирует потенциал для облегчения синдрома сухого глаза у операторов компьютеров в современной рабочей среде.

На сегодняшний день VR-гарнитуры не имеют широкого распространения среди киберспортсменов, что может быть связано с бинокулярными и аккомодационными конфликтами. Исследования демонстрируют, что использование VR-гарнитур в течение 25 минут вызывает рассогласование между фузионной вергенцией и аккомодацией, однако это не приводит к значительному утомлению зрительной системы [39]. В одной из работ [40] после 20 минут использования VR было зафиксировано снижение аккомодационных возможностей, отмечено статистически значимое изменение в ближней точке конвергенции и в объекте аккомодации, но при этом параметры исследуемых оставались в пределах нормы. Кроме того, авторами было зафиксировано существенно увеличение зрительной усталости, оцениваемое субъективно по опроснику симуляционной болезни (Simulator Sickness Questionnaire).

В то же время исследования Turnbull и соавт. [41] не выявили изменений в характеристиках бинокулярной системы на разных расстояниях, стабильности взгляда, амплитуде аккомодации и стереопсисе после 40 минут использования VR. Однако авторы отметили значительное утолщение хориоидеи (примерно на 10 микрон), что рассматривается ими как фактор риска развития миопии. Другие исследования, включающие оценку фории, диспаратности фиксации, градиентного соотношения конвергенции к аккомодации (AC/A), стереопсиса и ближней точки конвергенции до и после 20 минут использования VR, выявили усиление экзофории, снижение соотношения AC/A и аккомодационной реакции [42].

Кажется очевидным, что киберспорт должен быть тщательно изучен как фактор риска развития компьютерного зрительного синдрома (Computer Vision Syndrome, CVS), который определяется как набор зрительных расстройств, возникающих в результате длительного использования видеодисплейных терминалов, таких как компьютеры, планшеты, электронные книги и мобильные телефоны [43]. Считается, что использование девайсов от трех часов в день способствует развитию CVS [43]. Согласно результатам метаанализа 103 научных публикаций [44] данным синдромом страдают 7 из 10 всех пользователей компьютера. Симптомы, связанные с CVS, разделяют на зрительные, окулярные и экстраокулярные [43]. Зрительные симптомы включают нечеткость зрения, зрительное утомление или дискомфорт и диплопию; окулярные симптомы включают синдром сухого глаза, покраснение, напряжение глаз и раздражение; к экстраокулярным симптомам относят головную боль и боль в плечах, шее и спине. Тем не менее наше исследование показало, что в научной литературе отсутствуют данные о связи между компьютерным зрительным синдромом (CVS) и занятиями киберспортом. Например, в систематическом исследовании распространенности CVS с общим числом участников 66 577 человек [45] киберспорт не рассматривался как возможный фактор риска. Аналогично, в других подробных обзорах [45, 46] также нет упоминаний о киберспорте в контексте CVS. При этом в научных работах не содержится ни данных о наличии такой взаимосвязи, ни информации, опровергающей ее существование.

Некоторые исследования свидетельствуют о положительном влиянии видеоигр на состояние зрительного анализатора, приводят к широкому спектру преимуществ как для базовых, так и для более сложноорганизованных визуальных функций, таких как контрастная чувствительность [16], скорость визуальной обработки [47], селективное зрительное внимание [48] и нисходящий контроль при визуальном поиске [49]. Экспериментальные данные также подтверждают, что длительное использование видеоигр в жанре экшн (до 50 часов в течение 9 недель) приводит к значительному улучшению зрительного восприятия, включая повышение контрастной чувствительности как в статических, так и в динамических условиях предъявления стимулов [16]. В дальнейших исследованиях те же авторы [50] продемонстрировали, что даже однократный

5-часовой сеанс видеоигр способствует увеличению скорости и точности зрительно-моторной координации. Показано, что после 40-часовой тренировки острота зрения улучшилась в среднем на ≈0,14 logMAR (≈28 %), причем улучшения были отмечены как у пациентов с анизометропией, так и у пациентов со страбизмом [51]. Таким образом, ряд исследований демонстрирует положительное влияние видеоигр на зрительно-когнитивные функции, такие как контрастная чувствительность, скорость визуальной обработки и пространственное внимание. Однако эти данные требуют дальнейшего уточнения и дифференциации в зависимости от типа игр, продолжительности и интенсивности нагрузок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящий систематический обзор подчеркивает актуальность дальнейших исследований в области офтальмологии киберспорта, направленных на выявление специфических рисков для зрительной системы и разработку эффективных стратегий для сохранения здоровья глаз у профессиональных игроков. Повышение осведомленности врачей-офтальмологов о ключевых аспектах влияния киберспорта на зрение будет способствовать улучшению качества медицинского сопровождения игроков и профилактике связанных с их деятельностью зрительных нарушений.

Результаты обзора также позволяют выделить перспективные направления для будущих исследований. К ним относятся изучение долгосрочных эффектов киберспорта в отношении зрительной системы, разработка стандартизированных протоколов для оценки состояния зрительной системы у киберспортсменов, исследование влияния различных жанров видеоигр на зрительные функции (например, экшн-игры vs. стратегии), а также анализ эффективности различных профилактических мер.

Проведенный анализ выявил существенные пробелы в современных научных знаниях о влияние киберспорта на зрение, что подчеркивает необходимость междисциплинарного подхода, объединяющего усилия офтальмологов, психологов, неврологов и спортивных врачей. Дальнейшие исследования в этой области будут способствовать не только улучшению здоровья киберспортсменов, но и развитию стандартов медико-профилактического сопровождения в условиях стремительного роста популярности киберспорта как профессиональной дисциплины.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Настоящий систематический обзор имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации результатов. Во-первых, отсутствие четких критериев отнесения исследуемых к «киберспортсменам», а также отсутствие сравнений киберспортсменов с другими группами, длительно использующими компьютер, ограничивают возможность обобщения выводов. Во-вторых, преобладание среди анализируемых эмпирических исследований результатов работ с небольшими выборками, что снижает репрезентативность данных и затрудняет экстраполяцию результатов на более широкую популяцию. В-третьих, отсутствие долгосрочных исследований, что не позволяет оценить кумулятивные эффекты киберспорта на здоровье глаз. Наконец, исключение исследований на языках, отличных от английского и русского, что могло привести к предвзятости в отборе источников и упущению потенциально релевантных данных. Эти ограничения подчеркивают необходимость дальнейших исследований с более строгим дизайном и расширенной географией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Федорова Е.Ю. — разработка и дизайн исследования, второй автор в оценке релевантности источников;
Шутова С.В. — получение и анализ данных, первый автор в оценке релевантности источников, написание текста, статистическая обработка, редактирование текста;
Кириллова С.О. — написание текста;
Фабрикантов О.Л. — оценка релевантности источников, окончательное утверждение рукописи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. DiFrancisco-Donoghue J, Werner WG, Douris P, Zwibel H. Esports players, got muscle? Competitive video game players' physical activity, body fat, bone mineral content, and muscle mass in comparison to matched controls. Journal of sport and health science. 2022;11(6):725–730. doi: 10.1016/j.jshs.2020.07.006.
2. Zwibel H, DiFrancisco-Donoghue J, DeFeo A, Yao S. An osteopathic physician's approach to the Esports athlete. Journal of Osteopathic Medicine. 2019;119(11):756–762. doi: 10.7556/jaoa.2019.125.
3. Lindberg L, Nielsen SB, Damgaard M, Sloth OR, Rathleff MS, Straszek CL. Musculoskeletal pain is common in competitive gaming: a cross-sectional study among Danish esports athletes. BMJ Open Sport & Exercise Medicine. 2020;6(1):000799. doi: 10.1136/bmjsem-2020-000799.
4. Emara AK, Ng MK, Cruickshank JA, Kampert MW, Piuzzi NS, Schaffer JL, King D. Gamer's health guide: optimizing performance, recognizing hazards, and promoting wellness in esports. Current sports medicine reports. 2020;19(12):537–545. doi: 10.1249/jsr.0000000000000787.
5. Behnke M, Kosakowski M, Kaczmarek LD. Social challenge and threat predict performance and cardiovascular responses during competitive video gaming. Psychology of Sport and Exercise. 2020;46:101584. doi: 10.1016/j.psychsport.2019.101584.
6. ValladÃo SP, Middleton J, Andre TL. Esport: Fortnite acutely increases heart rate of young men. International journal of exercise science. 2020;13(6):1217. doi: 10.70252/zxzg4481.
7. Байгужина ОВ, Никольская ОБ, Комиссарова ОА, Перепелюкова ЕВ, Фомина ЛБ. Психофизиологический статус киберспортсменов (обзор). Психология. Психофизиология. 2023;16(4):90–100.
Baiguzhina OV, Nikol'skaya OB, Komissarova OA, Perepelyukova EV, Fomina LB. The psychophysiological status of e-athletes (a review). Psychology. Psychophysiology. 2023;16(4):90–100 (In Russ.). doi: 10.14529/jpps230408.
8. Shulze J, Marquez M, Ruvalcaba O. The biopsychosocial factors that impact esports players' well-being: A systematic review. Journal of Global Sport Management. 2023;8(2):478–502. doi: 10.1080/24704067.2021.1991828.
9. Fallon T, Heron N. A systematic review protocol of injuries and illness across all the competitive cycling disciplines, including track cycling, mountain biking, road cycling, time trial, cyclocross, gravel cycling, BMX freestyle, BMX racing, e-sport, para-cycling and artistic cycling. Frontiers in Sports and Active Living. 2024;6:1385832. doi: 10.21203/rs.3.rs-3909153/v1.
10. Williams D, Yee N, Caplan SE. Who plays, how much, and why? Debunking the stereotypical gamer profile. Journal of computer-mediated communication. 2008;13(4):993–1018. doi: 10.1111/j.1083-6101.2008.00428.x.
11. Kósa G, Feher G, Horvath L, Zadori I, Nemeskeri Z, Kovacs M, Fejes É, Meszaros J, Banko Z, Tibold A. Prevalence and risk factors of problematic internet use among Hungarian adult recreational esports players. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2022;19(6):3204. doi: 10.3390/ijerph19063204.
12. DiFrancisco-Donoghue J, Balentine J, Schmidt G, Zwibel H. Managing the health of the eSport athlete: an integrated health management model. BMJ open sport & exercise medicine. 2019;5(1):e000467. doi: 10.1136/bmjsem-2018-000467.
13. Lee JW, Cho HG, Moon BY, Kim SY, Yu DS. Effects of prolonged continuous computer gaming on physical and ocular symptoms and binocular vision functions in young healthy individuals. Peer J. 2019;7:e7050. doi: 10.7717/peerj.7050.

Контактная информация: Шутова Светлана Владимировна shutova.tsu@yandex.ru

14. Argilés M, Quevedo-Junyent L, Erickson G. Topical review: optometric considerations in sports versus E-sports. Perceptual and motor skills. 2022;129(3):731–746. doi: 10.1177/00315125211073401.
15. Castel AD, Pratt J, Drummond E. The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. Acta psychologica. 2005;119(2):217–230. doi: 10.1016/j.actpsy.2005.02.004.
16. Li R, Polat U, Makous W, Bavelier D. Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training. Nature neuroscience. 2009;12(5):549–551. doi: 10.1038/nn.2296.
17. Chisholm JD, Kingstone A. Improved top-down control reduces oculomotor capture: The case of action video game players. Attention, Perception, & Psychophysics. 2012;74:257–262. doi: 10.3758/s13414-011-0253-0.
18. West GL, Al-Aidroos N, Pratt J. Action video game experience affects oculomotor performance. Acta psychologica. 2013;142(1):38–42. doi: 10.1016/j.actpsy.2011.08.005.
19. Heimler B, Pavani F, Donk M, van Zoest W. Stimulus-and goal-driven control of eye movements: Action videogame players are faster but not better. Attention, Perception, & Psychophysics. 2014;76:2398–2412. doi: 10.3758/s13414-014-0736-x.
20. Chisholm JD, Kingstone A. Action video games and improved attentional control: Disentangling selection-and response-based processes. Psychonomic Bulletin & Review. 2015;22:1430–1436. doi: 10.3758/s13423-015-0818-3.
21. Стрельникова ГВ, Стрельникова ИВ, Янкин ЕЛ. Особенности сенсомоторной и когнитивной сфер киберспортсменов, выступающих в разных дисциплинах. Наука и спорт: современные тенденции. 2016;12(3):64–69.
Strel'nikova GV, Strel'nikova IV, Yankin EL. Sensomotor and cognitive features of cyber sportsmen in different discipline. Science and sport: modern tendencies. 2016;12(3):64–69 (In Russ.).
22. Azizi E, Abel LA, Stainer MJ. The influence of action video game playing on eye movement behaviour during visual search in abstract, in-game and natural scenes. Attention, Perception, & Psychophysics. 2017;79:484–497. doi: 10.3758/s13414-016-1256-7.
23. Ding Y, Hu X, Li J, Ye J, Wang F, Zhang D. What makes a champion: the behavioral and neural correlates of expertise in multiplayer online battle arena games. International Journal of Human–Computer Interaction. 2018;34(8):682–694. doi: 10.1080/10447318.2018.1461761.
24. Талан АС, Талан МС. Применение турнирной киберспортивной платформы для анализа когнитивных способностей игроков Counter-Strike и Dota 2. Вестник спортивной науки. 2019;4:20–24.
Talan AS, Talan MS. Application of tournament esports platform to analyze cognitive abilities of Counter-Strike and Dota 2 players. 2019;4:20–24 (In Russ.).
25. Benoit JJ, Roudaia E, Johnson T, Love T, Faubert J. The neuropsychological profile of professional action video game players. Peer J. 2020;8:e10211.
26. Schenk S, Bellebaum C, Lech RK, Heinen R, Suchan B. Play to win: action video game experience and attention driven perceptual exploration in categorization learning. Frontiers in Psychology. 2020;11:933. doi: 10.3389/fpsyg.2020.00933.
27. Yee A, Thompson B, Irving E, Dalton K. Athletes demonstrate superior dynamic visual acuity. Optometry and Vision Science. 2021;98(7):777–782. doi: 10.1097/opx.0000000000001734.
28. Сурина-Марышева ЕФ, Беленков АС, Эрлих ВВ, Черепова ИВ, Бурнашов Я. Особенности сенсомоторной интеграции и лабильности нервной системы киберспорстменов. Человек. Спорт. Медицина. 2022;22(1):63–69.
Surina-Marysheva EF, Belenkov AS, Erlikh VV, Cherepova IV, Burnashov YaV. Features of sensorimotor integration and lability of the nervous system in e-athletes. Human. Sport. Medicine. 2022;22(1):63–69 (In Russ.). doi: 10.14529/hsm220109
29. Delmas M, Caroux L, Lemercier C. Searching in clutter: Visual behavior and performance of expert action video game players. Applied Ergonomics. 2022;99:103628. doi: 10.1016/j.apergo.2021.103628.
30. Li J, Zhou Y, Gao X. The advantage for action video game players in eye movement behavior during visual search tasks. Current Psychology. 2022;41(12):8374–8383. doi: 10.1007/s12144-022-03017-x.
31. Jeong I, Nakagawa K, Osu R, Kanosue K. Difference in gaze control ability between low and high skill players of a real-time strategy game in esports. PloS one. 2022;17(3):e0265526. doi: 10.1371/journal.pone.0265526.
32. Chaiwiang N, Koo-Akarakul J. Digital Challenges: Investigating Computer Vision Syndrome in Thai Esports Through a Case-Control Approach. Clin Optom (Auckl). 2024 Jul 29;16:201–210. doi: 10.2147/OPTO.S460868.
33. Cardona G, Garcìa C, Serés C, Vilaseca M, Gispets J. Blink rate, blink amplitude, and tear film integrity during dynamic visual display terminal tasks. Current eye research. 2011;36(3):190–197. doi: 10.3109/02713683.2010.544442.
34. Tsubota K, Miyake M, Matsumoto Y, Shintani M. Visual protective sheet can increase blink rate while playing a hand-held video game. American journal of ophthalmology. 2002;133(5):704–705. doi: 10.1016/s0002-9394(02)01389-2.
35. Argilés M, Cardona G, Pérez-Cabré E, Rodrìguez M. Blink rate and incomplete blinks in six different controlled hard-copy and electronic reading conditions. Investigative ophthalmology & visual science. 2015;56(11):6679–6685. doi: 10.1167/iovs.15-16967.
36. Portello JK, Rosenfield M, Chu CA. Blink rate, incomplete blinks and computer vision syndrome. Optometry and vision science. 2013;90(5):482–487. doi: 10.1097/opx.0b013e31828f09a7.
37. Rosenfield M. Computer vision syndrome: a review of ocular causes and potential treatments. Ophthalmic and Physiological Optics. 2011;31(5):502–515. doi: 10.1111/j.1475-1313.2011.00834.x.
38. Turnbull PRK, Wong J, Feng J, Wang MTM, Craig JP. Effect of virtual reality headset wear on the tear film: A randomised crossover study. Cont Lens Anterior Eye. 2019;42(6):640–645. doi: 10.1016/j.clae.2019.08.003.
39. Munsamy AJ, Paruk H, Gopichunder B, Luggya A, Majola T, Khulu S. The effect of gaming on accommodative and vergence facilities after exposure to virtual reality head-mounted display. Journal of optometry. 2020;13(3):163–170. doi: 10.1016/j.optom.2020.02.004.
40. Kang H, wang Yoo I, Lee JH, Hong H. Effect of application type on fatigue and visual function in viewing virtual reality (VR) device of Google cardboard type. J Korean Ophthalmic Opt Soc. 2017;22(3):221–228. doi: 10.14479/jkoos.2017.22.3.221.
41. Turnbull PRK, Phillips JR. Ocular effects of virtual reality headset wear in young adults. Scientific reports. 2017;7(1):16172. doi: 10.1038/s41598-017-16320-6.
42. Morse SE, Jiang BC. Oculomotor function after virtual reality use differentiates symptomatic from asymptomatic individuals. Optometry and vision science. 1999;76(9):637–642. doi: 10.1097/00006324-199909000-00021.
43. American Optometric Association. Computer vision syndrome. 2022. URL: https://www.aoa.org/healthy-eyes/eye-and-vision-conditions/computer-vision-syndrome?sso=y (accessed 07.04.2025).
44. 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. Journal of optometry. 2024;17(1):100482. doi: 10.1016/j.optom.2023.100482.
45. Pavel IA, Bogdanici CM, Donica VC, Anton N, Savu B, Chiriac CP, Pavel CD, Salavastru SC. Computer Vision Syndrome: An Ophthalmic Pathology of the Modern Era. Medicina (Kaunas). 2023;59(2):412. doi: 10.3390/medicina59020412.
46. Lema AK, Anbesu EW. Computer vision syndrome and its determinants: A systematic review and meta-analysis. SAGE Open Med. 2022;9(10):20503121221142402. doi: 10.1177/20503121221142402.
47. Dye MWG, Green C, Bavelier D. Increasing speed of processing with action video games. Current directions in psychological science. 2009;18(6):321–326. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01660.x.
48. Bavelier D, Achtman RL, Mani M, Föcker J. Neural bases of selective attention in action video game players. Vision research. 2012;61:132–143. doi: 10.1016/j.visres.2011.08.007.
49. Wu S, Spence I. Playing shooter and driving videogames improves top-down guidance in visual search. Attention, Perception, & Psychophysics. 2013;75:673–686. doi: 10.3758/s13414-013-0440-2.
50. Li L, Chen R, Chen J. Playing action video games improves visuomotor control. Psychological science. 2016;27(8):1092–1108. doi: 10.1177/0956797616650300.
51. Vedamurthy I, Nahum M, Huang SJ, Zheng F, Bayliss J, Bavelier D, Levi DM. A dichoptic custom-made action video game as a treatment for adult amblyopia. Vision research. 2015;114:173–187. doi: 10.1016/j.visres.2015.04.008.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шутова Светлана Владимировна
кандидат биологических наук, доцент; научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0002-4929-7787

Фабрикантов Олег Львович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии; директор
https://orcid.org/0000-0003-0097-991X

Федорова Елена Юрьевна
доктор биологических наук, доцент, заведующая лабораторией Института естествознания и спортивных технологий
https://orcid.org/0000-0002-6992-4282

Кириллова Светлана Олеговна
врач-офтальмолог детского отделения
https://orcid.org/0009-0001-9720-3968

ABOUT THE AUTHORS

Shutova Svetlana V.
PhD in Biology, senior lecturer; research officer
https://orcid.org/0000-0002-4929-7787

Fabrikantov Oleg L.
MD, Professor, head of the Ophthalmological department; director
https://orcid.org/0000-0003-0097-991X

Fedorova Elena Yu.
MD in Biology, senior lecturer, head of laboratory of the Institute of Natural Science and Sports Technologies
https://orcid.org/0000-0002-6992-4282

Kirillova Svetlana O.
opthalmologist
https://orcid.org/0009-0001-9720-3968

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-516-521

поступила 15.04.25
was received 15.04.25

Алгоритм интраоперационной профилактики синдрома сухого глаза при факоэмульсификации катаракты






А.В. Трубилин[1] В.Н. Трубилин[1] Е.Г. Полунина[1] А.В. Филоненко[2]

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

[2] ГБУЗ НО «Городская клиническая больница №12 Сормовского района г. Нижнего Новгорода»
ул. Павла Мочалова, 8, Нижний Новгород 603003, Российская федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):516–521**

Целью исследования явилось создание простого и эффективного комплексного способа профилактики синдрома сухого глаза (ССГ) при проведении факоэмульсификации катаракты. **Пациенты и методы.** Исследование было направлено на разработку комплексного интраоперационного алгоритма профилактики ССГ после проведения факоэмульсификации катаракты в послеоперационном периоде. При разработке алгоритма учитывали данные российских и международных источников рецензируемой научной литературы, а также клинических рекомендаций по катаракте. Разработанный алгоритм был применен у 291 пациента (291 глаз) в возрасте от 45 до 75 лет. Эффективность применения данного интраоперационного способа профилактики ССГ оценивали на этапе раннего послеоперационного периода, то есть в течение 2 недель. Пациентам проводили оценку состояния слезопродуцирующей системы с помощью щелевой лампы MediWorks Dixion S 350, оценивали качество жизни по шкале SPEED, что позволяло определять степень тяжести ССГ в соответствии с классификацией степени тяжести ССГ 2024. Разработанный алгоритм является комплексным, при этом все приемы находятся во взаимодействии и во взаимовлиянии. Сочетание всех приемов позволяет добиться эффективного предупреждения развития ССГ в послеоперационном периоде факоэмульсификации катаракты, что улучшает состояние пациентов за счет исключения или уменьшения проявлений ССГ, которые могут в значительной степени влиять не только на качество жизни пациента, но и на итоговую остроту зрения, соответственно на степень удовлетворенности операцией.

Ключевые слова: офтальмология, факоэмульсификация катаракты, синдром сухого глаза

Для цитирования: Трубилин А.В., Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Филоненко А.В. Алгоритм интраоперационной профилактики синдрома сухого глаза при факоэмульсификации катаракты. *Офтальмология.* 2025;22(3):516–521. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-516-521

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Algorithm for Intraoperative Prevention of Dry Eye Syndrome in Cataract Phacoemulsification

V.N. Trubilin[1], E.G. Polunina[1], A.V. Trubilin[1], A.V. Filonenko [2]

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

[2] City Clinical Hospital No. 12 of Sormovsky District of Nizhny Novgorod
Pavel Mochalov str., 8, Nizhny Novgorod 603003, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):516–521**

Purpose: to create a simple and effective complex method of prevention of dry eye syndrome (DYE) during cataract phacoemulsification. **Patients and methods.** The study was aimed at developing a complex intraoperative algorithm for the prevention of DES after cataract phacoemulsification in the postoperative period. For developing the algorithm, data from Russian and international sources of reviewed scientific literature, as well as clinical guidelines for cataracts were evaluated. The developed algorithm was applied for 291 patients (291 eyes) aged 45 to 75 years. The effectiveness of this intraoperative method of preventing Dry eye syndrome (DES) was evaluated during the early postoperative period, which lasted for 2 weeks. Patients were evaluated for the condition of their tear-producing system using the MediWorks Dixion S 350 slit lamp, and their quality of life was assessed with the SPEED scale. It allowed for the determination of the severity of SHS according to the 2024 classification of DYE severity. The developed algorithm is comprehensive, and all the techniques are interconnected and mutually influencing. The combination of all these techniques provides the effective prevention of DES in the postoperative period of cataract phacoemulsification, which improves the condition of patients by eliminating or reducing the manifestations of DES, which can significantly affect not only the patient's quality of life but also the final visual acuity and, consequently, the patient's satisfaction with the surgery.

Keywords: ophthalmology, cataract phacoemulsification, dry eye syndrom

For citation: Trubilin A.V., Polunina E.G., Trubilin V.N., Filonenko A.V. Algorithm for Intraoperative Prevention of Dry Eye Syndrome in Cataract Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):516–521. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-516-521

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

There is no conflict of interests.

Данные литературы свидетельствуют о том, что нередко рефракционные ошибки после проведения оперативного вмешательства по поводу катаракты связаны с наличием синдрома сухого глаза (ССГ) в предоперационном периоде. По данным различных исследований, частота синдрома сухого глаза после операции по удалению катаракты достигает 96,6–100 % [1–6].

ССГ остается недооцененной проблемой среди пациентов, перенесших операцию по удалению катаракты. Предоперационное наличие ССГ увеличивает риск инфицирования после операции и интраоперационных осложнений [7].

Наличие сопутствующего синдрома сухого глаза может привести к ухудшению результатов операции. Нередко ССГ сопутствует катаракте, поскольку оба этих состояния имеют возрастную зависимость [8]. Во многом это связано с тем, что катаракта, как правило, возникает у пожилых пациентов. Наличие ССГ у данной группы пациентов обусловлено тем, что железы, вырабатывающие слезную пленку, являются гормонозависимыми, соответственно снижение показателей гормонального фона, особенно в постклимактерическом периоде, приводит к ее нарушению. В первую очередь это отражается на функциональной активности мейбомиевых желез, вырабатывающих липидный компонент слезной пленки, который отвечает за испаряемость слезы с поверхности глаза [8–10].

Известно также, что операция по удалению катаракты сама по себе вызывает ССГ в послеоперационном периоде [11, 12]. Денервация роговицы вследствие операционного доступа через роговичный разрез приводит к нарушению заживления эпителиальной раны, увеличению проницаемости эпителия, снижению метаболической активности эпителия и потере структур, связанных с клеточной адгезией. Воспаление, потеря бокаловидных клеток, фототоксичность (операционный микроскоп), токсичность консервантов, ухудшение дисфункции мейбомиевых желез (ДМЖ) являются вероятными факторами, способствующими развитию ССГ в послеоперационном периоде. Данные различных исследований свидетельствуют о том, что возникновение синдрома сухого глаза после операции по удалению катаракты может зависеть от ряда факторов, таких как тип операции, интраоперационное воздействие и энергия, используемая во время факоэмульсификации (рис. 1) [12–15].

Известно, что снижение чувствительности роговицы пропорционально длине и глубине роговичного разреза и зависит также от предсуществующих манипуляций на роговице, таких как послабляющие лимбальные разрезы и астигматическая кератотомия [16]. Чем больше роговичный разрез, тем более выражен ССГ [17], что обусловливает необходимость минимизации длины роговичного разреза.

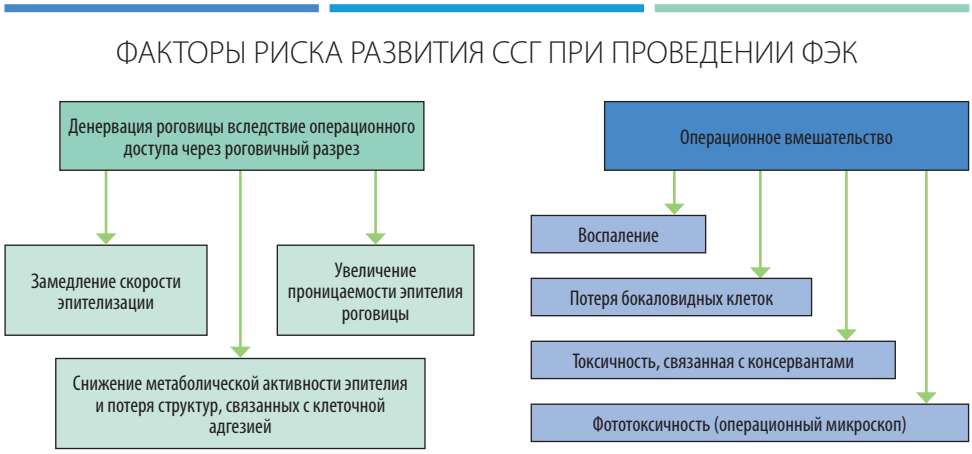


Рис. 1. Факторы риска развития ССГ при проведении факоэмульсификации катаракты

Fig. 1. Risk factors for the dry eye syndrome development during cataract phacoemulsification

Ирригационные жидкости, используемые интраоперационно, местные анестетики и антибиотики вносят свой вклад в токсическое повреждение тканей, что также способствует утяжелению ССГ. В соответствии с этим снижение медикаментозной нагрузки на глазную поверхность как в предоперационном периоде, так и интраоперационно, применение аспирационных систем, дающих возможность уменьшить объем используемого раствора BSS, позволяют повысить эффективность защиты эпителия роговицы за счет действия вискоэластика, снижают риск развития ССГ после факоэмульсификации катаракты [18]. K. Naderi и соавт. в своей работе указывают на то, что рекомендуется учитывать размер разреза, ограничивать капельный режим, осуществлять адекватное орошение роговицы, уменьшать длительность операции, снижать фототоксичность и хирургическую травму [19]. Однако такие рекомендации носят лишь общий характер без указаний на конкретные приемы интраоперационной профилактики ССГ при факоэмульсификации катаракты.

Таким образом, несмотря на множественные исследования, направленные на изучение механизмов развития ССГ после факоэмульсификации катаракты, в настоящее время отсутствуют четкие рекомендации по поэтапному комплексному применению мероприятий, направленных на профилактику ССГ при проведении факоэмульсификации катаракты.

Целью исследования явилось создание простого и эффективного комплексного способа профилактики ССГ при проведении факоэмульсификации катаракты.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование было направлено на разработку комплексного интраоперационного алгоритма профилактики ССГ после проведения факоэмульсификации катаракты в послеоперационном периоде. При разработке алгоритма учитывали данные российских и международных источников рецензируемой научной литературы, а также клинических рекомендаций по катаракте: клинические рекомендации «Катаракта старческая МКБ-10: H.25.0, H.25.1, H.25.2, H.25.8 H.25.9», 2024 г., утвержденные Министерством здравоохранения Российской Федерации; European Society of Cataract and Refractive Surgeons (ESCRS) Guideline for Cataract Surgery, Draft version- September 2024 [20, 21], PabMed, Scopus, eLIBRARY.

Разработанный алгоритм был применен у 291 пациента (291 глаз) в возрасте от 45 до 75 лет. Эффективность применения данного интраоперационного способа профилактики ССГ оценивали на этапе раннего послеоперационного периода, то есть в течение 2 недель. Пациентам проводили оценку состояния слезопродуцирующей системы с помощью щелевой лампы MediWorks Dixion S 350, качества жизни по шкале SPEED, что позволяло определить степень тяжести ССГ в соответствии с классификацией степени тяжести ССГ 2024 [22].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные ранее исследования позволили разработать комплексную клиническую классификацию синдрома сухого глаза, которая отражает не только объективные показатели нарушения слезопродукции и воспаления глазной поверхности, но и субъективные показатели — качество жизни по шкале SPEED, характеризующие интенсивность и частоту жалоб на сухость и дискомфорт в глазах [22]. Следует отметить, что данная классификация степени тяжести ССГ (норма — 0 баллов, слабая — 1–2 балла, средняя 3–4 балла, тяжелая 5–6 баллов) имеет принципиальное значение для диагностики ССГ у пациентов после офтальмохирургического вмешательства, так как в раннем послеоперационном периоде в той или иной степени происходит нарушение слезопродукции практически у всех пациентов [23].

Существуют стандартные методы проведения факоэмульсификации катаракты, утвержденные в клинических рекомендациях [20, 21], которые предполагают назначение противовоспалительной терапии за 1–2 дня до операции, а именно инстилляции антибактериального и нестероидного противовоспалительного препаратов. Однако при отсутствии признаков воспалительной реакции, которая проявляется в виде гиперемии, отека век и конъюнктивы, нет необходимости заблаговременно назначать вышеуказанные лекарственные средства. Применение НПВС и антибиотика в виде инстилляции за один час до операции является эффективным методом профилактики инфекционных осложнений, при этом

снижается медикаментозная нагрузка на ткани глазной поверхности, что вносит свой вклад в профилактику ССГ в послеоперационном периоде после ФЭК.

Стандартная практика проведения факоэмульсификации катаракты предполагает применение анестетика и антисептика в операционной после наложения блефаростата. К мерам профилактики ССГ относится применение блефаростата с функцией аспирации. Аспирация лишней жидкости из конъюнктивальной полости, крови, сального содержимого мейбомиевых желез улучшает визуализацию, снижает необходимость дополнительного орошения роговицы раствором BSS, более длительное время сохраняет вискоэластик на поверхности роговицы, снижая дополнительную нагрузку на ткани глазной поверхности и более длительный срок защищая роговицу от пересыхания.

В ходе проведения факоэмульсификации катаракты используют стандартное освещение микроскопа, мощность которого составляет от 80 до 100 %. Применение 3D-системы визуализации микроскопа с галогеновым (желтым) фильтром позволяет снизить яркость микроскопа до 35 % без ухудшения визуализации, что дает возможность снизить токсическое действие яркого света на эпителий роговицы и является методом профилактики ССГ.

Стандартная практика проведения факоэмульсификации катаракты предполагает выполнение роговичных доступов в виде основного разреза 2,1 мм и двух парацентезов по 1,1 мм. Выполнение роговичных доступов по предлагаемой нами модифицированной схеме — основной разрез 2,2 мм и один парацентез 0,5 мм, позволяет уменьшить общую площадь повреждения роговицы в результате разрезов, что снижает степень нейротрофических изменений, повышая стабильность слезной пленки, что также способствует профилактике ССГ в послеоперационном периоде.

На финальной стадии факоэмульсификации катаракты, как это принято, проводят инстилляцию в конъюнктивальную полость раствора антибиотика или антисептика. Предварительно закапывают протектор эпителия роговицы *СФЕРО*®око (АО «БИОМИР сервис», РУ № ЗРЗН 2017/6498), многокомпонентный биомиметик внеклеточного матрикса (ВКМ) [24], полученный на основе композиции биополимерного гомогенного коллагенсодержащего геля. Корнеопротектор «*СФЕРО*®око», содержащий основные компоненты ВКМ мягких тканей животного происхождения (гликопротеины и протеогликаны), а также свободные аминокислоты, пептиды, моносахариды, по своему составу аналогичен гомогенной фазе биополимерного микрогетерогенного коллагенсодержащего гидрогеля «*Сферо*®ГЕЛЬ», нашедшего широкое применение в технологиях тканевой инженерии и регенеративной медицины [25]. Биоактивный состав корнеопротектора стимулирует процессы регенерации поврежденных тканей, оказывает противовоспалительное и противоотечное действие [26], что снижает риск развития ССГ. Инстилляции *СФЕРО*®око позволяют защитить ткани глазной поверхности, при этом финализируют операцию инстилляцией антибактериального препарата для сохранения стерильности операционного поля (табл. 1).

Разработанный комплексный алгоритм интраоперационной профилактики синдрома сухого глаза при факоэмульсификации катаракты предполагает следующие этапы: за один час до операции факоэмульсификации катаракты проводят инстилляции антибиотика, нестероидного противовоспалительного средства, мидриатика, анестетика по стандартной схеме. Расширяют глазную щель с помощью блефаростата с функцией аспирации. Для визуализации используют 35 % яркости операционного микроскопа с галогеновым фильтром и 3D-систему визуализации. Выполняют основной роговичный разрез 2,2 мм и один парацентез 0,5 мм. После выполнения факоэмульсификации, имплантации интраокулярной линзы и герметизации роговичных разрезов инстиллируют на поверхность роговицы бесконсервантный гелевый протектор роговицы «*СФЕРО*®око», а затем раствор антибиотика[1].

По данным проведенного исследования тяжелая форма ССГ в раннем послеоперационном периоде, то есть через 2 недели после операции у пациентов после факоэмульсификации катаракты, встречалась на 21,3 % меньше при применении предложенного алгоритма по сравнению с группой, в которой проводили лечение по стандартной методике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение интраоперационного комплекса процедур, направленных на профилактику ССГ, позволяет снизить степень ССГ в раннем послеоперационном периоде, что проявляется как в виде объективного улучшения показателей слезопродукции, полученных при обследовании с помощью щелевой лампы Medi-Works Dixion S 350, так и в виде повышения показателей качества жизни по шкале SPEED (данные показатели отражены в классификации степени тяжести ССГ 2024).

Разработанный алгоритм является комплексным, при этом все приемы находятся во взаимодействии и во взаимовлиянии. Сочетание всех приемов позволяет добиться эффективного предупреждения развития ССГ в послеоперационном периоде факоэмульсификации катаракты, что улучшает состояние пациентов за счет исключения или уменьшения проявлений ССГ, которые могут в значительной степени влиять не только на качество жизни пациента, но и на итоговую остроту зрения, соответственно, на степень удовлетворенности операцией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Трубилин А.В. — сбор и обработка материала, написание текста;
Трубилин В.Н. — научное редактирование;
Полунина Е.Г. — сбор и обработка материала, написание текста;
Филоненко А.В. — сбор и обработка материала.

[1] Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2025115393 с приоритетом от 04.06.2025.

Таблица 1. Этапы интраоперационной профилактики ССГ

Table 1. Stages of dry eye syndrome intraoperative prevention

Стандартные этапы Standard stages	Предлагаемые этапы Suggested stages	Обоснования Justifications
Противовоспалительная терапия за 1–2 дня до операции, инстилляции: • НПВС, • антибиотик Antiinflammatory therapy 1–2 days before surgery, instillation • nonsteroidal antiinflammatory drug, • antibiotic	Нет No	Нет необходимости назначения препаратов НПВС и АБ заблаговременно. Эффективная концентрация во влаге передней камеры глаза достигается после инстилляции препаратов в день операции There is no need to prescribe nonsteroidal anti-inflammatory drug and Antibiotic advance. Effective concentration in anterior chamber aqueous humor is achieved after instillation of the drugs on the day of surgery
В день операции за 1 час до операции инстиллируют: • антибиотик 2 раза (за 60 и 30 минут), • мидриатик 4 раза (за 60, 45, 30, 15 минут), • анестетик 3 раза (за 15 минут) On the surgery day 1 hour before surgery, instill: • antibiotic 2 times (60 and 30 minutes), • mydriatic 4 times (60, 45, 30, 15 minutes), • anesthetic 3 times (15 minutes apart)	В день операции за 1 час до вмешательства медикаментозная подготовка: • антибиотик 2 раза (за 60 и 30 минут), • НПВС 2 раза (за 60 и 30 минут), • мидриатик 4 раза (за 60, 45, 30, 15 минут), • анестетик 3 раза (за 15 минут) On the day of surgery, 1 hour before the intervention, drug preparation: • antibiotic 2 times (60 and 30 minutes), • mydriatic 4 times (60, 45, 30, 15 minutes), • anesthetic 3 times (15 minutes apart)	
Анестетик, антисептик в операционной после наложения блефаростата Anesthetic, antiseptic in the operating room after blepharostat application	Анестетик, антисептик в операционной после наложения блефаростата. Использование блефаростата с функцией аспирации Anesthetic, antiseptic in the operating room after blepharostat application. Using a blepharostat with an aspiration function.	Аспирация лишней жидкости из конъюнктивальной полости, крови, сального содержимого мейбомиевых желез улучшает визуализацию, снижает необходимость дополнительного орошения роговицы раствором BSS, что дает возможность более длительное время сохранять вискоэластик на поверхности роговицы Aspiration of excess fluid from the conjunctival cavity, blood, and sebaceous contents of the meibomian glands improves visualization and reduces the need for additional irrigation of the cornea with BSS solution, which makes it possible to maintain the viscoelastic on the cornea surface for a longer period of time
Использование стандартного освещения микроскопа 80–100 % мощности Using standard microscope illumination 80–100 % power	Применение 3D-системы визуализации и снижение яркости микроскопа до 35 % + галогеновый (желтый) фильтр Using a 3D visualization system and reducing microscope brightness to 35 % + halogen (yellow) filter	Применение 3D-системы и галогенового фильтра позволяет снизить яркость микроскопа до 30–35 %, снижая токсическое действие яркого света на эпителий роговицы The use of a 3D system and a halogen filter allows the microscope brightness to be reduced to 30–35 %, reducing the toxic effect of bright light on the corneal epithelium
Выполнение роговичных доступов: • основной разрез 2,0–2,2 мм, • два парацентеза 1,0–1,2 мм Performing corneal accesses: • main incision 2.0–2.2 mm • two paracenteses 1.0–1.2 mm	Выполнение роговичных доступов: • основной разрез 2,0–2,2 мм, • один парацентез 0,5 мм Performing corneal accesses: • main incision 2.0–2.2 mm, • one paracentesis 0–5 mm	Меньшая площадь повреждения роговицы, снижает степень нейротрофических изменений A smaller area of corneal damage reduces the degree of neurotrophic changes
Укрытие роговицы вискоэластиком с адгезивными свойствами Covering the cornea with viscoelastic with adhesive properties	Укрытие роговицы вискоэластиком с адгезивными свойствами Covering the cornea with viscoelastic with adhesive properties	
Основные этапы операции: • капсулорексис, • гидродиссекция, • факофрагментация, факоаспирация, • аспирация остаточных кортикальных масс, • имплантация ИОЛ, • герметизация роговичных доступов Main stages of the operation: • capsulorhexis, • hydrodissection, • phacofragmentation, phacoaspiration, • aspiration of residual cortical masses, • IOL implantation, • sealing of corneal accesses	Основные этапы операции: • капсулорексис, • гидродиссекция, • факофрагментация, факоаспирация, • аспирация остаточных кортикальных масс, • имплантация ИОЛ, • герметизация роговичных доступов Main stages of the operation: • capsulorhexis, • hydrodissection, • phacofragmentation, phacoaspiration, • aspiration of residual cortical masses, • IOL implantation, • sealing of corneal accesses	
Инстилляция антибиотика/антисептика Antibiotic/antiseptic instillation	Инстилляция антибиотика/антисептика после предварительной инстилляции протектора эпителия роговицы Instillation of antibiotic/antiseptic after preliminary instillation of corneal epithelial protector	Использование бесконсервантного протектора эпителия роговицы, содержащего основные компоненты внеклеточного матрикса, а также аминокислоты, пептиды, моносахариды, способствует процессу регенерации поврежденных тканей, оказывает противовоспалительное и противоотечное действие The use of a preservative-free corneal epithelium protector containing the main components of the extracellular matrix, as well as amino acids, peptides, monosaccharides, promotes the process of regeneration of damaged tissues, has an anti-inflammatory and anti-edematous effect

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sutu C, Fukuoka H, Afshari NA. Mechanisms and management of dry eye in cataract surgery patients. Curr Opin Ophthalmol. 2016 Jan;27(1):24–30. doi: 10.1097/ICU.0000000000000227.
2. Kohli P, Arya SK, Raj A, Handa U. Changes in ocular surface status after phacoemulsification in patients with senile cataract. Int Ophthalmol. 2019 Jun;39(6):1345–1353. doi: 10.1007/s10792-018-0953-8.
3. Ta H, McCann P, Xiao M, Lien T, Abbott K, Gregory DG, Qureshi R, Li T. Dry eye post-cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. BMC Ophthalmol. 2025 Jan 13;25(1):18. doi: 10.1186/s12886-024-03841-8.
4. Fydanaki O, Chalkiadaki E, Tsiogka A, Gartaganis PS, Karmiris E. Preoperative dry eyes disease in cataract patients with deficient tear break up time: evaluation of OSDI questionnaire, its subcategories and Keratograph 5M device results. Int Ophthalmol. 2022 Oct;42(10):3017–3025. doi: 10.1007/s10792-022-02287-5.
5. Сахнов СН, Янченко СВ, Малышев АВ, Дашина ВВ, Цеева АР, Петросян ЛМ. Эпидемиология синдрома «сухого глаза» у пациентов перед хирургией катаракты. *Офтальмология*. 2020;17(2):281–289.
Sakhnov SN, Yanchenko SV, Malyshev AV, Dashina VV, Ceeva AR, Petrosyan LM. Dry Eye Epidemiology in Patients before Cataract Surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(2):281–289 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-2-281-289.
6. Schechter B, Mah F. Optimization of the ocular surface through treatment of ocular surface disease before ophthalmic surgery: a narrative review. Ophthalmol Ther. 2022;11(3):1001–1015. doi: 10.1007/s40123-022-00505-y.
7. Donthineni PR, Kammari P, Shanbhag SS, Singh V, Das AV, Basu S. Incidence, demographics, types and risk factors of dry eye disease in India: Electronic medical records driven big data analytics report I. Ocul Surf. 2019 Apr;17(2):250–256. doi: 10.1016/j.jtos.2019.02.007.
8. Qian L, Wei W. Identified risk factors for dry eye syndrome: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2022 Aug 19;17(8):e0271267. doi: 10.1371/journal.pone.0271267.
9. Liu SH, Saldanha IJ, Abraham AG, Rittiphairoj T, Hauswirth S, Gregory D, Ifantides C, Li T. Topical corticosteroids for dry eye. Cochrane Database Syst Rev. 2022 Oct 21;10(10):CD015070. doi: 10.1002/14651858.CD015070.pub2.
10. Amescua G, Ahmad S, Cheung AY, Choi DS, Jhanji V, Lin A, Mian SI, Rhee MK, Viriya ET, Mah FS, Varu DM; American Academy of Ophthalmology Preferred Practice Pattern Cornea/External Disease Panel. Dry Eye Syndrome Preferred Practice Pattern®. Ophthalmology. 2024 Apr;131(4):P1–P49. doi: 10.1016/j.ophtha.2023.12.041.
11. Cochener B, Cassan A, Omiel L. Prevalence of meibomian gland dysfunction at the time of cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2018 Feb;44(2):144–148. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.10.050.
12. Graae Jensen P, Gundersen M, Nilsen C, Gundersen KG, Potvin R, Gazerani P, Chen X, Utheim TP, Utheim ØA. Prevalence of Dry Eye Disease Among Individuals Scheduled for Cataract Surgery in a Norwegian Cataract Clinic. Clin Ophthalmol. 2023 Apr 27;17:1233–1243. doi: 10.2147/OPTH.S407805.
13. Jiang D, Xiao X, Fu T, Mashaghi A, Liu Q, Hong J. Transient Tear Film Dysfunction after Cataract Surgery in Diabetic Patients. PLoS One. 2016 Jan 15;11(1):e0146752. doi: 10.1371/journal.pone.0146752.
14. Garg P, Gupta A, Tandon N, Raj P. Dry Eye Disease after Cataract Surgery: Study of its Determinants and Risk Factors. Turk J Ophthalmol. 2020 Jun 27;50(3):133–142. doi: 10.4274/tjo.galenos.2019.45538.
15. Jensen P, Nilsen C, Gundersen M, Gundersen KG, Potvin R, Gazerani P, Chen X, Utheim TP, Utheim ØA. A Preservative-Free Approach — Effects on Dry Eye Signs and Symptoms After Cataract Surgery. Clin Ophthalmol. 2024 Feb 26;18:591–604. doi: 10.2147/OPTH.S446804.
16. Choi YJ, Park SY, Jun I, Choi M, Seo KY, Kim EK, Kim TI. Perioperative Ocular Parameters Associated With Persistent Dry Eye Symptoms After Cataract Surgery. Cornea. 2018 Jun;37(6):734–739. doi: 10.1097/ICO.0000000000001572.
17. Ishrat S, Nema N, Chandravanshi SCL. Incidence and pattern of dry eye after cataract surgery. Saudi J Ophthalmol. 2019 Jan-Mar;33(1):34–40. doi: 10.1016/j.sjopt.2018.10.009.
18. Oh T, Jung Y, Chang D, Kim J, Kim H. Changes in the tear film and ocular surface after cataract surgery. Jpn J Ophthalmol. 2012 Mar;56(2):113–118. doi: 10.1007/s10384-012-0117-8.
19. Naderi K, Gormley J, O'Brart D. Cataract surgery and dry eye disease: A review. Eur J Ophthalmol. 2020 Sep;30(5):840–855. doi: 10.1177/1120672120929958.
20. Клинические рекомендации «Катаракта старческая МКБ-10: H.25.0, H.25.1, H.25.2, H.25.8 H.25.9», 2024 г., утвержденные Министерством здравоохранения Российской Федерации. http://avo-portal.ru/doc/fkr/re-discussion/item/467-katarakta-starcheskaya
Clinical guidelines for senile cataract ICD 10: H.25.0, H.25.1, H.25.2, H.25.8 H.25.9, 2024, approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. http://avo-portal.ru/doc/fkr/re-discussion/item/467-katarakta-starcheskaya
21. European Society of Cataract and Refractive Surgeons (ESCRS) Guideline for Cataract Surgery, Draft version- September 2024. https://www.escrs.org/escrs-guideline-for-cataract-surgery/
22. Трубилин АВ, Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Каспарова ЕА. Новая комплексная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 1. *Офтальмология*. 2024;21(4):709–715.
Trubilin AV, Trubilin VN, Polunina EG, Kasparova EA. New comprehensive clinical classification of dry eye syndrome severity 2024. Part 1. 2024;21(4):709–715. doi: 10.18008/1816-5095-2024-4-709-715.
23. Трубилин АВ, Полунина ЕГ, Трубилин ВН, Закатянский ВС. Профилактика синдрома сухого глаза перед проведением факоэмульсификации катаракты у пациентов с косметологическими процедурами в периорбитальной зоне в анамнезе. *Офтальмология*. 2024;21(3):517–526.
Trubilin AV, Polunina EG, Trubilin VN, Zakatianskiy VS. Prevention of Dry Eye Syndrome Before Phacoemulsification of Cataracts in Patients with a History of Cosmetic Procedures in the Periorbital Area. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(3):517–526 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-517-526.
24. Майчук ДЮ, Тарханова АА, Пронкин ИА. Офтальмологические средства с компонентами внеклеточного матрикса. Их эффективность в процессе репарации роговицы при нейротрофических, герпетических, рецидивирующих кератитах и эрозиях. Офтальмохирургия. 2022;2:91–100. doi: 10.25276/0235-4160-2022-2-91-100.
Maychuk DYu, Tarkhanova AA, Pronkin IA. Ophthalmic agents with extracellular matrix components. Their effectiveness in the process of corneal reparation in neurotrophic, herpetic, recurrent keratitis and erosions. Ophthalmosurgery. 2022;2:91–100. https://doi.org/10.25276/0235-4160-2022-2-91-100.
25. Севастьянов ВИ, Перова НВ, Басок ЮБ, Немец ЕА. Биомиметики внеклеточного матрикса в тканевой инженерии и регенеративной медицине для травматологии и ортопедии. Opinion Leader. 2020;6(35):35–46.
Sevast'yanov VI, Perova NV, Basok YuB, Nemec EA. Biomimetics of extracellular matrix in tissue engineering and regenerative medicine for traumatology and orthopedics / Eds. Victor I. Sevastianov and Yulia B. Basok. —. UK: Cambridge Scholars Publishing, 2023. 339 p.
26. Семакина АС. Опыт применения гелевого протектора эпителия роговицы в лечении эрозии роговицы у пациента с ранее перенесенной радиальной кератотомией. Офтальмология. 2022;19(2):441–443.
Semakina AS. Experience of Using Corneal Epithelium Protector Gel for the Treatment of Corneal Erosion fora Patient after Radial Keratotomy. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):441–443. doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-441-443.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

Филоненко Александра Вячеславовна
врач-офтальмолог, заведующая офтальмологическим отделением

ABOUT THE AUTHORS

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

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

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

Filonenko Alexandra V.
ophthalmic surgeon, head of the Ophthalmology department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-522-530

поступила 08.05.25
was received 08.05.25

Инородные тела глазницы при современной орбитальной боевой травме





А.Н. Куликов А.А. Кольбин Ф.А. Горюнов

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

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):522–530**

Современные вооруженные конфликты сопровождаются большим количеством осколочных ранений. Следствием этого стало увеличение частоты встречаемости боевой травмы (БТ), в том числе орбитальной и с инородными телами глазницы (ИТГ). Целью исследования явилось изучение особенностей современной БТ с ИТГ. Для этого был выполнен ретроспективный статистический анализ медицинской документации объемной выборки пациентов, проходивших лечение в клинике офтальмологии имени профессора В.В. Волкова в период с 2022 по 2023 г. по поводу БТ с ИТГ. Материал представлен в виде относительных (в %) данных. Получены следующие выводы: при БТ с ИТГ в 54,4 % случаев наблюдается сочетание повреждений орбиты (костной глазницы и структур глазничного органокомплекса) с анатомическими структурами смежных с ней областей (нейрохирургической, оториноларингологической и челюстно-лицевой). При этом сочетанные по нейрохирургическому профилю повреждения встречались в 54,3 % случаев. Сочетание по двум и более профилям составило 35,1 % наблюдений. Одновременное повреждение нескольких костных стенок глазницы было зафиксировано в 60,7 % случаев. Среди ИТГ преобладали: одиночные — 50,6 %, среднего (1–1,5 см) размера — 40,5 % и неправильной геометрической формы — 83,3 %. При оценке ферромагнитных свойств удаленных ИТГ выявлено, что в 51,2 % случаев они были магнитными. Оперативное лечение для удаления ИТГ было признано целесообразным и выполнено в 58,1 % случаев. В 87,7 % из них цель операции была достигнута. БТ с ИТГ сопровождается открытой и закрытой травмой глаза (ОТГ и ЗТГ) в 71,2 и 28,8 % случаев соответственно.

Ключевые слова: боевая травма глазницы, инородные тела глазницы, орбитотомия, сочетанные повреждения орбиты

Для цитирования: Куликов А.Н., Кольбин А.А., Горюнов Ф.А. Инородные тела глазницы при современной орбитальной боевой травме. *Офтальмология.* 2025;22(3):522–530. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-522-530

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Orbit Foreign Bodies in Modern Orbital Combat Trauma

A.N. Kulikov, A.A. Kol'bin, F.A. Goryunov

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

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):522–530**

Modern armed conflicts are accompanied by a large number of shrapnel wounds. The consequence of this was an increase in the incidence of combat trauma, including orbital and with foreign bodies of the orbit. The purpose of the research was to study the features of modern combat trauma with foreign bodies of the orbit. We performed a retrospective statistical analysis of the medical documentation of a large sample of patients treated at the V.V. Volkov Ophthalmology Clinic in the period from 2022 to 2023 for combat trauma with foreign bodies of the orbit. The material is presented as relative (in %) data. The following results were obtained: In combat trauma with foreign bodies of the orbit, in 54.4 % of cases, there is a combination of damage to the orbit (orbit and structures of the orbital organocomplex) with anatomical structures of adjacent areas (neurosurgical, otorhinolaryngological and maxillofacial). At the same time, combined neurosurgical injuries occurred in 54.3 % of cases. The combination of two or more profiles accounted for 35.1 % of the observations. Simultaneous damage to several bone walls of the orbit was recorded in 60.7 % of cases. Among foreign bodies of the orbit, the following prevailed: single — 50.6 %, medium (1–1.5 cm) size — 40.5 % and irregular geometric shape — 83.3 %. When evaluating the ferromagnetic properties of the removed foreign bodies of the orbit, it was found that in 51.2 % of cases they were magnetic. Surgical treatment to remove foreign bodies of the orbit was considered appropriate and performed in 58.1 % of cases. In 87.7 % of them, the goal of the operation was achieved. Combat trauma with foreign bodies of the orbit is accompanied by open and closed eye injury in 71.2 % and 28.8 % of cases, respectively.

Keywords: combat orbit trauma, orbit foreign bodies, orbitotomy, combined orbital injuries

For citation: Kulikov A.N., Kol'bin A.A., Goryunov F.A. Orbit Foreign Bodies in Modern Orbital Combat Trauma. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):522–530. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-522-530

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Использование в современных вооруженных конфликтах боеприпасов с большим количеством поражающих элементов привело к возрастанию частоты минно-взрывных ранений. Это, в свою очередь, стало причиной увеличения осколочных ранений в общей структуре санитарных потерь. Повысилась частота встречаемости челюстно-лицевой, нейрохирургической и офтальмологической травмы[1].

При современных боевых действиях (БД) в структуре офтальмологических санитарных потерь минно-взрывная травма регистрируется более чем в 90 % случаев. При этом частота повреждений глазницы достигает на разных этапах оказания медицинской помощи 20–37 % случаев[2] [1]. По опыту предыдущих современных вооруженных конфликтов доля операций по удалению ИТГ составляла 1,4 % среди всех выполненных офтальмохирургических вмешательств [2].

БТ с ИТГ нередко сопровождается болевым синдром, глазодвигательными нарушениями, а также инфекционными осложнениями, которые угрожают не только зрению, но и жизни пациента [3, 4]. Такая травма сочетается с контузиями, прободными ранениями, в том числе разрушением глазного яблока (ГЯ) [5]. Раненые часто нуждаются в многоэтапной высокотехнологичной офтальмохирургической помощи и реабилитации [6, 7].

Отсутствие со времен Великой Отечественной войны (ВОВ) такого количества раненых с орбитальной БТ не позволяло ранее получить достаточно репрезентативную выборку.

Таким образом, изучение и обобщение информации, касающейся современной БТ с ИТГ, является актуальной задачей современной офтальмотравматологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выполнен ретроспективный анализ медицинской документации объемной выборки пациентов, проходивших лечение в клинике офтальмологии имени профессора В.В. Волкова в период с февраля 2022 по октябрь 2023 г. по поводу БТ с ИТГ.

Рассмотренные ИТГ являлись результатом боевой травмы области «голова». Выборка проводилась сплошным методом. Были изучены данные электронных историй болезни, заключения результатов компьютерной томографии (КТ) и посевов с поверхности ИТГ на наличие и тип микрофлоры. Материал представлен в виде относительных (в %) данных. Из выборки исключены сквозные ранения орбиты с локализацией ИТ в смежных областях.

БТ с ИТГ была проанализирована по следующим критериям.

1. Сочетанность повреждений глазницы в пределах анатомической области «голова».

[1] Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Алексеев Д.Е. ред. Самохвалов И.М. Военно-полевая хирургия. Национальное руководство 2-е издание, перераб. и доп. М.: «ГЭОТАР-Медиа». 2024.

[2] Куликов А.Н. Доклад. Офтальмотравматология: прошлое, настоящее, будущее. Постановление № 59 от 23.11.2022. Протокол № 13. Бюро Отделения медицинских наук РАН. СПб., 2022.

2. Повреждение костных стенок глазницы (наличие перелома, смещения костных отломков, количество поврежденных костных стенок и повреждение костных краев орбиты).

3. Характеристики ИТГ.

4. Локализация ИТГ по отношению к костным стенкам орбиты, смежным анатомическим областям, глазному яблоку и зрительному нерву, а также наличие/отсутствие их фиксации.

5. Особенности лечения пациентов с ИТГ.

6. Травмы глазного яблока в соответствии с международной классификацией травмы глаза (ISOT, 1997 г.), сопутствующие БТ с ИТГ[1,2] [8].

РЕЗУЛЬТАТЫ

В общей выборке определяли изолированные (рис. 1) и сочетанные (рис. 2) повреждения глазницы.

Изолированными считали такие повреждения, при которых регистрировали изменения только структур глазничного органокомплекса либо ИТ были вколочены в костные стенки орбиты без прободения в смежные области. При сочетанных — одновременно с травмой глазничного органокомплекса и костной глазницы диагностировали повреждение анатомических структур в зоне интереса специалистов смежного профиля (нейрохирургического, оториноларингологического и челюстно-лицевого) [4] (табл. 1).

Таким образом, при БТ с ИТГ изолированные и сочетанные повреждения регистрировали примерно с одинаковой частотой. В структуре последних выявили преобладание травм, сочетанных по нейрохирургическому профилю, которые в целом составили 54,3 % случаев.

Таблица 1. Сочетанность повреждений при БТ с ИТГ

Table 1. Combined injuries with orbit foreign bodies in combat trauma

Повреждения глазницы Orbital injuries		
Изолированные Isolated	**Сочетанные по профилям Combined by profiles**	
45,6 %	нейрохирургическому neurosurgical	26,9 %
	оториноларингологическому otorhinolaryngological	18 %
	челюстно-лицевому maxillofacial	2 %
	нейрохирургическому и оториноларингологическому neurosurgical and otorhinolaryngological	15,1 %
	оториноларингологическому и челюстно-лицевому otorhinolaryngological and maxillofacial	7,7 %
	нейрохирургическому, оториноларингологическому и челюстно-лицевому neurosurgical, otorhinolaryngological and maxillofacial	12,3 %

[1] Алексеева И.Б., Куликов А.Н., Ченцова Е.В. и др. Открытая травма глаза: клиника, диагностика, лечение: клинические рекомендации. Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». М.: ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца», 2017.

[2] Алексеева И.Б., Бойко Э.В., Куликов А.Н. Закрытая травма глаза: клинические рекомендации. Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». М.: ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца», 2024.

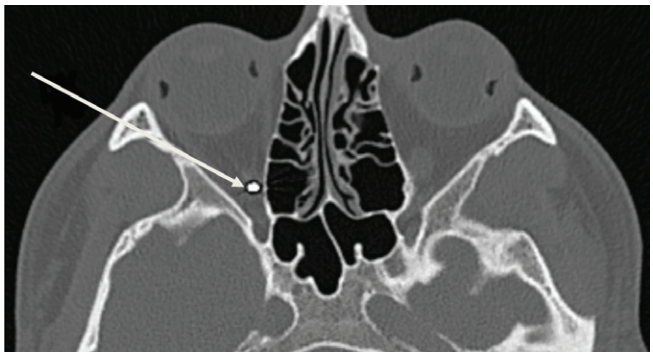


Рис. 1. Изолированное повреждение глазницы. КТ в костном режиме, аксиальный срез. ИТ локализовано в задней трети глазницы (указано стрелкой)

Fig. 1. Isolated damage to the eye socket. CT scan in bone mode, axial section. The foreign body is localized in the posterior third of the eye socket (indicated by the arrow)

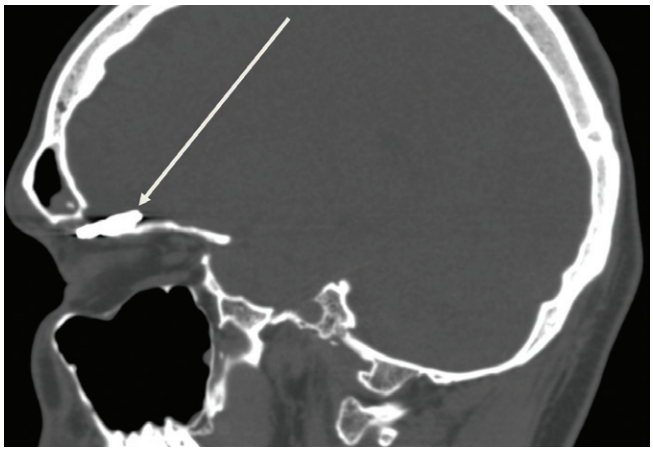


Рис. 2. Сочетанное повреждение глазницы (по нейрохирургическому профилю). КТ в костном режиме, парасагиттальный срез. ИТ одновременно расположено в глазнице и в передней черепной ямке (указано стрелкой)

Fig. 2. Combined damage to the eye socket (according to the neurosurgical profile). Bone CT scan, parasagittal section. IT is simultaneously located in the eye socket and in the anterior cranial fossa (indicated by the arrow)

При оценке характерных особенностей костно-травматических повреждений глазницы были получены следующие результаты (табл. 2).

В общей структуре БТ с ИТГ наличие переломов костных стенок глазницы наблюдалось в 2,7 раза чаще по сравнению с орбитальной БТ без ИТ. При этом смещение костных отломков встречалось более чем в половине случаев. Переломы двух и более стенок зарегистрированы в 60,7 % случаев.

При анализе характеристик ИТГ определяли их геометрическую форму (табл. 3).

Оценивали ИТГ по максимальному размеру (табл. 4). Эта характеристика трактуется одинаково в классификациях, предложенных И.Э. Барбелем, 1951, Б.Л. Поляком, 1957, и Д.С. Горбачевым, 2009 [3, 9, 10]: мелкие —

Таблица 2. Повреждения костных стенок глазницы

Table 2. Damage to the orbit bone walls

Частота повреждения костных стенок глазницы Frequency of damage to the bone walls of the orbit	
Повреждены Damaged	Не повреждены Not damaged
72,8 %	27,2 %
Наличие смещения костных отломков Presence of displacement of bone fragments	
Со смещением With dislocation	Без смещения Without dislocation
42 %	58 %
Количество поврежденных стенок глазницы Number of damaged walls of the orbit	
Одна	39,3 %
Две	25,5 %
Три	23,4 %
Четыре	11,8 %
Частота повреждения орбитального края глазницы Frequency of damage to the orbital edge of the orbit	
С переломом орбитального края With a fracture of the orbital edge	16 %
Без перелома орбитального края Without fracture of the orbital edge	84 %

Таблица 3. Форма ИТГ

Table 3. The shape of the orbit foreign bodies

Правильная Correct geometric shape	Неправильная Uncorrect geometric shape
16,7 %	83,3 %

Таблица 4. Размеры ИТГ

Table 4. The size of the orbit foreign bodies

Мелкие (до 1,0 см) Small (up to 1.0 cm)	Средние (1–1,5 см) Medium (1–1.5 cm)	Крупные (более 1,5 см) Large (more than 1.5 cm)
33,1 %	40,5 %	26,4 %

Таблица 5. Количество ИТГ

Table 5. The number of foreign bodies in the orbit

Одиночное Single	Множественные (два и более) Multiple (two or more)
50,6 %	49,4 %

Таблица 6. Ферромагнитность удаленных ИТГ

Table 6. Ferromagnetism of the removed foreign bodies of the orbit

Ферромагнитные Ferromagnetic	Не магнитные Not magnetic
51,2 %	48,8 %

до 1,0 см (рис. 3), средние — от 1,0 до 1,5 см (рис. 4), крупные — более 1,5 см (рис. 5).

В каждом клиническом случае определяли количество ИТГ (одиночное или множественные) (табл. 5).

После удаления ИТ определяли их ферромагнитность (рис. 3). Использовали магнитную пробу (табл. 6).

Таким образом, при оценке характеристик ИТ при современной орбитальной БТ мы пришли к выводу, что преобладают ИТ неправильной геометрической формы и среднего размера. По таким характеристикам, как ферромагнитность и одиночность/множественность, было выявлено распределение поровну.

На рисунках 3–5 представлены варианты наиболее характерных удаленных нами ИТГ.

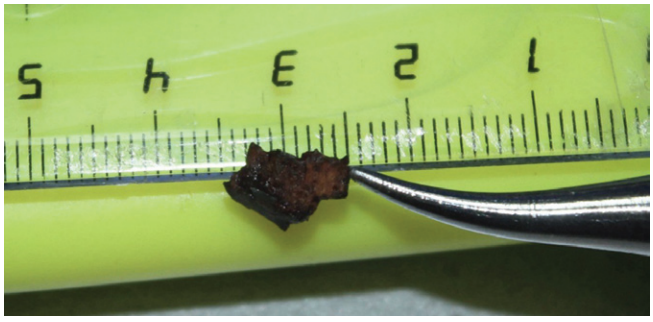


Рис. 3. ИТГ неправильной формы, среднего размера, одиночное, ферромагнитное — фиксировано магнитным наконечником, покрыто ржавчиной

Fig. 3. The foreign body of the orbit are uncorrect geometrical. shape, medium-sized, single, ferromagnetic — fixed with a magnetic tip, covered with rust



Рис. 4. ИТГ неправильной формы, среднего размера, одиночное, ферромагнитное, покрыто ржавчиной

Fig. 4. The foreign body of the orbit are uncorrect geometrical shape, medium-sized, single, ferromagnetic — fixed with a magnetic tip, covered with rust.



Рис. 5. ИТГ неправильной формы, крупного размера, множественные, неферромагнитные

Fig. 5. Orbit foreign body of the of irregular shape, large size, multiple, non-ferromagnetic

После удаления ИТ выполняли посев на питательную среду содержимого с его поверхности. По результатам бактериологического исследования определили наличие и тип микрофлоры (табл. 7).

При положительных результатах посевов преобладала условно патогенная флора. При этом обращает на себя внимание наличие грибковой флоры, относящейся к группе плесневых — в 12,5 % случаев.

С точки зрения выбора оптимальной тактики удаления в зависимости от локализации выделяли ИТГ, расположенные только в орбите или одновременно в глазнице и смежных областях (полость мозгового черепа, околоносовые пазухи и полость носа, височная и подвисочная ямки) (табл. 8). ИТГ, вколоченные в костные стенки, расценивали как залегающие в орбите. ИТ, расположенные только в полости глазного яблока, в нашем исследовании не учитывались.

Таким образом, по нашим данным, ИТГ при БТ располагались преимущественно в полости орбиты или были вколочены в ее костные стенки.

Важным параметром при исследовании ИТГ при БТ является их фиксация. Были выделены нефиксированные, фиксированные (вколоченные) в костных стенках, фиксированные в рубцовых тканях и/или инкапсулированные ИТГ. Фиксацию ИТГ определили согласно данным КТ, а также интраперационно (табл. 9).

Таким образом, при БТ в большинстве наблюдений ИТГ не были фиксированы.

Отдельно были выделены ИТГ, расположенные в зрительном нерве (ЗН) или прилежащие к нему. Такие повреждения могут приводить к снижению и даже полной утрате зрения вследствие как БТ, так и операции по удалению ИТГ [11, 12]. В нашем исследовании указанная локализация ИТ наблюдалась в 6 % случаев.

Кроме этого, отдельно регистрировали ИТ, находящиеся в задней трети орбиты. Такое расположение влияет на хирургическую тактику, так как затрудняет интраоперационный поиск и удаление ИТ. В нашем исследовании это встречалось в 23,3 % случаев.

При ведении пациентов использовали консервативную или оперативную тактику лечения (табл. 10). Выбор оперативной тактики определялся необходимостью удаления ИТГ. При консервативной тактике осуществляли наблюдение на фоне интенсивной антибактериальной и противовоспалительной терапии.

Таким образом, оперативная тактика ведения пациентов была выбрана более чем в половине случаев лечения БТ с ИТГ.

При проведении оперативного вмешательства (орбитотомия) с целью удаления ИТГ использовали следующие хирургические доступы: трансконъюнктивальный, транскутанный, транскраниальный, трансназальный (эндоскопический). Этот выбор был обусловлен локализацией ИТГ. Частота их использования представлена в таблице 11.

Таким образом, при орбитотомии преимущественно использовали трансконъюнктивальный и транскутанный хирургические доступы.

Интраоперационно применяли две основные техники захвата при удалении ИТ: постоянным глазным

Таблица 7. Характер микрофлоры на поверхности ИТГ

Table 7. The microflora nature on the orbit foreign body surface

Рост микроорганизмов не обнаружен No microbial growth was detected	50 %
Staphylococcus epidermidis	25 %
Staphylococcus hominis	12,5 %
Грибы (группа плесниевых) Fungi (molds group)	12,5 %

Таблица 8. Место залегания ИТГ

Table 8. The location of the orbit foreign body

Глазница Orbit	71,6 %
Смежные области Related areas	28,4 %

Таблица 9. Фиксация ИТГ

Table 9. Fixation of the orbit foreign body

Не фиксированы Not fixed	70,2 %
Фиксированы (вколочены) в костные стенки Fixed (embedded) into the bone walls	15,2 %
Фиксированы рубцами / инкапсулированы Fixed by scars/ encapsulated	14,6 %

Таблица 10. Выбор тактики лечения пациента

Table 10. Choosing the patient's treatment tactics

Оперативная Surgery	58,1 %
Консервативная Therapy	41,9 %

Таблица 11. Частота применения доступов к ИТГ

Table 11. Frequency of access orbit foreign body

Трансконъюнктивальный Transconjunctive	44,5 %
Транскутанный Transcutaneous	34,2 %
Транскраниальный Transcranial	9,1 %
Трансназальный (эндоскопический) Transnasal (endoscopic)	12,2 %

Таблица 12. Частота использования техник захвата ИТГ при их удалении

Table 12. The frequency of using techniques to capture orbit foreign bodies while removing

Магнит With a magnet	33,2 %
Зажим типа «москит» With a "mosquito" type clamp	66,8 %

Таблица 13. Результаты оперативного вмешательства

Table 13. Results of operations

План операции реализован The operation plan has been implemented	87,7 %
ИТГ не удалено The orbit foreign body has not been removed	12,3 %

Таблица 14. Сопутствующая травма ГЯ при БТ с ИТГ

Table 14. Concomitant injury of the eyeball during a combat injury with orbit foreign bodies

Открытая травма глаза Open eye injury	71,8 %
Закрытая травма глаза Closed eye injury	28,2 %
Разрушение ГЯ в общей структуре травм ГЯ при БТ с ИТГ Concomitant injury of the eyeball during a combat injury with orbit foreign bodies	32,1 %
Разрушение ГЯ при ОТГ, сопровождающей БТ с ИТГ Destruction of the eyeball in case of an open eye injury accompanying a combat injury with orbit foreign bodies	4,7 %

магнитом Бродского — Кальфа с модифицированным наконечником длиной 5 см или зажимом типа «москит». Соотношение частоты их использования представлено в таблице 12 — удаление ИТ чаще выполняли с помощью зажима типа «москит».

При хирургическом лечении оценивали результаты выполненных операций. Успешными считали те, при которых ИТГ было удалено. Полученные значения представлены в таблице 13.

Таким образом, ИТГ были удалены в подавляющем большинстве оперативных вмешательств.

Повреждения глазного яблока (ГЯ) при БТ с ИТГ встречались в 100 % случаев. ОТГ была диагностирована практически в три раза чаще, чем ЗТГ. Разрушение ГЯ наблюдали с высокой частотой как в общей структуре БТ с ИТГ, так и при ОТГ, в частности (табл. 14).

ОБСУЖДЕНИЕ

При увеличении доли санитарных потерь офтальмологического профиля, зарегистрированного при медицинском обеспечении СВО[1] [1] возрастает значимость такой относительно редкой, но тяжелой и дискутабельной в плане выбора оптимальной тактики патологии, как БТ с ИТГ[2] [5, 9–13].

В период ВОВ все сочетанные повреждения глазницы разделяли на: глазнично-черепные, поперечно-глазничные, глазнично-лицевые, черепно-глазнично-лицевые ранения [9]. В «Опыте медицинского обеспечения войск в Афганистане 1979–1989 гг.» не был проведен подобный анализ сочетанных повреждений орбиты [13]. За период контртеррористической операции (КТО) на Северном Кавказе пациенты с такими повреждениями поступали в специализированные отделения лечебных учреждений по профилю ведущей травмы [10].

Продемонстрированные в нашем исследовании данные по частоте повреждения смежных областей при БТ с ИТГ не только указывают на тяжесть этой травмы, но и подчеркивают важность участия нейрохирурга, оториноларинголога и челюстно-лицевого хирурга как при сортировке, так и при лечении этих пациентов.

В годы ВОВ переломы костных стенок при ранениях глазницы регистрировали в 48,6 % случаев, повреждения сразу нескольких стенок встречались с частотой от 20 до 52 %. При анализе литературы, посвященной БД в ВОВ, демократической республике Афганистан (ДРА) и КТО на Северном Кавказе, выясняется, что отсутствует детализация костно-травматических изменений при БТ с ИТГ [3, 10, 13].

Представленные нами данные по частоте и характеристикам костно-травматических изменений при БТ с ИТГ демонстрируют долю пациентов, которым могут понадобиться реконструктивные вмешательства на костной орбите в раннем и отдаленном периоде лечения.

В «Опыте советской медицины в ВОВ 1941–1945 гг.» ИТГ впервые были разделены по размерам, форме и магнитности. Определено, что ИТ средних (1–1,5 см) и крупных (более 1,5 см) размеров представляют особый клинический интерес, так как они значительно чаще провоцируют инфекционный процесс, обусловленный массивным размозжением мягких и костных тканей. Мелкие ИТ также расценивают как причину развития гнойного инфекционного процесса, особенно если они увлекают за собой частицы одежды, земли или дерева. Форма, характер поверхности и магнитность ИТ рассматриваются с точки зрения сложности их удаления. Магнитность дополнительно оценивается как критерий, упрощающий определение локализации ИТГ [9]. Однако, несмотря на важность этих характеристик, частота их встречаемости не была проанализирована, а в «Опыте медицинского обеспечения войск в Афганистане 1979–1989 гг.» данной информации об ИТ, расположенных в глазнице, также не было представлено [13].

Определенная нами при современных БД частота встречаемости вариантов формы, размеров, количества и магнитности ИТ имеет большое значение при планировании и выполнении оперативного вмешательства по их удалению.

Кроме физических характеристик ИТ большое значение будут иметь особенности их фиксации и локализации. Согласно «Опыту советской медицины в ВОВ 1941–1945 гг.» фиксация ИТГ осложняет его удаление, если с момента ранения прошло более 2–3 недель. Это связано с образованием мощных спаек и/или капсулы вокруг ИТ. Сложности удаления также наблюдаются, если ИТ вколочено в костные стенки глазницы.

[1] Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Алексеев Д.Е. ред. Самохвалов И.М. Военно-полевая хирургия. Национальное руководство 2-е издание, переработанное и дополненное. Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа». 2024.

[2] Куликов А.Н. Доклад. Офтальмотравматология: прошлое, настоящее, будущее. Постановление № 59 от 23.11.2022 г. Протокол №13 / Бюро Отделения медицинских наук РАН. — Санкт-Петербург : 2022.

Д.С. Горбачев указывал на целесообразность извлечения ИТГ при их расположении в переднем отделе орбиты или вблизи ее костных стенок, особенно крупных и средних осколков. Автор отмечал, что частичное расположение ИТ в околоносовых пазухах может провоцировать развитие позднего инфекционного процесса [10]. За период ВОВ и КТО на Северном Кавказе авторами не был проведен анализ ИТГ по частоте их фиксации и анатомической локализации [3, 9].

Такие данные были получены в нашем исследовании. В условиях современных БД они необходимы на этапе планирования оперативного лечения раненого: при выборе доступа и при определении состава хирургической бригады (специалистов) для выполнения орбитотомии.

В период ВОВ расположение ИТ около зрительного нерва приравнивалось к его компрессии и поэтому считалось одним из показаний к его удалению [9]. При БД в ДРА особенности тактики ведения пациентов при такой локализации ИТ в глазнице не были рассмотрены [13].

В условиях современных БД нами выявлена невысокая частота встречаемости ИТГ такой локализации. Однако близкое расположение осколка к ЗН в большей степени увеличивает риск орбитальных осложнений в виде инфекционных поражений центральной нервной системы и, как результат, высокой смертности раненых.

Информация о вышеуказанных параметрах ИТГ при БТ станет основой при определении показаний к оперативному вмешательству.

По данным литературы в период ВОВ и БД в ДРА не были приведены данные о частоте выполнения операций у раненых с ИТГ [1, 13]. В период КТО на Северном Кавказе хирургическое лечение таких пациентов было проведено в 35 % случаев [10].

Наши данные свидетельствуют о значительном увеличении частоты проведения оперативных вмешательств у пациентов с ИТГ. Это явилось результатом широкого использования при диагностике КТ, в том числе на ранних этапах эвакуации. Данные КТ повышают частоту обнаружения ИТГ и позволяют определить их точную локализацию. Результаты, полученные при использовании КТ, значительно расширяют возможности хирурга при планировании и выполнении операций у пациентов с такой патологией.

Один из наиболее важных вопросов, который ставит хирург на этапе планирования операции: вид хирургического доступа при орбитотомии. Анализ данных в период ВОВ свидетельствует о преобладании транскутанного доступа. Для удаления крупных ИТ из орбиты был рекомендован доступ через околоносовые пазухи. Периодически прибегали к выполнению костно-пластической орбитотомии (операции Kronlein), в основном при удалении ИТ, расположенных в вершине орбиты [9]. В литературе, посвященной периоду боевых действий в ДРА и КТО на Северном Кавказе, отсутствует информация о хирургических доступах, использованных при удалении ИТГ [10, 13].

В нашем исследовании при орбитотомии в 78,7 % случаев применяли трансконъюнктивальный и транскутанный доступы, при необходимости использовали эндоскопический трансназальный доступ (12,2 %). Такой подход был результатом совершенствования хирургической техники до периода боевых действий при оказании помощи офтальмологическим пациентам с онкологической и воспалительной патологией орбиты [14, 15]. Это позволило нам полностью отказаться от выполнения костно-пластической орбитотомии, которая ранее широко использовалась при удалении ИТГ [9].

Не менее важным аспектом оперативного лечения пациентов является техника захвата ИТ при его удалении из орбиты. Данные вопросы были подробно разобраны по результатам оказания помощи раненым в период ВОВ. Так, И.Э. Барбель провел 324 операции по поводу удаления ИТГ. При этом в 226 случаях он использовал ручной магнит с двухламповым выпрямителем, в 74 — удаление ИТ было выполнено пинцетом, зондом или другими инструментами. В.П. Страхов и Е.М. Бочевер для этого использовали гигантский электромагнит Меллингера [9]. Авторами монографии «Опыт медицинского обеспечения войск в Афганистане 1979–1989 гг.» не были проанализированы данные о технике захвата ИТ при их удалении из глазницы [13].

Полученная в нашей работе информация о технике захвата ИТГ отличается от данных, указанных в период БД ВОВ. Вероятно, это связано с появлением новых методов визуализации на этапах диагностики, изменением характера ИТ, в том числе магнитности, и совершенствованием хирургических доступов при выполнении орбитотомии.

Вышеуказанные особенности БТ с ИТГ будут оказывать непосредственное влияние на результат оперативного лечения. По данным И.Э. Барбеля, в ВОВ при выполнении им 324 операций в 300 (92,6 %) случаях было достигнуто удаление ИТ. В.П. Страхов и Е.М. Бочевер сообщают об успешном результате операции в 86 (97,7 %) случаях из 88 описанных, Р.Н. Смелянский — в 43 (91,5 %) случаях из 47 выполненных операций [9]. В литературе, посвященной КТО на Северном Кавказе, сообщается, что успешное удаление ИТ из глазницы при хирургическом лечении было достигнуто в 85,7 % случаев [10].

Данные о частоте успешно выполненных операций удаления ИТГ в нашем исследовании уступают аналогичным показателям ВОВ. Вероятно, это связано с изменением характеристик ИТ: бóльшим количеством осколков малого размера, неправильной геометрической формой и отсутствием у них магнитных свойств. Кроме того, использование КТ на дооперационном этапе предоставляло больше информации о расположении, количестве, фиксации, форме и других характеристиках

ИТГ. Это увеличило общее количество хирургических вмешательств, что, по нашему мнению, и привело к таким результатам.

При любом повреждении органа зрения первый вопрос, на который должен ответить офтальмолог, это состояние ГЯ, а в случае его травмы — определить ее тип и тяжесть. Именно эта информация необходима для выбора дальнейшей тактики ведения пациента с БТ глазницы.

В работе «Опыт советской медицины в ВОВ 1941–1945 гг.» авторы указывают на недостатки качества и/или сроков диагностики повреждений ГЯ по причине тяжелого состояния раненого, в том числе при сочетанных травмах головы. При описании повреждений ГЯ (контузии, проникающие, непроникающие ранения, разрушения) и зрительного нерва (сдавление, прямое повреждение) обращают внимание на такое противопоказание к удалению ИТГ, как высокая острота зрения на единственном зрячем глазу [9]. В работе «Опыт медицинского обеспечения войск в Афганистане 1979–1989 гг.», как и в литературе, посвященной оказанию медицинской помощи в период КТО на Северном Кавказе 1999–2009 гг., при описании боевых повреждений глазницы, в том числе с ИТ, не указаны особенности выбора тактики ведения пациентов в зависимости от характера повреждений ГЯ [10, 13].

В настоящее время в России по инициативе профессора В.В. Волкова официально принята международная классификация травмы глаза (ISOT, 1997 г.)[1,2] [8]. В соответствии с этим при анализе БТ с ИТГ мы выделили сопровождающие ее ОТГ и ЗТГ. Помимо этого, отдельно остановились на частоте разрушения ГЯ. По нашему мнению, данная информация необходима при выборе тактики ведения раненого с боевыми повреждениями орбиты.

При наличии ЗТГ выполнение орбитотомии в меньшей степени сопряжено с риском интраоперационного повреждения ГЯ, в том числе его разгерметизации. Именно поэтому офтальмохирург имеет возможность выполнять хирургические вмешательства на орбите, в том числе удаление ИТ и костно-реконструктивные операции.

В случае ОТГ возможность выполнения хирургических вмешательств на орбите ограничена. Орбитотомия в большинстве случаев будет сопровождаться компрессией на структуры глазничного органокомплекса, что будет приводить к увеличению внутриглазного давления; как результат, высокая вероятность развития ятрогенного повреждения ГЯ в виде его разгерметизации и прочих осложнений. Столь же осторожным нужно быть после оперативных вмешательств на ГЯ с нарушением целостности его оболочек.

Постановка диагноза «разрушение ГЯ», как правило, требует проведения энуклеации или эвисцерации. В этой клинической ситуации мы всегда можем удалить ИТГ, а также выполнить реконструктивные (функциональные и косметические) оперативные вмешательства на орбите и ГЯ.

Именно поэтому мы считаем, что при БТ с ИТГ очень важно выделять указанные нами типы травмы ГЯ (ОТГ, ЗТГ, разрушение ГЯ). Эта информация составляет основу выбора тактики ведения таких пациентов.

С момента окончания ВОВ отсутствовали масштабные боевые действия (БД) [9]. В период БД в ДРА и КТО на Северном Кавказе количество офтальмологических санитарных потерь не давало достаточно репрезентативную выборку для комплексной оценки БТ с ИТГ [10, 13]. Наряду с этим модернизация вооружения, применение новых методов диагностики и совершенствование техник оперативного лечения в современных условиях требует актуализации данных об изучаемой нами БТ.

Нами был проанализирован характер повреждений при БТ с ИТГ, изучены сочетанность повреждений головы, травматические изменения костных стенок, характеристики ранящих снарядов, особенности и результаты оперативного лечения, а также сопутствующая травма ГЯ.

ВЫВОДЫ

1. При БТ с ИТГ в 54,4 % случаев наблюдается сочетание повреждений орбиты (костной глазницы и структур глазничного органокомплекса) с анатомическими структурами смежных с ней областей (нейрохирургической, оториноларингологической и челюстно-лицевой). При этом сочетанные по нейрохирургическому профилю повреждения встречались в 54,3 % случаев. Сочетание по двум и более профилям составило 35,1 % наблюдений.

2. Одновременное повреждение нескольких костных стенок глазницы было зафиксировано в 60,7 % случаев.

3. Среди ИТГ преобладали: одиночные — 50,6 %, среднего (1–1,5 см) размера — 40,5 % и неправильной геометрической формы — 83,3 %.

4. При оценке ферромагнитных свойств удаленных ИТГ выявлено, что в 51,2 % случаев они были магнитными.

5. Оперативное лечение для удаления ИТГ было признано целесообразным и выполнено в 58,1 % случаев. В 87,7 % из них цель операции была достигнута.

6. БТ с ИТГ сопровождается ОТГ и ЗТГ в 71,2 % и 28,8 % случаев соответственно.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Куликов А.Н. — критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания и окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Кольбин А.А. — подготовка статьи, ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания;
Горюнов Ф.А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, их анализ и интерпретация.

[1] Алексеева И.Б., Куликов А.Н., Ченцова Е.В. и др., Открытая травма глаза: клиника, диагностика, лечение: клинические рекомендации. Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». М.: ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца», 2017.

[2] Алексеева И.Б., Бойко Э.В., Куликов А.Н. Закрытая травма глаза: клинические рекомендации. Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов». М.: ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца», 2024.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Тришкин ДВ. Тысяча дней специальной военной операции. Избранные вопросы медицинского обеспечения. М., 2024:321.
   Trishkin DV. One thousand days of a special military operation. Selected issues of medical care. Moscow: 2024:321 (In Russ).
2. Сирко АГ. Огнестрельные ранения черепа и головного мозга во время вооруженного конфликта на востоке Украины. Сообщение 1. Клинические и структурно-функциональные особенности. Ukrainian Neurosurgical Journal. 2015:2:40–45.
   Sirko AG. Gunshot wounds to the skull and brain during the armed conflict in eastern Ukraine. Message 1. Clinical and structural-functional features. Ukrainian Neurosurgical Journal. 2015:2:40–45 (In Russ).
3. Поляк БЛ. Военно-полевая офтальмология (Боевые повреждения органа зрения): для врачей офтальмологов. 2-е изд., доп. Л.: «Медгиз», Ленингр. отделение, 1957. 88 с.
   Polyak BL. Military field ophthalmology (Combat damage to the organ of vision): for ophthalmologists. 2nd ed., suppl. Leningrad: Medgiz. Leningr. department, 1957. 388 p.: ill.
4. Поляк БЛ. Повреждения органа зрения. 1-е изд. Л..: Медицина. 1972:415.
   Polyak BL. Damage to the organ of vision. 1st ed. Leningrad: Medicine, 1972:415 (In Russ.).
5. Филатова ИА, Тишкова АП. О сложностях диагностики и тактики удаления гигантского инородного тела орбиты. Российский офтальмологический журнал. 2024:17(4):95–100.
   Filatova IA, Tishkova AP. On the difficulties of diagnostics and tactics of removing a giant foreign body from orbit. Russian Ophthalmological Journal. 2024:17(4):95–100 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-4-95-100.
6. Бойко ЭВ, Шамрей ДВ, Сосновский СВ, Куликов АН, Сравнительная оценка реабилитационных возможностей после органосохранных операций, выполненных по поводу тяжелых повреждений глаз. Военно-медицинский журнал. 2012;333(3):13–19.
   Boyko EV, Shamrey DV, Sosnovsky SV, Kulikov AN. Comparative assessment of rehabilitation possibilities after organ-preserving operations performed for severe eye injuries. Military Medical Journal. 2012;333(3):13–19 (In Russ.).
7. Музыкин МИ, Красиков АВ, Гребнев ГА, Куликов АН, Кольбин АА, Голованов АЕ, Цыган ЛС, Багненко АС, Сыроежкин ФА. Клинический опыт экспресс-прототипирования скуловорбитального комплекса при минно-взрывной травме. Российская ринология. 2024:32(3):223–230.
   Muzykin MI, Krasikov AV, Grebnev GA, Kulikov AN, Kolbin AA, Golovanov AE, Tsygan LS, Bagnenko AS, Syroezhkin FA. Clinical experience of rapid prototyping of a skuloorbital complex in case of mine-explosion injury. Russian rhinology. 2024:32(3):223–230 (In Russ.). doi: 10.17116/rosrino202432031223
8. Волков ВВ. Открытая травма глаза. СПб.: ВМедА, 2016.
   Volkov VV. Open eye injury. SPb.: VMedA, 2016 (In Russ.).
9. Барбель ИЭ. Огнестрельные повреждения орбиты. Опыт Советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. Т. 7. М.: Государственное издательство медицинской литературы, 1951:216–239.
   Barbel IE. Gunshot damage to the orbit. The experience of Soviet medicine in the Great Patriotic War of 1941–1945. Vol. 7. Moscow: State Publishing House of Medical Literature, 1951:216–239 (In Russ.).
10. Горбачёв ДС. Повреждения орбиты. 1-е изд. СПб.: ВМА им. С.М. Кирова, 2009. 37 с.
    Gorbachev DS. Damage to the orbit. 1st ed. Saint Petersburg: S.M. Kirov VMA Publ., 2009. 37 p. (In Russ.).
11. Ho VH, Wilson MW, Fleming JC, Haik BG. Retained intraorbital metallic foreign bodies. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2004 May;20(3):232–236. doi: 10.1097/01.iop.0000129014.94384.e6. PMID: 15167733.
12. Hou YT, Wei YH, Liao CK, Lin CF. Personalized multidisciplinary approach of orbital apex foreign body: A case report and literature review. Taiwan J Ophthalmol. 2022 Jul 15;12(3):374–377. doi: 10.4103/tjo.tjo_26_22.
13. Ерюхин ИА, Хрупкин ВИ. Опыт медицинского обеспечения войск в Афганистане 1979–1989 гг. М.: ГВКГ им. Н.Н. Бурденко, 2002:2:400.
    Yeryukhin IA, Frailkin VI. The experience of medical support for troops in Afghanistan 1979–1989. Moscow: N.N. Burdenko Medical School. 2002:2:400 (In Russ.).
14. Горбачев ДС, Куликов АН, Свистов ДВ, Савелло АВ, Кольбин АА, Мартынов РС, Леонгардт ТА. Комбинированное лечение редкого случая атипичного течения кавернозной гемангиомы. Офтальмологические ведомости. 2019;12(4):107–120.
    Gorbachev DS, Kulikov AN, Svistov DV, Savello AV, Kolbin AA, Martynov RS, Leonhardt TA. Combined treatment of a rare case of atypical course of cavernous hemangioma. Ophthalmology journal. 2019;12(4):107–120 (In Russ).
15. Горбачев ДС, Куликов АН, Козлов СС. Клинический случай эхинококкоза орбиты. Современные подходы к диагностике и лечению. Офтальмология. 2022;19(1):215–228.
    Gorbachev DS, Kulikov AN, Kozlov SS. A clinical case of orbital echinococcosis. Modern approaches to diagnosis and treatment. Ophthalmology. 2022;19(1):215–228 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-215-228.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Куликов Алексей Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, главный офтальмолог МО РФ, начальник кафедры офтальмологии имени проф. В.В. Волкова
https://orcid.org/0000-0002-5274-6993

Кольбин Алексей Анатольевич
преподаватель кафедры офтальмологии имени проф. В.В. Волкова
https://orcid.org/0000-0002-8305-3049

Горюнов Филипп Александрович
курсант
https://orcid.org/0009-0003-5475-6751

ABOUT THE AUTHORS

Kulikov Alexey N.
MD, Professor, chief ophthalmologist of the Ministry of Defense of the Russian Federation, head of the Department of Ophthalmology named after prof. V.V. Volkov
https://orcid.org/0000-0002-5274-6993

Kol'bin Alexey A.
lecturer at the Ophthalmology Department named after Professor V.V. Volkov
https://orcid.org/0000-0002-8305-3049

Goryunov Philip A.
cadet
https://orcid.org/0009-0003-5475-6751

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-531-537

поступила 14.05.25
was received 14.05.25

Лазерный витреолизис симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса. Сообщение 1. Ретроспективный 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], О.В. Галина[5], А.Ю. Галин[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] ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Воровского, 64, Челябинск, 454092, Российская Федерация

[5] ООО МО «Оптик-Центр»
ул. 40-летия Октября, 15/1, Челябинск, 454007, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):531–537**

Цель работы: провести ретроспективные исследования и выявить частоту удовлетворенности, количество осложнений при YAG-лазерном витреолизисе симптоматических плавающих помутнений по типу кольца Вейса. **Методы.** Проведен ретроспективный анализ лазерного витреолизиса (ЛВ) за период с августа 2016 по декабрь 2024 года (400 недель) по амбулаторным картам 966 пациентов (1187 глаз, 1532 сеанса лечения). Выделены две исследовательские группы по времени лечения от момента появления симптоматического плавающего помутнения (СПП) по типу кольца Вейса: I группа (ранний витреолизис) — 309 пациентов (355 глаз), проведенный в любые сроки до 3 месяцев на фоне полной задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ) и профессиональной необходимости высокого зрения; II группа (отсроченный витреолизис) — 657 пациентов (832) глаза — через 3 и более месяцев на фоне полной ЗОСТ. Лазерный витреолизис выполнялся с использованием лазерной системы Ultra Q Reflex (Ellex Medical Lasers, Australia). **Результаты.** Сравнительный анализ ретроспективных исследований раннего и отсроченного витреолизиса выявил высокие показатели удовлетворенности пациентов (93,8 и 91,6 % соответственно), а также низкую частоту осложнений лазерного витреолизиса (0,2 и 0,4 % соответственно). **Заключение.** YAG-лазерный витреолизис является безопасным и эффективным методом лечения симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела по типу кольца Вейса с высокой степенью удовлетворенности пациентов. Ранний витреолизис симптоматических помутнений по типу кольца Вейса на фоне полной ЗОСТ является методом выбора лазерного лечения.

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 1. Ретроспективный анализ. *Офтальмология.* 2025;22(3):531–537. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-531-537

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 1. Retrospective Analysis

V.A. Shaimova[1,2], S.Kh. Kuchkildina[2], T.B. Shaimov[2], R.B. Shaimov[2,3], J.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] 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. 2025;22(3):531–537**

Purpose: To perform a retrospective study and evaluate patient satisfaction rates and the incidence of complications associated with YAG laser vitreolysis for symptomatic Weiss ring floaters, comparing early and delayed intervention timing following posterior vitreous detachment (PVD). **Methods.** A retrospective analysis of laser vitreolysis (LV) was conducted over the period from August 2016 to December 2024 (400 weeks) using outpatient records of 966 patients (1187 eyes, 1532 treatment sessions). Two study groups were identified based on the time from appearance of Weiss ring symptomatic floaters (SF): Group I (early vitreolysis) — 309 patients (355 eyes), treated within 3 months with complete PVD. Laser vitreolysis was performed using the Ultra Q Reflex laser system (Ellex Medical Lasers, Australia). **Results:** Retrospective studies of early and delayed vitreolysis showed high patient satisfaction rates (93.8% and 91.6%, respectively) and low incidence of laser vitreolysis complications (0.2% and 0.4%, respectively). **Conclusion.** YAG laser vitreolysis is a safe and effective method for treating symptomatic vitreous floaters with high patient satisfaction rates. Early vitreolysis of Weiss ring symptomatic floaters with complete PVD is the treatment of choice for laser therapy.

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 J.V., Ivin M.S., Galina O.V., Galin A.Yu. Laser Vitreolysis of Symptomatic Vitreous Floaters. Report 1. Retrospective Analysis. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):531–537. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-531-537

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

There is no conflict of interests.

Клинически значимые плавающие помутнения стекловидного тела существенно влияют на качество жизни [1–3], могут быть источником психического раздражения и стресса [4], приводить к депрессии и тревоге [5], снижению остроты зрения или контрастной чувствительности глаза [6–8].

У многих пациентов, по данным A.M. Wagle и соавт. (2011), с течением времени адаптации к плавающим помутнениям не происходит, что обусловливает необходимость перехода к активной тактике ведения таких пациентов [9, 10]. Это привело к появлению терминологии: «vision-degrading myodesopsia» («ухудшающая зрение миодезопсия») [11, 12], симптоматические плавающие помутнения (SVO, СПП) [13]. По данным ряда авторов, пациенты с выраженным симптомом плавающих помутнений часто являются одними из самых неудовлетворенных качеством зрения и, соответственно, качеством жизни [14]. В зависимости от степени постоянной неудовлетворенности, а также с учетом требований к зрительным функциям чистое «ожидание» и «наблюдение» может оказаться трудным или даже неприемлемым вариантом для пациентов [15].

S. Schmitz-Valckenberg и соавт. (2020) считают, что YAG-лазерный витреолизис может быть предложен в качестве инновационной технологии вместо терпения и пассивного наблюдения [16] как альтернативный метод лечения симптоматических плавающих помутнений [15, 17]. Однако в литературе по этому вопросу нет единого мнения. Одни авторы отмечают, что безопасность и эффективность этого метода не подтверждена [12, 14, 18, 19], другие считают, что лазерный витреолизис (ЛВ) — высокоэффективный метод лечения плавающих помутнений [1, 20–25].

Целью работы явилось проведение ретроспективных исследований и выявление частоты удовлетворенности, количества осложнений при YAG-лазерном лечении симптоматических плавающих помутнений по типу колец Вейса при раннем и отсроченном витреолизисе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией об исследованиях с участием людей. Все участники были проинформированы о цели и дизайне исследования и подписали информированное согласие на использование данных, полученных в ходе офтальмологического обследования. За период с августа 2016 по декабрь 2024 года (400 недель) YAG-лазерный витреолизис (ЛВ) был выполнен у 966 пациентов (1187 глаз, 1532 сеанса), из них 737 (76,3 %) женщин и 229 (23,7 %) мужчин. Возраст пациентов составил 61 [56; 68] год в диапазоне от 26 до 91 года.

Критериями включения были следующие факторы: наличие симптоматического кольца Вейса; зрительный дискомфорт по самооценке не менее 4 баллов по шкале от 0 до 10, где 0 указывает на отсутствие симптомов, а 10 указывает на изнурительные симптомы; расположение помутнений на расстоянии не менее 3 мм от сетчатки и от задней капсулы хрусталика, прозрачные оптические среды; подписанное информированное согласие.

Критериями невключения явились: наличие фотопсий, метаморфопсий, крупных плотных пленчатых помутнений стекловидного тела, гемофтальм, некомпенсированная глаукома, офтальмогипертензия, воспалительные, дегенеративные, сосудистые заболевания глаз.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.0 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Нормальность распределения оценивалась с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. При отсутствии нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) нижнего и верхнего квартилей [LQ; UQ], сравнение двух групп выполнено с помощью *U*-критерия Манна — Уитни.

95 % доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера — Пирсона. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнено с помощью критерия хи-квадрат Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Выделены две исследовательские группы в зависимости от времени проведения YAG-лазерного витреолизиса с момента появления СПП по типу кольца Вейса: I группа — ранний ЛВ, 309 пациентов (355 глаз), из них 239 (77,3 %) женщин, 70 (22,7 %) мужчин, возраст 60 [55; 65] лет, лечение проведено в любой период до 3 мес. при наличии полной ЗОСТ и профессиональной необходимости высокого зрения; II группа — отсроченный ЛВ, 657 пациентов (832 глаза), их них 498 (75,8 %) женщин, 159 (24,2 %) мужчин, возраст 62 [57; 68] года, лечение проведено в сроки более 3 мес. и более после полной ЗОСТ. Группы статистически значимо различались по возрасту $p = 0,003$*, но не различались по полу ($p = 0,60$) и рефракции ($p = 0,54$).

Исследование рефракции в группах раннего и отсроченного ЛВ показало преобладание миопии (69,3 и 66 % соответственно), реже встречалась гиперметропия (21,1 и 23,4 % соответственно) и эмметропия (9,6 и 10,6 % соответственно).

Результаты исследования сроков проведения YAG-лазерного витреолизиса от времени появления кольца Вейса в группах сравнения были различными и представлены в таблице 1.

Данные таблицы 1 показывают, что в группе раннего ЛВ большинство глаз оперировано в период от 1 до 4 и от 4 до 8 недель (12 и 11,9 % соответственно). Интересен факт, что в период от 1 до 7 дней после ЗОСТ проведен ЛВ в 19 глазах (1 пациент — в срок 1 день). В отсроченной группе в большинстве случаев (23,9 %) этот период составил от 12 до 60 мес. Кроме того, 80 глаз были оперированы в сроки от 60,1 до 360 мес. (30 лет).

В связи с большими размерами некоторых симптоматических помутнений проводилось несколько сеансов лазерного лечения. Общее количество сеансов лазерного витреолизиса в обеих группах составило 1532: при раннем витреолизисе — 453 сеанса, при отсроченном — 1079. Данные представлены в таблице 2.

Анализ таблицы 2 показывает отсутствие статистической значимости при сравнении количества сеансов в двух исследуемых группах. Следует отметить, что в группах раннего и отсроченного ЛВ преобладал один сеанс проведения лазерного лечения (81,1 и 77,3 % соответственно).

Таблица 1. Сроки проведения ЛВ в исследуемых группах в зависимости от времени появления кольца Вейса

Table 1. Timing of laser vitreolysis (LV) by study groups based on Weiss ring appearance time

Группы Groups	Сроки ЛВ	Количество глаз абс. число (%)	95 % ДИ
Ранний ЛВ *n* = 355 глаз Early LV *n* = 355 eyes	1 день — 1 нед. 1 day — 1 week	19 (1,6)	1,0–2,5
	1,1–4 нед. 1.1–4 weeks	143 (12,0)	10,2–14,0
	4,1–8 нед. 4.1–8 weeks	141 (11,9)	10,1–13,9
	8,1–12 нед. 8.1–12 week	52 (4,4)	3,3–5,7
Отсроченный ЛВ *n* = 832 глаза Delayed LV *n* = 832 eyes	3–6 мес. 3–6 months	252 (21,2)	18,9–23,7
	6,1–12 мес. 6.1–12 months	216 (18,2)	16,0–20,5
	12,1–60 мес. 12.1–60 months	284 (23,9)	21,5–26,5
	60,1–360 мес. 60.1–360 months	80 (6,7)	5,4–8,3

Таблица 2. Количество сеансов лазерного витреолизиса в исследуемых группах

Table 2. Number of laser vitreolysis sessions in the study groups

Количество операций Number of sessions	Ранний ЛВ, абс. число (%) Early LV, n (%)	Отсроченный ЛВ, абс. число (%) Delayed LV, n (%)	*p*-value
1	288 (81,1)	643 (77,3)	0,115
2	44 (12,4)	148 (17,8)	
3	17 (4,8)	31 (3,7)	
4	5 (1,4)	5 (0,6)	
5	0 (0,0)	3 (0,4)	
6	1 (0,3)	2 (0,2)	
Всего Total	453 (100)	1079 (100)	

Таблица 3. Частота интраоперационных осложнений в исследуемых группах

Table 3. Intraoperative complication rates in the study groups

Осложнения Complications	Ранний ЛВ, абс. число (%) Early LV, n (%)	Отсроченный ЛВ, абс. число (%) Delayed LV, n (%)	*p*-value
Без осложнений No complications	452 (99,78)	1075 (99,63)	1,0
Всего осложнений Total complications	1 (0,22)	4 (0,37)	
из них: including: – субретинальное кровоизлияние – subretinal hemorrhage	1 (0,22)	3 (0,28)	
– дисцизия фиброзированной задней капсулы при артифакии – discission of fibrotic posterior capsule in pseudophakia	0 (0)	1 (0,09)	

Лазерный витреолизис плавающих помутнений выполнялся с использованием лазерной системы Ultra Q Reflex (Ellex Medical Lasers, Австралия) со следующими параметрами: длина волны 1064 нм, длительность импульса 4 нс, диаметр пятна 8 мкм, энергия лазерного воздействия подбиралась индивидуально (в среднем 5–7 мДж) начиная с малой величины энергии (3 мДж), затем увеличивали ее до появления симптомов вапоризации (появление хорошо различимых пузырьков). Технические параметры в группах раннего и отсроченного витреолизиса: общее количество импульсов (7–491 и 11–548 мДж соответственно), максимальная суммарная энергия одной процедуры лечения (3433 и 3578 мДж соответственно).

Состояние стекловидного тела до и после раннего лазерного витреолизиса представлено на рисунке 1.

Состояние стекловидного тела до и после отсроченного лазерного витреолизиса представлены на рисунке 2.

Особое значение в лазерной хирургии имеет количество осложнений, которые возникают во время оперативного лечения. Сравнительная оценка интраоперационных осложнений среди исследуемых групп во время проведения 1532 сеансов YAG-лазерного витреолизиса представлена в таблице 3.

Как следует из таблицы, количество осложнений выше в группе отсроченного витреолизиса, хотя различия не имеют статистической значимости. Увеличенное количество осложнений в отсроченной группе можно объяснить отсутствием опыта при проведении первых операций (2 глаза), что согласуется с данными литературы [26], и применением режима двойных импульсов (3 глаза) при тонком пленчатом помутнении на расстоянии 3–3,5 мм. Это можно объяснить развитием высокой пиковой энергии в одной точке и увеличением ударной волны от лазерного воздействия [27, 28].

Пример интраоперационного осложнения в виде субретинальных геморрагий в группе раннего лазерного витреолизиса представлен на рисунке 3.

Пример интраоперационного осложнения в виде субретинальной геморрагии в группе отсроченного ЛВ представлен на рисунке 4.

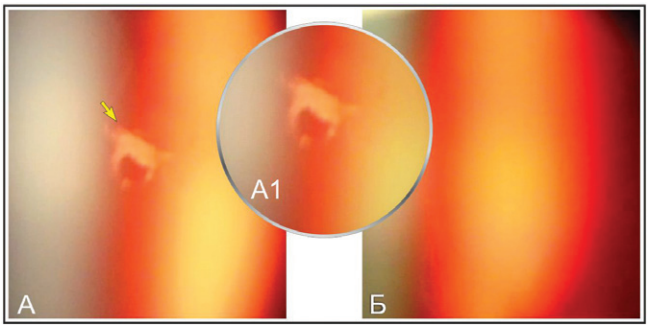


Рис. 1. Изображения стекловидного тела до и после YAG-лазерного витреолизиса в группе раннего лазерного витреолизиса. А, А1 — состояние до лечения: желтая стрелка указывает на плавающее помутнение по типу кольца Вейса; В — после лечения: отсутствует кольцо Вейса

Fig. 1. Vitreous images before and after YAG laser vitreolysis in the early LV group. A, A1 — before treatment: yellow arrow indicates Weiss ring floater. B — after treatment: Weiss ring is absent

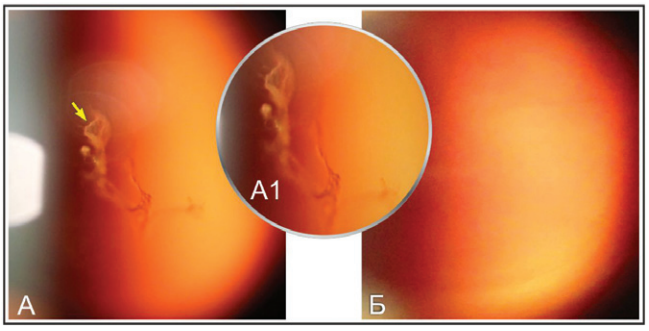


Рис. 2. Изображения стекловидного тела до и после YAG-лазерного витреолизиса в группе отсроченного лазерного витреолизиса. А, А1 — состояние до лечения: желтая стрелка указывает на плавающее помутнение по типу кольца Вейса; В — после лечения: отсутствует кольцо Вейса

Fig. 2. Vitreous images before and after YAG laser vitreolysis in the delayed LV group. A, A1 — before treatment: yellow arrow indicates Weiss ring floater. B — after treatment: Weiss ring is absent

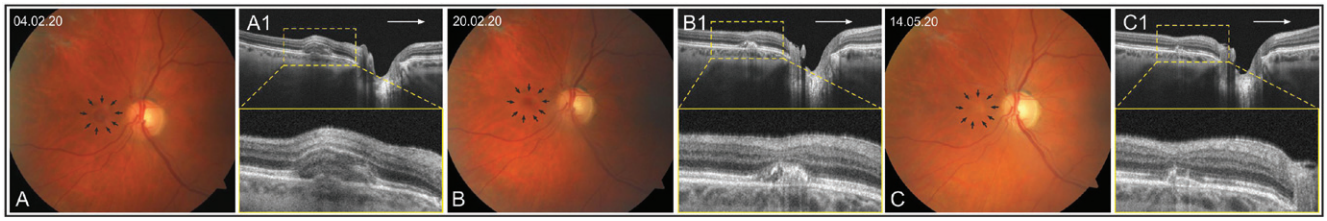


Рис. 3. Динамика состояния сетчатки при субретинальном кровоизлиянии в группе раннего ЛВ. А — фото цветное: состояние в момент интраоперационного осложнения (04.02.2020), А1 — горизонтальный скан ОКТ в режиме Line: определяется субретинальное кровоизлияние; B–B1 (20.02.2020), C–C1 (14.05.2020): соответствующие изображения в динамике

Fig. 3. Time-course retinal changes in subretinal hemorrhage, early LV group. A — color fundus photo: intraoperative complication (04.02.2020). A1 — line scan OCT: subretinal hemorrhage is detected. B–B1 (20.02.2020), C–C1 (14.05.2020): corresponding follow-up images

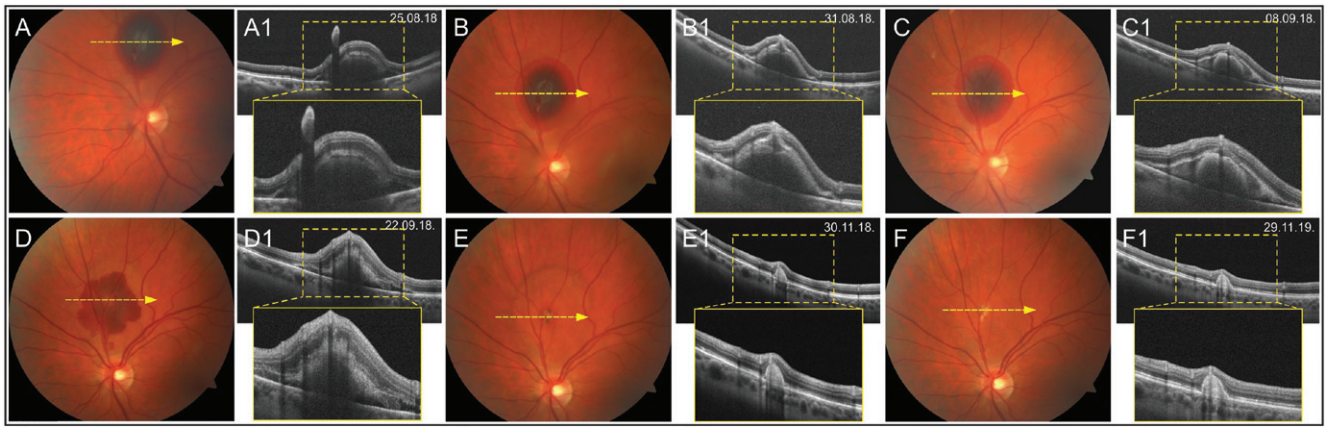


Рис. 4. Динамика состояния сетчатки при субретинальном кровоизлиянии в группе отсроченного ЛВ. А — фото цветное: состояние в момент интраоперационного осложнения (25.08.2018), А1 — горизонтальный скан ОКТ в режиме Line: определяется субретинальное кровоизлияние; B–B1(31.08.2018), C–C1 (08.09.2018), D–D1 (22.09.2018), E–E1 (30.11.2018), F–F1 (20.11.2019): соответствующие изображения в динамике

Fig. 4. Time-course retinal changes in subretinal hemorrhage, delayed LV group. A — color fundus photo: intraoperative complication (25.08.2018). A1 — line scan OCT: subretinal hemorrhage is detected. B–B1(31.08.2018), C–C1 (08.09.2018), D–D1 (22.09.2018), E–E1 (30.11.2018), F–F1 (20.11.2019): corresponding follow-up images

Следует отметить, что в течение 1–3 мес. после появления субретинальных кровоизлияний сетчатки состояние пациентов улучшилось и жалоб пациенты не предъявляли, объективные исследования (широкопольное фотографирование, широкоугольное ОКТ-сканирование, ультразвуковое В-сканирование) показали стабилизацию состояния витреоретинального интерфейса и всех слоев сетчатки.

Субъективную оценку удовлетворенности лазерным витреолизисом проводили по 5-балльной шкале опросника (1 балл — ухудшение, 2 балла — отсутствие изменений, 3 балла — частичный успех, 4 балла — значительный успех, 5 баллов — полный успех) через 6 мес. после последнего сеанса лечения [22, 29]. Результаты субъективной оценки после ЛВ: полный успех, значительная удовлетворенность, частичная удовлетворенность, отсутствие изменений составили для раннего витреолизиса (64,2, 29,6, 5,8 и 0,4 % соответственно); для отсроченного витреолизиса 58,1, 33,5; 8,1 и 0,5 % соответственно; случаев ухудшения состояния после лазерного витреолизиса не наблюдалось. Частичная удовлетворенность объяснялась наличием остатков от плавающего помутнения, расположенных близко к поверхности сетчатки (менее 3 мм), что не позволяло провести дополнительный лазерный витреолизис; отсутствие изменений после лечения имело место в связи с наличием/появлением дополнительных ретролентальных помутнений (дуэт помутнений). Данные пациенты были направлены на витрэктомию.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

По данным литературы, пациенты с выраженными симптоматическими плавающими помутнениями готовы сократить на 1,1 год каждые 10 лет оставшейся жизни, чтобы избавиться от «надоедливых» помутнений и согласны принять в среднем 11 % риска смерти и 7 % риска слепоты [9], так как являются одними из самых несчастных пациентов [14]. Многие авторы считают, что лазерный витреолизис является эффективным, безопасным методом лечения плавающих помутнений [2, 22, 30, 31]. Однако по данным ряда авторов, широкому

распространению лазерного витреолизиса помешали неоднозначные и противоречивые мнения, касающиеся эффективности и безопасности, описанные в литературе [18].

Представленный анализ результатов ретроспективных исследований, по нашим данным, является самым масштабным среди опубликованных ранее материалов и определил высокие показатели значительного и полного успеха в группах раннего и отсроченного витреолизиза (93,8 и 91,6 % соответственно), что соответствует данным литературы, в которых указывается на 2,5–100 % [22, 29, 30]. Учитывая, что пациентам отсроченной группы в 80 глазах проведен лазерный витреолизис в отдаленном периоде от даты появления симптоматических плавающих помутнений — от 60,1 до 360 мес. (30 лет), эти данные показывают, что у некоторых пациентов значительно снижается качество жизни [1, 2], которое не улучшается, несмотря на длительную продолжительность их появления.

Частота осложнений YAG-лазерного витреолизиса составила в среднем 0,3 % при раннем и отсроченном лечении (0,2 и 0,4 % соответственно), то есть является низкой и соответствует данным литературы (от 0,8 до 3,75 %) [26, 31, 32].

Таким образом, представленные ретроспективные исследования на большом материале (966 пациентов, 1187 глаз, 1532 сеанса лечения) показали, что YAG-лазерный витреолизис является безопасным, неинвазивным, эффективным методом лечения симптоматических плавающих помутнений по типу кольца Вейса. Ранний лазерный витреолизис может выполняться в любой срок от момента появления кольца Вейса при соблюдении следующих факторов: наличие полной ЗОСТ, профессиональной необходимости в высоком зрении, а также при соблюдении общепринятых критериев: наличие симптоматических плавающих помутнений (не менее 4 баллов из 10) [22], расстояние от кольца Вейса до сетчатки и задней капсулы хрусталика не менее 3 мм [15], прозрачность сред; отсутствие фотопсий, метаморфопсий, крупных плотных пленчатых помутнений стекловидного тела, гемофтальма, некомпенсированной глаукомы, офтальмогипертензии, воспалительных, дегенеративных, сосудистых заболеваний глаз [33].

ВЫВОДЫ

1. Лазерный витреолизис является безопасным и эффективным методом лечения симптоматических плавающих помутнений стекловидного тела с высокой степенью удовлетворенности пациентов.
2. Ранний витреолизис после полной ЗОСТ является методом выбора лазерного лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шаимова В.А. —написание, научное редактирование текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Кучкильдина С.Х. — изучение источников литературы, сбор и обработка данных, написание, научное редактирование текста;
Шаимов Т.Б. — сбор и обработка данных, написание текста, научное редактирование текста;
Шаимов Р.Б. — изучение источников литературы, написание текста, научное редактирование текста;
Носуль Ю.В. — написание текста, научное редактирование текста;
Ивин М.С. — сбор и обработка данных;
Галина О.В. — сбор и обработка данных, написание текста;
Галин А.Ю. — сбор и обработка данных, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Sun X, Tian J, Wang J, Zhang J, Wang Y, Yuan G. Nd:YAG Laser Vitreolysis for Symptomatic Vitreous Floaters: Application of Infrared Fundus Photography in Assessing the Treatment Efficacy. J Ophthalmol. 2019;2019:8956952. doi: 10.1155/2019/8956952.
2. Lin T, Li T, Zhang X, Hui Y, Moutari S, Pazo EE, Dai G, Shen L. 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.
3. Woudstra-de Jong JE, Manning-Charalampidou SS, Vingerling H, Busschbach JJ, Pesudovs K. Patient-reported outcomes in patients with vitreous floaters: a systematic literature review. Surv Ophthalmol. 2023;68(5):875–888. doi:10.1016/j.survophthal.2023.06.003.
4. Partin M, Lighthizer N. Sinking the Floaters. With laser indications proliferating, optometry can do more to address patients troubled by the benign debris. Review of Optometry. 2020;157(2):80–86.
5. Kim YK, Moon SY, Yim KM, Seong SJ, Hwang JY, Park SP. Psychological distress in patients with symptomatic vitreous floaters. J Ophthalmol. 2017;2017:3191576. doi: 10.1155/2017/3191576.
6. Sebag J, Yee KM, Wa CA, Huang LC, Sadun AA. Vitrectomy for floaters: prospective efficacy analyses and retrospective safety profile. Retina. 2014;34(6):1062–1068. doi: 10.1097/iae.0000000000000065.
7. Hahn P, Schneider EW, Tabandeh H, Wong RW, Emerson GG; American Society of Retina Specialists Research and Safety in Therapeutics (ASRS ReST) Committee. Reported complications following laser vitreolysis. JAMA Ophthalmol. 2017;135(9):973–976. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2017.2477.
8. Garcia GA, Khoshnevis M, Yee KMP, Nguyen-Cuu J, Nguyen JH, Sebag J. Degradation of contrast sensitivity function following posterior vitreous detachment. Am J Ophthalmol. 2016;172:7–12. doi: 10.1016/j.ajo.2016.09.005.
9. Wagle AM, Lim WY, Yap TP, Neelam K, Au Eong KG. Utility values associated with vitreous floaters. Am J Ophthalmol. 2011;152(1):60–65.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2011.01.026.
10. 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. doi:10.1186/s13063-024-07924-1.
11. Rostami B, Nguyen-Cuu J, Brown G, Brown M, Sadun AA, Sebag J. Cost-effectiveness of limited vitrectomy for vision-degrading myodesopsia. Am J Ophthalmol. 2019;204:1–6. doi: 10.1016/j.ajo.2019.02.032.
12. Sebag J. Vitreous and Vision Degrading Myodesopsia. Prog Retin Eye Res. 2020;79:100847. doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100847.
13. Ivanova T, Jalil A, Antoniou Y, Bishop PN, Vallejo-Garcia JL, Patton N. Vitrectomy for primary symptomatic vitreous opacities: an evidence-based review. Eye (Lond). 2016;30(5):645–655. doi: 10.1038/eye.2016.30.
14. Su D, Shah CP, Hsu J. Laser vitreolysis for symptomatic floaters is not yet ready for widespread adoption. Surv Ophthalmol. 2020;65(5):589–591. doi: 10.1016/j.survophthal.2020.02.007.
15. Brasse K, Schmitz-Valckenberg S, Jünemann A, Roider J, Hoerauf H. YAG-Laser-Vitreolyse zur Behandlung von störenden Glaskörpertrübungen [YAG laser vitreolysis for treatment of symptomatic vitreous opacities]. Ophthalmologe. 2019;116(1):73–84 (In German). doi: 10.1007/s00347-018-0782-1.
16. Schmitz-Valckenberg S, Brasse K, Hoerauf H. Degenerative Glaskörpertrübungen [Vitreous floaters]. Ophthalmologe. 2020;117(5):485–496 (In German). doi: 10.1007/s00347-020-01094-6.
17. 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.
18. 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.
19. Milston R, Madigan MC, Sebag J. Vitreous floaters: etiology, diagnostics, and management. Surv Ophthalmol. 2016;61(2):211–227. doi: 10.1016/j.survophthal.2015.11.008.
20. Шаимова ВА, ред. Плавающие помутнения стекловидного тела: диагностика, лечение, осложнения: атлас. СПб.: Человек; 2022.
Shaimova VA, ed. Vitreous floaters: diagnosis, treatment, complications: atlas. Saint Petersburg: Chelovek; 2022 (In Russ.).
21. Luo J, An X, Kuang Y. Efficacy and safety of yttrium-aluminium garnet (YAG) laser vitreolysis for vitreous floaters. J Int Med Res. 2018;46(11):4465–4471. doi: 10.1177/0300060518794245.

22. 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.
23. Шаимова ВА, Шаимов ТБ, Галин АЮ, Шаимов РБ, Кравченко ТГ, Титова СВ. ОКТ-визуализация плавающих помутнений стекловидного тела для оценки эффективности лазерного витреолизиса. Отражение. 2019;2:45–50. doi: 10.25276/2686-6986-2019-2-45-50.
Shaimova VA, Shaimov TB, Galin AYu, Shaimov RB, Kravchenko TG, Titova SV. OCT visualization of vitreous floaters for evaluation of the efficiency of laser vitreolyzis. Otrazhenie. 2019;2:45–50 (In Russ.). doi: 10.25276/2686-6986-2019-2-45-50.
24. Шаимова ВА, Кучкильдина СХ, Исламова ГР, Титова СВ, Дмух ТС, Кравченко ТТ. Исследование эффективности и безопасности YAG-лазерного витреолизиса в раннем периоде полной задней отслойки стекловидного тела. Отражение. 2022;2:43–45. doi: 10.25276/2686-6986-2022-2-39-41.
Shaimova VA, Kuchkildina SKh, Islamova GR, Titova SV, Dmukh TS, Kravchenko TG. A research of the efficiency and safety of YAG-laser vitreolysis in the early period of complete posterior vitreous detachment. Otrazhenie. 2022;2:43–45 (In Russ.). doi: 10.25276/2686-6986-2022-2-39-41.
25. Шаимова ВА, Кучкильдина СХ, Исламова ГР. Ранний лазерный витреолизис: атлас. СПб.: Человек; 2023.
Shaimova VA, Kuchkil'dina SKh, Islamova GR. Early laser vitreolysis: atlas. Saint Petersburg: Chelovek; 2023 (In Russ.).
26. Singh IP. Novel OCT Application and Optimized YAG Laser Enable Visualization and Treatment of Mid- to Posterior Vitreous Floaters. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina. 2018;49(10):806–811. doi: 10.3928/23258160-20181002-10.
27. Jang HW, Chun SH, Park HC, Ryu HJ, Kim IH. Comparative study of dual-pulsed 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser and single-pulsed 1064 nm Q-switched Nd:YAG laser by using zebrafish model and prospective split-face analysis of facial melasma. J Cosmet Laser Ther. 2017;19(2):114–123. doi: 10.1080/14764172.2016.1262958.
28. Lin T, Wang D, Shen L. An energy efficiency assessment of Yttrium-aluminum-garnet laser in vitro. Lasers Med Sci. 2024;39(1):97. doi: 10.1007/s10103-024-04041-y.
29. Delaney YM, Oyinloye A, Benjamin L. Nd:YAG vitreolysis and pars plana vitrectomy: surgical treatment for vitreous floaters. Eye (Lond). 2002;16(1):21–26. doi: 10.1038/sj.eye.6700026.
30. Tsai WF, Chen YC, Su CY. Treatment of vitreous floaters with neodymium YAG laser. Br J Ophthalmol. 1993;77(8):485–488. doi: 10.1136/bjo.77.8.485.
31. Ankamah E, Pavičić-Astaloš J, Budimlija N, Ibrahim F, Kirwan C, Hayes P, Ng E. Nd:YAG laser vitreolysis for managing symptomatic vitreous floaters: efficacy assessment using vitreous opacity area quantification. Research Square. Posted Feb 10, 2023. doi: 10.21203/rs.3.rs-2565214/v1.
32. Thompson P, Mammo D, Roston S, Olson J. Subjective Improvement and Complications following Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet Vitreolysis. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2022;63(7):3799–F0220.
33. 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.

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 department
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

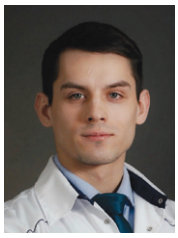
Galina Olga V.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0001-0023-0522

Galin Aleksei Yu.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-4304-0104

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-538-546

поступила 07.05.25
was received 07.05.25

Комбинированное лазерно-хирургическое лечение пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диабетическим макулярным отеком


П.Л. Володин А.И. Баталов Е.В. Иванова

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

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):538–546**

Цель: проанализировать клинико-функциональные и анатомические результаты комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающего антиангиогенную терапию, панретинальную лазеркоагуляцию (ПРК) и прецизионную YAG-лазерную диссекцию у пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией (ПДР), осложненной развитием эпиретинального глиоза и диабетического макулярного отека (ДМО). **Пациенты и методы.** Всего в исследование были включены 18 пациентов (18 глаз) с ПДР в сочетании с эпиретинальным глиозом и ДМО, которым поэтапно выполняли комбинированное лазерно-хирургическое лечение: антиангиогенная терапия, ПРК, YAG-лазерная диссекция эпиретинального глиоза. В общей когорте пациентов средний возраст составил 60,7 ± 4,9 года. Всем пациентам до лечения, а также в сроки 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства выполняли исследование некорригированной и максимальной корригированной остроты зрения (НКОЗ, МКОЗ), компьютерную микропериметрию, оптическую когерентную томографию и цифровую фоторегистрацию глазного дна на широкопольной фундус-камере. ИАГ лазерная диссекция эпиретинального глиоза выполнялась на установке Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex). **Результаты.** Среднее значение НКОЗ до операции составило 0,23 ± 0,14, МКОЗ — 0,38 ± 0,13. Во всех случаях после проведенного комбинированного лечения через 12 месяцев наблюдения отмечалось достоверное улучшение как НКОЗ ($p < 0,05$), так и МКОЗ ($p < 0,05$). Через 12 месяцев наблюдения среднее значение НКОЗ составило 0,35 ± 0,11, МКОЗ — 0,47 ± 0,14. До операции всем пациентам проводили измерение центральной толщины сетчатки (ЦТС), среднее значение составило 529 ± 97 мкм, что свидетельствовало о наличии макулярного отека. Через 12 месяцев наблюдения ЦТС достоверно уменьшилась ($p < 0,05$), составив в среднем 344 ± 23 мкм. По результатам компьютерной периметрии светочувствительность сетчатки до проведения лечения в среднем составила 17,7 ± 2,7 дБ и постепенно повышалась на фоне лечения. Через 12 месяцев наблюдения светочувствительность составила 19,6 ± 2,4 дБ. В указанные сроки наблюдения достигнута стабилизация анатомических и функциональных показателей. **Заключение.** Полученные клинико-функциональные результаты свидетельствуют о достаточной эффективности и безопасности предложенного комбинированного поэтапного лазерно-хирургического лечения, включающего интравитреальную антиангиогенную терапию, панретинальную лазерную коагуляцию и YAG-лазерную диссекцию, у пациентов с ПДР в сочетании с эпиретинальным глиозом и ДМО.

Ключевые слова: пролиферативная диабетическая ретинопатия, диабетический макулярный отек, эпиретинальный глиоз, YAG-лазерная диссекция, оптическая когерентная томография

Для цитирования: Володин П.Л., Баталов А.И., Иванова Е.В. Комбинированное лазерно-хирургическое лечение пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диабетическим макулярным отеком. *Офтальмология.* 2025;22(3):538–546. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-538-546

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Combined Laser Surgical Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy in Combination with Diabetic Macular Edema

P.L. Volodin, A.I. Batalov, E.V. Ivanova

S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovsky blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):538–546**

Purpose. To evaluate the clinical, functional and anatomical results of combined laser surgical treatment, including antiangiogenic therapy, panretinal laser coagulation (PRC) and precise YAG laser dissection in patients with proliferative diabetic retinopathy (DR) complicated by the development of epiretinal gliosis and diabetic macular edema (DME). **Patients and methods.** A total of 18 patients (18 eyes) with PDR in combination with epiretinal gliosis and DME were included in the study, who underwent step-by–step combined laser surgical treatment: 1 — antiangiogenic therapy, 2 — PRC, 2 — YAG-laser dissection of epiretinal gliosis. In the general cohort of patients, the average age was 60.7 ± 4.9 years. Before the treatment, as well as within 1, 3, 6, and 12 months after the intervention, all patients underwent uncorrected and best corrected visual acuity (UCVA and BCVA), computer microperimetry, optical coherence tomography, and digital photoregistration of the fundus on a wide-field fundus camera. YAG laser dissection of epiretinal gliosis was performed using an Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex) device. **Results.** The average value of the UCVA before surgery was 0.23 ± 0.14, and the best BCVA was 0.38 ± 0.13. In all cases, after the combined treatment, after 12 months of follow-up, there was a significant improvement in both UCVA ($p < 0.05$) and BCVA ($p < 0.05$). After 12 months of follow-up, the average UCVA value was 0.35 ± 0.11, and the BCVA was 0.47 ± 0.14. Before surgery, all patients underwent the CRT measurements, the average value was 529 ± 97 microns, which indicated the presence of macular edema. After 12 months of follow-up, the CRT significantly decreased ($p < 0.05$), averaging 344 ± 23 microns. According to the results of computer perimetry, retinal photosensitivity before treatment averaged 17.7 ± 2.7 dB, gradually increasing with treatment. After 12 months of observation, the photosensitivity was 19.6 ± 2.4 dB. During the indicated follow-up period, stabilization of anatomical and functional parameters was achieved. **Conclusion.** The obtained clinical and functional results indicate sufficient efficacy and safety of the proposed combined phased laser surgical treatment, including intravitreal antiangiogenic therapy, panretinal laser coagulation and YAG laser dissection, in patients with DR in combination with epiretinal gliosis and DME.

Keywords: proliferative diabetic retinopathy, diabetic macular edema, epiretinal gliosis, YAG laser dissection, optical coherence tomography.

For citation: Volodin P.L., Batalov A.I., Ivanova E.V. Combined Laser Surgical Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy in Combination with Diabetic Macular Edema. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):538–546. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-538-546

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет (СД) — одно из наиболее распространенных хронических заболеваний — приводит к развитию инвалидизирующих и опасных для жизни осложнений. Распространенность СД к 2024 году существенно возросла в странах с любым уровнем дохода. По данным федеральной статистики сахарного диабета, в Российской Федерации (РФ) наблюдается прогрессирующий рост заболеваемости СД (5 168 896 пациентов, или 3,5 % населения) [1]. Диабетическая ретинопатия (ДР) и диабетический макулярный отек (ДМО) являются преобладающими причинами потери зрения у пациентов с СД [2].

ДР стоит на первом месте по тяжести поражения сетчатки и прогноза течения относительно потери центрального зрения и развивается у каждого третьего пациента с СД вне зависимости от возраста [3, 4]. Число пациентов с ДР в РФ на конец 2021 года составило 434 757 человек (8,4 % от общего числа больных СД), при этом пролиферативная диабетическая ретинопатия (ПДР) с полной потерей зрения у каждого 30-го больного наблюдалась у пациентов с СД 1-го типа в 23 % случаев при длительности заболевания более 20 лет и в 65 % у пациентов с СД 2-го типа с длительностью заболевания более 15 лет [1, 3].

Причиной развития неоваскуляризации при ДР является нарушение капиллярного кровотока вследствие диабетической микроангиопатии, что приводит к появлению множественных участков неперфузии сетчатки. Отсутствие кровообращения в этих зонах вызывает тканевую гипоксию и усиленную продукцию факторов, стимулирующих ангиогенез в сосудах сетчатки, в частности фактор роста эндотелия сосудов (VEGF). Следовательно, в целях предотвращения прогрессирования заболевания патогенетически обоснованным является устранение ретинальной ишемии. Это возможно путем разрушения неперфузируемых зон сетчатки.

Крупномасштабные исследования Diabetic Retinopathy Study Research Group (DRS, 1976–1989) и Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group (ETDRS, 1985–1997) показали высокую клиническую эффективность панретинальной лазеркоагуляции (ПРК) и выдвинули ее в разряд стандартных методов лечения диабетической ретинопатии [4–7].

С 1980-х годов и по настоящее время ПРК является одним из эффективных методов лечения ПДР, снижающим риск утраты зрительных функций на 50 %. В основе механизма лечебного эффекта ПРК лежит разрушение неперфузируемых зон сетчатки с целью уменьшения выработки вазопролиферативных факторов, ответственных за развитие ретинальной неоваскуляризации и формирование ДМО. К недостаткам метода можно отнести: болевые ощущения, дискомфорт, длительность выполнения, появление атрофических очагов и микроскотом в поле зрения. Кроме того, данная операция требует достаточной прозрачности оптических сред [6].

ДМО является основной причиной снижения центрального зрения у пациентов с ДР. Частота развития ДМО увеличивается с тяжестью ДР и длительностью сахарного диабета. ДМО в сочетании с ПДР диагностируется в 70–74 % [8]. При длительной персистенции макулярного отека возникают необратимые изменения в структуре хориоретинального комплекса, которые могут осложняться ретинальным фиброзом, образованием кистозных полостей, ламеллярным разрывом [8].

Еще одним серьезным осложнением ПДР является образование эпиретинального глиоза и тракционной отслойки сетчатки. Фиброглиальная пролиферация неразрывно связана с ростом новообразованных ретинальных сосудов и наиболее выражена вдоль сосудистых аркад и в области диска зрительного нерва (ДЗН), где витреоретинальные сращения являются наиболее плотными. Гистологическая несостоятельность стенки новообразованных сосудов приводит к рецидивирующим преретинальным и витреальным кровоизлияниям, что также служит дополнительным стимулом для роста соединительной ткани. Рецидивирующие кровоизлияния и происходящее вследствие этого рубцевание задних отделов стекловидного тела ведут к образованию патологических витреоретинальных сращений, которые могут вызвать тракционную отслойку сетчатки [10].

Устранение эпиретинального глиоза для предотвращения или устранения тракционной отслойки сетчатки осуществляется в большинстве случаев при помощи витрэктомии (ВЭ). В 1970 году R. Machemer успешно выполнил первую витрэктомию через pars plana у пациента с диабетом по поводу нерассасывающегося кровоизлияния в стекловидном теле [11]. По данным отечественной и зарубежной литературы показано, что ВЭ является эффективным методом лечения ПДР, позволяющим восстановить прозрачность витреальной полости, устранить тракционные воздействия на сетчатку от измененного стекловидного тела и задней галоидной мембраны, стабилизировать пролиферативный процесс [12, 13].

Однако витрэктомия является полостной операцией, возможными осложнениями которой становятся ятрогенные разрывы сетчатки и ее отслойка, катаракта, глаукома, гипотония, рефракционные изменения, метаморфопсии, макулярный отек [14]. В связи с этим актуальным вопросом офтальмохирургии является поиск более щадящих неинвазивных методов устранения эпиретинального глиоза.

В 1985 году F. Fankhauser и соавт. [15], а затем в 1997 году А.Д. Семеновым и В.Л. Тимоховым [16] были предприняты первые попытки лазерной диссекции эпиретинальных мембран у пациентов с ПДР при помощи неодимового (Nd:YAG) лазера. Однако авторами был отмечен высокий риск геморрагических осложнений, кровоизлияний в сетчатку и стекловидное тело, а также необходимость многократных сеансов для достижения необходимого эффекта [9, 10, 15, 16]

Цель исследования — проанализировать клинико-функциональные и анатомические результаты комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающего антиангиогенную терапию, панретинальную лазерную коагуляцию и дозированную YAG-лазерную диссекцию у пациентов с ПДР, осложненной ДМО и развитием эпиретинального глиоза.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследование были включены 18 пациентов (18 глаз) с ПДР в сочетании с ДМО, которым выполняли комбинированное лазерно-хирургическое лечение. Основным критерием включения являлось наличие прогрессирующего эпиретинального глиоза по ходу сосудистых аркад с угрозой усиления тракционного компонента и развития тракционной отслойки макулы. В исследование не включали пациентов с препролиферативной и непролиферативной ДР, неоваскуляризацией радужки, клинически значимым гемофтальмом, вторичной неоваскулярной глаукомой и тракционной отслойкой сетчатки. Средняя продолжительность СД составила 13,9 ± 3,7 года.

Исследование проводилось в период с марта 2022 по декабрь 2024 года. В общей когорте пациентов женщины составили 33,3 % (n = 6), мужчины — 66,7% (n = 12). Возраст больных колебался в диапазоне 53–70 лет (среднее значение 60,6 ± 4,9 года). У всех пациентов в анамнезе был СД с длительностью от 8 до 21 года. Максимальный срок наблюдения составил 12 месяцев.

Всем пациентам при поступлении, а также через 1, 3, 6 и 12 месяцев после вмешательства выполняли полное офтальмологическое обследование. Стандартные методы диагностики включали: авторефрактометрию, визометрию с определением некорригированной остроты зрения (НКОЗ) и максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ), пневмотонометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию. Дополнительно всем пациентам проводили компьютерную микропериметрию с измерением светочувствительности сетчатки («MAIA», CenterVue, Италия), оптическую когерентную томографию («RTVue-100» Optovue, Optovue Solix FullRange, США) в режиме Line, а также в режиме Retina Map, цифровую фоторегистрацию глазного дна

при помощи фундус-камеры «Visucam 500» и «Clarus 500» (Carl Zeiss, Германия), ПРК (лазерные установки Navilas 577s, OD-OS, Teltow, Германия, Pascal Photocoagulator «Optimedica», США) в полуавтоматическом сканирующем режиме с использованием различных паттернов (шаблонов).

Комбинированное лечение включало несколько этапов: 1 — интравитреальная антиангиогенная терапия, 2 — ПРК, 2 — дозированная YAG-лазерная диссекция эпиретинального глиоза (лазерная установка Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex)). Всем пациентам проводили от одной до шести интравитреальных инъекций антиангиогенного препарата, среднее количество инъекций составило 3,1 ± 1,3; количество этапов YAG-лазерной диссекции глиоза — от одной до четырех (1,8 ± 0,9), мощность импульса — от 2 до 8 мДж (6,4 ± 1,1 мДж).

Первичные результаты оценивали следующим образом: изменения НКОЗ, МКОЗ, регресс неоваскуляризации, частичное рассечение и расхождение краев эпиретинального глиоза. Частота нежелательных явлений оценивалась как вторичные исходы, включая кровоизлияние в стекловидное тело и формирование тракционной отслойки сетчатки.

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

За период наблюдения в течение 12 месяцев у всех пациентов была отмечена стабилизация анатомических показателей, отсутствие пролиферации, отсутствие усиления глиоза и тракционного компонента, тракционной отслойки макулы. Среднее значение НКОЗ до операции составило 0,23 ± 0,14, МКОЗ — 0,38 ± 0,13. Во всех случаях после проведенного комбинированного лечения через 12 месяцев наблюдения отмечалось достоверное улучшение как НКОЗ ($p < 0,05$), так и МКОЗ ($p < 0,05$). Динамика обоих показателей представлена в таблице 1. Через 12 месяцев наблюдения среднее значение НКОЗ составило 0,35 ± 0,11, МКОЗ — 0,47 ± 0,14.

Таблица 1. Динамика НКОЗ и МКОЗ у пациентов с ПДР, ДМО и эпиретинальным глиозом на фоне комбинированного лазерно-хирургического лечения

Table 1. Dynamics of UCVA and BCVA in patients with PDR, DME and epiretinal gliosis during combined laser-surgical treatment

Срок / Time	НКОЗ / UCVA	МКОЗ / BCVA
До операции / Before surgery	0,23 ± 0,14	0,38 ± 0,13
Через 1 месяц / In 1 month	0,29 ± 0,11	0,42 ± 0,11
Через 3 месяца / In 3 months	0,32 ± 0,12	0,44 ± 0,12
Через 6 месяцев / In 6 months	0,32 ± 0,12	0,45 ± 0,14
Через 12 месяцев / In 12 months	0,35 ± 0,11	0,47 ± 0,14

Таблица 2. Динамика ЦТС и светочувствительности сетчатки у пациентов с ПДР, ДМО и эпиретинальным глиозом на фоне комбинированного лазерно-хирургического лечения

Table 2. Dynamics of CRT and retinal photosensitivity in patients with PDR, DME and epiretinal gliosis during combined laser-surgical treatment

Срок / Time	ЦТС (мкм) / CRT	Светочувствительность сетчатки (дБ) / Retinal sensitivity (dB)
До операции / Before surgery	529 ± 97	17,7 ± 2,7
Через 1 месяц / In 1 month	387 ± 49	18,1 ± 2,3
Через 3 месяца / In 3 months	395 ± 92	18,7 ± 2,5
Через 6 месяцев / In 6 months	396 ± 86	18,8 ± 2,9
Через 12 месяцев / In 12 months	344 ± 23	19,6 ± 2,4

До операции средний уровень ВГД составил 14,6 ± 2,3 мм рт. ст., на протяжении всего периода наблюдения уровень был в пределах нормы, составив через 12 месяцев 14,1 ± 3,2 мм рт. ст. ($p < 0,05$).

До операции всем пациентам проводили измерение ЦТС, среднее значение составило 529 ± 97 мкм, что свидетельствовало о наличии макулярного отека. Через 12 месяцев наблюдения ЦТС достоверно уменьшилась ($p < 0,05$), составив в среднем 344 ± 23 мкм. Динамика ЦТС представлена в таблице 2.

По результатам компьютерной периметрии светочувствительность сетчатки до проведения лечения в среднем составила 17,7 ± 2,7 дБ, постепенно увеличиваясь по мере лечения, через 12 месяцев наблюдения, достигнув в среднем 19,6 ± 2,4 дБ (табл. 2).

В отдаленном периоде никому из пациентов не потребовалась дополнительная YAG-лазерная диссекция.

Клинический пример. Пациент Л., 53 года, поступил с жалобами на постепенное снижение зрения левого глаза. Из анамнеза заболевания и жизни пациента установлено, что пациент страдает СД 2-го типа в течение 17 лет.

В ходе стандартного офтальмологического обследования пациента на момент обращения получены следующие результаты. МКОЗ правого глаза (OD) — 1,0, левого глаза (OS) — 0,5 (по таблице Головина — Сивцева). Уровень ВГД OD по данным пневмотонометрии составлял 20 мм рт. ст., OS — 18 мм рт. ст. Биомикроскопическая картина переднего отрезка OS: глаз спокоен, придаточный аппарат глаза без изменений, роговица прозрачная, передняя камера средней глубины, влага прозрачная, радужная оболочка субатрофична, имеется помутнение хрусталика в кортикальных слоях. Офтальмоскопическая картина OS: ДЗН бледно-розовый с четкими границами, перипапиллярно — неоваскуляризация, в макулярной зоне рефлекс стушеван, отек, множественные микроаневризмы и микрогеморрагии, на крайней периферии в нижнем отделе частично рассосавшийся гемофтальм.

Компьютерная микропериметрия OS: светочувствительность сетчатки — 20,8 дБ. По данным ОКТ макулярной зоны (МЗ) OS: ЦТС — 722 мкм.

На основании проведенного обследования поставлен диагноз OS: пролиферативная диабетическая ретинопатия, кистозный диабетический макулярный отек, частичный гемофтальм.

Учитывая наличие высокого кистозного ДМО в сочетании с высокой сосудистой активностью, выраженной и распространенной ретинальной неоваскуляризацией, в качестве лечения первой линии было проведено интравитреальное введение антиангиогенного препарата бролуцизумаб. На фоне антиангиогенной терапии отмечено уменьшение макулярного отека (рис. 1). По данным ОКТ через 1,5 месяца ЦТС составила 333 мкм (рис. 2), однако при этом наблюдалось появление перипапиллярных преретинальных геморрагий, усиление тракционного компонента с формированием выраженного эпиретинального глиоза на фоне частичного запустевания новообразованных сосудов (рис. 3).

Вторым этапом была проведена ПРК сетчатки в полном объеме за 3 сеанса (рис. 4), которую в связи с ремитирующим характером ДМО чередовали с ИВВ антиангиогенного препарата бролуцизумаб.

Через 4,5 месяца лечения эпиретинальный глиоз был наиболее выражен от ДЗН к области височных сосудистых аркад. Пациенту была повторно проведена ОКТ в режиме Line по ходу эпиретинального глиоза для определения высоты отстояния глиоза от поверхности сетчатки и выбора оптимальной локализации YAG-лазерного воздействия (рис. 5).

В связи с этим на третьем этапе пациенту была проведена YAG-лазерная диссекция эпиретинального глиоза. Подбор энергии лазерного излучения начинался с 2 мДж с постепенным увеличением до достижения результативного импульса, который сопровождался появлением парогазовых пузырьков в СТ и фрагментацией эпиретинального глиоза. В данном случае понадобилось три сеанса с промежутком в одну неделю, максимальное значение лазерной энергии в импульсе составило 7 мДж.

После вмешательства по данным ОКТ было отмечено уменьшение натяжения, а затем расхождение краев эпиретинального глиоза. В ходе самой YAG-лазерной диссекции, а также в послеоперационном периоде значимые осложнения отсутствовали, точечные геморрагии в проекции нанесения лазерных импульсов подверглись самопроизвольной резорбции. Динамика состояния эпиретинального глиоза до и после YAG-лазерной диссекции представлена на рисунках 6 и 7.

Через 12 месяцев наблюдения МКОЗ составила 0,6 (по таблице Головина — Сивцева), ВГД — 16 мм рт. ст. Отмечалась стабилизация анатомических показателей, отсутствие усиления пролиферации, по данным ОКТ было отмечено значительное расхождение краев эпиретинального глиоза, снижение тракционного компонента, ЦТС составила 340 мкм.

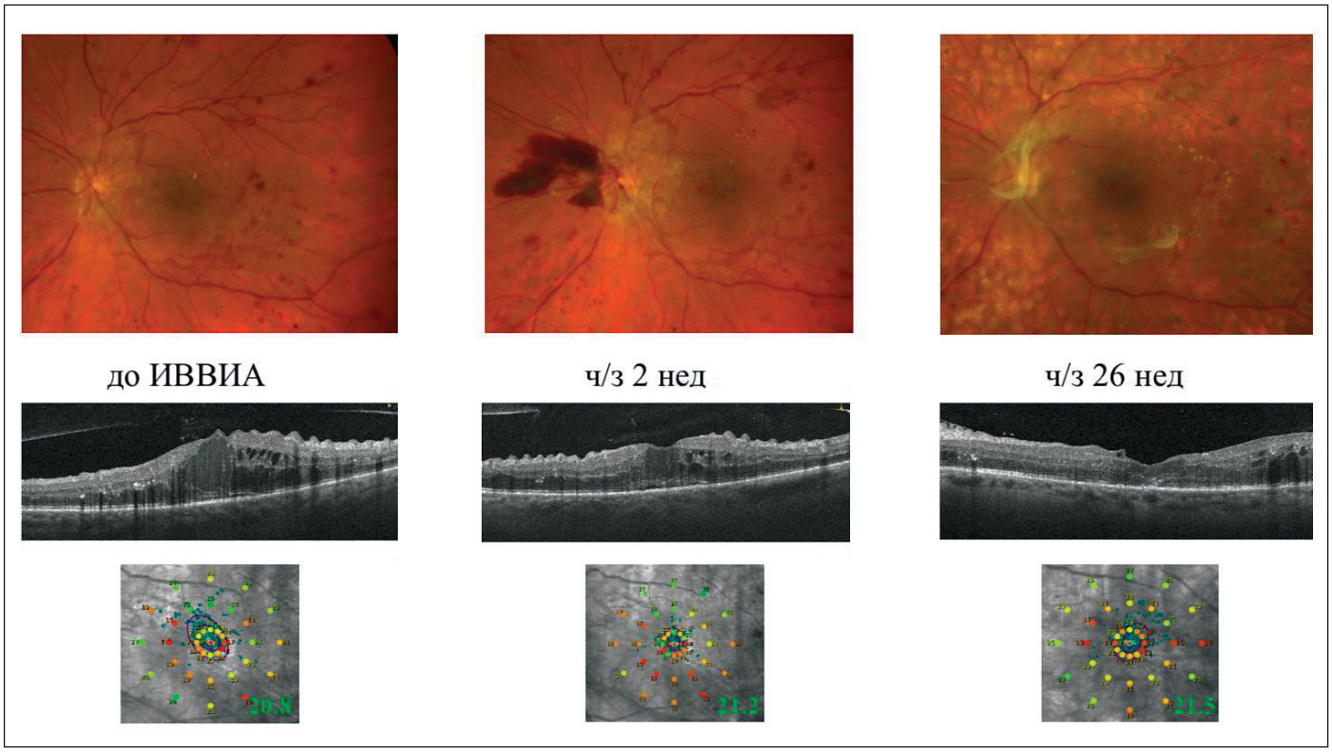


Рис. 1. Динамика ЦТС и светочувствительности пациента на фоне проводимого комбинированного лечения в различные сроки наблюдения: до интравитреального введения ингибитора ангиогенеза; через 2 недели; через 26 недель

Fig. 1. Dynamics of CRT and photosensitivity of the patient against the background of the combined treatment at different observation periods: before intravitreal injection of an angiogenesis inhibitor; after 2 week; after 26 week

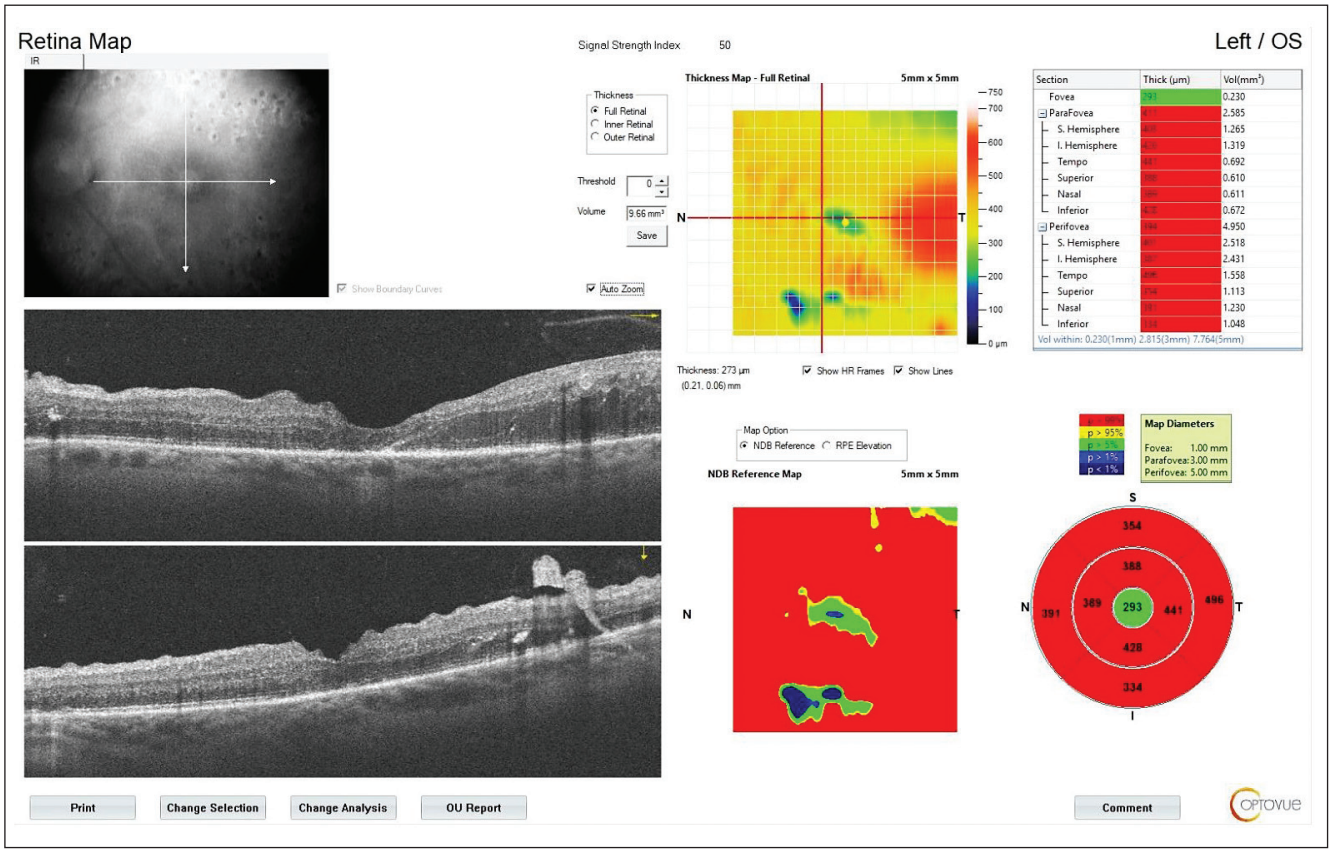


Рис. 2. Линейная сканограмма ОКТ макулярной зоны у пациента через 1,5 месяца от начала комбинированного лечения

Fig. 2. OCT-Line scan of the macular area in a patient 1.5 months after the start of combined treatment



Рис. 3. Линейная сканограмма ОКТ области ДЗН и эпиретинального глиоза у пациента через 1,5 месяца от начала комбинированного лечения

Fig. 3. OCT-Line scan of the optic disc area and epiretinal gliosis in a patient 1.5 months after the start of combined treatment



Рис. 4. Состояние глазного дна пациента после третьего сеанса ПРК, фоторегистрация на широкопольную фундус-камеру

Fig. 4. The patient's fundus condition after the third session of PRK, photo registration on a wide-field fundus camera

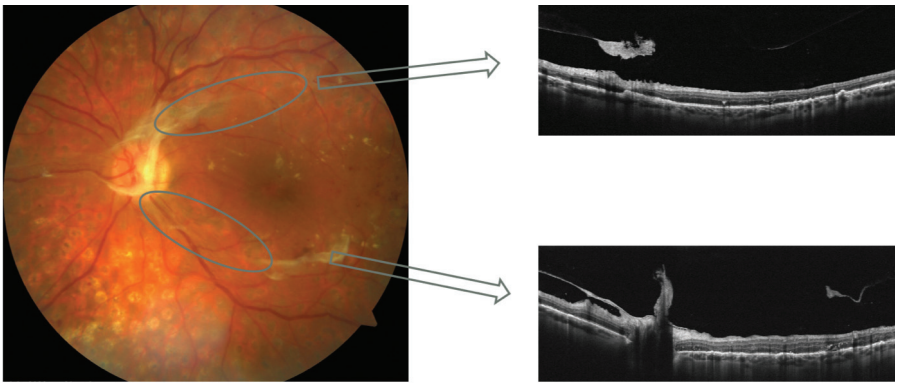


Рис. 5. Фоторегистрация глазного дна и ОКТ в режиме Line по ходу эпиретинального глиоза пациента через 4,5 месяца после начала комбинированного лечения; первая стрелка: высота отстояния эпиретинального глиоза по ходу верхней сосудистой аркады составила 831 мкм; вторая стрелка: высота отстояния эпиретинального глиоза по ходу нижней сосудистой аркады — 785 мкм

Fig. 5. Photoregistration of the fundus and OCT-Line mode along the course of epiretinal gliosis of the patient 4.5 months after the start of combined treatment; first arrow: the height of the epiretinal gliosis along the superior vascular arcade was 831 μm; second arrow: the height of the epiretinal gliosis along the inferior vascular arcade was 785 μm

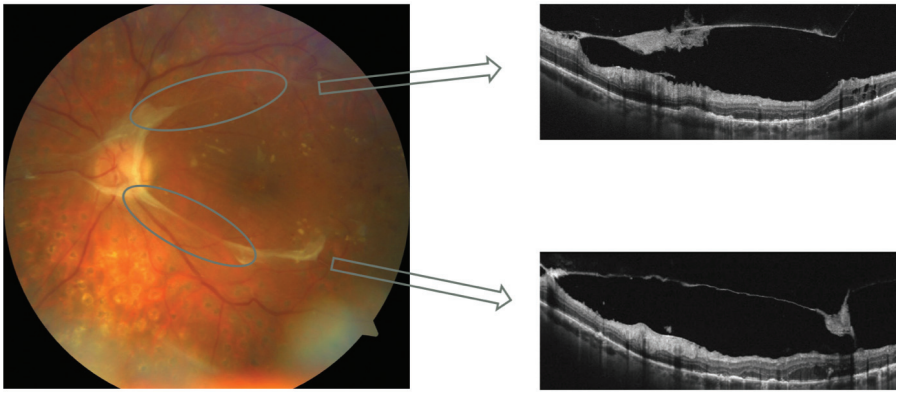


Рис. 6. Фоторегистрация глазного дна пациента и ОКТ в режиме Line в области эпиретинального глиоза до проведения YAG-лазерной диссекции

Fig. 6. Photoregistration of the patient's fundus and OCT-Line mode in the area of epiretinal gliosis before YAG laser dissection

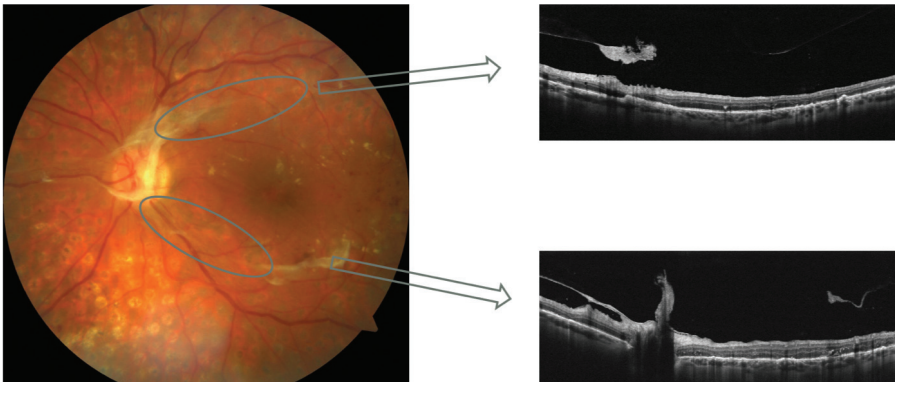


Рис. 7. Фоторегистрация глазного дна пациента и ОКТ в режиме Line в области эпиретинального глиоза сразу после проведения YAG-лазерной диссекции

Fig. 7. Photoregistration of the patient's fundus and OCT-Line mode in the area of epiretinal gliosis immediately after YAG laser dissection

ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно современным представлениям, ключевая роль в патогенезе заболевания принадлежит эндотелиальной дисфункции и повышенной выработке фактора роста эндотелия сосудов (VEGF). В соответствии с этим в настоящее время первой линией терапии клинически значимого диабетического макулярного отека рассматривается интравитреальное введение ингибиторов ангиогенеза. Из недостатков данного метода лечения следует отметить, что длительный персистирующий характер макулярного отека требует неоднократного введения антиангиогенных препаратов [9].

В представленном клиническом примере после первой инъекции антиангиогенного препарата было отмечено усиление тракционного компонента с формированием выраженного эпиретинального глиоза на фоне частичного запустевания новообразованных сосудов и снижения ЦТС.

Следующим этапом была проведена панретинальная лазерная коагуляция сетчатки, которая была выполнена в полном объеме за 3 сеанса с чередованием интравитреального введения антиангиогенного препарата в связи с ремиттирующим характером макулярного отека [9]. На фоне снижения сосудистой активности была предпринята попытка дозированной YAG-лазерной диссекции эпиретинального глиоза с использованием лазерной системы Ellex Ultra-Q Reflex по ходу сосудистых аркад для снижения риска прогрессирования заболевания, ослабления тракционного компонента, а также предотвращения возможной тракционной отслойки макулы [10].

Имеется единичное число работ, посвященных YAG-лазерному витреолизису при пролиферативных изменениях и гемофтальме. Однако при ПДР с рецидивами гемофтальма, а также

при негативном опыте витреального вмешательства на парном глазу, нежелании пациента проводить инвазивную операцию, а также наличии тяжелых соматических состояний операция YAG-лазерного витреолизиса может стать методом выбора, что было показано в ряде исследований 1985–1990 годов [15–21].

Nd:YAG-лазер — один из самых широко используемых лазеров в офтальмологии. Это твердотельный лазер с длиной волны 1064 нм, в основе биологического действия которого лежит механизм фотодеструкции тканей. За более чем 40 лет использования в офтальмологии данный метод нашел широкое применение — от задней капсулотомии до витреолизиса. Очевидно, что использование энергии Nd:YAG-лазера с целью дозированного рассечения внутриглазных тканей и структур является менее инвазивным по сравнению с хирургическими методами [22].

YAG-лазерное воздействие позволяет рассекать фиброзные тяжи в стекловидном теле, при этом возможно полное или частичное устранение витреоретинальных сращений. По мнению ряда авторов, ударная волна YAG-лазера может вызвать частичную заднюю отслойку гиалоидной мембраны, что приводит к потере матрицы для роста фиброваскулярной пролиферации, а воздействие на участки крови в СТ с помощью YAG-лазерных импульсов ускоряет их рассасывание [23].

С 2013 года в офтальмохирургии доступен лазер Ultra-Q Reflex Nd:YAG (Ellex), который успешно используется для витреолизиса плавающих помутнений СТ [24, 25]. Ключевой особенностью данной лазерной установки является возможность коаксиального воздействия, угол конвергенции в 16 градусов, уникальное ультра-гауссово распределение сечения луча — все это обеспечивает максимально широкий стереоскопический угол зрения и точнейшую фокусировку луча при проведении операций, что позволяет проводить более дозированное рассечение эпиретинальных мембран в непосредственной близости от поверхности сетчатки [26].

Таким образом, применение современных ИАГ-лазерных установок расширяет возможности более безопасного воздействия, в том числе на структуры заднего отдела глаза, что может быть эффективно использовано для дозированной диссекции прогрессирующего эпиретинального глиоза в комбинированном лазерно-хирургическом лечении пролиферативной диабетической ретинопатии.

ВЫВОДЫ

Полученные клинико-функциональные результаты свидетельствуют о достаточной эффективности и безопасности предложенной технологии комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающего интравитреальное введение антиангиогенных препаратов, панретинальную лазерную коагуляцию и YAG-лазерную диссекцию у пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией в сочетании с эпиретинальным глиозом и макулярным отеком.

Предложенная нами тактика комбинированного лазерно-хирургического лечения, включающая поэтапное проведение вышеуказанных методов при ПДР в сочетании с рецидивирующим ДМО, может рассматриваться как метод выбора при определенных клинических ситуациях.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Володин П.Л. — разработка и дизайн исследования, окончательное утверждение рукописи;
Баталов А.И. — получение и анализ данных, статистическая обработка, написание текста;
Иванова Е.В. — редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Нероев ВВ, Зайцева ОВ, Михайлова ЛА. Заболеваемость диабетической ретинопатией в Российской Федерации, по данным федеральной статистики, Российский офтальмологический журнал, 2023;16 (3):7–11.
   Neroev VV, Zaitseva OV, Mikhailova LA. Incidence of diabetic retinopathy in the Russian Federation, according to federal statistics, Russian Ophthalmologic Journal, 2023;16(3):7–11 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-7-11.
2. Lee R, Wong TY, Sabanayagam C. Epidemiology of diabetic retinopathy, diabetic macular edema and related vision loss. Eye Vis (Lond). 2015 Sep 30;2:17. doi: 10.1186/s40662-015-0026-2.
3. Дедов ИИ, Шестакова МВ, Викулова ОК, Железнякова АВ, Исаков МА. Эпидемиологические характеристики сахарного диабета в Российской Федерации: клинико-статистический анализ по данным Федерального регистра сахарного диабета на 01.01.2021. Сахарный диабет. 2021;24(3):204–221.
   Dedov II, Shestakova MV, Vikulova OK, Zheleznyakova AV, Isakov MA. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus in the Russian Federation: clinical and statistical analysis according to the Federal diabetes register data of 01.01.2021. Diabetes mellitus. 2021;24(3):204–221 (In Russ.)ю doi: 10.14341/DM12759.
4. Diabetic Retinopathy Study (DRS), 1987, 1989; Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS), 1991, 1995; Diabetes Control and Complications Trial (DCCT), 1982–1993. doi: 10.1016/s0161-6420(13)38009-9.
5. Wolbarsht ML, Landers MB. 3rd. The rationale of photocoagulation therapy for proliferative diabetic retinopathy: a review and a model. Ophthalmic Surg. 1980 Apr; 11(4):235–245.
6. Измайлов АС, Балашевич ЛИ. Панретинальная лазеркоагуляция при диабетической ретинопатии: показания к дополнительному лечению. Офтальмологические ведомости. 2009;4:44–52.
   Izmailov AS, Balashevich LI. Panretinal laser coagulation in diabetic retinopathy: indications for additional treatment (In Russ.). Ophthalmology journal. 2009;4:44–52.
7. Amoroso F, Pedinielli A, Astroz P, Semoun O, Capuano V, Miere A, Souied EH. Comparison of pain experience and time required for pre-planned navigated peripheral laser versus conventional multispot laser in the treatment of diabetic retinopathy. Acta Diabetol. 2020 May;57(5):535–541. doi: 10.1007/s00592-019-01455-x.
8. Дога АВ, Володин ПЛ, Иванова ЕВ, Буряков ДА, Никитин ОИ, Авакян ФА. Современные подходы к диагностике диабетического макулярного отека. Сахарный диабет. 2020;23(3):260–266.
   Doga AV, Volodin PL, Ivanova EV, Buryakov DA, Nikitin OI, Avakyan FA. Modern aproaches to diabetic macular edema diagnosticks. Diabetes mellitus. 2020;23(3):260–266 (In Russ.)ю doi: 10.14341/DM12115.
9. Callanan DG, Loewenstein A, Patel SS. A multicenter, 12-month randomized study comparing dexamethasone intravitreal implant with ranibizumab in patients with diabetic macular edema. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2017 Mar;255(3):463–473. doi: 10.1007/s00417-016-3472-1.
10. Van Geest R, Lesnik-Oberstein S, Tan H. A shift in the balance of vascular endothelial growth factor and connective tissue growth factor by bevacizumab causes the angiofibrotic switch in proliferative diabetic retinopathy. Br J Ophthalmol. 2012;96(4):587–590. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-301005.
11. The Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study Research Group. Early vitrectomy for severe vitreous hemorrhage in diabetic retinopathy. Two-year results of a randomized trial. Diabetic Retinopathy Vitrectomy Study report 2. Arch Ophthalmol. 1985;103:1644–1652.
12. Сдобникова СВ, Сдобникова ЛЕ. Витрэктомия — метод выбора при лечении пролиферативной диабетической ретинопатии в сочетании с диффузным макулярным отеком. Точка зрения. Восток — Запад. 2018;2:35–38.
   Sdobnikova SV., Sdobnikova LE. Vitrectomy — the method of choice in the treatment of proliferative diabetic retinopathy in combination with diffuse macular edema. Point of view. East — West. 2018;2:35–38 (In Russ.). doi: 10.2527/2410-1257-2018-2-35-38.

13. Berrocal MH, Acaba-Berrocal L. Early pars plana vitrectomy for proliferative diabetic retinopathy: update and review of current literature. Curr Opin Ophthalmol. 2021 May 1;32(3):203–208. doi: 10.1097/ICU.0000000000000760.
14. Belin PJ, Parke DW 3rd. Complications of vitreoretinal surgery. Curr Opin Ophthalmol. 2020 May;31(3):167–173. doi: 10.1097/ICU.0000000000000652.
15. Fankhauser F, Kwasniewska S, van der Zypen E. Vitreolysis With the Q-Switched Laser. Arch Ophthalmol. 1985;103(8):1166–1171. doi: 10.1001/archopht.1985.01050080078025.
16. Семенов АД, Тимохов ВЛ. YAG-лазерная диссекция эпиретинальных мембран Офтальмохирургия. 1997;2:60–63.
Semenov AD, Timokhov VL. YAG laser dissection of epiretinal membranes. Ophthalmosurgery. 1997;2:60–63 (In Russ.).
17. Fankhauser F, Kwasniewska S, van der Zypen E. Irradiation of the Posterior Ocular Segment With the Neodymium-YAG Laser in Its Free-Running Mode. Arch Ophthalmol. 1985;103(9):1406–1412.
18. Aron-Rosa D, Greenspan DA. Neodymium:YAG laser vitreolysis. Int Ophthalmol Clin. 1985 Fall;25(3):125–134. doi: 10.1097/00004397-198502530-00010.
19. Brown GC, Benson WE. Treatment of diabetic traction retinal detachment with the pulsed neodymium-YAG laser. Am J Ophthalmol. 1985 Mar 15;99(3):258–262. doi: 10.1016/0002-9394(85)90353-8.
20. Cohen BZ, Wald KJ, Toyama K. Neodymium:YLF picosecond laser segmentation for retinal traction associated with proliferative diabetic retinopathy. Am J Ophthalmol. 1997 Apr;123(4):515–523. doi: 10.1016/s0002-9394(14)70177-1.
21. Jagger JD, Hamilton AM, Polkinghorne P. Q-switched neodymium YAG laser vitreolysis in the therapy of posterior segment disease. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 1990;228(3):222–225. doi: 10.1007/BF00920024.
22. Borkenstein AF, Borkenstein EM. Neodymium-doped yttrium aluminum garnet (Nd: YAG) laser treatment in ophthalmology: a review of the most common procedures Capsulotomy and Iridotomy. Lasers Med Sci. 2024 Jul 2;39(1):167. doi: 10.1007/s10103-024-04118-8.
23. Алиева НИ. ИАГ-лазерный витреолизис в лечении пролиферативной диабетической ретинопатии, осложненной гемофтальмом. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2012;1:2–5.
Alieva NI. YAG-laser vitreolysis in the treatment of proliferative diabetic retinopathy complicated by hemophthalmos. RMJ. Clinical ophthalmology. 2012;1:2–5 (In Russ.).
24. Katsanos A, Tsaldari N, Gorgoli K, Lalos F, Stefaniotou M, Asproudis I. Safety and efficacy of YAG laser vitreolysis for the treatment of of vitreous floaters: an overview. Adv Ther 2020;37:1319–1327 doi: 10.1007/s12325-020-01261-w.
25. 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 in different types of vitreous floaters treatment. Ophthalmosurgery. 2019;1:44–49 (In Russ.).
26. Дога АВ, Володин ПЛ, Крыль ЛА, Янилкина ЮЕ, Буряков ДА. Лазерная ретинотомия с использованием установки Ultra Q Reflex в профилактике регматогенной отслойки при осложненных клапанных разрывах сетчатки. Офтальмология. 2018;15(1):24–31.
Doga AV, Volodin PL, Kryl LA, Yanilkina YuE, Buryakov DA. Laser Retinotomy with "Ultra Q Reflex" System for the Prevention of Rhegmatogenous Retinal Detachment due to the Peripheral Horseshoe Tears. Ophthalmology in Russia. 2018;15(1):24–31 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-24-31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Володин Павел Львович
доктор медицинских наук, заведующий отделом лазерной хирургии сетчатки
https://orcid.org/0000-0003-1460-9960

Баталов Андрей Игоревич
врач-офтальмолог, аспирант
https://orcid.org/0000-0001-9201-8942

Иванова Елена Владимировна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-9044-340

ABOUT THE AUTHORS

Volodin Pavel L.
MD, head of the Laser Surgery of the Retina Department
https://orcid.org/0000-0003-1460-9960

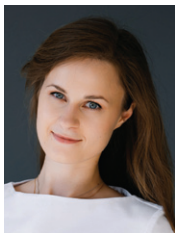
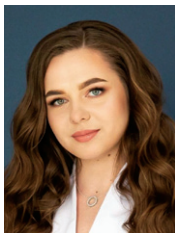
Batalov Andrey I.
ophthalmologist, postgraduate
https://orcid.org/0000-0001-9201-8942

Ivanova Elena V.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-9044-340

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-547-557

поступила 10.06.25
was received 10.06.25

Особенности хирургической техники и клинико-функциональные результаты кератопротезирования у пациентов после неэффективной сквозной кератопластики



А.В. Головин А.А. Трошина В.Р. Манцова А.В. Прошко Е.В. Кечин

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

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):547–557

Цель: провести анализ клинико-функциональных результатов хирургического лечения пациентов с сосудистым бельмом роговицы после неэффективной кератопластики в анамнезе. **Пациенты и методы.** Проведен анализ хирургического лечения 33 пациентов (33 глаз) с сосудистым бельмом роговицы различной этиологии, которым в анамнезе была проведена кератопластика. Средний возраст больных составил 54,6 ± 15,5 года (от 26 до 79 лет). В первую группу вошли 15 пациентов (15 глаз), которым проводили первый этап кератопротезирования с формированием интрастромального кармана методом мануального расслаивания бельма под интраоперационным контролем ОКТ. Вторую группу составили 10 пациентов (10 глаз), которым выполняли первый этап кератопротезирования с формированием интрастромального кармана при помощи фемтосекундного лазера. Третью группу составили 8 пациентов (8 глаз), которым была выполнена сквозная ре-кератопластика. **Результаты.** Были получены сравнимые функциональные результаты в исследуемых группах, в том числе по количеству интра- и послеоперационных осложнений. Однако в первой и третьей группах было клинически значимо больше интраоперационных осложнений, чем во второй группе. Отмечено клинически значимое различие по количеству послеоперационных осложнений: во второй группе — 30,0 %, в первой — 46,7 % и в третьей — 62,5 %. У пациентов первой и второй групп имело место стабильное положение опорной пластины кератопротеза в различные сроки наблюдения, а после проведения второго этапа кератопротезирования — улучшение зрительных функций. Толщина сосудистого бельма оставалась стабильной в обеих группах на всех сроках наблюдения. **Заключение.** При проведении первого этапа кератопротезирования возможно формирование кармана как мануальным методом, так и с использованием фемтосекундного лазера. Вариантом выбора у пациентов с сосудистым бельмом является сквозная кератопластика, однако следует учитывать высокий риск декомпенсации трансплантата после каждой последующей пересадки, в особенности у пациентов с ожоговой этиологией сосудистого бельма.

Ключевые слова: кератопротезирование, сосудистое бельмо, интрастромальный карман, сквозная кератопластика

Для цитирования: Головин А.В., Трошина А.А., Манцова В.Р., Прошко А.В., Кечин Е.В. Особенности хирургической техники и клинико-функциональные результаты кератопротезирования у пациентов после неэффективной сквозной кератопластики. *Офтальмология.* 2025;22(3):547–557. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-547-557

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Peculiarities of Surgical Technique, Clinical and Functional Results of Keratoprosthesis Implantation in Patients after Ineffective Keratoplasty

A.V. Golovin, A.A. Troshina, V.R. Mantsova, A.V. Proshko, E.V. Kechin

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

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):547–557

Objective: To evaluate clinical and functional results of the surgical treatment in patients after ineffective penetrating keratoplasty. **Patients and methods.** The study enrolled 33 patients (33 eyes) aged from 26 to 79 years after ineffective penetrating keratoplasty. The first group included 15 patients (15 eyes), who underwent the first stage of keratoprosthesis implantation using manual technique of creating the intrastromal pocket under intraoperative AS-OCT control. The second group included 10 patients (10 eyes), who underwent the first stage of keratoprosthesis implantation with creating the intrastromal pocket using a femtosecond laser. The third group included 8 patients (8 eyes), who underwent penetrating rekeratoplasty. **Results.** Functional results in the study groups were comparable. There were no significant differences in the number of intra- and postoperative complications between three study groups ($p < 0.05$). However, in the first and third groups, there were more intraoperative complications than in the second group. The significant difference in the number of postoperative complications was also noted: in the first group — 46.7 %, in the second group — 30.0 % and in the third group — 62.5 %. In the first and second groups, the position of the keratoprosthesis intralamellar plate was stable at different follow-up periods. Also, in these groups, after the second stage of keratoprosthesis implantation, vision improved. Vascular leucoma thickness was stable in both groups at all follow-up periods. **Conclusion.** The first stage of keratoprosthesis implantation can be performed using manual technique of creating the intrastromal pocket or using a femtosecond laser. The standard surgical treatment of patients with vascular leucoma is penetrating keratoplasty, but the high risk of graft failure after each corneal transplantation should be taken into account, especially in patients with vascular leucoma due to burns.

Keywords: keratoprosthesis, vascular leucoma, intrastromal pocket, penetrating keratoplasty

For citation: Golovin A.V., Troshina A.A., Mantsova V.R., Proshko A.V., Kechin E.V. Peculiarities of Surgical Technique, Clinical and Functional Results of Keratoprosthesis Implantation in Patients after Ineffective Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):547–557. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-547-557

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Одной из серьезных и актуальных проблем современной офтальмологии является восстановление зрительных функций у пациентов с сосудистым бельмом роговицы.

Несмотря на многообразие хирургических методик и возможности фармакотерапии, частота развития отека и помутнения трансплантата варьирует от 2,3 до 65 % по данным различных авторов [1]. Развитие реакции отторжения трансплантата после успешного проведения сквозной кератопластики (СКП) может быть обусловлено рядом факторов, среди которых выделяют воспалительные процессы, повышенное внутриглазное давление, степень васкуляризации, наличие предыдущих кератопластик в анамнезе [2].

В ряде случаев также при лечении пациентов с ожоговыми, дистрофическими и посттравматическими бельмами или при наличии врожденной патологии роговицы, сопровождающейся ее васкуляризацией, сквозная кератопластика оказывается неэффективной [3]. Декомпенсация трансплантата происходит в связи с такими патологическими состояниями, как синдром лимбальной недостаточности, выраженный рубцово-спаечный процесс, активная неоваскуляризация, хронический вялотекущий увеит, декомпенсация внутриглазного давления (ВГД) и др. [4].

На сегодняшний день не существует единого мнения, какая тактика считается предпочтительной для хирургического лечения пациентов после проведения неэффективной сквозной кератопластики. Альтернативным способом эффективного хирургического лечения данной группы пациентов, позволяющим добиться максимальных функциональных результатов в послеоперационном периоде, является кератопротезирование [5].

Проведение первого этапа кератопротезирования у пациентов после выполненной ранее сквозной кератопластики имеет определенные особенности. Описаны методики имплантации опорной пластины кератопротеза в интрастромальный карман (ИСК), формируемый с помощью фемтосекундного лазера или методом мануального расслаивания бельма под интраоперационным контролем оптической когерентной томографии (ОКТ) [6]. Для данной группы пациентов разработка оптимальной тактики хирургического лечения, позволяющей добиться максимальных функциональных результатов с минимальной вероятностью осложнений

в послеоперационном периоде, является актуальным направлением для исследования.

Цель: провести анализ клинико-функциональных результатов хирургического лечения у пациентов с сосудистым бельмом после неэффективной сквозной кератопластики в анамнезе.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведено хирургическое лечение 33 пациентов (33 глаза) с сосудистым бельмом различной этиологии, у которых в анамнезе была сквозная кератопластика. Средний возраст больных составил 54,6 ± 15,5 года (от 26 до 79 лет), из них 20 мужчин и 13 женщин.

На дооперационном этапе всем пациентам была выполнена полная клинико-функциональная диагностика, включавшая сбор анамнеза, биомикроскопию, визометрию, периметрию, тонометрию, ЭФИ, В-сканирование, ОКТ переднего отрезка, УБМ. Данное обследование проводили всем пациентам до операции, а также на сроках 1 и 6 мес. после выполнения первого этапа кератопротезирования.

В процессе сбора анамнеза особое внимание уделялось этиологии бельма и истории предыдущих хирургических вмешательств (кратность проведения сквозной кератопластики, укрепление бельма аутотканями, наличие антиглаукомных операций и др.). При биомикроскопии обращали внимание на степень прозрачности трансплантата, определяемую возможностью визуализации структур передней камеры глаза. При проведении ОКТ переднего отрезка и ультрабиомикроскопии (УБМ) учитывали толщину и равномерность бельма, глубину передней камеры, степень открытия угла передней камеры (УПК), наличие иридокорнеальных сращений.

Критериями невключения были неравномерность бельма с выраженным истончением до толщины менее 600 мкм, острый воспалительный процесс, нарушения придаточного аппарата глаза (симблефарон, выворот, заворот век и др.), некомпенсированное повышение ВГД, грубые изменения сетчатки и зрительного нерва, серьезные соматические заболевания.

Все пациенты были разделены на 3 клинические группы в зависимости от выбранного метода хирургического лечения:

– 1-ю группу составили 15 пациентов (15 глаз), которым проводили первый этап кератопротезирования с формированием интрастромального кармана методом мануального расслаивания бельма под интраоперационным контролем ОКТ;

– 2-ю группу составили 10 пациентов (10 глаз), которым выполняли первый этап кератопротезирования с формированием интрастромального кармана с помощью фемтосекундного лазера;

– 3-ю группу составили 8 пациентов (8 глаз), у которых методом лечения была выбрана сквозная рекератопластика.

Второй этап кератопротезирования у пациентов 1-й и 2-й групп проводили не менее чем через 6 месяцев после имплантации опорной пластины кератопротеза при отсутствии осложнений в послеоперационном периоде. Второй этап включал вкручивание оптического цилиндра, подобранного в соответствии с индивидуальными параметрами глаза пациента. Методика проведения второго этапа кератопротезирования не отличалась у пациентов обеих групп.

До и после лечения оценивали следующие параметры: максимально корригированную остроту зрения (МКОЗ), уровень внутриглазного давления (ВГД), общую толщину бельма по данным ОКТ и УБМ, толщину бельма над и под опорной пластиной кератопротеза по данным ОКТ и УБМ. Была также проанализирована частота интра- и послеоперационных осложнений в исследуемых группах.

Для проведения статистического анализа данные вносили в электронную таблицу Microsoft Excel 2010 («Microsoft»). Статистическую обработку данных осуществляли 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 между двумя независимыми группами выполняли с использованием критерия Манна — Уитни, между тремя — с помощью критерия Краскела — Уоллиса с последующим попарным сравнением с применением критерия Данна с поправкой Бонферрони. Сравнения категориальных данных проводили с использованием критерия Хи-квадрат (в том числе с поправкой Йейтса), точного критерия Фишера в зависимости от числа ожидаемых частот. При попарном сравнении категориальных данных применяли поправку Бонферрони. Построение графиков осуществляли с использованием библиотек Seaborn, Matplotlib и Statannotations. 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

Три исследуемые группы были сопоставимы по полу, возрасту и этиологии бельма ($p > 0,05$). Длина переднезадней оси оперированных глаз составила в среднем 23,1 ± 1,07 (от 21,5 до 26,5) мм. Основными причинами формирования сосудистого бельма являлись химический ожог и терминальный дистрофический процесс. В 3-х случаях (9 %) бельмо сформировалось в результате токсико-аллергической реакции.

Распределение пациентов по этиологии сосудистого бельма, а также основные медико-демографические данные пациентов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Медико-демографические данные пациентов до лечения

Table 1. Patients' medical and demographic data before surgery

Показатель Parameter	Мануальная техника Manual technique		Фемтолазер Femtosecond laser		СКП PKP		*p*-value
	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	
Всего глаз Total amount of eyes	15	100,0	10	100,0	8	100,0	—
Всего человек Total amount of patients	15	100,0	10	100,0	8	100,0	—
из них мужчин Males	11	73,3	5	50,0	4	50,0	0,470*
женщин Females	4	26,7	5	50,0	4	50,0	
Возраст, лет Age, y.o. Me (Q1; Q3)	62 (45; 74) Min-Max: 31–79		52,5 (41,5; 59) Min-Max: 26–64		57,5 (53,5; 63) Min-Max: 35–72		0,433**
ПЗО, мм AL, mm Me (Q1; Q3)	25,32 (23,68; 26,32) Min-Max: 22,68–27,52		22,86 (22,10; 23,56) Min-Max: 21,34–25,42		23,14 (22,46; 23,61) Min-Max: 21,50–24,81		0,003** $p_{мануально-фемто} = 0,006$*** $p_{manual-femtosecond} = 0,006$*** $p_{мануально-СКП} = 0,026$*** $p_{manual-PKP} = 0,026$*** $p_{СКП-фемто} = 1,000$*** $p_{PKP-femtosecond} = 1,000$***
Толщина бельма, мм Leucoma thickness, mm Me (Q1; Q3)	965 (646; 1261) Min-Max: 620–1440		749 (704; 805) Min-Max: 652–831		566 (559; 580) Min-Max: 550–587		<0,001** $p_{мануально-фемто} = 0,933$*** $p_{manual-femtosecond} = 0,933$*** $p_{мануально-СКП} < 0,001$*** $p_{manual-PKP} < 0,001$*** $p_{СКП-фемто} = 0,006$*** $p_{PKP-femtosecond} = 0,006$***
Этиология Etiology							
Дистрофия Dystrophy	4	26,7	4	40,0	3	37,5	0,636*
Ожог Burn	8	53,3	6	60,0	5	62,5	
Токсико-аллергическая реакция Toxic allergic reaction	3	20,0	0	0,0	0	0,0	

Примечание: * точный критерий Фишера, ** критерий Краскела — Уоллиса, *** критерий Данна с поправкой Бонферрони.
Note: * Fisher's exact test, ** Kruskal-Wallis test, *** Dunn's criterion with Bonferroni correction.

Таблица 2. Исходные клинико-функциональные данные пациентов, *n* = 33

Table 2. Patients' primary clinical and functional data, *n* = 33

Параметры Parameters		1-я группа (*n* = 15), *n* (%) Group 1 (*n* = 15), *n* (%)	2-я группа (*n* = 10), *n* (%) Group 2 (*n* = 10), *n* (%)	3-я группа (*n* = 8), *n* (%) Group 2 (*n* = 8), *n* (%)	Всего (*n* = 33), *n* (%) Total (*n* = 33), *n* (%)
Средняя толщина роговицы, мкм Average corneal thickness, μm		689,4 ± 54,4	634,3 ± 50,1	568,1 ± 13,7	661,9 ± 52,3
Толщина роговицы Corneal thickness	равномерная regular	4 (26,7 %)	8 (80 %)	8 (100 %)	20 (61 %)
	неравномерная irregular	11 (73,3 %)	2 (20 %)	—	13 (39 %)
Степень прозрачности сосудистого бельма (возможность частичной визуализации деталей передней камеры) Degree of transparency (partial visualization of anterior chamber structures)		—	10 (100 %)	6 (75 %)	16 (48 %)
Наличие фиброваскулярного паннуса Fibrovascular pannus		1 (6,3 %)	4 (40 %)	—	5 (15 %)
Средняя толщина фиброваскулярного паннуса, мкм Average fibrovascular pannus thickness, μm	п ОСТ AS-OCT	43,2 ± 7,3	40,7 ± 6,6	—	41,9 ± 6,9
	УБМ UBM	49,9 ± 5,8	47,2 ± 5	—	48,4 ± 5,3
Средний диаметр кольцевидного рубца после СКП Average diameter of circular scar after PKP		7,8 ± 0,7	8,5 ± 0,39	8,3 ± 0,25	8,15 ± 0,66

У большинства пациентов ранее были выполнены неоднократные оперативные вмешательства, среди них: сквозная кератопластика (33), устранение симблефарона с пластикой конъюнктивальных сводов различными биологическими материалами (7), укрепление бельма различными пластическими материалами до кератопротезирования (4), микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция (6).

Перед операцией острота зрения у пациентов всех групп была существенно снижена и варьировала от 1/∞ pr. certa до 0,01. В связи с выраженными изменениями глазной поверхности у всех пациентов измерение внутриглазного давления (ВГД) осуществляли пальпаторно. На момент диагностики перед проведением хирургического лечения у всех пациентов уровень офтальмотонуса пальпаторно был в пределах нормы, при этом 18 пациентов (54 %) получали антиглаукомные препараты.

Методом В-сканирования противопоказаний для хирургического лечения выявлено не было. Показатели ЭФИ были в пределах нормы на 25 глазах (76 %), в остальных случаях отмечалось умеренное снижение данных показателей.

Исходные клинико-функциональные данные пациентов представлены в таблице 2.

Для проведения кератопротезирования у пациентов 1-й и 2-й групп использовали кератопротез модели

Федорова — Зуева (размер 8 на 5,5 мм), модифицированную опорную пластину кератопротеза Федорова — Зуева[1], имеющую размер 5,5×6,5 мм (Экспериментально-техническое производство «Микрохирургия глаза», Россия) и кератопротез «Репер НН» (г. Нижний Новгород). Выбор модели опорной пластины зависел от диаметра рубца после СКП и от степени равномерности сосудистого бельма. По типу модели имплантируемого кератопротеза статистически значимое различие между пациентами 1-й и 2-й групп отсутствовало ($p > 0,05$, точный критерий Фишера) (табл. 3).

В группе с механической техникой выкраивания кармана статистически значимо большему количеству глаз было выполнено укрепление бельма до 1 этапа кератопротезирования ($p < 0,05$, точный критерий Фишера) (табл. 3).

В случаях, если бельмо было неравномерным по своей толщине, визуализировалось тотальное васкуляризированное бельмо, диаметр кольцевидного рубца составлял от 7 до 9 мм, а также в анамнезе отмечалось укрепление сосудистого бельма аутотканями, проводился первый этап кератопротезирования с формированием интрастромального кармана методом мануального расслаивания бельма под интраоперационным контролем ОКТ (1-я группа) (рис. 1).

Таблица 3. Данные об имплантируемой модели кератопротеза и укреплении бельма до 1-го этапа кератопротезирования у пациентов 1-й и 2-й групп

Table 3. Patients' 1st and 2nd groups data on implanted keratoprosthesis model and autograft transplantation before the first stage of keratoprosthesis implantation

Показатель Parameters	Значение Value	Мануальная техника Manual technique		Фемтолазер Femtosecond laser		*p*-value*
		Абс. Abs.	%	Абс. Abs.	%	
Укрепление бельма до 1-го этапа Autograft transplantation before the first stage	Да Yes	7	46,7	0	0,0	0,020
	Нет No	8	53,3	10	100,0	
Модель кератопротеза Keratoprosthesis model	Кератопротез Федорова — Зуева (классическая модель) Fyodorov — Zuev keratoprosthesis (classic model)	1	6,7	0	0,0	0,125
	Кератопротез Федорова — Зуева (модифицированная модель) Fyodorov — Zuev keratoprosthesis (modified model)	3	20	0	0	
	Репер Reper	11	73,3	10	100,0	

Примечание: * точный критерий Фишера.
Note: * Fisher's exact test.

[1] Заявка на выдачу патента на полезную модель 2025109431 от 15.04.2025.

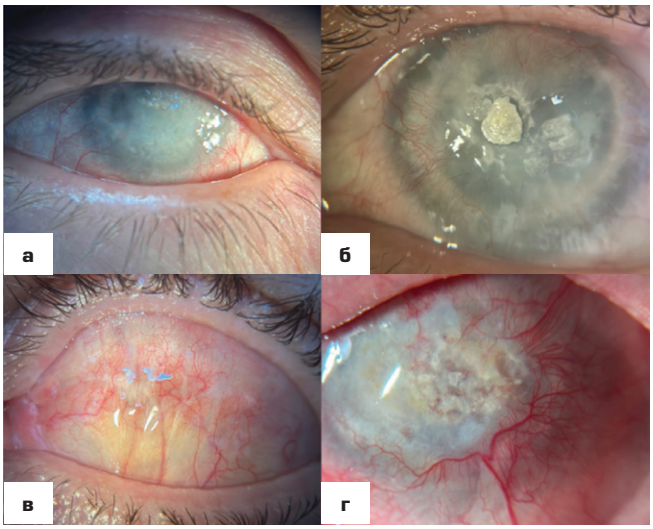


Рис. 1. Серия снимков пациентов с сосудистым бельмом, имеющих в анамнезе кератопластику: а — сосудистое бельмо после сквозной кератопластики, проведенной после химического ожога серной кислотой; б — сосудистое бельмо после сквозной кератопластики, проведенной после термического ожога паром; в — сосудистое бельмо после сквозной кератопластики с одномоментным укреплением аутотканями после химического ожога щелочью; г — сосудистое бельмо после неоднократной кератопластики с образованием фиброваскулярного паннуса после минно-взрывного ранения

Fig. 1. Patients with corneal vascular leucoma after keratoplasty: a — vascular leucoma after penetrating keratoplasty due to chemical burn caused by sulphuric acid; б — vascular leucoma after penetrating keratoplasty due to steam burn; в — vascular leucoma after penetrating keratoplasty with simultaneous autograft transplantation due to alkali burn; г — vascular leucoma after multiple keratoplasties with fibrovascular pannus due to mine blast injury

Техника операции заключалась в следующем.

Первым этапом производили разрез роговицы, соответствующий параметрам выбранной модели кератопротеза. Под контролем иОКТ выполняли механическое расслаивание сосудистого бельма с постепенным формированием ИСК; для лучшей визуализации в расслоенный участок бельма вводили когезивный вискоэластик, в результате этого на иОКТ визуализировался профиль расслаиваемого ИСК, что обеспечивало более четкие, топографически ориентированные хирургические манипуляции, позволяющие осуществить формирование ИСК на оптимальной глубине, соответствующей 2/3 толщины роговицы. Далее проводили имплантацию опорной части кератопротеза в сформированный ИСК (рис. 2–5) [8].

Следует отметить, что в двух случаях ввиду истонченного сосудистого бельма до момента формирования ИСК была выполнена подготовка конъюнктивальных сводов и укрепление сосудистого бельма после имплантации опорной пластины кератопротеза из-за высоких рисков протрузии опорной пластины кератопротеза.

У пациентов 2-й группы (рис. 6–8) первый этап кератопротезирования проводился с формированием

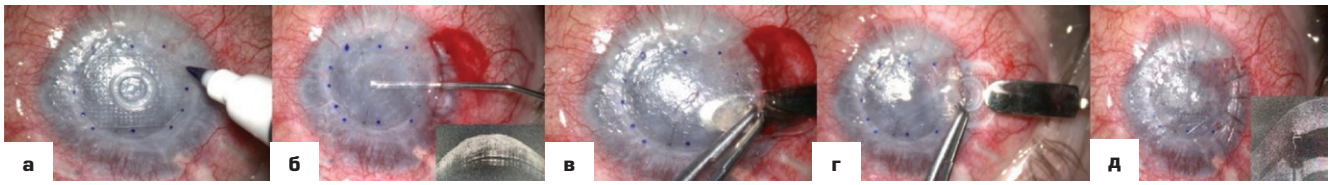


Рис. 2. Этап мануальной имплантации опорной пластины кератопротеза: а — разметка зоны ИСК; б — введение вискоэластика в ИСК с визуализацией на ОКТ; в — расслаивание бельма; г — имплантация опорной пластины; д — наложение швов

Fig. 2. Manual implantation of keratoprosthesis intralamellar plate: a — marking intrastromal pocket area; б — viscoelastic injection into intrastromal pocket under OCT control; в — leucoma dissection; г — intralamellar plate implantation; д — suturing

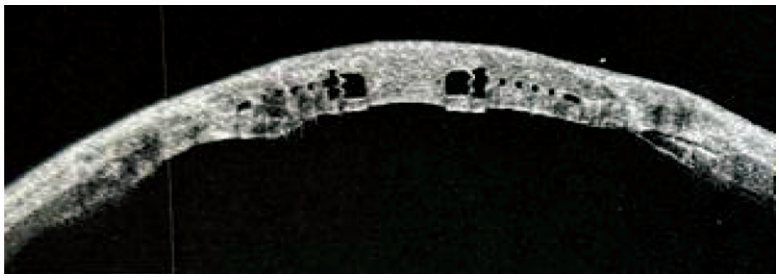


Рис. 3. ОКТ после 1-го этапа кератопротезирования, проведенного мануальным способом на сроке наблюдения 3 месяца

Fig. 3. AS-OCT after the first stage of keratoprosthesis implantation performed manually, 3-months follow-up period

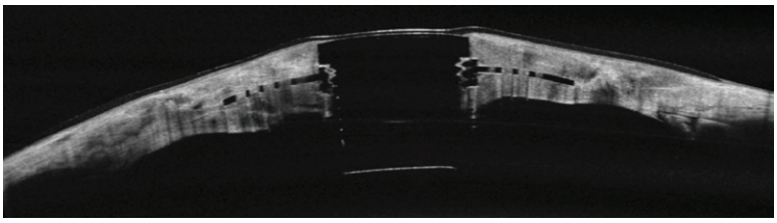


Рис. 4. ОКТ переднего отрезка после 2-го этапа кератопротезирования у пациента 1-й группы

Fig. 4. AS-OCT after the second stage of keratoprosthesis implantation in patient of the first group

интрастромального кармана при помощи фемтосекундного лазера Femto LDV Z8 (Ziemer, Швейцария). С помощью системы интраоперационной ОКТ зону будущего интрастромального кармана располагали на глубине 2/3 толщины роговицы и проводили фемтодиссекцию роговицы с формированием ИСК, соответствующего размерам имплантируемой опорной пластины кератопротеза. Далее в сформированный карман при помощи микрохирургического пинцета имплантировали опорную пластину кератопротеза [7].

При наличии фиброваскулярного паннуса перед этапом формирования ИСК проводили иссечение паннуса. Следует отметить, что укрепление сосудистого бельма аутотканями перед проведением первого этапа кератопротезирования являлось противопоказанием для использования фемтосекудного сопровождения ввиду полной непрозрачности оптических сред.

3-ю группу составили 8 пациентов (8 глаз), у которых методом хирургического лечения была сквозная ре-кератопластика (рис. 9). Техника операции была стандартной и заключалась в выкраивании диска донорской роговицы диаметром 8–8,5 мм и фиксации его к роговице реципиента при помощи узловых швов.

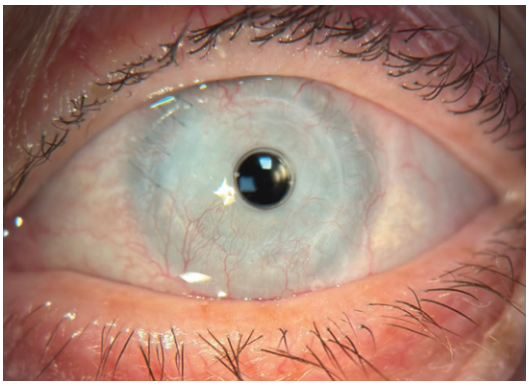


Рис. 5. Состояние после кератопротезирования с кератопротезом «Репер НН» у пациента, перенесшего в анамнезе химический ожог щелочью, сквозную кератопластику и имплантацию клапана Ахмеда

Fig. 5. Eye condition after keratoprosthesis implantation in patient after penetrating keratoplasty due to alkali burn and Ahmed valve implantation

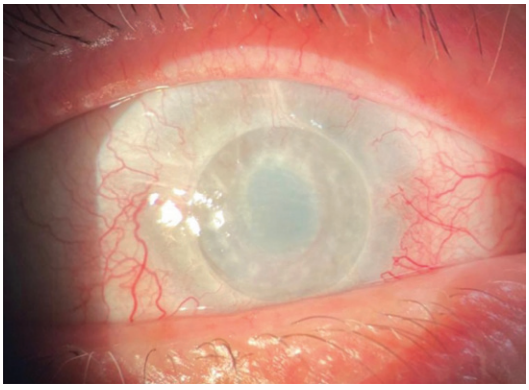


Рис. 6. Сосудистое бельмо роговицы, сформированное в результате неоднократной кератопластики по поводу травмы глаза

Fig. 6. Corneal vascular leucoma after multiple keratoplasties due to ocular trauma

При проведении хирургического вмешательства наблюдались следующие осложнения: интраоперационные — обильное кровотечение, неравномерное расслаивание интрастромального кармана, перфорация сосудистого бельма под интрастромальным карманом с признаками фильтрации

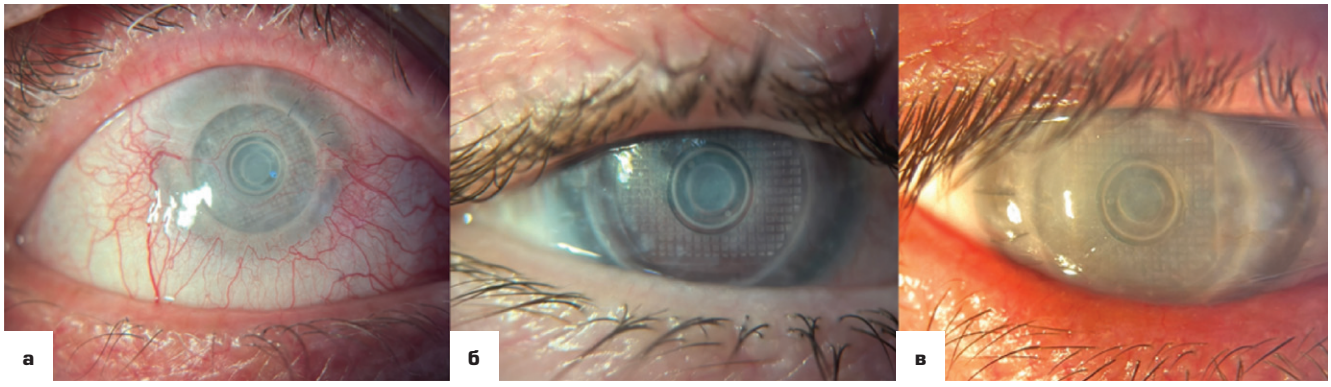


Рис. 7. Серия снимков пациентов после первого этапа кератопротезирования с использованием фемтолазера: а — пациент с терминальным дистрофическим бельмом, сформированным после неоднократной кератопластики по поводу травмы глаза; б — пациент с декомпенсацией роговичного трансплантата после сквозной кератопластики с проведенной одномоментной экстракцией катаракты и имплантацией иридохрусталиковой диафрагмы; в — пациент с сосудистым бельмом, сформированным после химического ожога, имеющий в анамнезе сквозную и послойную кератопластику

Fig. 7. Patients after the first stage of keratoprosthesis implantation: a — patient with corneal vascular leucoma after multiple keratoplasties due to ocular trauma; б — patient with graft failure after penetrating keratoplasty with simultaneous cataract extraction and lens-iris diaphragm implantation performed due to congenital corneal dystrophy, cataract and aniridia; в — patient with corneal vascular leucoma caused by chemical burn after penetrating and lamellar keratoplasty

влаги передней камеры; ранние послеоперационные — поверхностная эрозия роговицы, гипотония; поздние послеоперационные — повышение ВГД, протрузия опорной пластины кератопротеза, воспалительная реакция, помутнение трансплантата (табл. 4).

Между тремя исследуемыми группами не выявлено статистически значимых различий по количеству интра- и послеоперационных осложнений ($p < 0,05$). Однако в группе с мануальным формированием кармана для кератопротеза и группе со сквозной кератопластикой было клинически значимо больше интраоперационных осложнений (46,7 и 50,0 % соответственно), чем в группе с фемтолазерным формированием кармана для кератопротеза (0,0%). Кроме того, отмечено клинически значимое различие по количеству послеоперационных осложнений: в группе «Кератопротезирование с фемтосопровождением» — 30,0 %, в группе «Кератопротезирование мануально» — 46,7 % и в группе «СКП» — 62,5 %.

Вместе с тем стоит отметить, что в группе с мануальной техникой протрузия кератопротеза встречалась в 33,3 % случаев, а в группе с фемтолазерным формированием ИСК данное осложнение отмечено не было. Частота и характер осложнений в исследуемых группах представлены в таблице 4.

По данным МКОЗ, до и после лечения между исследуемыми группами статистически значимое различие отсутствовало ($p > 0,05$) (табл. 5). При сравнении данных толщины бельма над и под опорной пластиной у пациентов 1-й и 2-й групп (рис. 10–12) после первого и второго этапа кератопротезирования статистических значимых различий между группами не выявлено ($p > 0,05$).

По данным ВГД до и после лечения статистически значимых различий между тремя группами не выявлено ($p > 0,05$, точный критерий Фишера) (табл. 6).

Таким образом, при анализе были получены сравнимые функциональные результаты в исследуемых группах. Тем не менее в группе с использованием фемтолазерной техники формирования ИСК наблюдалось статистически значимо меньшее количество интраоперационных осложнений по сравнению с мануальным методом ($p < 0,05$).

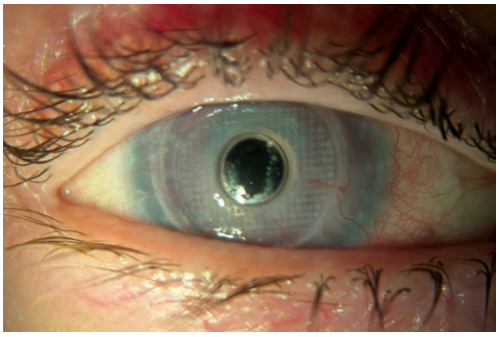


Рис. 8. Состояние после 2-го этапа кератопротезирования у пациента 2-й группы

Fig. 8. Eye condition after the second stage of keratoprosthesis implantation in patient of the 2nd group

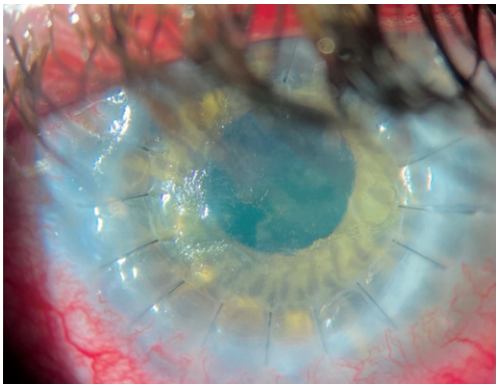


Рис. 9. Состояние после ре-СКП у пациента с травматической аниридией и афакией с иридо-хрусталиковой диафрагмой, 2-е сутки после ре-СКП

Fig. 9. Eye condition after rekeratoplasty in patient with traumatic aniridia, aphakia and lens-iris diaphragm, 2 days after rekeratoplasty

Таблица 4. Частота и характер интра- и послеоперационных осложнений, *n* = 33

Table 4. Frequency and character of intraoperative and postoperative complications, *n* = 33

Показатель Parameter	Значение Value	Кератопротезирование мануально Keratoprosthesis implantation using manual technique		Кератопротезирование с фемтосопровождением Keratoprosthesis implantation using femtosecond laser		Сквозная кератопластика Penetrating keratoplasty		*p*-value*
		абс. abs.	%	абс. abs.	%	абс. abs.	%	
Осложнения интраоперационно Intraoperative complications	Без осложнений No complications	8	53,3	10	100,0	4	50,0	$p_{мануально\text{-}фемто} = 0,061$ $p_{manual\text{-}femtosecond} = 0,061$ $p_{мануально\text{-}СКП} = 1,000$ $p_{manual\text{-}PKP} = 1,000$ $p_{СКП\text{-}фемто} = 0,069$ $p_{PKP\text{-}femtosecond} = 0,069$
	Неравномерная глубина залегания кармана Uneven intrastromal pocket depth	6	40,0	0	0,0	0	0,0	
	Перфорация Perforation	1	6,7	0	0,0	0	0,0	
	Кровотечение Hemorrhage	0	0,0	0	0,0	4	50,0	
Осложнения после операции Postoperative complications	Без осложнений No complication	8	53,3	7	70,0	3	37,5	$p_{мануально\text{-}фемто} = 1,000$ $p_{manual\text{-}femtosecond} = 1,000$ $p_{мануально\text{-}СКП} = 1,000$ $p_{manual\text{-}PKP} = 1,000$ $p_{СКП\text{-}фемто} = 1,000$ $p_{PKP\text{-}femtosecond} = 1,000$
	Протрузия Protrusion	5	33,4	0	0,0	0	0,0	
	Повышение ВГД IOP elevation	2	13,3	2	20,0	0	0,0	
	Эрозия роговицы Corneal erosion	0	0,0	1	10,0	0	0,0	
	Помутнение трансплантата Graft failure	0	0,0	0	0,0	4	50,0	
	Воспалительная реакция Inflammation	0	0,0	0	0,0	1	12,5	

Примечание: * сравнение общего количества осложнений (точный критерий Фишера с поправкой Бонферрони).
Note: * comparison of the total number of complications (Fisher's exact test with Bonferroni correction).

Таблица 5. Клинико-функциональные результаты у пациентов в исследуемых группах

Table 5. Patients' clinical and functional results

Срок наблюдения Follow-up period	Мануальная техника Manual technique	Фемтолазер Femtosecond laser	СКП PKP	*p*-value*
До Before	0,001 (0,001; 0,001) Min-Max: 0,001–0,001	0,001 (0,001; 0,001) Min-Max: 0,001–0,001	0,001 (0,001; 0,001) Min-Max: 0,001–0,001	$p_{мануально\text{-}фемто} = 1,000$ $p_{manual\text{-}femtosecond} = 1,000$ $p_{мануально\text{-}СКП} = 1,000$ $p_{manual\text{-}PKP} = 1,000$ $p_{СКП\text{-}фемто} = 1,000$ $p_{PKP\text{-}femtosecond} = 1,000$
После After	0,001 (0,001; 0,001) Min-Max: 0,001–0,001	0,001 (0,001; 0,001) Min-Max: 0,001–0,001	0,001 (0,001; 0,013) Min-Max: 0,001–0,300	$p_{мануально\text{-}фемто} = 1,000$ $p_{manual\text{-}femtosecond} = 1,000$ $p_{мануально\text{-}СКП} = 0,055$ $p_{manual\text{-}PKP} = 0,055$ $p_{СКП\text{-}фемто} = 0,089$ $p_{PKP\text{-}femtosecond} = 0,089$

Примечание: * критерий Данна с поправкой Бонферрони.
Note: * Dunn's criterion with Bonferroni correction.

Таблица 6. Динамика ВГД до и после лечения в исследуемых группах

Table 6. IOP changes before and after the surgery

Показатель Parameter	Значение Value	Мануальная техника Manual technique		Фемтолазер Femtosecond laser		СКП PKP		*p*-value*
		абс. abs.	%	абс. abs.	%	абс. abs.	%	
ВГД до IOP before	Нормальное Normal	15	100,0	10	100,0	8	100,0	1,000
	Повышенное Increased	0	0,0	0	0,0	0	0,0	
ВГД после IOP after	Нормальное Normal	15	100,0	10	100,0	6	75,0	0,053
	Повышенное Increased	0	0,0	0	0,0	2	25,0	

Примечание: * точный критерий Фишера.
Note: * Fisher's exact test.

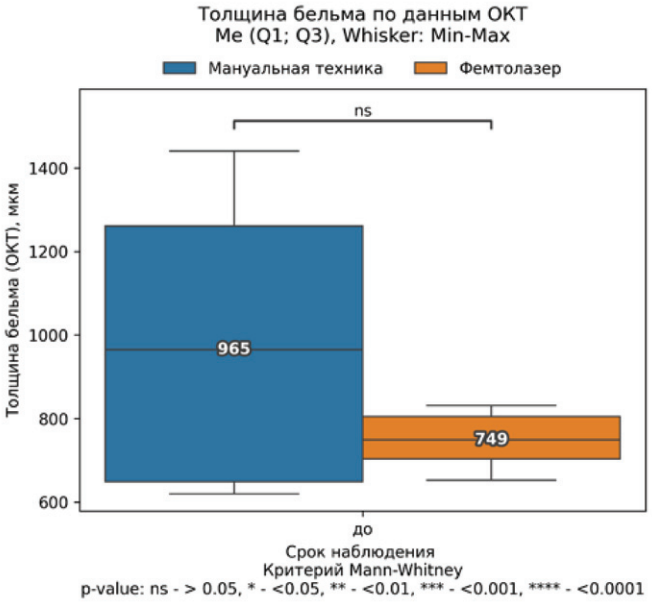


Рис. 10. Толщина бельма до лечения по данным ОКТ у пациентов 1-й и 2-й групп

Fig. 10. Corneal leucoma thickness before surgery according to AS-OCT data in patients of the 1st and 2nd groups

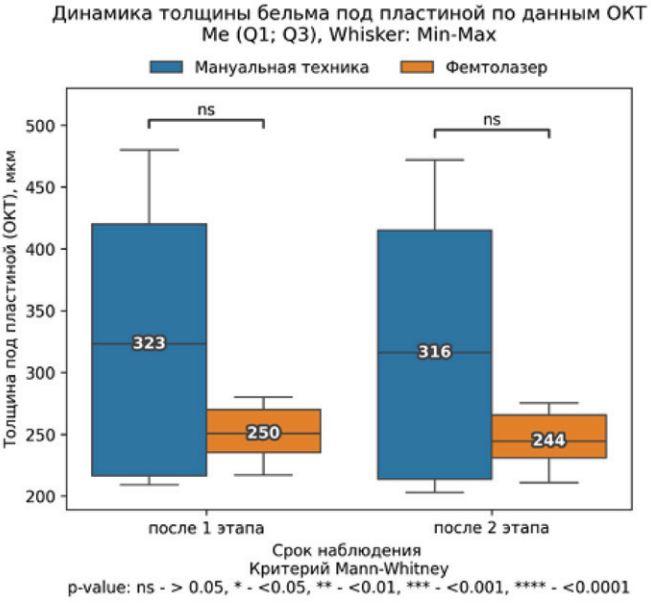


Рис. 12. Динамика толщины бельма под опорной пластиной у пациентов 1-й и 2-й групп по данным ОКТ

Fig. 12. Changes in corneal leucoma thickness under the keratoprosthesis intralamellar plate according to AS-OCT data in patients of the 1st and 2nd groups

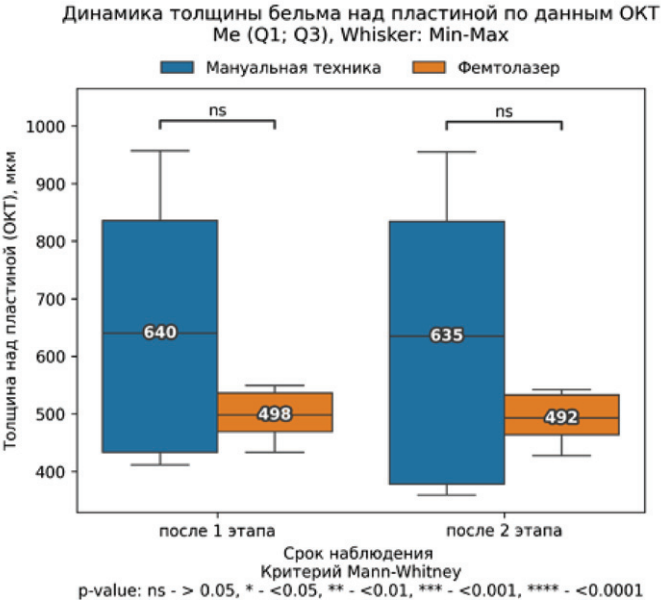


Рис. 11. Динамика толщины бельма над опорной пластиной по данным ОКТ у пациентов 1-й и 2-й групп

Fig. 11. Changes in corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis intralamellar plate according to AS-OCT data in patients of the 1st and 2nd groups

Пациентам 1-й и 2-й групп в срок 6–12 месяцев был выполнен второй этап кератопротезирования по стандартной методике, в процессе которого был вкручен оптический цилиндр, после этого было отмечено улучшение зрительных функций. Толщина роговицы в исследуемых группах оставалась стабильной на всех сроках наблюдения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Восстановление зрительных функций в случаях неэффективной сквозной кератопластики является одной из наиболее важных проблем в современной офтальмологии. По данным различных авторов, частота развития помутнения роговичного трансплантата колеблется от 2,3 до 65 % [9].

В некоторых ситуациях, таких как лечение пациентов с послеожоговыми помутнениями роговицы, терминальными дистрофическими и посттравматическими бельмами, а также при наличии определенных врожденных аномалий роговицы с ее васкуляризацией, сквозная кератопластика зачастую оказывается неэффективной [10].

Декомпенсация трансплантата происходит из-за синдрома лимбальной недостаточности, выраженных рубцово-спаечных процессов, активной неоваскуляризации, хронического увеита, стойкого повышения внутриглазного давления и др. [11].

На сегодняшний день среди специалистов нет единого мнения, какая тактика считается наиболее подходящей для хирургического лечения пациентов с сосудистым бельмом.

Одним из вариантов выбора является проведение сквозной кератопластики, однако следует учитывать высокий риск декомпенсации трансплантата после каждой последующей пересадки, в особенности у пациентов с ожоговой этиологией сосудистого бельма.

Исходя из литературных данных, с каждой повторной кератопластикой вероятность прозрачного приживления трансплантата снижается на 30 % [12]. Альтернативным

и эффективным методом хирургического лечения данной категории пациентов, позволяющим добиться хороших функциональных результатов в послеоперационном периоде, является кератопротезирование [13, 14].

Классическое кератопротезирование проводится в два этапа и имеет определенные особенности. Первый этап заключается в имплантации опорной пластины кератопротеза, при этом выбор объема хирургического вмешательства зависит от толщины и равномерности бельма. При толщине роговицы менее 600 мкм проводится пересадка роговично-протезного комплекса, представляющего опорную пластину, имплантированную в донорскую роговицу [15, 16]. В случае если минимальная толщина бельма составляет более 600 мкм, опорную пластину имплантируют в интрастромальный карман на глубину 2/3 толщины роговицы. Второй этап кератопротезирования проводится не менее чем через 6 месяцев после имплантации опорной пластины при отсутствии осложнений в послеоперационном периоде и включает вкручивание оптического цилиндра, тем самым обеспечивая восстановление предметного зрения [17–20].

До недавнего времени первый этап кератопротезирования проводился исключительно мануальным способом, зачастую без достаточного визуального контроля, что сопровождалось значительными рисками интра- и послеоперационных осложнений. Появление в арсенале хирургов современного и высокотехнологичного оборудования, систем визуализации, таких как интраоперационная ОКТ и фемтосекундный лазер, вывело кератопротезирование на качественно новый уровень.

На сегодняшний день описаны методики имплантации опорной пластины кератопротеза в интрастромальный карман, формируемый с помощью фемтосекундного лазера или методом мануального расслаивания бельма под интраоперационным контролем оптической когерентной томографии (ОКТ) [7, 8].

Тем не менее требуется тщательная предоперационная диагностика и оценка всех клинико-функциональных данных пациентов для выбора техники и получения оптимальных данных. Как показали результаты настоящего исследования, формирование интрастромального кармана с использованием фемтосекундного лазера является более прогнозируемым и безопасным методом. Однако данная методика имеет ряд ограничений и требует относительной прозрачности оптических сред с возможностью визуализации структур передней камеры.

В случаях тотального помутнения трансплантата, его обильной васкуляризации и неравномерной толщины, а также наличия в анамнезе оптико-реконструктивных вмешательств (укрепление бельма) эффективным способом является выполнение первого этапа кератопротезирования с формированием интрастромального кармана методом мануального расслаивания под интраоперационным контролем ОКТ.

Для оптимальной визуализации в процессе формирования ИСК данным методом авторами настоящей статьи была разработана оригинальная техника с применением вискоэластика при расслаивании бельма, что обеспечило более четкие, топографически ориентированные хирургические манипуляции, позволяющие осуществить формирование ИСК на оптимальной глубине.

В данном исследовании были получены сравнимые клинико-функциональные результаты в исследуемых группах, что свидетельствует об эффективности применения данных методик.

Таким образом, выработанная тактика хирургического лечения пациентов с сосудистым бельмом позволяет определить индивидуальный подход к каждому конкретному случаю и уменьшить риски возможных осложнений. Тем не менее необходима дальнейшая разработка и усовершенствование методов зрительной реабилитации данной категории пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При отсутствии прозрачного приживления донорского трансплантата после кератопластики, его стойкого помутнения и васкуляризации эффективным методом восстановления зрительных функций является кератопротезирование. При этом возможно проведение первого этапа кератопротезирования как мануальным методом, так и с использованием фемтосекундного лазера. Тем не менее требуется тщательная предоперационная диагностика и оценка всех клинико-функциональных данных пациентов для выбора техники с получением оптимальных результатов. Формирование интрастромального кармана с использованием фемтосекундного лазера является более безопасным и точным методом, однако требует относительной прозрачности оптических сред с возможностью визуализации структур передней камеры. В случаях тотального помутнения и обильной васкуляризации роговичного трансплантата выкраивание ИСК с помощью фемтосекундного лазера малоэффективно, поэтому целесообразно применение мануальной техники формирования интрастромального кармана под интраоперационным контролем ОКТ.

Вариантом выбора хирургического лечения у пациентов с сосудистым бельмом является сквозная кератопластика, однако следует учитывать высокий риск декомпенсации трансплантата после каждой последующей пересадки, в особенности у пациентов с ожоговой этиологией сосудистого бельма.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Головин А.В. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; написание текста; редактирование; окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Трошина А.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; статистическая обработка данных; написание текста; редактирование;
Манцова В.Р. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; написание текста; редактирование;
Прошко А.В. — сбор, анализ и обработка материала; написание текста;
Кечин Е.В. — статистическая обработка данных; окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. 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.
2. Othman IS, Gharieb HM, Ibrahim HMG. Eight-years Egyptian experience of Boston type I keratoprosthesis following failed penetrating keratoplasty or ocular surface disease. Saudi J Ophthalmol. 2022 Jul 11;36(1):102–106. doi: 10.4103/sjopt.sjopt_36_20.
3. Hager JL, Phillips DL, Goins KM, Kitzmann AS, Greiner MA, Cohen AW, Welder JD, Wagoner MD. Boston type 1 keratoprosthesis for failed keratoplasty. Int Ophthalmol. 2016 Feb;36(1):73–78. doi: 10.1007/s10792-015-0078-2.
4. El-Khoury J, Khair D, Daoud R, Thompson P, Racine L, Harissi-Dagher M. Boston type I keratoprosthesis versus penetrating keratoplasty following a single failed corneal graft. Eye (Lond). 2023 Feb;37(3):486–491. doi: 10.1038/s41433-022-01969-9.
5. Ahmad S, Mathews PM, Lindsley K, Alkharashi M, Hwang FS, Ng SM, Aldave AJ, Akpek EK. Boston Type 1 Keratoprosthesis versus Repeat Donor Keratoplasty for Corneal Graft Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. Ophthalmology. 2016 Jan;123(1):165–177. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.09.028.
6. Малюгин БЭ, Ковшун ЕВ, Головин АВ, Энкина АВ. Способ формирования интрастромального кармана для имплантации кератопротеза с использованием фемтосекундного лазера. Патент RU 2644850, 14.02.2018.
   Malyugin BE, Kovshun EV, Golovin AV, Enkina AV. Method for forming intrastromal pocket for keratoprosthesis implantation using femtosecond laser. Patent RU 2644850, 14.02.2018 (In Russ.).
7. Головин АВ, Нефедова ОН, Мюллер Ф. Способ формирования интрастромального кармана для имплантации кератопротеза с использованием фемтосекундного лазера при первом этапе кератопротезирования. Патент RU 2834829, 14.02.2025.
   Golovin AV, Nefedova ON, Miuller F. Method for forming an intrastromal pocket for keratoprosthesis implantation using a femtosecond laser at the first stage of keratoprosthesis. Patent RU 2834829, 14.02.2025 (In Russ.).
8. Головин АВ, Шолохова ВР, Трошина АА. Способ формирования интрастромального кармана для имплантации кератопротеза с использованием оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза и вискоэластика. Патент RU 2805159, 17.10.2023.
   Golovin AV, Sholokhova VR, Troshina AA. Method for forming intrastromal pocket for implantation of keratoprosthesis using optical coherence tomography of anterior segment of eye and viscoelastic. Patent RU 2805159, 17.10.2023 (In Russ.).
9. Liu C, Okera S, Tandon R, Herold J, Hull C, Thorp S. Visual rehabilitation in end-stage inflammatory ocular surface disease with the osteo-odonto-keratoprosthesis: results from the UK. Br J Ophthalmol. 2008 Sep;92(9):1211–1217. doi: 10.1136/bjo.2007.130567.
10. Dohlman CH, Harissi-Dagher M, Khan BF, Sippel KC, Aquavella JV, Graney JM. Introduction to the use of the Boston keratoprosthesis. Expert Review of Ophthalmology. 2006;1:41–48.
11. Gomaa A, Comyn O, Liu C. Keratoprostheses in clinical practice - a review. Clin Exp Ophthalmol. 2010 Mar;38(2):211–224. doi: 10.1111/j.1442-9071.2010.02231.x.
12. Huang Y, Yu J, Liu L, Du G, Song J, Guo H. Moscow eye microsurgery complex in Russia keratoprosthesis in Beijing. Ophthalmology. 2011 Jan;118(1):41–46. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.05.019.
13. Федоров СН, Мороз ЗИ, Ковшун ЕВ. Новый способ кератопротезирования истонченных сосудистых бельм. Офтальмохирургия. 1995;2:50–53.
   Fedorov SN, Moroz ZI, Kovshun EV. A new method of keratoprosthesis for thinned vascular lesions. Ophthalmosurgery. 1995;2:50–53 (In Russ.).
14. Федоров СН, Мороз ЗИ, Зуев ВК. Кератопротезирование. М.: Медицина; 1982:144.
   Fedorov SN, Moroz ZI, Zuev VK. Keratoprosthetics. Moscow: Medicine; 1982:44 (In Russ.).
15. Cardona H. Keratoprosthesis; acrylic optical cylinder with supporting intralamellar plate. Am J Ophthalmol. 1962 Aug;54:284–294.
16. Cardona H. Plastic keratoprostheses: a description of the plastic material and comparative histologic study of recipient corneas. Am J Ophthalmol. 1964 Aug;58:247–52.
17. Chew HF, Ayres BD, Hammersmith KM, Rapuano CJ, Laibson PR, Myers JS, Jin YP, Cohen EJ. Boston keratoprosthesis outcomes and complications. Cornea. 2009 Oct;28(9):989–996. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181a186dc.
18. Choyce DP. Keratoprosthesis. Am J Ophthalmol 1980;89:152–153.
19. Day R. Artificial corneal implants. Trans Am Ophthalmol Soc. 1957–1958;55:455–475.
20. Hille K. Keratoprosthesis: clinical aspects. Ophthalmology 2002;99:523–531.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Головин Андрей Владимирович
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком

Трошина Анна Алексеевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции

Манцова Валерия Романовна
аспирант, врач-офтальмолог

Прошко Александра Вячеславовна
клинический ординатор

Кечин Евгений Владимирович
кандидат медицинских наук, научный сотрудник организационно-методического отдела

ABOUT THE AUTHORS

Golovin Andrey V.
PhD, head of the Surgery Unit

Troshina Anna A.
PhD, research fellow of Lens Surgery and Intraocular Correction Department

Mantsova Valeria R.
ophthalmologist, postgraduate

Proshko Alexandra V.
clinical resident

Kechin Evgeny V.
PhD, research fellow of the Organizational and methodological department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-558-546

поступила 03.06.25
was received 03.06.25

Сравнение точности торических калькуляторов Kane и Barrett toric calculator с использованием различных кератометрических параметров





Д.Ф. Белов[1,2] В.П. Николаенко[1,2] А.И. Сорокопудова[2]

[1] СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2»
пер. Учебный, 5, Санкт-Петербург, 194354, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская наб., 7/9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):558–564**

Цель исследования: сравнение двух формул расчета ТИОЛ: Kane и Barrett toric calculator (BTC), использующих различные кератометрические параметры. **Пациенты и методы.** В исследование вошел 31 пациент (31 глаз), которым была выполнена факоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией ТИОЛ Clareon® Toric CNWOT2-T9 (Alcon, США). Биометрия передней поверхности роговицы выполнялась на аппарате IOL-Master 700 (Carl Zeiss, Германия), кератотопография обеих поверхностей роговой оболочки — на приборе CASIA OCT SS-1000 (Tomey, Япония). Расчет ТИОЛ производился по формулам Kane и BTC. Сравнивались параметры средней центроидной ошибки (СЦО), ее значения по модулю (МЦО), а также частота попадания в расчетные значения астигматизма в пределах ±0,25, ±0,50, ±0,75, ±1,00 и свыше 1,00 дптр. **Результаты.** Наименьшее значение СЦО (0,19 ± 0,92 дптр) и МЦО (0,82 ± 0,43 дптр), а также бóльшую частоту попадания (90 %) в расчетные значения астигматизма в пределах ±1,00 дптр обеспечила формула Kane, опирающаяся на параметры передней поверхности, полученные с помощью IOL-Master. Калькулятор BTC при учете данных передней поверхности роговицы, полученных на биометре IOL-Master, и задней — на топографе CASIA, оказался чуть менее точным — СЦО (0,27 ± 0,96 дптр), МЦО (0,86 ± 0,48 дптр), частота попадания в расчетные значения астигматизма в пределах ±1,00 дптр — 84 %. **Заключение.** Калькулятор Kane демонстрирует наилучшие рефракционные результаты расчета ТИОЛ при использовании стандартных данных кератометрии IOL-Master.

Ключевые слова: факоэмульсификация, астигматизм, торические интраокулярные линзы, расчет ИОЛ, биометрия, кератотопография, астигматизм задней поверхности роговицы

Для цитирования: Белов Д.Ф., Николаенко В.П., Сорокопудова А.И. Сравнение точности торических калькуляторов Kane и Barrett toric calculator с использованием различных кератометрических параметров. *Офтальмология.* 2025;22(3):558–564. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-558-564

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Comparison of Kane and Barrett Toric Formulas using Different Keratometric Parameters

D.F. Belov[1,2], V.P. Nikolaenko[1,2], A.I. Sorokopudova[2]

[1] Saint-Petersburg Multifield Hospital No. 2
Uchebniy lane, 5, Saint-Petersburg, 194354, Russian Federation

[2] Saint Petersburg State University
University emb., 7/9, Saint-Petersburg, 199034, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):558–564**

Purpose. To compare Kane and Barrett toric formulas using different keratometric parameters. **Material and methods.** The study included 31 patients (31 eyes) who underwent phacoemulsification (PE) with implantation of the Clareon® Toric CNWOT2-T9 TIOL (Alcon, USA). Biometry was performed on IOL-Master 700 (Carl Zeiss, Germany), and keratopography on CASIA OCT SS-1000 device (Tomey, Japan). TIOL was calculated using Kane and Barrett toric calculator (BTC) formulas using various keratometric data. Mean centroid error (MCE) and mean absolute centroid error (MACE), frequency of target cylinder hitting within ±0.25, ±0.50, ±0.75, ±1.00, and over 1.00 D were compared. **Results.** The lowest MCE (0.19 ± 0.92 D) and MACE (0.82 ± 0.43 D), as well as a higher frequency of target cylinder hitting (90%) were shown by Kane formula when IOL-Master keratometric values were used. BTC was slightly less accurate — MCE (0.27 ± 0.96 D), MACE (0.86 ± 0.48 D), the frequency of target cylinder hitting within ±1.00 D was 84% when anterior corneal surface data by IOL-Master and the posterior corneal values by CASIA topographer were used. **Conclusion.** Kane formula demonstrates the best refractive results for TIOL calculation using standard IOL-Master keratometry data.

Keywords: phacoemulsification, astigmatism, toric intraocular lenses, IOL calculation, biometry, keratotopography, posterior corneal astigmatism

For citation: Belov D.F., Nikolaenko V.P., Sorokopudova A.I. Comparison of Kane and Barrett Toric Formulas using Different Keratometric Parameters. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):558–564. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-558-564

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день главной проблемой хирургического лечения катаракты является точный расчет оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ) [1, 2]. Задача дополнительно усложняется при подборе торических ИОЛ (ТИОЛ) для коррекции роговичного астигматизма (РА) из-за необходимости учета большего количества переменных: преломляющих свойств передней и задней поверхности роговицы, глубины передней камеры, влияния положения основного разреза и его хирургически индуцированного астигматизма. Как итог, по данным Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов, лишь в 15 % случаев клинически значимый РА устраняется имплантацией ТИОЛ [3] и лишь 45 % хирургов владеют техникой установки данного типа линз [4]. В то же время свыше половины жителей Земли имеют РА, превышающий 0,75 дптр, что существенно ухудшает некорригированную остроту зрения (НКОЗ). Так, каждая диоптрия общего рефракционного астигматизма снижает НКОЗ, минимум, на 2,5 строки [5].

Еще больше усложняет процесс расчета ТИОЛ попытка учета преломляющих свойств задней поверхности роговицы. Многие современные калькуляторы торических линз, в том числе и считающаяся одной из наиболее точных для расчета сферического компонента ИОЛ Kane formula [1], осуществляют теоретическую оценку астигматизма задней поверхности роговицы с помощью математических номограмм. Наряду с ними существуют и другие формулы, использующие реальные параметры задней поверхности роговицы, например Barrett toric calculator (BTC). Однако оценка кривизны обеих поверхностей роговой оболочки требует дополнительного дорогостоящего оснащения, что поднимает резонный вопрос о целесообразности усложнения предоперационного обследования пациента.

Целью данной работы явилось сравнение двух формул расчета ТИОЛ — Kane и BTC с использованием различных кератометрических параметров.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на базе офтальмологического центра СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2».

В исследование вошел 31 пациент (31 глаз, 10 мужчин, 21 женщина), средний возраст 70,45 ± 7,76 года, которым была выполнена факоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией ТИОЛ Clareon® Toric CNW0T2-T9 (Alcon, США) по стандартной методике (через разрез 2,2 мм и два парацентеза 1,2 мм) на аппарате Centurion® Vision System (Alcon, США).

Профилактика инфекции и воспаления включала в себя четырехкратные инстилляции фиксированной комбинации кеторолака и левофлоксацина (Сигницеф® Плюс, Сентисс) на протяжении пяти суток и 0,1% раствора фторметолона (Флоас Моно, Сентисс) — в течение двух недель со дня операции.

Биометрия выполнялась на аппарате IOL-Master 700 (Carl Zeiss, Германия), кератотопография — на приборе CASIA Corneal/Anterior Segment OCT SS-1000 (Tomey, Япония).

Расчет ТИОЛ осуществлялся на онлайн калькуляторах Kane [6] и Barrett toric calculator [7]. Для ТИОЛ Clareon® Toric CNW0T2-T9 использовалась а-константа, равная 119,33 согласно данным с сайта Iol Con [8], основной доступ производился на 140 градусах по шкале ТАБО, а хирургически индуцированный астигматизм принимался равным 0,1 дптр во всех случаях.

В зависимости от использовавшихся кератометрических данных пациенты были разделены на 6 групп:

- группа 1 — расчет ИОЛ с помощью формулы Kane по кератометрическим данным передней поверхности роговицы IOL-Master;
- группа 2 — расчет ИОЛ с помощью формулы Kane по кератометрическим данным передней поверхности роговицы топографа CASIA;
- группа 3 — расчет ИОЛ с помощью формулы BTC с использованием данных передней поверхности роговицы, полученных на IOL-Master, и данных задней поверхности — на топографе CASIA;
- группа 4 — расчет ИОЛ с помощью формулы BTC с использованием данных только передней поверхности роговицы, полученных на IOL-Master;
- группа 5 — расчет ИОЛ с помощью формулы BTC с использованием данных только передней поверхности роговицы, полученных на топографе CASIA;
- группа 6 — расчет ИОЛ с помощью формулы BTC с использованием данных передней и задней поверхностей роговицы, полученных на топографе CASIA.

Рефракционные результаты оценивались спустя 1 месяц после ФЭ на аппарате Topcon-8800 (Tomey, Япония). В качестве критериев точности расчета сфероэквивалента ИОЛ использовались принятые для этого параметры [9]: средняя ошибка расчета (СОР) ИОЛ (разница между ожидаемым и полученным сфероэквивалентом рефракции), а также значение средней ошибки расчета по модулю (МСОР).

Для оценки точности расчета торического компонента использовался показатель «ошибка расчета цилиндра» (ОРЦ), вычисляемый по формуле:

$$\text{Ошибка цилиндра} = |\text{полученный астигматизм}|$$

Учитывая, что астигматизм является векторной величиной, имеющей силу и направленность, стандартные арифметические критерии сравнения групп не являлись оптимальными, поэтому применялся excel-инструмент оценки астигматизма с удвоенным углом (double angle plot tool) [10] для расчета средней центроидной ошибки и модуля средней центроидной ошибки.

Кроме того, для наглядного сравнения групп применялись гистограммы с накоплением для оценки попадания в расчетные значения астигматизма в пределах ±0,25, ±0,50, ±0,75, ±1,00 и свыше 1,00 дптр.

Критерии невключения в исследование: интра- и послеоперационные осложнения, ротация ТИОЛ более чем на 5 градусов, помутнения роговицы любого генеза, ранее выполненные офтальмологические операции.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА

Статистическая обработка производилась в программе Jamovi (The jamovi project (2021), jamovi (Version 2.2.5.0) [Computer Software]). Данные представлены в виде среднего значения (M) и медианы (Me), а также стандартного отклонения (SD). Для определения нормальности распределения выборок использовался критерий Шапиро — Уилка, для попарного сравнения нормально распределенных величин — парный тест образцов (критерий Стьюдента). Непараметрический критерий Краскела — Уоллиса применялся для сравнения средних значений в группах. Различия при $p \leq 0,05$ расценивались как статистически значимые. В работе также использованы методы описательной статистики — отношение части к целому (проценты), отражающие частоту попадания в расчетные значения астигматизма.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди пациентов исследуемой группы не отмечено ни одного случая развития инфекционных осложнений или чрезмерной воспалительной реакции. Фиксированная комбинация левофлоксацина и кеторолака так же, как и фторметолон, хорошо переносились, не оказывая негативного воздействия на глазную поверхность и не препятствуя объективной оценке рефракционных результатов вмешательства.

В таблице 1 представлены средние биометрические параметры, а также сила имплантированной ИОЛ.

В таблице 2 представлены данные о типе и силе роговичного астигматизма, а также величине торического компонента использованных в исследовании ИОЛ.

В таблице 3 представлено сравнение групп по средней ошибке расчета и ее значению по модулю, ошибке расчета цилиндра, средней центроидной ошибке и модулю средней центроидной ошибки.

На рисунке 1 представлено сравнение групп по средней центроидной ошибке и модулю средней центроидной ошибки.

В таблице 4 указано на распределение частоты попадания в расчетные значения астигматизма в пределах ±0,25, ±0,50, ±0,75, ±1,00 и свыше 1,00 дптр в группах.

На рисунке 2 графически отражено попадание в расчетные значения астигматизма в пределах ±0,25, ±0,50, ±0,75, ±1,00 и свыше 1,00 дптр в группах.

Таблица 1. Средние биометрические параметры, а также сила имплантированной ИОЛ

Table 1. Mean biometric parameters and IOL power

Параметр / Parameter	*M* ± *SD*	Me	Диапазон / Range
Средняя кератометрия передней поверхности (IOL-Master), дптр Mean anterior keratometry (IOL-Master), D	44,12 ± 1,68	44,23	[40,88: 48,97]
Средняя кератометрия передней поверхности (топограф), дптр Mean anterior keratometry (topography), D	44,12 ± 1,64	44,25	[41,10: 48,75]
Средняя кератометрия задней поверхности (топограф), дптр Mean posterior keratometry (topography), D	–6,12 ± 0,23	-6,10	[–6,80: -5,70]
Астигматизм передней поверхности роговицы, дптр Anterior corneal surface astigmatism, D	2,35 ± 0,96	2,26	[0,82: 5,23]
Астигматизм задней поверхности роговицы, дптр Posterior corneal surface astigmatism, D	–0,32 ± 0,27	-0,40	[–1,00: 0,00]
Аксиальная длина глаза, мм Axial length, mm	24,01 ± 1,86	23,92	[21,32: 29,52]
Глубина передней камеры, мм Anterior chamber depth, mm	3,19 ± 0,46	3,29	[2,13: 3,84]
Толщина хрусталика, мм Lens thickness, mm	4,34 ± 0,44	4,36	[3,10: 5,19]
Горизонтальный диаметр роговицы, мм White-to-white, mm	11,82 ± 0,47	11,9	[10,50: 12,50]
Оптическая сила ИОЛ, дптр IOL power, D	20,85 ± 4,25	20,5	[9,50: 29,00]

Таблица 2. Данные о типе и силе роговичного астигматизма, а также величине торического компонента использованных в исследовании ИОЛ

Table 2. Type and magnitude of corneal astigmatism and IOL toricity

Параметр / Parameter		*n* (дптр)
Тип роговичного астигматизма Type of corneal astigmatism	Прямой / With-the-rule	12 (3,01 ± 1,02)
	С косыми осями / Oblique	8 (1,83 ± 0,69)
	Обратный / Against-the-rule	11 (2,01 ± 0,66)
Торический компонент IOL toricity	T2	2 (1,00)
	T3	4 (1,50)
	T4	9 (2,25)
	T5	5 (3,00)
	T6	8 (3,75)
	T7	2 (4,50)
	T8	1 (5,25)

Таблица 3. Сравнение групп по средней ошибке расчета и ее значению по модулю, ошибке расчета цилиндра, средней центроидной ошибке и модулю средней центроидной ошибки

Table 3. Mean and absolute IOL calculation error, mean cylinder calculation error, mean and absolute centroid calculation error in study groups

Параметр Parameter	Группы Groups						*p*
	Kane (IOL-Master)	Kane (топограф) / Kane (topograph)	BTC (IOL-Master + топограф) / BTC (IOL-Master + topograph)	BTC (IOL-Master)	BTC (топограф) / BTC (topograph)	BTC (топограф + задняя поверхность) / BTC (topograph + back surface)	
Средняя ошибка расчета, дптр Mean IOL calculation error, D	0,21 ± 0,51	0,22 ± 0,63	0,47 ± 0,58	0,47 ± 0,79	0,31 ± 0,71	0,52 ± 0,66	*0,031*
Модуль средней ошибки расчета, дптр Mean absolute IOL calculation error, D	0,41 ± 0,36	0,49 ± 0,44	0,60 ± 0,44	0,54 ± 0,60	0,58 ± 0,51	0,69 ± 0,47	*0,047*
Ошибка расчета цилиндра, дптр Mean cylinder calculation error, D	0,55 ± 0,38	0,53 ± 0,38	0,49 ± 0,36	0,52 ± 0,35	0,50 ± 0,37	0,52 ± 0,35	*0,983*
Средняя центроидная ошибка, дптр (град) Mean centroid error, D (deg)	0,19 ± 0,92 (11)	0,22 ± 0,92 (10)	0,27 ± 0,96 (9)	0,26 ± 0,99 (11)	0,27 ± 1,00 (6)	0,25 ± 0,95 (7)	неприменимо
Модуль средней центроидной ошибки, дптр Mean absolute centroid error, D	0,82 ± 0,43	0,82 ± 0,44	0,86 ± 0,48	0,90 ± 0,47	0,90 ± 0,49	0,86 ± 0,45	неприменимо

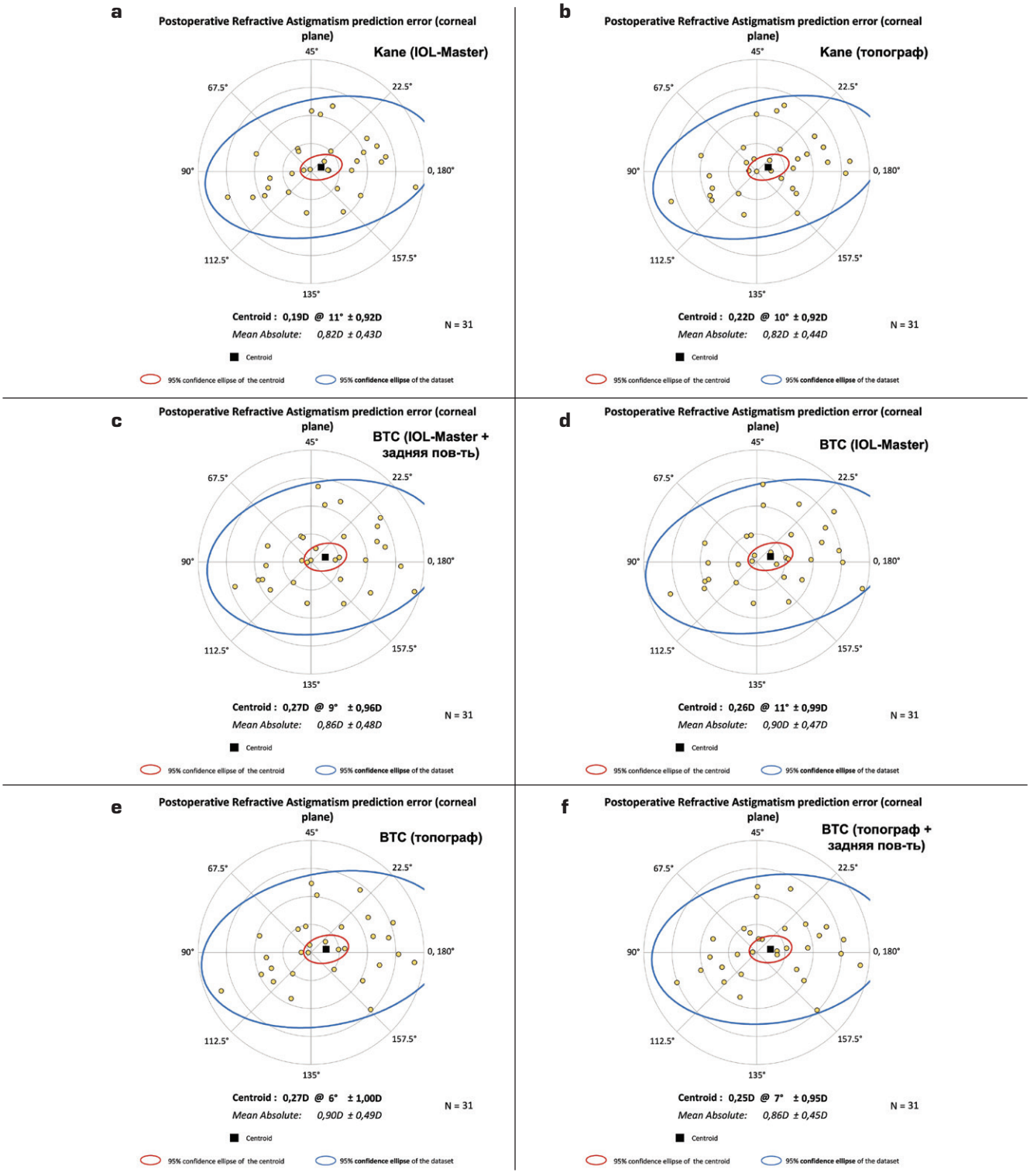


Рис. 1. Сравнение групп по средней центроидной ошибке и модулю средней центроидной ошибки. Расчет ТИОЛ: a — по формуле Kane по данным передней поверхности роговицы с IOL-Master; b — по формуле Kane по данным передней поверхности роговицы с топографа; c — по формуле BTC по данным передней поверхности роговицы с IOL-Master и учетом данных задней поверхности с топографа; d — по формуле BTC по данным передней поверхности роговицы с IOL-Master; e — по формуле BTC по данным передней поверхности роговицы с топографа; f — по формуле BTC по данным передней поверхности роговицы и учетом данных задней поверхности с топографа

Fig. 1. Mean centroid error and mean absolute centroid error in groups. TIOL calculation: a — based on the anterior corneal surface by IOL-Master using Kane formula, b — anterior corneal surface by topography using Kane formula, c — anterior corneal surface by IOL-Master and taking into account posterior corneal surface by topography using BTC formula, d — anterior corneal surface by IOL-Master using BTC formula, e — anterior corneal surface by topography using BTC formula, f — anterior and posterior corneal surfaces data by topography using BTC formula

Таблица 4. Частота попадания в расчетные значения астигматизма в пределах ±0,25, ±0,50, ±0,75, ±1,00 и свыше 1,00 дптр в группах

Table 4. Distribution of target cylinder achievement within ±0.25, ±0.50, ±0.75, ±1.00 and over 1.00 D in groups

Диапазоны попадания в расчетные значения астигматизма, дптр Achievement of cylinder target refraction in different ranges, D	Группы / Groups					
	Kane (IOL-Master)	Kane (топограф) / Kane (topograph)	BTC (IOL-Master + топограф) / BTC (IOL-Master + topograph)	BTC (IOL-Master)	BTC (топограф) / BTC (topograph)	BTC (топограф + задняя поверхность) / BTC (topograph + back surface)
[0: 0,25]	42 %	35 %	23 %	42 %	32 %	19 %
(0,25: 0,50]	26 %	26 %	35 %	26 %	16 %	16 %
(0,50: 0,75]	16 %	16 %	13 %	10 %	26 %	29 %
(0,75: 1,00]	6 %	10 %	13 %	6 %	3 %	10 %
(>1,00)	10 %	13 %	16 %	16 %	23 %	26 %

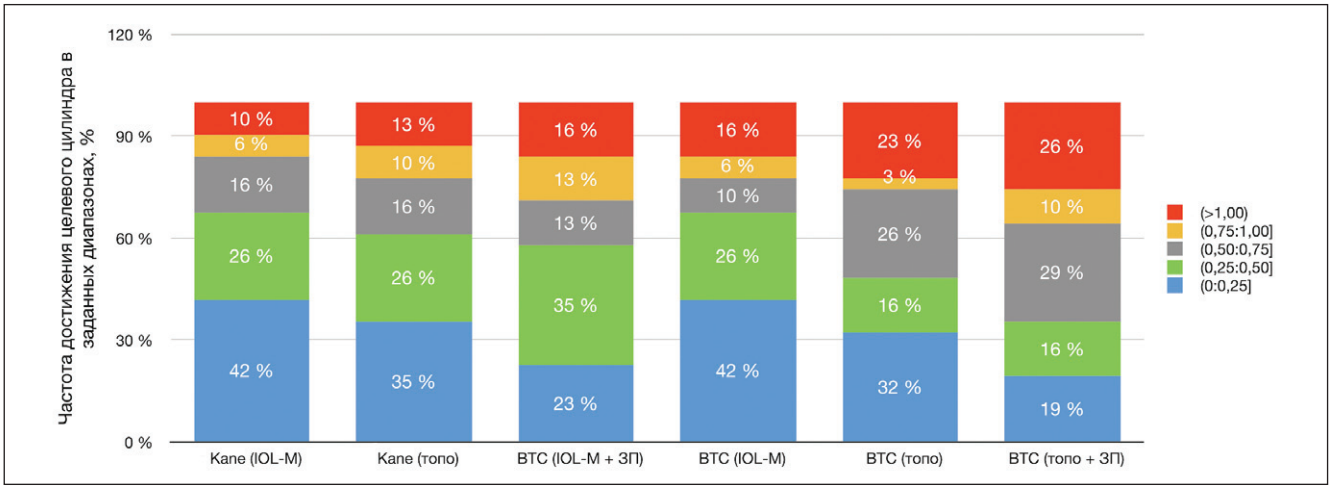


Рис. 2. Распределение попадания в расчетные значения астигматизма в пределах ±0,25, ±0,50, ±0,75, ±1,00 и свыше 1,00 дптр в группах

Fig. 2. Distribution of target cylinder achievement within ±0.25, ±0.50, ±0.75, ±1.00 and over 1.00 D in groups

ОБСУЖДЕНИЕ

При сравнении кератометрических параметров, полученных на IOL-Master (44,12 ± 1,68 дптр) и CASIA (44,12 ± 1,64 дптр), установлена их сопоставимость (p = 0,931). Преломляющая сила задней поверхности роговицы в среднем составила -6,12 ± 0,23 дптр, астигматизм — –0,32 ± 0,27 дптр, что согласуется с данными других исследований [11, 12].

Наиболее часто встречался прямой тип роговичного астигматизма (39 %), несколько реже обратный (35 %), с косыми осями (26 %). При этом у пациентов с прямым астигматизмом его магнитуда (3,01 ± 1,02 дптр) была значимо выше (p = 0,016), чем у лиц с обратным (1,83 ± 0,69 дптр) и косым (2,01 ± 0,66 дптр). Это подчеркивает актуальность коррекции обратного РА из-за его влияния на общий рефракционный астигматизм, что, в свою очередь, обусловлено расположением сильного меридиана РА задней поверхности вертикально или в секторе ±30° от вертикали [5].

Средняя ошибка расчета ИОЛ во всех группах имела смещение в сторону гиперметропии (0,21 ± 0,51 дптр для формулы Kane и 0,47 ± 0,79 дптр для BTC при использовании данных кератометрии IOL-Master, табл. 3), что говорит о неадекватной оптимизации а-константы ИОЛ Clareon® Toric CNW0T2-T9. При использовании алгоритма оптимизации K. Hoffer [9] и сведении СОР к нулю а-константа данной модели ТИОЛ для формулы SRK/T составила 119,53, что существенно отличается от заявленной производителем (119,1) [8].

Наименьшее значение МСОР было обнаружено в группе 1 (0,41 ± 0,36 дптр, табл. 3), где для расчета сфероэквивалента ИОЛ использовались данные кератометрии IOL-Master и формула Kane, наибольшим же значение данного параметра оказалось в группе 6 (0,69 ± 0,47 дптр), в которой применялись полученные на топографе CASIA показатели преломляющей силы передней и задней поверхности роговицы и калькулятор BTC. Многие современные публикации говорят о высокой точности формулы Kane при расчете сфероэквивалента ИОЛ [1, 13], однако следует отметить, что большинство современных калькуляторов (Barrett Universal formula, Pearl DGS, EVO, Hill RBF 3.0 и др.) имеют сопоставимую с уравнением Kane точность [14–18].

Ошибка расчета цилиндра была минимальной в группе 3 (0,49 ± 0,36 дптр), в которой расчет ТИОЛ производился по формуле BTC с учетом данных биометра IOL-Master о преломляющей силе передней поверхности роговицы и топографа CASIA о кератометрических параметрах задней

поверхности роговой оболочки. Наибольшее же значение ОРЦ наблюдалось в первой группе (0,55 ± 0,38 дптр), однако эти различия не были значимыми (p = 0,983).

Тем не менее при использовании метода определения среднего вектора астигматизма наименьшее значение средней центроидной ошибки наблюдалось в группе 1 (0,19 ± 0,92 дптр) (табл. 3, рис. 1), в которой расчет торического хрусталика производился по формуле Kane с использованием измерений только передней поверхности роговицы на аппарате IOL-Master. Наибольшие же значения этого параметра, как и его показатели по модулю, наблюдались в 3-й (0,27 ± 0,96 дптр) и 5-й группах (0,27 ± 1,00 дптр), в которых использовался калькулятор ТИОЛ ВТС, что идет вразрез с литературными данными [19].

При оценке частоты попадания в расчетные значения астигматизма наилучший результат был обнаружен в группах 1 и 4, в которых достижение данного параметра в пределах ±0,50 дптр составило 68 % (табл. 4, рис. 2), а наихудший — в 6-й группе (35 %). Данный метод оценки точности формулы расчета ТИОЛ является наиболее наглядным и используется другими авторами [20, 21].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что метод расчета ТИОЛ с использованием данных передней поверхности роговицы с биометра (IOL-Master) по формуле Kane является наиболее точным, что расходится с немногочисленными данными литературы [22].

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Белов Д.Ф. — идея и концепция публикации, обзор литературы, написание текста, научное редактирование;
Николаенко В.П. — написание текста, техническое редактирование, оформление библиографии;
Сорокопудова А.И. — сбор материала, статистический анализ, написание текста, обзор литературы.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Melles RB, Kane JX, Olsen T, Chang WJ. Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. Ophthalmology. 2019 Sep;126(9):1334–1335. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.04.011.
2. Белов ДФ, Николаенко ВП, Ковалева ВВ. Оценка и сравнение рефракционных результатов имплантации отечественной ИОЛ MIOLSOFT213 с зарубежными моделями. Офтальмология. 2024;21(2):289–295.
Belov DF, Nikolaenko VP, Kovaleva VV. Evaluation and refractive results comparison of MIOLSOFT213 IOL implantation with foreign models. Ophthalmology in Russia. 2024;21(2):289–295 (In Russ.). doi: 10.18008/1816509520242289295.
3. Srinivasan S. ESCRS Clinical Trends Survey 2017, Toric IOL decisions. Eyeworld Supplements. 2017:5–6.
4. Can İ, Takmaz T, Özdamar A, Kamış Ü, Aydın Akova Y, Arslan OŞ, Baykara M, Devranoğlu K, Günenç Ü, Mutlu FM, Özcan AA, Taşındı E. Evaluation of the cataract surgery 2018 survey in terms of achieving refractive cataract surgery targets. Turk J Ophthalmol. 2021 Feb 25;51(1):7–18. doi: 10.4274/tjo.galenos.2020.46020.
5. Белов ДФ, Николаенко ВП, Алексеева АГ. Метод расчёта остаточного астигматизма при имплантации монофокальной неторической интраокулярной линзы. Офтальмологические ведомости. 2023;16(3):45–52.
Belov DF, Nikolaenko VP, Alekseeva AG. Residual astigmatism calculation method in implantation of a monofocal non-toric intraocular lens. Ophthalmology journal. 2023;16(3):45–52 (In Russ.). doi: 10.17816/OV321678.
6. Iolformula.com. URL: https://www.iolformula.com/ (accessed: 22.03.2025).
7. Calc.apacrs.org. URL: https://calc.apacrs.org/toric_calculator20/Toric%20Calculator.aspx (accessed: 22.03.2025)
8. Iolcon.org. URL: https://iolcon.org/lensesTable.php?manufacturer%5B%5D=Alcon&action=search (accessed: 22.03.2025).
9. Hoffer KJ, Savini G. Update on intraocular lens power calculation study protocols: the better way to design and report clinical trials. Ophthalmology. 2021 Nov;128(11):e115–e120. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.07.005.
10. Abulafia A, Koch DD, Holladay JT. Pursuing perfection in intraocular lens calculations: IV. Rethinking astigmatism analysis for intraocular lens-based surgery: Suggested terminology, analysis, and standards for outcome reports. J Cataract Refract Surg. 2018;44(10):1169–1174. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.07.027.
11. McLintock C, Uprety S, McKelvie J. Corneal astigmatism agreement between a swept-source ocular coherence tomography and Scheimpflug-Placido based optical biometers. Int Ophthalmol. 2025 Mar 6;45(1):83. doi: 10.1007/s10792-025-03435-3.
12. Kohnen T, Naeser K, Holladay JT. Standards for analyzing astigmatic outcomes Part I: Astigmatism basics. J Cataract Refract Surg. 2025 Mar 3. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001644.
13. Stopyra W, Voytsekhivskyy O, Grzybowski A. Accuracy of 7 artificial intelligence-based intraocular lens power calculation formulas in medium-long eyes: 2-center study. Can J Ophthalmol. 2025 Feb 26:S0008-4182(25)00039-0. doi: 10.1016/j.jcjo.2025.01.020.
14. Stopyra W, Voytsekhivskyy O, Grzybowski A. Prediction of seven artificial intelligence-based intraocular lens power calculation formulas in medium-long Caucasian eyes. Life (Basel). 2025 Jan 1;15(1):45. doi: 10.3390/life15010045.
15. Romero D, Cárceles Montoya A, Alió JL. Multiformula Prediction Range: a univariate predictor of IOL Power Calculation Accuracy. J Cataract Refract Surg. 2025 Mar 24. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001658.
16. Белов ДФ, Николаенко ВП. Альтернативный способ расчета оптической силы интраокулярных линз при короткой переднезадней оси глаза. Вестник офтальмологии. 2022;138(3):24–28.
Belov DF, Nikolaenko VP. Alternative method of intraocular lens power calculation in eyes with short axial length. Russian Annals of Ophthalmology. 2022;138(3):24–28 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213803124.
17. Oh R, Oh JY, Choi HJ. Evaluation of prediction errors in nine intraocular lens calculation formulas using an explainable machine learning model. BMC Ophthalmol. 2024 Dec 19;24(1):531. doi: 10.1186/s12886-024-03801-2.
18. Белов ДФ, Николаенко ВП, Дмитриева ДЕ. Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз. Обзор литературы. Офтальмология. 2025;22(1):29–34.
Belov DF, Nikolaenko VP, Dmitrieva DE. Accuracy of 10 Intraocular Lens Power Calculation Formulas. Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):29–34 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-1-29-34.
19. Бойко ЭВ, Шухаев СВ, Кудлахмедов ШШ, Литвин ИБ. Сравнительная оценка хирургической коррекции роговичного астигматизма торическими ИОЛ с использованием различных кератометрических данных и методов расчета. Офтальмохирургия. 2022;4:36–44.
Boiko EV, Shukhaev SV, Kudlakhmedov SS, Litvin IB. Comparative evaluation of surgical correction of corneal astigmatism by toric IOL implantation using various keratometric data and calculation methods. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2022;4:36–44 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-36-44.
20. Yang S, Han H, Lee HS. Comparative accuracy of five modern toric intraocular lens formulas. Am J Ophthalmol. 2025 Feb 24;274:1–8. doi: 10.1016/j.ajo.2025.02.028.
21. Liu C, Wang M, Long D. Comparison of the accuracy of toric intraocular lens formulas used by the online calculator of the European society of cataract and refractive surgeons. J Refract Surg. 2025 Feb;41(2):e120–e130. doi: 10.3928/1081597X-20241219-01.
22. 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.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Белов Дмитрий Федорович
кандидат медицинских наук, заведующий отделением микрохирургическим (глаза) № 1
https://orcid.org/0000-0003-0776-4065

Николаенко Вадим Петрович
доктор медицинских наук, профессор кафедры оториноларингологии и офтальмологии, заместитель главного врача по офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-6393-1289

Сорокопудова Анастасия Игоревна
студентка
https://orcid.org/0009-0000-6828-321X

ABOUT THE AUTHORS

Belov Dmitrii F.
PhD, chief of Ophthalmological department No. 1
https://orcid.org/0000-0003-0776-4065

Nikolaenko Vadim P.
MD, Professor of the Otorhinolaryngology and ophthalmology department
https://orcid.org/0000-0002-6393-1289

Sorokopudova Anastasia I.
student
https://orcid.org/0009-0000-6828-321X

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-565-571

поступила 30.06.25
was received 30.06.25

Клиническая эффективность и безопасность проведения факовитрэктомии при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки





А.В. Малышев[1] С.А. Сай[1] А.С. Головин[2]

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

[2] ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»
проспект Луначарского, 45, корп. 2, Санкт-Петербург, 194291, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):565–571**

Цель: исследование клинической эффективности и безопасности проведения факовитрэктомии (ФЭКВЭ) при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки (РОС). **Пациенты и методы.** Под нашим наблюдением находились 146 пациентов (146 глаз) в возрасте от 34 до 77 лет (средний возраст 56,4 ± 1,9 года). Критерии включения пациентов в исследование: тотальная РОС, осложненная пролиферативная витреоретинопатия (ПВР) стадии B–C, наличие нативного хрусталика, отсутствие в анамнезе ранее выполненных хирургических вмешательств по поводу РОС. Все пациенты были разделены на две равнозначные по возрасту, локализации РОС и выраженности ПВР группы: основная группа (ОГ, 74 пациента, 74 глаза) — выполнена ФЭКВЭ; контрольная группа (КГ, 72 пациента, 72 глаза) — только витрэктомия (ВЭ). Сравнительная оценка безопасности хирургического вмешательства осуществлялась по частоте возникновения интраоперационных, ранних (до 10 дней) и поздних (1–3 месяца) послеоперационных осложнений. Сравнительную оценку клинической эффективности хирургического вмешательства выполняли по следующим показателям: анатомическое прилегание сетчатки, развитие кистозного макулярного отека, формирование эпиретинальной мембраны. **Результаты и обсуждение.** Разработанная методика ФЭКВЭ обеспечивает более высокий уровень безопасности и клинической эффективности хирургического лечения пациентов с РОС, что доказывается (по сравнению с группой пациентов, которым выполняли только ВЭ) снижением (в среднем на 13,7, 4,1, 10,3 %) вероятности возникновения интраоперационных, ранних и поздних послеоперационных осложнений, а также частоты возникновения кистозного макулярного отека и эпиретинальной мембраны ($p < 0,01$). Основным фактором интраоперационных осложнений является снижение (вплоть до потери) интраоперационной визуализации, связанной с развитием транзиторного помутнения хрусталика. Отмечается увеличение частоты развития катаракты в КГ при динамическом наблюдении с 16,7 % при сроке наблюдения в 10 дней до 27,8 % при сроке наблюдения 1–3 месяца. Определен практически идентичный и высокий (94,4–96,0 %) уровень вероятности анатомического прилегания сетчатки у пациентов обеих групп. Установленный в настоящей работе более высокий уровень безопасности и клинической эффективности ФЭКВЭ (по сравнению с ВЭ) объясняется существенными преимуществами разработанной методики. **Заключение.** Предлагаемая методика ФЭКВЭ может быть рекомендована в практику хирургического лечения пациентов с РОС в соответствии с разработанными показаниями.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки, витрэктомия, факовитрэктомия, комбинированная витреоретинальная хирургия

Для цитирования: Малышев А.В., Сай С.А., Головин А.С. Клиническая эффективность и безопасность проведения факовитрэктомии при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки. *Офтальмология*. 2025;22(3):565–571. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-565-571

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Clinical Efficacy and Safety of Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment

A.V. Malyshev[1], S.A. Say[1], A.S. Golovin[2]

[1] Research Institute of Regional Clinical Hospital No. 1 named after prof. S.V. Ochapovsky
1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation

[2] Leningrad Regional Clinical Hospital
Lunacharsky Ave., 45, bld. 2, St. Petersburg, 194291, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):565–571**

Purpose: to study the clinical efficacy and safety of phacovitrectomy (PhEV) in the surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment (RRD). **Materials and methods.** We observed 146 patients (146 eyes) aged 34 to 77 years (mean age 56.4 ± 1.9 years). The inclusion criteria for patients in the study were: total RRD, complicated proliferative vitreoretinopathy (PVR) stages "B-C", the presence of a native lens, no history of previous surgeries for RRD. All patients were divided into two groups equal in age, RRD localization and severity of PVR: the main group (MG, 74 patients, 74 eyes) — eyes that underwent PhEV; the control group (CG, 72 patients, 72 eyes) — who underwent only vitrectomy (VE). Comparative assessment of surgical safety was performed based on the incidence of intraoperative, early (up to 10 days) and late (1–3 months) postoperative complications. Comparative assessment of clinical efficacy of surgical intervention was performed based on the following parameters: anatomical retinal attachment, development of cystoid macular edema, and formation of epiretinal membrane. **Results and discussion.** The developed PhEV technique provides a higher level of safety and clinical efficacy of surgical treatment in patients with RRD, which is proven (compared to the group of patients who underwent only VE) by a decrease (on average, by 13.7, 4.1, 10.3 %) in the probability of intraoperative, early and late postoperative complications, as well as the incidence of cystoid macular edema and epiretinal membrane ($p < 0.01$). The main factor in intraoperative complications is a decrease (up to loss) in intraoperative visualization associated with the development of transient lens opacity. An increase in the incidence of cataract development in the CG during dynamic observation was noted from 16.7 % with an observation period of 10 days to 27.8 % with an observation period of 1–3 months. An almost identical and high (94.4–96.0 %) level of probability of anatomical reattachment of the retina was determined in patients of both groups. The higher level of safety and clinical effectiveness of PhEV (compared to VE) established in this work is explained by the significant advantages of the developed technique. **Conclusion.** The proposed PhEV technique can be recommended for the practice of surgical treatment of patients with RRD in accordance with the established indications.

Keywords: rhegmatogenous retinal detachment, vitrectomy, phacovitrectomy, combined vitreoretinal surgery

For citation: Malyshev A.V., Sai S.A., Golovin A.S. Clinical Efficacy and Safety of Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):565–571. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-565-571

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из ведущих современных аспектов проведения витрэктомии (ВЭ) при регматогенной отслойке сетчатки (РОС) является выполнение одномоментной факовитрэктомии (ФВЭ) или отсроченной факоэмульсификации (ФЭК). Данное положение связано с тем, что образование катаракты в послеоперационном периоде является неизбежным (до 80 % пациентов в течение первого года) и, несмотря на анатомическое прилегание сетчатки, частым побочным эффектом ВЭ, выполненной на факичном глазу. Прогрессирующее развитие катаракты и, следовательно, достаточно быстрая необходимость хирургического вмешательства по поводу катаракты, технически сложнее, поскольку отсутствует поддержка со стороны стекловидного тела [1–3]. К настоящему моменту в литературе высказывается тезис, что «…нет четких указаний на то, следует ли выполнять ВЭ в первую очередь без операции на хрусталике или комбинированная ФЭКВЭ может быть лучшей стратегией...» [4], при этом практическое внедрение ФЭКВЭ должно сопровождаться разработкой эффективных техник хирургического вмешательства [5].

Цель: исследование клинической эффективности и безопасности проведения ФЭКВЭ при хирургическом лечении РОС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе офтальмологического отделения ГБУЗ «НИИ — Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края (г. Краснодар) в период с марта 2021 по июнь 2024 года. Под нашим наблюдением находились 146 пациентов (146 глаз) в возрасте от 34 до 77 лет (средний возраст 56,4 ± 1,9 года). Критерии включения пациентов в исследование: тотальная РОС, пролиферативная витреоретинопатия (ПВР) стадии B–C, наличие нативного хрусталика, отсутствие в анамнезе ранее выполненных хирургических вмешательств по поводу РОС. Критерии невключения пациентов: ранее (не более 6 месяцев) проведенная витрэктомия, наличие в анамнезе альтернативных заболеваний

сетчатки. Все пациенты были разделены на две равнозначные по возрасту, локализации РОС и выраженности ПВР группы:

– основная группа (ОГ, 74 пациента, 74 глаза) глаза, которым выполнена ФЭКВЭ;

– контрольная группа (КГ, 72 пациента, 72 глаза), которой выполнена только ВЭ по традиционной методике.

Сравнительная оценка безопасности хирургического вмешательства осуществлялась по следующим критериям:

– интраоперационные осложнения, связанные с состоянием хрусталика (повреждение хрусталика, транзиторное помутнение хрусталика при длительности вмешательства до 60 минут, транзиторное помутнение хрусталика при длительности вмешательства свыше 60 минут); осложнения, связанные с ухудшением интраоперационной визуализации в КГ (по причине помутнения хрусталика) и в ОГ (по причине отека роговицы), ятрогенные повреждения сетчатки и хориоидеи, кровотечение, сохранение перфторорганического соединения в витреальной полости и/или субретинальном пространстве, дефекты эндолазеркоагуляции (недостаточная или избыточная коагуляция), неполное удаление рубцовых структур;

– ранние (до 10 дней) послеоперационные осложнения: помутнение хрусталика, воспалительная реакция, транзиторная офтальмогипертензия, рецидив отслойки сетчатки, преретинальное кровоизлияние, субретинальное кровоизлияние;

– поздние (1–3 месяца) послеоперационные осложнения: помутнение хрусталика, вторичная глаукома, передняя пролиферация, прогрессирование ПВР, рецидив отслойки сетчатки, миграция силиконового масла в переднюю камеру, эпиретинальный макулярный фиброз.

Сравнительная оценка клинической эффективности проведения хирургического вмешательства в обеих группах выполнена через 3–4 месяца после удаления силиконового масла, при этом в КГ с учетом проведения у ряда пациентов дополнительных вмешательств (удаление развившейся катаракты, ретинотомия, ретинэктомия вследствие возникновения вышеизложенных осложнений). Сравнительная оценка выполнена по следующим показателям: анатомическое прилегание сетчатки, развитие кистозного макулярного отека, формирование эпиретинальной мембраны.

Методика хирургического лечения в КГ пациентов включала следующие основные этапы: операция начиналась с установки склеральных портов, отступив от лимба 4,0 мм при наличии нативного хрусталика, с помощью троакаров диаметром (*d*) 0,5 мм 25 G. Для осуществления ирригации витреальной полости в порт, находящийся в нижне-наружном сегменте, устанавливали канюлю. Витрэктомию выполняли от передних слоев стекловидного тела по направлению к диску зрительного нерва. Далее проводили контрастирование эпиретинальной мембраны, отделение задних гиалоидных слоев стекловидного тела от поверхности сетчатки. Затем осуществляли окрашивание витреомакулярного интерфейса для удаления внутренней пограничной мембраны. После этого в витреальную полость для расправления и фиксации центральных отделов сетчатки вводили перфторорганическое соединение до центрального края близлежащего разрыва. Далее проводили максимально возможное полное удаление стекловидного тела в периферических отделах при помощи склерокомпрессии. После тампонады витреальной полости воздухом выполняли эндолазеркоагуляцию по краю разрыва и тампонаду силиконовым маслом. Все разрезы ушивали узловыми швами (викрил 8-0) [6].

Разработанная авторами настоящей статьи методика ФЭКВЭ подробно изложена и иллюстрирована в работе [7]. В общем плане следует отметить, что основными этапами разработанной методики являлись: ФЭК с имплантацией ИОЛ; удаление витрэктором центральных отделов стекловидного тела, иссечение волокон стекловидного тела, фиксированных к краю ретинального разрыва; удаление периферических отделов стекловидного тела с использованием транссклеральной компрессии; пилинг эпиретинальных мембран; маркировка краев ретинального разрыва эндокаутером; эндолазеркоагуляция вокруг ретинального разрыва; тампонада стекловидной камеры силиконовым маслом. Хирургическое вмешательство выполнено с использованием офтальмологической хирургической системы «Alcon Constellation Vision System» (США) и микроскопа «Leica Proveo 8» (Швейцария). Офтальмологический статус оценен с использованием стандартных методов на основе выполнения УЗИ («Quantel medical compact touch», Франция), фоторегистрации состояния глазного дна и ОКТ макулярной области (на томографе «Topcon 3D OCT-1 Maestro», Япония).

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью программы Statistica v. 10.0 (StatSoft Inc., США). Результаты сравнительной оценки показателей безопасности и клинической эффективности выражались в числе глаз (в % от общего числа глаз) с последующим расчетом двухстороннего теста Фишера. Критический уровень достоверности (*p*) при проверке статистических гипотез принимали равными 0,05 ($p < 0,05$) с учетом оценки возможного $p < 0,01$ или $p < 0,001$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования частоты и характера интраоперационных осложнений при хирургическом лечении пациентов с РОС по разработанной (ФЭКВЭ) и традиционной (проведение только ВЭ) методикам представлены в таблице 1.

Представленные данные свидетельствуют, что благодаря высокому уровню современной офтальмохирургии вероятность повреждения хрусталика при эндовитреальном вмешательстве (без ФЭК) невысока и составляет

Таблица 1. Частота и характер интраоперационных осложнений при хирургическом лечении пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки по разработанной (факовитрэктомия) и традиционной (проведение только витрэктомии) методикам, число глаз (в % от общего числа глаз)

Table 1. Frequency and nature of intraoperative complications in surgical treatment of patients with rhegmatogenous retinal detachment using developed (phacovitrectomy) and traditional (vitrectomy only) techniques, number of eyes (in % of the total number of eyes)

Характер осложнения Nature of the complication	Факовитрэктомия Phacovitrectomy *n* = 74	Витрэктомия Vitrectomy *n* = 72	*p*
Повреждение хрусталика Damage to the lens	—	6 (8,3 %)	0,0285
Транзиторное помутнение хрусталика при длительности вмешательства до 60 минут Transient clouding of the lens with an intervention duration of up to 60 minutes	—	23 (31,9 %)	<0,001
Транзиторное помутнение хрусталика при длительности вмешательства свыше 60 минут Transient lens opacification with intervention duration exceeding 60 minutes	—	37 (51,4 %)	<0,001
Ятрогенные повреждения сетчатки и хориоидеи Iatrogenic damage to the retina and choroid	3 (4,1 %)	14 (19,4 %)	0,0105
Кровотечение Bleeding	2 (2,7 %)	10 (13,9 %)	0,0331
Сохранение перфторорганического соединения в витреальной полости и/или субретинальном пространстве Preservation of the perfluoroorganic compound in the vitreous cavity and/or subretinal space	4 (5,4 %)	14 (19,4 %)	0,0255
Дефекты эндолазеркоагуляции (недостаточная или избыточная коагуляция) Defects of endolaser coagulation (insufficient or excessive coagulation)	2 (2,7 %)	15 (20,8 %)	0,0035
Неполное удаление рубцовых структур Incomplete removal of cicatricial structures	3 (4,1 %)	10 (13,9 %)	0,0812

8,3 %. Необходимо учитывать, что невысокий показатель интраоперационного повреждения хрусталика не демонстрирует в полной мере важность последствий указанного осложнения, так как повреждение задней капсулы нативного хрусталика в ходе ВЭ в большинстве случаев не позволяет имплантировать ИОЛ в капсульный мешок, что впоследствии приводит к отсутствию стабильного положения ИОЛ, рефракционным ошибкам и высокому риску дислокации силиконового масла в переднюю камеру глаза. Последнее, в свою очередь, обусловливает дефицит объема силиконового масла в витреальной полости и оказываемого им тампонирующего эффекта на сетчатку и, как следствие, развитие пролиферации в пространстве между силиконовым маслом и сетчаткой с последующим возникновением рецидива отслойки сетчатки. Наличие силиконового масла, в свою очередь, сопряжено с высоким риском развития дистрофии роговицы и кратным повышением риска развития вторичной глаукомы. Таким образом, даже невысокая (8,3 %) вероятность интраоперационного повреждения хрусталика в ходе ВЭ при РОС может являться фактором риска последующих постоперационных осложнений.

Наряду с механическим повреждением хрусталика важную роль играет транзиторное помутнение нативного хрусталика в ходе витреоретинального вмешательства. Причинами данного состояния могут быть механические контакты интраокулярных инструментов с задней капсулой хрусталика (без ее повреждения), воздействие инфузионных потоков сбалансированного раствора и контакт задней капсулы хрусталика со стерильным воздухом витреальной полости или конденсатом перфторорганического соединения (ПФОС) в ходе хирургии. По нашим наблюдениям прослеживается четкая взаимосвязь между вероятностью развития транзиторного помутнения хрусталика и длительностью вмешательства (до 60 мин. — 31,9 % случаев; более 60 мин. — 51,3 %), что обусловлено продолжительностью контакта химических соединений с задней капсулой хрусталика.

Особенно важно отметить, что по всем альтернативным (не связанным непосредственно с хрусталиком) интраоперационным осложнениям выявлены выраженные, статистически значимые (от $p < 0,05$ до $p < 0,01$) различия между обследуемыми группами пациентов. В частности, в КГ частота осложнений составляла в среднем 17,5 %, в ОГ — 3,8 %. Таким образом, разработанная методика ФЭКВЭ обеспечивает (по сравнению с традиционной) более высокий (на 13,7 %) уровень безопасности проведения хирургического вмешательства.

Следует подчеркнуть, что представленные результаты в целом согласуются с данными литературы [8–11], при этом основной причиной изложенных интраоперационных осложнений является снижение (вплоть до потери) интраоперационной визуализации. В связи с этим следует отметить, что одним из самых серьезных осложнений при ухудшении визуализации является ятрогенное повреждение сетчатки, что в большинстве случаев становится причиной кровотечения, усиления ПВР и рецидива отслойки сетчатки, что требует проведения дополнительных хирургических вмешательств. Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют, что частота возникновения данного осложнения в ОГ составляет 4,1 %, в КГ — 19,4 % ($p = 0,0105$). Наряду с этим выраженные различия выявлены в отношении вероятности развития кровотечения и дефектов эндолазеркоагуляции, что в целом подчеркивает практическую важность оптимальной визуализации структур глазного дна на протяжении всего вмешательства.

Результаты сравнительной оценки частоты и характера ранних (до 10 дней) и поздних (1–3 месяца) послеоперационных осложнений при хирургическом лечении

пациентов с РОС по разработанной (ФЭКВЭ) и традиционной (проведение только ВЭ) методикам представлены в таблице 2.

Представленные результаты свидетельствуют в первую очередь об увеличении частоты развития катаракты в КГ при динамическом наблюдении в 16,7 % при сроке наблюдения 10 дней и до 27,8 % при сроке наблюдения 1–3 месяца. Причинами этого являются продолжительный контакт хрусталика с тампонирующим веществом витреальной полости (силиконовое масло или газовоздушная смесь), а также отсутствие доказанных регенеративных возможностей хрусталика у пациентов старше 50 лет. Незначительное превышение в ОГ воспалительной реакции и транзиторной офтальмогипертензии объясняется бóльшим объемом хирургического вмешательства в ОГ, чем в КГ. При этом важно подчеркнуть, что проведение ФЭКВЭ обеспечивает снижение вероятности возникновения претинального и субретинального кровоизлияния, вторичной глаукомы, передней пролиферативной витреоретинопатии. Наряду с этим более чем в два раза снижается частота возникновения миграции силиконового масла в переднюю камеру, что объясняется технологией проведения операции, включающей одномоментное выполнение ФЭКВЭ с введением стерильного воздуха в переднюю камеру при завершении хирургического вмешательства. В целом проведение ФЭКВЭ обеспечивает более высокий (по сравнению с ВЭ) уровень безопасности, что подтверждается снижением вероятности возникновения как ранних (в среднем на 4,1 %), так и поздних (в среднем на 10,3 %) постоперационных осложнений. Следует отметить, что в представленном исследовании отмечается более высокий уровень безопасности по сравнению с данными литературы [12–14], что, по нашему мнению, связано с разработкой оригинальных техник проведения ФЭКВЭ.

Результаты оценки клинической эффективности хирургического лечения пациентов с РОС по разработанной (ФЭКВЭ) и традиционной (проведение только ВЭ) методикам представлены в таблице 3.

Оценивая представленные результаты, следует в первую очередь подчеркнуть, что результаты в полном объеме согласуется с данными литературы [4, 9, 10, 12, 13]. При этом указывается, что дополнительная ФЭК во время ВЭ по поводу РОС не связана с более высокой частотой повторной отслойки сетчатки [5, 14–16]. Выявленная более высокая клиническая эффективность проведения ФЭКВЭ (по показателям развития кистозного макулярного отека (МО) и формирования эпиретинальной мембраны (ЭРМ), $p < 0,01$) в целом согласуется с ранее проведенными исследованиями [8, 11, 13, 17–19]. При этом важно

Таблица 2. Частота и характер ранних (до 10 дней) и поздних (1–3 месяца) послеоперационных осложнений при хирургическом лечении пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки по разработанной (факовитрэктомия) и традиционной (проведение только витрэктомии) методикам, число глаз (в % от общего числа глаз)

Table 2. Frequency and nature of early (up to 10 days) and late (1–3 month) postoperative complications in surgical treatment of patients with rhegmatogenous retinal detachment using developed (phacovitrectomy) and traditional (vitrectomy only) techniques, number of eyes (in % of the total number of eyes)

Характер осложнения Nature of the complication	Факовитрэктомия Phacovitrectomy *n* = 74	Витрэктомия Vitrectomy *n* = 72	*p*
Ранние послеоперационные осложнения Early postoperative complications			
Помутнение хрусталика Clouding of the lens	–	12 (16,7 %)	<0,001
Воспалительная реакция Inflammatory reaction	9 (12,2 %)	7 (9,7 %)	0,7943
Транзиторная офтальмогипертензия Transient ocular hypertension	11 (14,9 %)	8 (11,1 %)	0,6301
Рецидив отслойки сетчатки Recurrent retinal detachment	–	2 (2,8 %)	0,4966
Претинальное кровоизлияние Preretinal hemorrhage	3 (4,1 %)	13 (18,1 %)	0,0176
Субретинальное кровоизлияние Subretinal hemorrhage	1 (1,4 %)	8 (11,1 %)	0,0346
Поздние послеоперационные осложнения Late postoperative complications			
Помутнение хрусталика Opacification of the lens	–	20 (27,8 %)	<0,001
Вторичная глаукома Secondary glaucoma	2 (2,7 %)	5 (6,9 %)	0,4422
Передняя пролиферация Anterior proliferation	2 (2,7 %)	11 (15,3 %)	0,0189
Прогрессирование ПВР Progression of PVR	6 (8,1 %)	17 (23,6 %)	0,0416
Рецидив отслойки сетчатки Recurrent retinal detachment	6 (8,1 %)	17 (23,6 %)	0,0416
Миграция силиконового масла в переднюю камеру Migration of silicone oil into the anterior chamber	3 (4,0 %)	12 (16,7 %)	0,0295
Эпиретинальный макулярный фиброз Epiretinal macular fibrosis	6 (8,1 %)	7 (9,7 %)	0,7807

Таблица 3. Результаты оценки клинической эффективности хирургического лечения пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки по разработанной (факовитрэктомия) и традиционной (проведение только витрэктомии) методикам

Table 3. Clinical effectiveness of surgical treatment at rhegmatogenous retinal detachment using the developed (phacovitrectomy) and traditional (vitrectomy only) methods

Показатель, число глаз) (в % от общего числа глаз) Indicator, number of eyes (in % of the total number of eyes)	Факовитрэктомия Phacovitrectomy *n* = 74	Витрэктомия Vitrectomy *n* = 72	*p*
Анатомическое прилегание сетчатки Anatomical attachment of the retina	71 (96,0 %)	68 (94,4 %)	0,999
Развитие кистозного макулярного отека Development of cystoid macular edema, number of eyes	4 (5,4 %)	17 (23,6 %)	0,0091
Формирование эпиретинальной мембраны Formation of epiretinal membrane	5 (6,8 %)	21 (29,2 %)	0,0029

Примечание: обследование показателей клинической эффективности выполнялось в основной группе через 6 месяцев после проведения факовитрэктомии, в контрольной группе — через 6 месяцев после завершения (при необходимости) всех дополнительных хирургических вмешательств.
Note: the examination of clinical efficacy indicators was performed in the main group 6 months after phacovitrectomy, in the control group — 6 months after completion (if necessary) of all additional surgical interventions.

отметить, что существенно более частое возникновение МО и ЭРМ в КГ пациентов связано с необходимостью выполнения ретинотомии и/или ретинэктомии при возникновении рецидива отслойки сетчатки и развитии тяжелой ПВР, более длительным контактом оболочек с силиконовым маслом и перфторорганической жидкостью, а также общей длительностью всех вмешательств в случае развития осложнений и рецидива отслойки. Указанные факторы, по нашему мнению, еще раз подчеркивают безопасность и эффективность разработанной технологии, основанной на выполнении одномоментной ФЭКВЭ при РОС.

Установленный в настоящей работе более высокий уровень безопасности и клинической эффективности ФЭКВЭ (по сравнению с ВЭ) объясняется сформулированными нами ранее [7, 20] существенными преимуществами разработанной методики. При этом следует подчеркнуть, что, с нашей точки зрения, основными показаниями к проведению ФЭКВЭ по поводу РОС являются: площадь отслойки сетчатки, соответствующая 3–4-му квадрантам, наличие ПВР стадии С1, длительность существования отслойки сетчатки — 4 и более месяцев, возраст пациента более 50 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методика ФЭКВЭ обеспечивает более высокий уровень безопасности и клинической эффективности хирургического лечения пациентов с РОС, что доказывается (по сравнению с группой пациентов, которым выполнялась только ВЭ) снижением (в среднем на 13,7, 4,1, 10,3 %) вероятности возникновения интраоперационных, ранних и поздних послеоперационных осложнений, а также частоты возникновения кистозного макулярного отека и эпиретинальной мембраны ($p < 0,01$). Основным фактором интраоперационных осложнений является снижение (вплоть до потери) интраоперационной визуализации, связанной с развитием транзиторного помутнения хрусталика и длительностью вмешательства (до 60 мин. — 31,9 % случаев; более 60 мин. — 51,3 %). Отмечается увеличение частоты развития катаракты в КГ при динамическом наблюдении в 16,7 % при сроке наблюдения 10 дней и до 27,8 % при сроке наблюдения 1–3 месяца. Определен практически идентичный и высокий (94,4–96,0 %) уровень вероятности анатомического прилегания сетчатки у пациентов обеих групп. Установленный в настоящей работе более высокий уровень безопасности и клинической эффективности ФЭКВЭ (по сравнению с ВЭ) объясняется существенными преимуществами разработанной методики. Таким образом, предлагаемая методика ФЭКВЭ может быть рекомендована в практику хирургического лечения пациентов с РОС в соответствии с разработанными показаниями.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малышев А.В. — основная идея, дизайн статьи, редактирование;
Сай С.А. — набор клинического материала, анализ литературных источников, написание текста;
Головин А.С. — написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Reeves MG, Pershing S, Afshar AR. Choice of primary rhegmatogenous retinal detachment repair method in US commercially insured and Medicare advantage patients, 2003–2016. Am. J. Ophthalmol. 2018;196:82–90. doi: 10.1016/j.ajo.2018.08.024.
2. Li Y, Cheung N, Jia L, Zhang H, Liu N. Surgical outcomes of 25-gauge pars plana vitrectomy using air as an internal tamponade for primary rhegmatogenous retinal detachment. Retina. 2020 Nov;40(11):2077–2082. doi: 10.1097/IAE.0000000000002744.
3. Guber J, Bentivoglio M, Sturm V, Scholl HP, Valmaggia C. Combined pars plana vitrectomy with phacoemulsification for rhegmatogenous retinal detachment repair. Clin Ophthalmol. 2019 Aug 21;13:1587–1591. doi: 10.2147/OPTH.S215352.
4. Radeck V, Helbig H, Maerker D, Gamulescu MA, Prahs P, Barth T. Rhegmatogenous retinal detachment repair-does age, sex, and lens status make a difference? Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2022 Oct;260(10):3197–3204. doi: 10.1007/s00417-022-05674-x.
5. Bellucci C, Romano A, Ramanzini F, Tedesco SA, Gandolfi S, Mora P. Pars Plana Vitrectomy Alone or Combined with Phacoemulsification to Treat Rhegmatogenous Retinal Detachment: A Systematic Review of the Recent Literature. J Clin Med. 2023 Jul 30;12(15):5021. doi: 10.3390/jcm12155021.
6. Захаров ВД, Шкворченко ДО, Какунина СА, Норман КС, Фозилова ФФ. Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки с пилингом внутренней пограничной мембраны. Практическая медицина. 2017;2(9):91–95.
Zakharov VD, Shkvorchenko DO, Kakunina SA, Norman KS, Fozilova FF. Surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment with peeling of the internal limiting membrane. Practical Medicine. 2017;2(9):91–95.
7. Малышев АВ, Сай СА, ГоловинАС. Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки на основе одномоментного проведения витрэктомии и факоэмульсификации катаракты Офтальмология. 2025;22(2):311–316.
Malyshev AV, Sai SA, Golovin AS. Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Based on Simultaneous Vitrectomy and Cataract Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2):311–316 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-2-311-316
8. Mora P, Favilla S, Calzetti G, Berselli G, Benatti L, Carta A, Gandolfi S, Tedesco SA. Parsplana vitrectomy alone versus parsplana vitrectomy combined with phacoemulsification for the treatment of rhegmatogenous retinal detachment: a randomized study. BMC Ophthalmol. 2021 May 3;21(1):196. doi: 10.1186/s12886-021-01954-y.
9. Tan A, Bertrand-Boiché M, Angioi-Duprez K, Berrod JP, Conart JB. Outcomes of combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: A Comparative Study. Retina. 2021;41(1):68–74. doi: 10.1097/IAE.0000000000002803.
10. Erçalık NY, Yenerel NM, Sanisoğlu HA, Kumral ET, İmamoğlu S. Comparison of intra- and postoperative complications of phaco between sequential and combined procedures of 23-gauge vitrectomy and phaco. Saudi J Ophthalmol. 2017 Oct-Dec;31(4):238–242. doi: 10.1016/j.sjopt.2017.04.005.
11. Mirshahi A, Khalilipour E, Faghihi H, Riazi-Esfahani H, Mirshahi R, Mehrjardi HZ, Najibzadeh E, Amini A, Nabavi A. Pars plana vitrectomy combined with phacoemulsification versus pars plana vitrectomy only for treatment of phakic rhegmatogenous retinal detachment: a systematic review and meta-analysis. Int Ophthalmol. 2023 Feb;43(2):697–706. doi: 10.1007/s10792-022-02465-5.
12. Kim MS, Woo SJ, Park KH. Phacovitrectomy versus lens-sparing vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment repair according to the surgical experience. Retina. 2021 Aug 1;41(8):1597–1604. doi: 10.1097/IAE.0000000000003090.
13. Helmy YA, Dahab AA, Abdelhakim MA, Khattab AM, Hamza HS Vitrectomy and silicone oil tamponade with and without phacoemulsification in the management of rhegmatogenous retinal detachment: A comparative study. Afr. Vis. Eye Health. 2020;79:8. doi: 10.4102/aveh.v79i1.546.
14. Port AD, Nolan JG, Siegel NH, Chen X, Ness SD, Subramanian ML. Combined phaco-vitrectomy provides lower costs and greater area under the curve vision gains than sequential vitrectomy and phacoemulsification. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021 Jan;259(1):45–52. doi: 10.1007/s00417-020-04877-4.
15. Brent AJ, Bedi S, Wakefield M, Banerjee S. A comparative study of lens management in the United Kingdom and India with regard to rhegmatogenous retinal detachment surgery. Eur J Ophthalmol. 2020 Sep;30(5):1120–1126. doi: 10.1177/1120672119855209.
16. Wu AM, Wu CM, Tseng VL, Greenberg PB, Giaconi JA, Yu F, Lum F, Coleman AL. Characteristics Associated With Receiving Cataract Surgery in the US Medicare and Veterans Health Administration Populations. JAMA Ophthalmol. 2018 Jul 1;136(7):738–745. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.1361.
17. Fu Y, Xie TH, Gu ZH, Yang N, Geng RF, Zhang YL. Recurrent retinal detachment after pars plana vitrectomy with silicone oil tamponade for rhegmatogenous retinal detachment. Int Ophthalmol. 2022 Dec;42(12):3813–3820. doi: 10.1007/s10792-022-02401-7.
18. Motta L, Frisina R, Ripa M, Gius I, Greggio A, Tozzi L, De Salvo G, Meduri A. Postoperative complications after successful primary rhegmatogenous retinal detachment repair. BMC Ophthalmol. 2023 Feb 24;23(1):77. doi: 10.1186/s12886-023-02824-5.

19. Reeves M.G., Pershing S., Afshar A.R. Choice of primary rhegmatogenous retinal detachment repair method in US commercially insured and Medicare advantage patients, 2003–2016. Am. J. Ophthalmol. 2018;196:82–90 doi: 10.1016/j.ajo.2018.08.024.
20. Головин АС, Малышев АВ, Сай СА. Комбинированная факовитрэктомия при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией (клинический случай) *Офтальмология*. 2025;22(2):422–427. doi: 10.18008/1816-5095-2025-2-422-427.
Golovin AS, Malyshev AV, Sai SA, Combined Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Complicated by Proliferative Vitreoretinopathy. Clinical case. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2):422–427 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-2-422-427.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Малышев Алексей Владиславович
доктор медицинских наук, доцент, заведующий офтальмологическим отделением
https://orcid.org/0000-0002-1448-9690

Сай Сергей Александрович,
врач-офтальмолог офтальмологического отделения
https://orcid.org/0009-0008-5849-1988

Головин Александр Сергеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-4803-9241

ABOUT THE AUTHORS

Malyshev Aleksey V.
MD, Associate Professor, Head of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-1448-9690

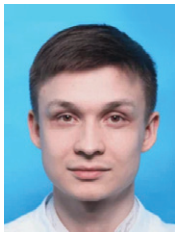
Sai Sergey A.
ophthalmologist of the ophthalmology department
https://orcid.org/0009-0008-5849-1988

Golovin Aleksandr S.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-4803-9241

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-572-576

поступила 01.07.25
was received 01.07.25

Использование метрического устройства, изготовленного методом 3D-печати, в проведении глубокой латеральной декомпрессии орбиты


Я.О. Груша[1,2] К.В. Четкарев[1,3] А.С. Колодина[1]

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

[2] ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет)
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

[3] Университетская клиника Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
Ломоносовский просп., 27 корп. 10, Москва, 119234, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):572–576**

В статье представлены результаты применения метрического устройства, изготовленного методом 3D-печати, в проведении глубокой латеральной костной декомпрессии орбиты (ГЛКДО). Представлены клинические случаи стероидрезистентной формы эндокринной офтальмопатии (ЭОП), осложненной оптической нейропатией. Применение устройства для интраоперационной оценки глубины хирургического вмешательства при проведении ГЛКДО позволило выполнить близкий к максимально возможному объем остеодеструкции с сохранением тонкой кортикальной пластинки кости на границе со средней черепной ямкой.

Ключевые слова: эндокринная офтальмопатия, оптическая нейропатия, компьютерная томография, аддитивное производство, 3D-печать, декомпрессия орбиты

Для цитирования: Груша Я.О., Четкарев К.В., Колодина А.С. Использование метрического устройства, изготовленного методом 3D-печати, в проведении глубокой латеральной декомпрессии орбиты. *Офтальмология.* 2025;22(3):572–576. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-572-576

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

3D printing Metric Device in Deep Lateral Wall Decompression. Clinical Observations

Ya.O. Grusha[1,2], K.V. Chetkarev[1,3], A.S. Kolodina[1]

[1] M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

[2] M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
Trubetskaya str., 8, bld. 2, Moscow, 119991, Russian Federation

[3] Lomonosov Moscow State University Hospital
Lomonosovsky Ave., 27, bld. 10, Moscow, 119234, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):572–576

There are the results of using a metrical device, manufactured using 3D printing, in performing deep lateral bone decompression of the orbit in the article. Clinical cases of the steroid-resistant form of Thyroid Eye Disease (TED) are presented, each of which was accompanied by optic neuropathy, exophthalmos, and decreased visual acuity.The device for intraoperative assessment of the depth of surgical intervention in EOP has proven to be an effective and safe tool, enhancing the efficacy of dLWD by increasing the volume of bone mass removed and reducing the potential risks of damaging the soft tissue structures of the orbit and the dura mater.

Keywords: optical neuropathy, exophthalmos, additive manufacturing, 3D printing, orbital decompression

For citation: Grusha Ya.O., Chetkarev K.V., Kolodina A.S. 3D printing Metric Device in Deep Lateral Wall Decompression. Clinical Observations. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):572–576. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-572-576

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

There is no conflict of interests.

Латеральная костная декомпрессия орбиты (ЛКДО) — операция, направленная на создание костного «окна» в латеральной стенке орбиты с целью увеличения орбитального объема, уменьшения величины экзофтальма, снижения внутриорбитального давления, снижения компрессии на зрительный нерв при эндокринной офтальмопатии (ЭОП) [1, 2]. При ЭОП, осложненной оптической нейропатией (ОН), рекомендовано проведение декомпрессии орбиты, включая максимально возможное удаление так называемого «мертвого пространства» наружной стенки орбиты [3, 4]. Подобный объем хирургического вмешательства может сопровождаться следующими интраоперационными осложнениями: тяжелым кровотечением, ликвореей, повреждением твердой мозговой оболочки, тканей головного мозга и т. д. [5]. В отсутствие интраоперационной навигации и интраоперационной компьютерной томографии (КТ) хирурги используют визуальную оценку глубины хирургического удаления «мертвого пространства», опираясь на свой клинический опыт, не имея инструмента, позволяющего точно во время операции оценить удаляемый объем костной ткани [6–9, 11–14].

В настоящее время для метрического понимания глубины хирургического вмешательства в предоперационном периоде производят линейное измерение расстояния между костными структурами, что не учитывает топографию структур орбиты и снижает точность интраоперационных измерений. Нами предложена методика глубокой ЛКДО с применением устройства для интраоперационной оценки глубины хирургического вмешательства [10].

Устройство моделировали при помощи CAD-систем (Computer-aided design) на основе данных компьютерной томографии (КТ).

Моделируемое устройство состоит из следующих частей: фиксирующая часть, рабочая часть, расположенные на рабочей части: клин, срез и острие (рис. 1).

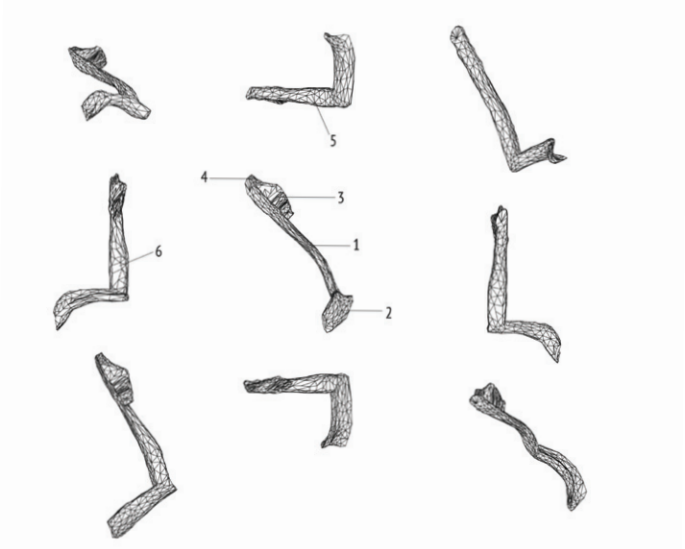


Рис. 1. Устройство в различных проекциях: 1 — рабочая часть, 2 — фиксирующая часть, 3 — клин, 4 — острие, 5 — наружная поверхность, 6 — внутренняя поверхность

Fig. 1. Schematic representation of the device at the modeling stage in various projections: 1 — working part of the device, 2 — fixing part of the device, 3 — wedge, 4 — tip, 5 — outer surface of the device, 6 — inner surface of the device

При моделировании изделия учитываются следующие параметры (рис 1, 2): поверхность фиксирующей части, обращенной к поверхности кости, конгруэнтна поверхности латерального края орбиты и задает вектор направления рабочей части устройства. Толщина фиксирующей части может составлять от 0,2 до 5 мм и быть различной протяженности по латеральному краю орбиты с/без упора на верхнелатеральный угол края орбиты. Поверхность рабочей части модели, обращенной к поверхности кости, конгруэнтна орбитальной поверхности латеральной стенки орбиты. Толщина рабочей части может составлять от 0,5 до 5 мм, протяженность и ширина — варьировать. Рабочая часть заканчивается острием, служащим меткой предела глубины возможной остеодеструкции. Угол среза составляет от 10 до 60°, протяженность среза может варьировать, вершина среза — заужаться и соответствовать ширине рабочей части. Моделирование производилось «по поверхности» наружной стенки орбиты с созданием выступа в виде клина. Клин моделируется таким образом, чтобы была максимальная вовлеченность кости, исключая вхождение в среднюю черепную ямку. Толщина клина составляет от 0,2 до 2 мм, протяженность вдоль рабочей части — от 1 до 7 мм.

Следующим этапом изготовляли устройство методом аддитивного производства из биоинертного материала.

ЛКДО проводили в условиях интубационного наркоза. Транскутанно осуществляли доступ к наружной стенке орбиты. Надкостницу височной и орбитальной поверхности отсепаровывали распатором от кости. Полнослойный разрез наружной стенки орбиты выполняли сагиттальной пилой параллельно ее краю, отступя 6 мм от него, от уровня скулолобного шва до уровня проекции нижней стенки орбиты. Второй полнослойный разрез скуловой кости производили под углом 45° от нижнего края первого разреза. Удаляли костный фрагмент наружной стенки орбиты по границе костных разрезов и переднего костного шва большого крыла клиновидной кости. Костными выкусывателями расширяли область остеотомии до «треугольника» клиновидной кости, резекцию которого осуществляли дрелью Stryker (Stryker, США) с бором режущей 4- и 3-мм кромкой. При возникновении кровотечения из губчатой кости его останавливали при помощи хирургического воска. Интраоперационно фиксирующую часть устройства накладывали изнутри на латеральный край орбиты (рис. 3, 4). Потенциальную возможную глубину остеодеструкции оценивали по величине выстояния острия над поверхностью кости, что определяется величиной глубины контакта «клин — кость». По окончании остеодеструкции вскрывали орбитальную надкостницу, позволяя орбитальной жировой клетчатке и наружной прямой мышце пролабировать через костное «окно» в сформированное дополнительное пространство. Мягкие ткани и кожу послойно сопоставляли (викрил 4/0, пролен 5/0) после установки вакуумного дренажа. Операцию завершали наложением давящей повязки на 1 сутки.

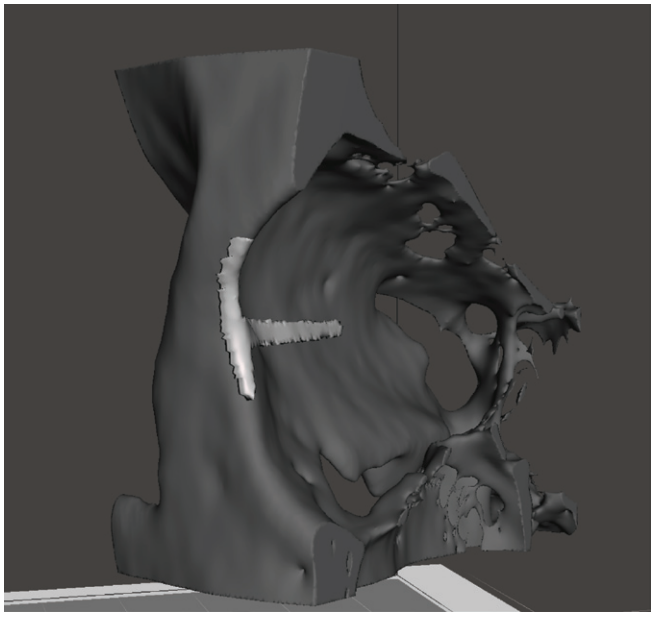


Рис. 2. Этап создания устройства на основе стереолитографического изображения правой орбиты. Вид спереди. Фиксирующая часть устройства располагается на внутренней поверхности края наружной стенки орбиты, рабочая часть конгруэнтна орбитальной поверхности

Fig. 2. Stage of creation of the device based on the stereolithographic image of the right orbit. Front view. The fixing part of the device is located on the inner surface of the edge of the outer wall of the orbit, the working part is congruent to the orbital surface

Применение устройства иллюстрируется следующими клиническими примерами.

Клинический случай 1. Пациент А., 55 лет, с диагнозом ЭОП с двух сторон, оптическая нейропатия слева. Анамнез: диагноз «тиреотоксический зоб» был выставлен более 15 лет назад, суммарная доза приема метилпреднизолона 7500 мг, в настоящий момент принимает L-тирозин 500 мг/день. Последние 5 месяцев наблюдаются признаки реактивации, прогрессирующее ухудшение зрения, дефекты полей зрения.

Обратился в ФГБНУ «НИИ глазных болезней им. М.М. Краснова» с жалобами на снижение остроты зрения, сужение полей зрения, двоение при взгляде вверх, сухость и покраснение глаз.

При обследовании: величина экзофтальма справа 22 мм, слева 23 мм, МКОЗ правого глаза 1,0, МКОЗ левого глаза 0,3, признаки снижения контрастной чувствительности слева. Данные компьютерной периметрии правого глаза MD = 0,6 dB, левого глаза MD = 14,5 dB. При оценке степени активности слева количество баллов по CAS = 3 балла. Ввиду стероидрезистентной формы ЭОП, отсутствия положительной динамики по ОН была проведена ЛКДО с использованием разработанного устройства.

Устройство было изготовлено на 3D фотополимерном принтере «Photon Mono 4K» из фотополимерной

смолы HARZ Labs DENTAL PEACH, сертифицированной для медицинского применения.

Во время операции после формирования костного окна ввели рабочую часть измерительного устройства по ходу латеральной стенки орбиты (рис. 3). Потенциальную глубину остеодеструкции «мертвого пространства» оценивали по величине выстояния острия над поверхностью кости. Через месяц после операции МКОЗ повысилась с 0,3 до 0,6, светочувствительность по данным компьютерной периметрии — с 14,5 до 3,2 dB, повысилась также контрастная чувствительность. Величина экзофтальма уменьшилась на 3 мм. По данным МСКТ остаточная толщина кортикальной пластинки составила 0,5 мм. Следующим этапом проводилась медиальная костная декомпрессия орбиты.

Таким образом, использование устройства позволило провести ГЛДКО с максимально возможным удалением кости и сохранением тонкой кортикальной пластинки на границе со средней черепной ямкой

Клинический случай 2. Пациент Б., 47 лет, с диагнозом ЭОП с двух сторон, оптическая нейропатия справа. Анамнез: суммарная дозировка приема метилпреднизолона 11 500 мг, в настоящий момент принимает L-тирозин 1000 мг/день, без положительной динамики.

Обратился в ФГБНУ «НИИ глазных болезней им. М.М. Краснова» в связи со снижением остроты зрения, сужением полей зрения. При обследовании: величина экзофтальма справа 27 мм, слева 23 мм, максимально корригированная острота зрения правого глаза 0,05, максимально корригированная острота зрения левого глаза 0,7, признаки снижения контрастной чувствительности справа. Данные компьютерной периметрии правого глаза MD = 17,6 dB, левого глаза MD = 3,3 dB. При оценке степени активности количество баллов по CAS правого глаза = 5 баллов. Пациентке была проведена ГЛКДО.

Глубокую латеральную костную декомпрессию орбиты, так же как и в предыдущем случае, проводили с использованием разработанного устройства. Смоделированное устройство было изготовлено на 3D фотополимерном принтере «Photon Mono 4K» из фотополимерной смолы HARZ Labs DENTAL PEACH. Во время операции после формирования костного окна ввели рабочую часть измерительного устройства по ходу латеральной стенки орбиты (рис. 3). Потенциальную глубину остеодеструкции «мертвого пространства» оценивали по величине выстояния острия над поверхностью кости.

Через один месяц после операции МКОЗ повысилась с 0,05 до 0,4, светочувствительность по данным компьютерной периметрии — с 17,6 до 7,2 dB, повысилась контрастная чувствительность. Величина экзофтальма уменьшилась на 4 мм (рис. 4). По данным МСКТ толщина кортикальной пластинки в области воздействия составила 1,0 мм. Следующим этапом проводилась медиальная костная декомпрессия орбиты.

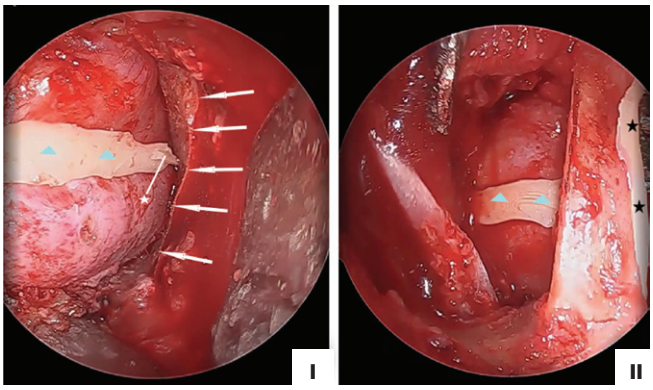


Рис. 3. Интраоперационные фотографии: I. Левая орбита пациента А. Рабочая часть устройства обозначена синими треугольниками, клин устройства — белой звездочкой, край остеотомии клиновидной кости — белыми стрелками; II. Правая орбита пациента Б. Рабочая часть устройства обозначена синими треугольниками, фиксирующая часть устройства — черными звездочками

Fig. 3. Intraoperative photographs: I. Patient A. The working part of the device is indicated by blue triangles, the wedge of the device is indicated by a white asterisk, the edge of the osteotomy of the sphenoid bone is indicated by white arrows; II. Patient B. The working part of the device is indicated by blue triangles, the fixing part of the device is indicated by black asterisks

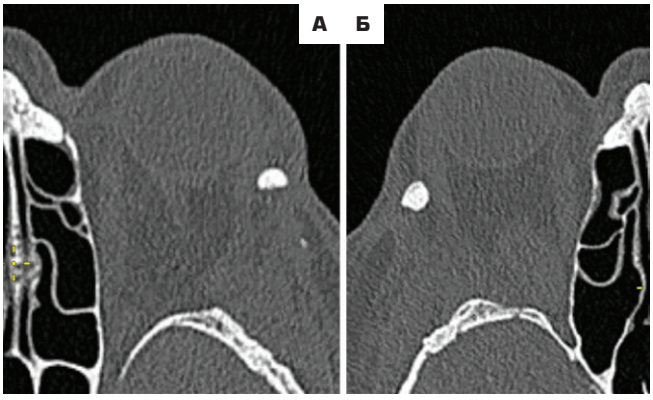


Рис. 4. КТ левой орбиты пациента А. и правой орбиты пациента Б. через один месяц после ГЛКДО, аксиальная проекция

Fig. 4. MSCT of patients A. and B. one month after DLWD, axial projection

Таким образом, использование предложенного устройства позволило модифицировать ГЛДКО с достижением близкого к максимально возможному удалению кости, исключая обнажение твердой мозговой оболочки.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные ранее исследования показали, что резекция латеральной стенки орбиты в глубокой части позволяет добиться адекватного декомпрессионного эффекта для уменьшения величины экзофтальма без значимого смещения мышечного конуса и ограничения подвижности глаза, что обусловливает меньшую частоту усугубления процесса, двоения и косоглазия [15]. Резекция костной ткани в объеме, близком

к максимальному в области «треугольника» большого крыла клиновидной кости, в том числе с обнажением твердой мозговой оболочки, у части пациентов с оптической нейропатией позволяет добиться повышения остроты зрения, улучшения показателей периферического и цветового зрения, сопоставимого с результатами сбалансированной декомпрессии орбиты [16].

Предложенное нами измерительное устройство учитывает анатомию наружной стенки орбиты, что повышает точность интраоперационной оценки глубины остеодеструкции.

Нами представлены первые результаты применения устройства. Очевидно, что для оценки эффективности последнего необходимо бо́льшее количество операций. В представленных клинических случаях было достигнуто максимально глубокое удаление большого крыла клиновидной кости в проекции так называемого «треугольника» до кортикальной пластинки, исключая необходимость обнажения твердой мозговой оболочки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устройство для интраоперационной оценки глубины хирургического вмешательства при проведении ГЛКДО позволило выполнить близкое к максимально возможному объему удаление кости с сохранением тонкой кортикальной пластинки на границе со средней черепной ямкой.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Груша Я.О. — концепция, сбор материалов, написание текста статья, подготовка иллюстраций;
Четкарев К.В. — сбор материалов, написание текста статья, подготовка иллюстраций;
Колодина А.С. — сбор материалов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Mehta P, Durrani OM. Outcome of deep lateral wall rim-sparing orbital decompression in thyroid-associated orbitopathy: a new technique and results of a case series. Orbit. 2011 Dec;30(6):265–268. doi: 10.3109/01676830.2011.603456.
2. Груша ЯО, Кочетков ПА, Свириденко НЮ, Колодина АС, Дзамихов ИК. Костная декомпрессия орбиты при эндокринной офтальмопатии. Вестник офтальмологии. 2024;140(1):103–108.
   Grusha YaO, Kochetkov PA, Sviridenko NYu, Kolodina AS, Dzamikhov IK. Bony orbital decompression in thyroid eye disease]. Annals of Ophthalmology. 2024;140(1):103–108 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2024140011103.
3. Груша ЯО, Драмихов ИК. Значение хирургической анатомии наружной стенки орбиты. Вестник офтальмологии. 2022;138(5-2):289–292.
   Grusha YaO, Dzamikhov IK. The significance of surgical anatomy in lateral orbital wall decompression. Annals of Ophthalmology. 2022;138(5-2):289–292 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2022138052289.
4. Груша ЯО, Исмаилова ДС, Кочетков ПА, Андреева НА. Оптическая нейропатия при эндокринной офтальмопатии: возможности хирургического лечения. Вестник офтальмологии. 2020;136(4-2):193–200.
   Grusha YaO, Ismailova DS, Kochetkov PA, Andreeva NA. Optic neuropathy in endocrine ophthalmopathy: possibilities of surgical treatment. Annals of Ophthalmology. 2020;136(4-2):193–200 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136042193.
5. Груша ЯО, Кочетков ПА, Данилов СС, Дуванова ЕД, Свириденко НЮ. Осложнения трансназальной эндоскопической декомпрессии орбиты при эндокринной офтальмопатии. Вестник офтальмологии. 2023;139(3):63–68.
   Grusha YaO, Kochetkov PA, Danilov SS, Duvanova ED, Sviridenko NYu. Complications of transnasal endoscopic orbital decompression in endocrine ophthalmopathy // Annals of Ophthalmology. 2023;139(3):63–68 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313903163.
6. Груша ЯО, Исмаилова ДС, Кочетков ПА, Данилов СС. Возможности интраоперационной навигации в сбалансированной костной декомпрессии орбиты при эндокринной офтальмопатии (предварительное сообщение). Вестник офтальмологии. 2016;132(4):29–34.
   Grusha YaO, Ismailova DS, Kochetkov PA, Danilov SS. Potentials of intraoperative navigation during balanced orbital bony decompression in thyroid eye disease (preliminary results). Russian Annals of Ophthalmology. 2016;132(4):29–34 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2016132429-34.
7. Груша ЯО, Колодина АС. Набор инструментов для интраоперационного измерения размеров дефекта костных стенок орбиты Патент RU 2743333, 17.02.2021.
   Grusha YaO, Kolodina AS. A set of tools for intraoperative measurement of the size of a defect in the bone walls of the orbit Patent RU 2743333, 17.02.2021 (In Russ.).
8. Груша ЯО, Колодина АС. Способ глубокой костной декомпрессии орбиты при оптической нейропатии у пациентов с эндокринной офтальмопатией. Патент RU 2742799, 10.02.2021.
   Grusha YaO, Kolodina AS. Method of deep bone decompression of the orbit in optical neuropathy in patients with endocrine ophthalmopathy Patent RU 2742799, 10.02.2021 (In Russ.).
9. Груша ЯО, Данилов СС. Устройство для измерения переднезаднего размера костного дефекта при латеральной костной декомпрессии орбиты. Патент RU 2799622, 07.07.2023.
   Grusha YaO, Danilov SS. Device for measuring the anteroposterior size of a bone defect in lateral bone decompression of the orbit. Patent RU 2799622, 07.07.2023 (In Russ.).
10. Груша ЯО, Четкарев КВ, Колодина АС. Способ проведения глубокой латеральной костной декомпрессии орбиты. Патент RU 2826134, 04.09.2024.
    Grusha YaO, Chetkarev KV, Kolodina AS. Method of deep lateral bone decompression of the orbit Patent RU 2826134, 04.09.2024 (In Russ.).
11. Goldberg RA, Weinberg DA, Shorr N, Wirta D. Maximal, three-wall, orbital decompression through a coronal approach. Ophthalmic Surg Lasers. 1997 Oct;28(10):832–843.
12. Goldberg RA, Hannani K, Toga AW. Microanatomy of the orbital apex. Computed tomography and microcryoplaning of soft and hard tissue. Ophthalmology. 1992 Sep;99(9):1447–1452. doi: 10.1016/s0161-6420(92)31785-3.
13. Goldberg RA, Hwang MM, Garbutt MV, Shorr N. Orbital decompression for non-Graves' orbitopathy: a consideration of extended indications for decompression. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 1995 Dec;11(4):245–252; discussion 253.
14. Cruz AAV, Equiterio BSN, Cunha BSA, Caetano FB, Souza RL. Deep lateral orbital decompression for Graves orbitopathy: a systematic review. Int Ophthalmol. 2021 May;41(5):1929–1947. doi: 10.1007/s10792-021-01722-3.
15. Goldberg RA, Kim AJ, Kerivan KM. The lacrimal keyhole, orbital door jamb, and basin of the inferior orbital fissure. Three areas of deep bone in the lateral orbit. Arch Ophthalmol. 1998;116(12):1618–1624. doi: 10.1001/archopht.116.12.1618.
16. Груша ЯО, Колодина АС, Кочетков ПА, Четкарев КВ, Свириденко НЮ. Результаты модифицированной латеральной костной декомпрессии орбиты с использованием ультразвуковой остеодеструкции. Вестник офтальмологии. 2025. В печати.
    Grusha YO, Kolodina AS, Kochetkov PA, Chetkarev KV, Sviridenko NY. The results of modified lateral wall decompression using ultrasound-guided osteodestruction. Russian Annals of Ophthalmology. 2025 (In Russ.). In press.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Груша Ярослав Олегович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом орбитальной и глазной реконструктивно-пластической хирургии
https://orcid.org/0000-0002-6461-8243

Четкарев Кирилл Витальевич
младший научный сотрудник отдела орбитальной и глазной реконструктивно-пластической хирургии
https://orcid.org/0009-0001-9448-6456

Колодина Александра Сергеевна
младший научный сотрудник отдела орбитальной и глазной реконструктивно-пластической хирургии
https://orcid.org/0000-0002-3158-3152

ABOUT THE AUTHORS

Grusha Yaroslav O.
MD, Professor, Head of the Department of Orbital and Ocular Reconstructive Plastic Surgery
https://orcid.org/0000-0002-6461-8243

Chetkarev Kirill V.
junior researcher at the Department of Orbital and Ocular Reconstructive Plastic Surgery
https://orcid.org/0009-0001-9448-6456

Kolodina Alexandra S.
junior researcher, Department of Orbital and Ocular Reconstructive Plastic Surgery
https://orcid.org/0000-0002-3158-3152

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-577-581

поступила 24.10.24
was received 24.10.24

Хирургическое лечение первичной открытоугольной глаукомы с помощью микроимпульсного лазерного воздействия






Т.В. Гаврилова[1] Н.А. Собянин[2] М.В. Мироненков[1,3] А.Г. Гринёв[4]

[1] ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Петропавловская, 26, Пермь, 614990, Российская Федерация

[2] ГБУЗ «Городская клиническая больница № 2 им. Ф.Х. Граля»
ул. Пермская, 230, Пермь, 614068, Российская Федерация

[3] ГБУЗ Пермского края «Ордена “Знак Почета” Пермская краевая клиническая больница»
ул. Пушкина, 85, Пермь, 614990, Российская Федерация

[4] ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Репина, 3, Екатеринбург, 620028, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):577–581

Цель: анализ результатов микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. **Материалы и методы.** В исследовании проанализирована медицинская документация 91 пациента с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) II–IV стадий на 93 глазах. Из них мужчин было 42 (46 %) и женщин 49 (54 %). Средний возраст участников исследования составил 70 ± 15 лет. II стадия заболевания была в 28 % случаев, III стадия — в 59 %, IV стадия — в 13 %. Исходный уровень внутриглазного давления (ВГД) составлял в среднем 29,0 ± 4,2 мм рт. ст., острота зрения с коррекцией в половине наблюдаемых случаев — 0,2 и выше. Все пациенты использовали два и более гипотензивных препарата, в среднем — три. Период наблюдения после микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции (мЦФК) составил 15 месяцев. **Результаты.** Интраоперационные осложнения не были зафиксированы. В раннем послеоперационном периоде осложнения наблюдались у 7,6 % пациентов: кратковременный болевой синдром — в 4,3 %, подъем ВГД выше предоперационного уровня — в 3,3 %. Целевой уровень ВГД достигнут в 94,7 % случаев. В среднем ВГД после операции составило 19,0 ± 3,5 мм рт. ст. (p = 0,04). Количество используемых гипотензивных препаратов снизилось на 27 % (до 2,2 в среднем). Острота зрения осталась стабильной в 100 % случаев, а в дальнейшем повысилась у 6 пациентов (6,5 %) после факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы. **Заключение.** Наш опыт применения мЦФК подтвердил эффективность метода в снижении и поддержании ВГД на уровне целевых значений, а также в уменьшении числа используемых гипотензивных препаратов. Метод показал свою безопасность и эффективность с низким числом осложнений.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, микроимпульсная циклофотокоагуляция, внутриглазное давление, осложнения

Для цитирования: Гаврилова Т.В., Собянин Н.А., Мироненков М.В., Гринёв А.Г. Хирургическое лечение первичной открытоугольной глаукомы с помощью микроимпульсного лазерного воздействия. *Офтальмология.* 2025;22(3):577–581. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-577-581

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

Конфликт интересов отсутствует.

Благодарности: Офтальмологическая клиника «Глазной Центр» г. Пермь.

CC BY 4.0

Surgical Treatment of Primary Open-angle Glaucoma Using Micropulse Laser Exposure

T.V. Gavrilova[1], N.A. Sobianin[2], M.V. Mironchenkov[1,3], A.G. Grinev[4]

[1] Perm State Medical University named after academician E.A. Wagner
Petropavlovskaya str., 26, Perm, 614990, Russian Federation

[2] City Clinical Hospital No. 2 named after Dr. F.H. Gral
Permskaya str., 230, Perm, 614068, Russian Federation

[3] Perm Regional Clinical Hospital
Pushkina str., 85, Perm, 614990, Russian Federation

[4] Ural State Medical University
Repina str., 3, Yekaterinburg, 620028, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):577–581**

Purpose. Analysis of the results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation in patients with primary open-angle glaucoma. **Materiales and methods.** The study analyzed medical records of 91 patients with primary open-angle glaucoma (POAG) stages II–IV in 93 eyes. Of these, 42 (46 %) were men and 49 (54 %) were women. The average age of the study participants was 70 ± 15 years. Stage II of the disease occurred in 28 % of cases, stage III — in 59 %, and stage IV — in 13 %. The initial intraocular pressure (IOP) averaged 29.0 ± 4.2 mm Hg. Corrected visual acuity was 0.2 and higher in half of the cases. All patients used two or more antihypertensive drugs, three on average. The follow-up period after micropulse transscleral cyclophotocoagulation (mCPC) was 15 months. **Results.** No intraoperative complications were recorded. In the early postoperative period, complications were observed in 7.6 % of patients: short-term pain syndrome — 4.3 %, an increase in IOP above the preoperative level — 3.3 % of cases. The target IOP level was achieved in 94.7 % of cases. On average, IOP after surgery was 19.0 ± 3.5 mm Hg (p = 0.04). The number of antihypertensive drugs used decreased by 27 % (to 2.2 on average). Visual acuity remained stable in 100 % of cases, and subsequently increased in 6 patients (6.5 %), after cataract phacoemulsification with intraocular lens implantation. **Conclusion.** Our experience with mCFC has confirmed the effectiveness of the method in reducing and maintaining IOP at target values, as well as in reducing the number of antihypertensive drugs used. The method has proven its safety and effectiveness with a low number of complications.

Keywords: primary open-angle glaucoma, micro-pulse cyclophotocoagulation, intraocular pressure, complications

For citation: Gavrilova T.V., Sobianin N.A., Mironchenkov M.V., Grinev A.G. Surgical treatment of primary open-angle glaucoma using micropulse laser exposure. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):577–581. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-577-581

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

There is no conflict of interest.

Acknowledgments: Ophthalmological clinic "Eye Center", Perm.

ВВЕДЕНИЕ

Число пациентов с глаукомой продолжает увеличиваться как в России, так и в мире. С каждым годом растет процент выявления этого заболевания, и по прогнозам ожидается дальнейшее увеличение числа пациентов с глаукомой в ближайшие десять лет до 111,8 млн [1]. Сохранение нормального уровня внутриглазного давления (ВГД) и его стабильное поддержание в толерантных значениях играют ключевую роль в лечении заболевания [2]. В свете увеличения числа случаев глаукомы и ее влияния на зрение необходимо обращаться к инновационным методам для достижения эффективных результатов[1].

Хирургические антиглаукомные вмешательства эффективно снижают ВГД. Благодаря фистулизирующим операциям проникающего типа возникает большая возможность достичь толерантного уровня ВГД, но этот метод имеет свои минусы, такие как продолжительная послеоперационная гипотония, цилиохориоидальная отслойка (ЦХО), прогрессирование катаракты, образование кистозных фильтрационных подушек, гифема [3, 4].

Для пациентов, у которых после нескольких хирургических вмешательств отсутствует целевой уровень ВГД, необходимо применение альтернативных методов лечения. За прошедшее десятилетие методы лечения глазных заболеваний значительно изменились, появились лазерные технологии, которые произвели революцию в области офтальмологии, предоставив точные и целенаправленные варианты лечения [5]. Одним из таких методов является трансскleральная циклофотокоагуляция (ЦФК). Традиционная методика заключается в постоянном лазерном воздействии на цилиарное тело, что способствует снижению продукции внутриглазной жидкости (ВГЖ) и снижению ВГД. ЦФК используется в продвинутых стадиях глаукомы,

[1] Глаукома. Национальное руководство. Под ред. Егорова Е.А. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019.

однако она имеет свои недостатки, такие как атрофия цилиарной мышцы и субатрофия глазного яблока [6, 7]. В отличие от традиционных методов микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция (мЦФК) является инновационной хирургической технологией, которая начала применяться в России с 2018 года при различных формах глаукомы [8]. Этот метод основан на использовании микроимпульсного лазерного воздействия на цилиарную мышцу, что способствует увеличению увеосклерального оттока и снижению продукции ВГЖ. Уникальность метода заключается в дозированной подаче лазерной энергии в виде коротких импульсов с периодами паузы, что помогает минимизировать риск повреждения тканей глаза и снижает вероятность послеоперационных осложнений [9]. Появились первые сообщения об успешном применении данной методики в лечении различных стадий первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ) [9, 10].

Цель исследования: анализ результатов микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ медицинской документации 91 пациента с первичной открытоугольной глаукомой II–IV стадий на 93 глазах, которым в период с октября 2021 по декабрь 2022 г. была проведена гипотензивная операция — мЦФК в «Глазном Центре» города Перми. Мужчин было 42 (46 %), женщин — 49 (54 %); это были жители города Перми (88 %) и Пермского района (12 %).

Возраст пациентов колебался от 41 до 90 лет, преобладали лица старше 60 лет (84 %): 41–50 лет — 8 человек, 51–60 лет — 7, 61–70 лет — 30, 71–80 лет — 29, 81–90 лет — 17, средний возраст 70 ± 15 лет. По стадиям глаукомного процесса распределение было следующим: II стадия — на 26 глазах (28 %), III — на 55 (59 %), IV — на 12 (13 %), преобладали пациенты с далеко зашедшей стадией заболевания. Исходный уровень ВГД колебался от 22 до 41 мм рт. ст., в среднем составляя 29,0 ± 4,2 мм рт. ст.

Ранее на всех глазах проводилась консервативная гипотензивная терапия, пациенты закапывали не менее двух препаратов (в среднем 3). Показанием к операции являлось отсутствие достижения целевого уровня ВГД.

У двух пациентов вмешательство проводили на обоих глазах. На трех глазах с III стадией ПОУГ операцию мЦФК выполняли повторно через 9, 10 и 11 месяцев после первого вмешательства.

Все операции проведены одним хирургом — к.м.н. Собяниным Н.А. Под местной ретробульбарной анестезией в условиях операционной устанавливали зонд с плотным контактом к склере JN лазерной системы Cyclo G6 Glaucoma Laser System (США), длина волны 810 нм с уровнем энергии 2000 мВт, продолжительность 160 секунд. При движении зонда вдоль лимба зоны 3 и 9 часа оставались интактными [11].

В дальнейшем пациенты проходили осмотр на следующий день после операции, а затем на 7-й, 30-й день, далее — каждые 3 месяца в течение 15 месяцев.

При статистической обработке результатов исследования вычисляли среднее арифметическое значение (M), ошибку среднего арифметического значения (m). Различия между совокупностями оценивали с помощью критерия Стьюдента, значимыми считали результаты при $p < 0,05$. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ Excel (Microsoft Office).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На глазах с развитой стадией ПОУГ до операции средний уровень ВГД составлял 27,9 ± 3,6 мм рт. ст., после операции он достоверно снизился и достиг 19,9 ± 2,7 мм рт. ст. ($p < 0,05$). Целевые значения ВГД сохранялись на протяжении 12 месяцев, а через 15 месяцев средний уровень ВГД составлял 22,5 ± 2,5 мм рт. ст. При этом давление оставалось компенсированным у 95,2 %, и декомпенсированным — у 4,8 %. Динамика ВГД у пациентов развитой стадии показана на рисунках 1а, б.

На глазах с далеко зашедшей стадией ПОУГ средний уровень ВГД до операции составлял 28,7 ± 3,6 мм рт. ст. Целевое ВГД достигнуто начиная с 30-го дня наблюдения и сохранялось на протяжении 9 месяцев включительно в среднем на уровне 17,9 ± 2,6 мм рт. ст. На 12-й и 15-й месяцы осмотра ВГД было компенсированным в 88,9 и 65 % случаев соответственно. Динамика ВГД у пациентов далеко зашедшей стадии показана на рисунках 2а, б.

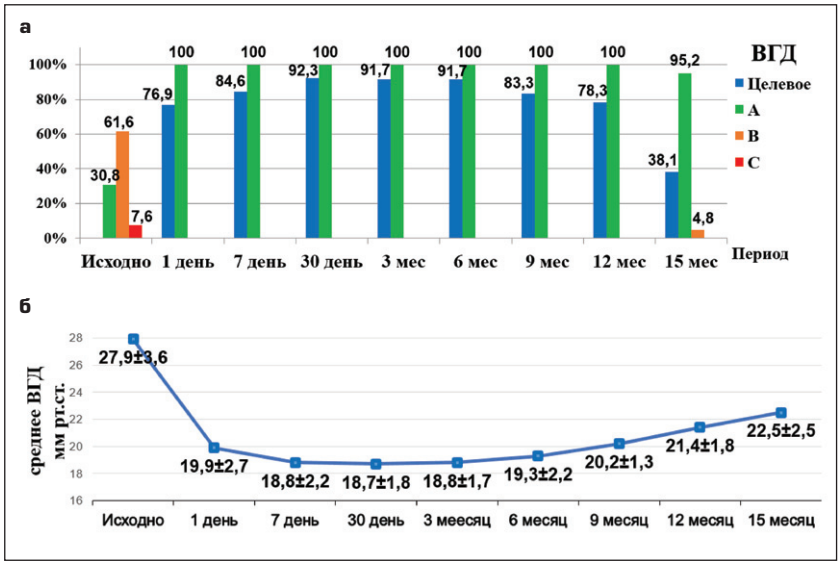


Рис. 1. Пациенты с развитой стадией: а — динамика уровня ВГД; б — среднее ВГД

Fig. 1. Patients at an advanced stage: a — dynamics of IOP level; б — average IOP

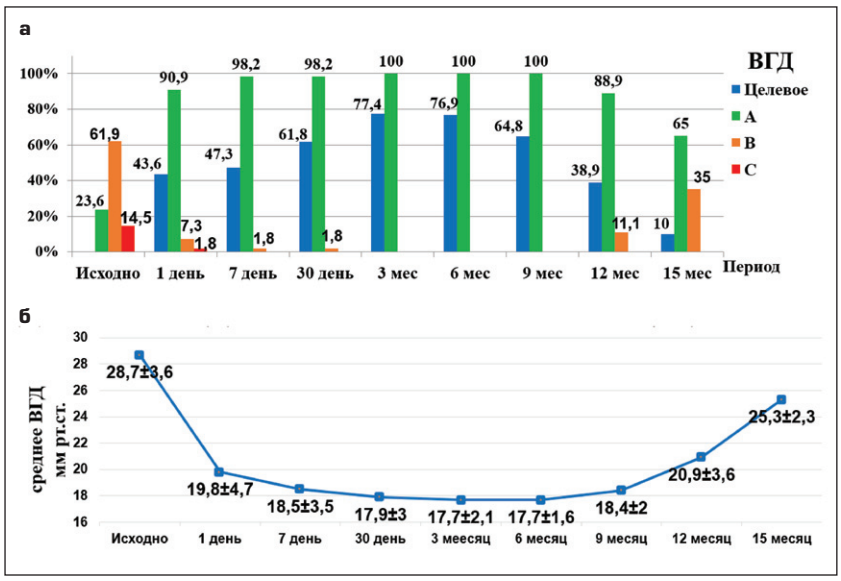


Рис. 2. Пациенты с далеко зашедшей стадией: а — динамика уровня ВГД; б — среднее ВГД

Fig. 2. Patients at an advanced stage: a — dynamics of IOP level; б — average IOP

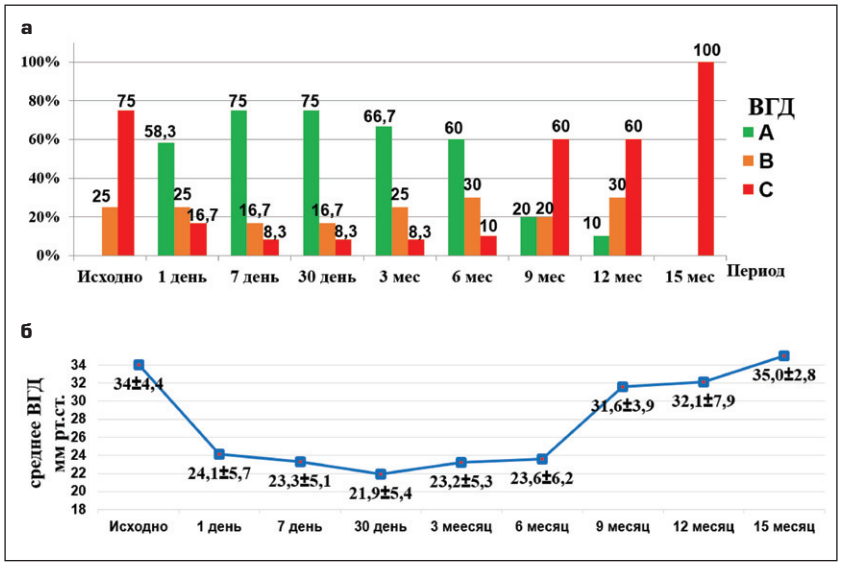


Рис. 3. Пациенты с терминальной стдией: а — динамика уровня ВГД; б — среднее ВГД

Fig. 3. Terminal stage patients: a — dynamics of IOP level; б — average IOP

На глазах с терминальной стадией ПОУГ средний уровень ВГД до операции составлял 34,0 ± 4,4 мм рт. ст., при этом у половины пациентов отмечались периодические боли в глазу.

После мЦФК среднее ВГД держалось на уровне компенсированных значений с 1-го дня после операции и по 6 месяц наблюдения, среднее ВГД составляло 23,0 ± 5,3 мм рт. ст. Далее ВГД стало повышаться, но болевого синдрома у пациентов не было. Динамика ВГД у пациентов терминальной стадии показана на рисунках 3а, б.

Количество используемых гипотензивных препаратов после операции уменьшилось в среднем с 3 до 2,2 ($p < 0,05$).

В зависимости от стадии количество препаратов уменьшилось: при развитой стадии с 2,8 до 1,9 ($p < 0,05$), при далеко зашедшей — с 2,9 до 2,2 ($p < 0,05$), при терминальной — с 3,3 до 2,6 ($p > 0,05$). В раннем послеоперационном периоде осложнения отмечали на 7 глазах (7,6 % от общего количества прооперированных глаз), что соответствует данным литературы [12]. В первый день после операции у 4 пациентов (4,3 %) был кратковременный болевой синдром, который завершился самостоятельно на следующие сутки. У 3 пациентов (3,3 %) был подъем ВГД выше предоперационного продолжительностью 1, 7 и 30 суток соответственно, купировавшийся с помощью местной гипотензивной терапии.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты представленного исследования подтверждают эффективность метода мЦФК в достижении целевых значений ВГД у пациентов с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы. Уровень ВГД после хирургического вмешательства был значительно снижен у всех наблюдаемых пациентов. Наибольший эффект имел место в группе лиц с развитой стадией глаукомы, в которой целевые значения ВГД сохранялись у большинства пациентов (78,3 %) в течение 12 месяцев, тогда как при далеко зашедшей стадии высокие значения целевого ВГД (64,8 %) сохранялись до 9 месяцев.

При терминальной глаукоме был также достигнут положительный эффект — все больные отмечали отсутствие болевого синдрома, хотя значения ВГД начиная с 9-го месяца вновь вышли к исходным показателям.

Достоверное снижение количества гипотензивных препаратов в среднем с 3 до 2,2 и возможность проведения мЦФК на ранних стадиях ПОУГ повышают приверженность пациентов к лечению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция является эффективной операцией, обеспечивающей снижение и удержание целевых значений ВГД. В отличие от традиционной ЦФК данное вмешательство

целесообразно применять на ранних стадиях глаукомного процесса. Однако, учитывая различия в результатах в зависимости от стадии глаукомы, необходим индивидуальный подход при выборе метода хирургического лечения у каждого пациента.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Гаврилова Т.В. — концепция исследования, редактирование текста; окончательное утверждение рукописи;
Собянин Н.А. — сбор и обработка материала;
Мирончeнков М.В. — сбор и обработка материала; получение и анализ данных; написание текста, обзор литературы;
Гринёв А.Г. — редактирование текста.

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 Nov;121(11):2081–2090. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
2. Балалин СВ, Фокин ВП. Факторы риска и целевое внутриглазное давление при первичной открытоугольной глаукоме. Кубанский научный медицинский вестник. 2013;2:7–10.
   Balalin SV, Fokin VP. Risk factors and target intraocular pressure in primary open-angle glaucoma. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2013;2:7–10 (In Russ.).
3. Алексеев ИБ, Самойленко АИ, Айларова АК. Пролонгация гипотензивного эффекта антиглаукомной хирургии. Клиническая офтальмология. 2019;19(2):93–98.
   Alekseev IB, Samoilenko AI, Aylarova AK. Prolongation of the hypotensive effect of antiglaucoma surgery. Clinical ophthalmology. 2019;19(2):93–98. doi: 10.32364/2311-7729-2019-19-2-93-98.
4. Еричев ВП, Абдуллаева ЭХ, Мазурова ЮВ. Частота и характер интра- и ранних послеоперационных осложнений после антиглаукомных операций. Вестник офтальмологии. 2021;137(1):54–59.
   Erichev VP, Abdullaeva EH, Mazurova UV. Frequency and nature of intraoperative and early postoperative complications after glaucoma surgeries. Russian Annals of Ophthalmology. 2021;137(1):54–59 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202113701154.
5. Бойко ЭВ, Куликов АН, Скворцов ВЮ. Сравнительная оценка диод-лазерной термотерапии и лазерокоагуляции как методов циклодеструкции (экспериментальное исследование). Практическая медицина. 2012;1(4(59)):175–179.
   Boyko EV, Kulikov AN, Skvortsov VYu. Comparative evaluation of diode laser thermotherapy and laser coagulation as methods of cyclodestruction (experimental study). Practical Medicine. 2012;1(4(59)):175–179 (In Russ.).
6. Егорова ЭВ, Соколовская ТВ, Узунян ДГ, Дробница АА. Оценка результатов контактной транссклеральной диод-лазерной циклокоагуляции с учетом изменений цилиарного тела при исследовании методом ультразвуковой биомикроскопии у больных с терминальной глаукомой. Офтальмохирургия. 2013;3:72–77.
   Egorova EV, Sokolovskaja TV, Uzunjan DG, Drobnica AA. Parameter calculation of contact transscleral diode-laser cyclo- photocoagulation with the changes of ciliary body during exploration by the method of ultrasound biomicroscopy in patients with terminal glaucoma. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2013;3:72–77 (In Russ.).
7. Соколовская ТВ, Тихонова МИ. Циклодеструктивные вмешательства при лечении глаукомы: история, реальность, перспективы. Офтальмологические ведомости. 2019;12(3):45–58.
   Sokolovskaya TV, Tikhonova MI. Cyclodestructive interventions in refractory glaucoma treatment: history, reality, perspectives. Ophthalmology Journal. 2019;12(3):45–58 (In Russ.). doi: 10.17816/OV11132.
8. Аветисов СЭ, Большунов АВ, Хомчик ОВ, Фёдоров АА, Сипливый ВИ, Баум ОИ, Омельченко АИ, Щербаков ЕМ, Панченко ВЯ, Соболь ЭН. Лазериндуцированное повышение гидропроницаемости склеры в лечении резистентных форм открытоугольной глаукомы. Национальный журнал Глаукома. 2015;14(2):5–13.
   Avetisov SE, Bol'Shunov AV, Khomchik OV, Fyodorov AA, Siplivyj VI, Baum OI, Omelchenko AI, Shcherbakov EM, Panchenko VYa, Sobol EN. Laser-induced increase of scleral hydropermiability in the treatment of resistant forms open-angle glaucoma. National Journal glaucoma. 2015;14(2):5–13 (In Russ.).
9. Казеннова ИА, Казеннов АН. Эффективность лечения пациентов на разных стадиях глаукомы с помощью микроимпульсной циклофотокоагуляции. Современные технологии в офтальмологии. 2020;4:150.
   Kazennova IA, Kazennov AN. Treatment efficacy of patients at different glaucoma stages using micropulse cyclophotocoagulation. Modern technologies in ophthalmology. 2020;4:150 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-130-131.
10. Bodea F, Bungau SG, Bogdan MA, Vesa CM, Radu A, Tarce AG, Purza AL, Tit DM, Bustea C, Radu AF. Micropulse Laser Therapy as an Integral Part of Eye Disease Management. Medicina (Kaunas). 2023 Jul 28;59(8):1388. doi: 10.3390/medicina59081388.
11. Собянин НА, Гринев АГ, Гаврилова ТВ. Микроимпульсная транссклеральная циклофотокоагуляция в лечении различных форм глаукомы. Саратовский научно-медицинский журнал. Приложение: Офтальмология. 2022;18(4):703–706.
    Sobyanin NA, Grinev AG, Gavrilova TV. Micropulse transscleral cyclophotocoagulation in the treatment of various forms of glaucoma. Saratov Journal of Medical Scientific Research. Supplement: Ophthalmology. 2022;18(4):703–706 (In Russ.). EDN: SXQJBD.
12. Aquino MC, Barton K, Tan AM, Sng C, Li X, Loon SC, Chew PT. Micropulse versus continuous wave transscleral diode cyclophotocoagulation in refractory glaucoma: a randomized exploratory study. Clin Exp Ophthalmol. 2015 Jan-Feb;43(1):40–46. doi: 10.1111/ceo.12360.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гаврилова Татьяна Валерьевна
заведующий кафедрой офтальмологии, член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук
https://orcid.org/0000-0003-2071-9322

Собянин Николай Александрович
заведующий офтальмологическим отделением, заслуженный врач РФ, кандидат медицинских наук
https://orcid.org/0000-0003-1015-5201

Мирончeнков Михаил Владимирович
ординатор кафедры офтальмологии, врач-стажер
https://orcid.org/0009-0004-5888-626X

Гринёв Андрей Григорьевич
доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-1968-5655

ABOUT THE AUTHORS

Gavrilova Tatyana V.
MD, head of the Ophthalmology Department, Professor, RAS Corresponding Member
https://orcid.org/0000-0003-2071-9322

Sobianin Nikolai A.
PhD, head of the Ophthalmology, Honored Doctor of the Russian Federation
https://orcid.org/0000-0003-1015-5201

Mironchenkov Mikhail V.
resident of the Department of Ophthalmology
https://orcid.org/0009-0004-5888-626X

Grinev Andrey G.
MD, Associate Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-1968-5655

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-582-588

поступила 29.04.25
was received 29.04.25

Первый опыт применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в Российской Федерации





К.Б. Першин[1,2] Н.Ф. Пашинова[1,2] А.Ю. Цыганков[1]
А.А. Панов[1,2]

[1] Офтальмологический центр «Эксимер»
ул. Марксистская, 3, стр. 1, Москва, 109147, Российская Федерация

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

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):582–588**

Цель: анализ результатов сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в краткосрочном периоде наблюдения. **Пациенты и методы.** В исследование включены 68 пациентов (90 глаз) после имплантации различных моделей ИОЛ. Средний возраст составил 70,43 ± 9,55 года (44–89 лет). В выборке преобладали женщины (n = 49; 72 %). Оптическую биометрию проводили на приборах Argos (Alcon, США) и IOLMaster700 (Zeiss, Германия). ИОЛ рассчитывали на основании данных с Argos по формулам: Barrett Universal II, Cooke K6, EVO, Hill-RBF, Hoffer QST, Kane, Pearl DGS. Факоэмульсификацию с имплантацией ИОЛ проводили по стандартной методике. Срок наблюдения составил 1 месяц. **Результаты.** Через 1 месяц после операции отмечено значимое увеличение НКОЗ вдаль с 0,1 (0,04; 0,2) до операции до 0,7 (0,188; 1,00), МКОЗ вдаль с 0,5 (0,3; 0,8) до 1,0 (0,9; 1,0) и снижение ВГД с 15 (13; 16,25) до 13 (11; 15) мм рт. ст. Величина абсолютной ошибки была значимо ниже для формулы Cooke K6 по сравнению с Kane (0,230 (0,130; 0,389) и 0,268 (0,143; 0,405) дптр соответственно, p = 0,0005) и для формулы Hill-RBF по сравнению с Hoffer QST (0,190 (0,086; 0,399) и 0,248 (0,133; 0,478) дптр соответственно, p = 0,0007). Доля глаз с рефракцией в пределах ±0,25 дптр от прогнозируемой была значимо выше для формулы Hill-RBF по сравнению с Kane (62,22 и 45,56 % соответственно, p = 0,002). Доля глаз с рефракцией в пределах ±0,5, ±1,0 и ±1,5 дптр от прогнозируемой значимо не отличалась между формулами. Аксиальная длина (AL), измеренная на Argos, была значимо больше на «коротких» глазах (AL ⩽ 22,0 мм) и меньше на «средних» и «длинных» глазах (AL ⩾ 26,0 мм) по сравнению с IOLMaster 700. **Заключение.** В работе представлен анализ первого в Российской Федерации опыта применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы разных типов ИОЛ. Отмечены благоприятный клинико-функциональный эффект, высокая частота достижения целевых значений рефракции. Формула Hill-RBF демонстрирует некоторое преимущество над формулами Kane и Hoffer QST, формула Cooke K6 — над Kane.

Ключевые слова: биометрия, сегментная оптическая биометрия, Argos, факоэмульсификация, хирургия катаракты, расчет ИОЛ

Для цитирования: Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Панов А.А. Первый опыт применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в Российской Федерации. *Офтальмология.* 2025;22(3):582–588. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-582-588

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

First Experience of Using Segmental Optical Biometry for IOL Power Calculation in the Russian Federation

K.B. Pershin[1,2], N.F. Pashinova[1,2], A.Iu. Tsygankov[1], A.A. Panov[1,2]

[1] "Eximer" Eye Center
Marksistskaya str., 3/1, Moscow, 109147, Russian Federation

[2] Academy of Postgraduate Education of the Federal Medical-Biological Agency
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federaation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):582–588

Purpose. To evaluate the results of segmented optical biometry for IOL power calculation in a short-term follow-up period. **Patients and methods.** 68 patients (90 eyes) after implantation of various IOL models were included in the study. The mean age was 70.43 ± 9.55 years (44–89 years). Women predominated in the sample (*n* = 49; 72 %). Optical biometry was performed with the Argos device (Alcon, USA) and IOLMaster 700 (Zeiss, Germany). IOL calculation was performed based on Argos data using the formulas: Barrett Universal II, Cooke K6, EVO, Hill-RBF, Hoffer QST, Kane, Pearl DGS. Phacoemulsification with IOL implantation was performed using the standard technique. The observation period was 1 month. **Results.** One month after the operation there was a significant increase in the distance UCVA (from 0.1 (0.04; 0.20) before the operation to 0.7 (0.188; 1.00)), distance BCVA (from 0.5 (0.3; 0.8) to 1.0 (0.9; 1.0)), and a decrease in IOP from 15 (13; 16.25) to 13 (11; 15) mmHg. The absolute error was significantly lower for the Cooke K6 formula compared with Kane (0.230 (0.130; 0.389) and 0.268 (0.143; 0.405) D, respectively, *p* = 0.0005) and for the Hill-RBF formula compared with Hoffer QST (0.190 (0.086; 0.399) and 0.248 (0.133; 0.478) D, respectively, p = 0.0007). The share of eyes with refraction within ±0.25 D of the predicted value was significantly higher for the Hill-RBF formula compared with Kane (62.22% and 45.56%, respectively, *p* = 0.002). The proportion of eyes with refraction within ±0.5, ±1.0, and ±1.5 D of the predicted value did not differ significantly between the formulas. Axial length (AL) measured with Argos, was significantly longer in "short" eyes (AL≤ 22.0 mm) and shorter in "average" and "long" eyes (AL≥ 26.0 mm) compared to IOLMaster 700. **Conclusion.** This work presents an analysis of the first experience of using segmented optical biometry for calculation of various types of IOLs in the Russian Federation. A favorable clinical and functional effect and a high frequency of achieving target refraction values were noted. The Hill-RBF formula demonstrates some advantage over the Kane and Hoffer QST formulas, and the Cooke K6 formula over Kane.

Keywords: biometry, segmented optical biometry, Argos, phacoemulsification, cataract surgery, IOL calculation

For citation: Pershin K.B., Pashinova N.F., Tsygankov A.Iu., Panov A.A. First Experience of Using Segmental Optical Biometry for IOL Power Calculation in the Russian Federation. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):582–588. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-582-588

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Катаракта является основной причиной слепоты и слабовидения в мире [1], и метод ее лечения — факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) — является одной из самых распространенных операций [2].

В последние годы требования пациентов к качеству зрения после хирургического вмешательства по поводу катаракты значительно возросли [3]. Несмотря на значительный прогресс хирургической техники при катаракте и медицинских технологий в офтальмологии, до сих пор нередки значительные рефракционные ошибки после операции [4], особенно на «коротких» [5] и «длинных» глазах [6]. Биометрия — измерение параметров глазного яблока — является одним из наиболее важных этапов современного хирургического лечения катаракты [7]. Погрешности при измерении различных показателей: аксиальной длины (axial length, AL), глубины передней камеры (anterior chamber depth, ACD), толщины хрусталика (lens thickness, LT), кератометрии (K1 и K2), диаметра роговицы (white-to-white, WTW), пахиметрии (central corneal thickness, CCT) — приводят к неточным расчетам оптической силы ИОЛ и рефракционным ошибкам после операции [8].

На большинстве применяемых в настоящее время оптических биометров для всех структур глаза используется один рефракционный индекс [9]. Теоретические исследования показали, что применение дифференцированных рефракционных индексов для роговицы, влаги передней камеры глаза, хрусталика и стекловидного тела увеличивает точность расчета ИОЛ [10]. Недавно вышедший на рынок прибор Argos (Alcon, США) работает на принципе сегментной оптической биометрии (использует дифференцированные рефракционные индексы) [11].

Эффективность расчета оптической силы ИОЛ с применением аппарата Argos подтверждена в ряде зарубежных работ. Отмечается меньшая величина абсолютной ошибки прогноза рефракции по сравнению с другими оптическими биометрами [11, 12]. Вместе с тем в настоящее время отсутствуют опубликованные научные статьи о применении биометра Argos в Российской Федерации.

Цель — проанализировать результаты применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы ИОЛ в краткосрочном периоде наблюдения.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В проспективное исследование включены 68 пациентов (90 глаз) после монолатеральной или билатеральной имплантации различных моделей монофокальных, мультифокальных ИОЛ и ИОЛ с усиленной глубиной фокуса (Enhanced depth of focus, EDOF). Распределение по полу характеризовалось преобладанием женщин (n = 49; 72 %) по сравнению с мужчинами (n = 19; 28 %). Средний возраст составил 70,43 ± 9,55 года (диапазон от 44 до 89 лет). В 66,7 % случаев (60/90 глаз) расчет ИОЛ производился на эмметропию; в 33,3 % (30/90 глаз) — на миопию слабой степени (от –0,75 до –3,0 дптр).

Исследование проведено в период с января по март 2025 года. Срок наблюдения после операции составил 1 месяц.

Критерии включения пациентов в исследование: отсутствие предшествующих офтальмохирургических операций.

Критерии невключения: травмы глаз, кератоконус, роговичный астигматизм > 1 дптр, необходимость проведения комбинированных операций, наличие тяжелой сопутствующей патологии зрительного анализатора (центральные помутнения роговицы, поздняя стадия ВМД, диабетический макулярный отек, гемофтальм любой этиологии, глаукома III–IV стадий, отслойка сетчатки (любой локализации), эпиретинальный фиброз 2–4-й стадий, макулярное отверстие, кортикальная слепота, амблиопия средней степени и выше и др.), любые воспалительные процессы глазного яблока, МКОЗ через 1 месяц после операции < 0,5.



Рис. 1. Внешний вид оптического биометра Argos

Fig. 1. External appearance of the Argos optical biometer

Перед операцией всем пациентам были проведены следующие исследования: авторефрактометрия, пневмотонометрия, визометрия, определение плотности эндотелиальных клеток роговицы, оптическая биометрия с помощью приборов IOLMaster 700 (Zeiss, Германия) и Argos (Alcon, США), сканирующая кератотопография Pentacam (Oculus, Германия), биомикроскопия, офтальмоскопия в условиях медикаментозного мидриаза, оптическая когерентная томография (ОКТ) макулы (RTVue XR Avanti (Optovue, США). При наличии показаний дополнительно проводилась гониоскопия, статическая периметрия, ОКТ-сканирование диска зрительного нерва (RTVue XR Avanti, Optovue, США), В-сканирование. Внешний вид оптического биометра Argos представлен на рис. 1.

Как было отмечено выше, Argos, в отличие от других моделей оптических биометров, использует дифференцированные рефракционные индексы: 1,376 для роговицы, 1,336 для влаги передней камеры и стекловидного тела, 1,41 для хрусталика [11]. Argos относится к группе биометров с применением оптической когерентной томографии с переменной длиной волны (swept source optical coherence tomography, SS-OCT), что позволяет получать двумерное изображение глазного яблока от лимба до лимба и от передней поверхности роговицы до пигментного эпителия сетчатки, что дает возможность учитывать определенные особенности анатомии (например, наклон хрусталика), измерять параметры задней поверхности роговицы, проводить измерения при недостаточной зрительной фиксации за счет визуализации центральной ямки [9]. К другим преимуществам данной модели относится режим усиленной визуализации сетчатки, который позволяет провести биометрию при плотной катаракте [13]. По данным исследования Tañá-Rivero и соавт., по сравнению с другими оптическими биометрами Argos обеспечивает более высокую частоту успешного измерения AL [14].

Длина волны излучения составляет 1050–1080 нм [13], ширина сканирующего луча — 1 мкм [9], скорость сканирования — 3000 А-сканов в секунду [13], что выше, чем у других моделей оптических биометров [9].

Измеряемые параметры включают: AL, ACD, LT, WTW, K1, K2, CCT, ось астигматизма, диаметр зрачка. Измерение AL производится от передней поверхности роговицы до пигментного эпителия сетчатки [15]. AL является геометрическим расстоянием и рассчитывается

из оптической дистанции путем применения поправки на дифференцированные рефракционные индексы [11]. Для оценки показателей кератометрии в Argos имеется кольцо из 16 светодиодов. Данные о кривизне роговицы формируются путем объединения сигнала ОКТ с изображением со светодиодов [16]. WTW определяется путем измерения расстояния между диаметрально противоположными областями угла передней камеры глаза на ОКТ-изображении [11].

В проведенном нами исследовании для расчета оптической силы ИОЛ использовались константы с сайта https://iolcon.org/. Список моделей ИОЛ, их абсолютное и относительное количество, а также используемые константы представлены в таблице 1.

Расчет оптической силы ИОЛ проводили с применением формул из калькулятора ESCRS (https://iolcalculator.escrs.org/): Barrett Universal II, Cooke K6, EVO, Hill-RBF, Hoffer QST, Kane, Pearl DGS.

Факоэмульсификацию катаракты выполняли по стандартной методике с использованием прибора Stellaris Elite (Bausch&Lomb, США) и под местной инстилляционной анестезией. Во всех случаях применяли роговичный разрез 1,8 мм. Для имплантации с использованием системы AutonoMe® ИОЛ диоптрийностью 26 и выше разрез расширяли на 0,2 мм.

На сроках 1 день, 1 неделя и 1 месяц после операции у всех пациентов выполняли авторефрактометрию, пневмотонометрию и визометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию. Для анализа рефракционных результатов использовались данные субъективной рефракции, полученные через 1 месяц после операции.

Статистическая обработка результатов исследования выполнена с использованием приложения Microsoft Excel 2010 и статистической программы SPSS Statistics 23 (IBM, США). Для анализа рефракционных результатов определяли среднюю ошибку прогноза рефракции (mean error, ME), стандартное отклонение ошибки (standard deviation, SD), среднюю абсолютную ошибку прогноза рефракции (mean absolute error, MAE), медианную абсолютную ошибку прогноза рефракции (median absolute error, MedAE), межквартильный размах абсолютной ошибки прогноза рефракции (Q3–Q1), максимальную абсолютную ошибку прогноза рефракции (maximal absolute error, MaxAE), а также процент глаз в диапазоне погрешностей ±0,25, ±0,5, ±1,0 и ±1,5 дптр. Для проверки гипотезы о нормальности распределения использовали критерий Колмогорова — Смирнова. Для сравнения данных двух зависимых выборок применяли критерии Вилкоксона и *t*-критерий Стьюдента для зависимых выборок (для данных в количественной шкале) и МакНемара (для данных в номинальной шкале), нескольких зависимых выборок — критерии Фридмана (для данных в количественной шкале) и Кохрена (для данных в номинальной шкале). При выявлении статистически значимых различий по критериям Фридмана и Кохрена

Таблица 1. Модели ИОЛ, их количество и используемые константы

Table 1. IOL models, their number and constants used

Модель ИОЛ IOL model	Константа ИОЛ (для всех формул, кроме Hoffer QST) IOL constant (for all formulas except Hoffer QST)	pACD (для формулы Hoffer QST) pACD (for Hoffer QST formula)	Количество глаз Number of eyes	Процент глаз Percentage of eyes
Clareon AutonoMe CNA0T0	119,1	5,76	42	46,7
Clareon PanOptix CNWTT0	119,1	5,61	12	13,3
AcrySof IQ PanOptix TFNT00	119,1	5,61	3	3,3
AcrySof IQ Vivity DFT015	119,2	5,67	6	6,7
Clareon Vivity CNWET0	119,2	5,67	2	2,2
Hoya Vivinex multiSert XY1-SP	119,193	5,7	14	3,3
Hoya iSert Model 250	118,5	5,3	3	6,7
Hoya iSert Model 251	118,5	5,3	6	15,6
Hoya iSert PC-60R	118,5	5,24	1	1,1
Tecnis Eyhance ICB00	119,3	5,7	1	1,1

проводили попарные сравнения по критериям Вилкоксона и МакНемара соответственно (с поправкой Бонферрони). Данные, имеющие нормальное распределение, представлены в виде «среднее ± стандартное отклонение»; не распределенные нормально — в виде «медиана (нижний квартиль; верхний квартиль)».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Биометрические параметры глаз пациентов, полученные с помощью прибора Argos, представлены в таблице 2.

Глаза с AL ≥ 26,0 мм составили 13,3 % (12/90), с AL ≤ 22,0 мм — 7,8 % (7/90).

Через 1 месяц после операции отмечалось статистически значимое увеличение некорригированной остроты зрения вдаль (НКОЗ): 0,7 (0,188; 1,00) по сравнению

Таблица 2. Биометрические параметры

Table 2. Biometric parameters

Показатель Parameter	Среднее ± стандартное отклонение Mean ± standard deviation	Диапазон Range
Оптическая сила роговицы в плоском меридиане, K1, дптр Corneal power in the flat meridian, K1, D	43,63 ± 1,40	40,45–46,52
Оптическая сила роговицы в крутом меридиане, K2, дптр Corneal power in the steep meridian, K1, D	44,31 ± 1,46	41,01–47,43
Аксиальная длина, мм Axial length (AL), mm	24,07 ± 1,60	21,39–29,94
Глубина передней камеры глаза, мм Anterior chamber depth (ACD), mm	3,25 ± 0,41	2,37–4,60
Диаметр роговицы, мм White-to-white (WTW), mm	11,87 ± 0,41	11,08–12,84
Толщина хрусталика, мм Lens thickness (LT), mm	4,62 ± 0,51	2,98–5,61

с 0,1 (0,04; 0,20) до операции (p = 0,000 — критерий Вилкоксона). Максимально корригированная острота зрения вдаль (МКОЗ) статистически значимо увеличилась с 0,5 (0,3; 0,8) до операции до 1,0 (0,9; 1,0) через 1 месяц после нее (p = 0,000 — критерий Вилкоксона). Кроме того, отмечено статистически значимое снижение ВГД: с 15 (13; 16,25) до 13 (11; 15) мм рт. ст. (p = 0,000 — критерий Вилкоксона).

Анализ эффективности формул для расчета оптической силы ИОЛ представлен в таблице 3.

При сравнении семи формул по величине абсолютной ошибки прогноза рефракции были выявлены статистически значимые различия во всех группах в целом (p = 0,006 — критерий Фридмана). При попарных сравнениях статистически значимые различия выявлены только для пар формул: Cooke K6 — Kane: 0,230 (0,130; 0,389) и 0,268 (0,143; 0,405) дптр соответственно, p = 0,0005 — критерий Вилкоксона; Hill-RBF — Hoffer QST: 0,190 (0,086; 0,399) и 0,248 (0,133; 0,478) дптр соответственно, p = 0,0007 — критерий Вилкоксона (рис. 2).

При сравнении семи формул по доле глаз с рефракцией в пределах ±0,25 дптр от прогнозируемой были выявлены статистически значимые различия во всех группах в целом (p = 0,008 — Q-критерий Кохрена). При попарных сравнениях статистически значимые различия выявлены только для формул Hill-RBF и Kane (62,22 и 45,56 % соответственно, p = 0,002 — критерий МакНемара). При сравнении семи формул по доле глаз с рефракцией в пределах ± 0,5 и ± 1,0 дптр от прогнозируемой не было выявлено статистически значимых различий между группами (p = 0,145 и p = 0,277 соответственно — Q-критерий Кохрена). Доля глаз с рефракцией в пределах ±1,5 дптр от прогнозируемой составила 100 % для всех формул.

AL, измеренная с помощью биометров Argos и IOLMaster 700, различалась как при сравнении всех глаз в целом, так и при разделении на подгруппы «средних» (22,0 мм < AL < 26,0 мм), «коротких» (AL ≤ 22,0 мм) и «длинных» (AL ≥ 26,0 мм) глаз. В подгруппе «коротких» глаз AL, измеренная с помощью Argos, была статистически значимо больше AL, измеренной с помощью IOLMaster 700; в подгруппах «средних» и «длинных» глаз, а также во всей группе в целом — статистически значимо меньше (табл. 4).

Полученная в нашем исследовании точность расчета оптической силы ИОЛ при использовании прибора

Таблица 3. Анализ эффективности формул для расчета оптической силы ИОЛ

Table 3. Analysis of effectiveness of IOL power calculation formulas

Показатель Parameter	Barrett Universal II	Cooke K6	EVO	Hill-RBF	Hoffer QST	Kane	Pearl DGS
ME, дптр ME, D	–0,03	–0,057	–0,134	–0,006	–0,117	–0,123	0,028
SD, дптр SD, D	0,394	0,374	0,39	0,382	0,42	0,391	0,381
MAE, дптр MAE, D	0,297	0,294	0,322	0,281	0,335	0,325	0,288
MedAE, дптр MedAE, D	0,215	0,23	0,26	0,19	0,248	0,268	0,233
Q3–Q1, дптр Q3–Q1, D	0,344	0,259	0,314	0,313	0,345	0,263	0,296
MaxAE, дптр MaxAE, D	1,09	1,19	1,245	1,23	1,39	1,195	1,26
±0,25 дптр, % ±0,25 D, %	56,67	53,33	48,89	62,22	51,11	45,56	57,78
±0,5 дптр, % ±0,5 D, %	76,67	82,22	80,00	82,22	76,67	81,11	83,33
±1 дптр, % ±1 D, %	97,75	97,75	97,75	98,88	96,63	97,75	98,88
±1,5 дптр, % ±1,5 D, %	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Таблица 4. Сравнение аксиальной длины, измеренной с помощью биометров Argos и IOLMaster 700

Table 4. Comparison of axial length measured with Argos and IOLMaster 700 biometers

	Argos	IOLMaster 700	p-значение p-value
Все глаза, мм All eyes, mm	24,07 ± 1,60 23,93 (22,90; 24,88)	24,14 ± 1,66 24,00 (22,92; 24,96)	0,000[1]
«Средние» глаза, мм "Average" eyes, mm	23,83 ± 0,93 23,85 (23,09; 24,50)	23,90 ± 0,98 23,91 (23,12; 24,72)	0,000[2]
«Короткие» глаза, мм "Short" eyes, mm	21,63 ± 0,21 21,66 (21,44; 21,80)	21,60 ± 0,22 21,64 (21,41; 21,78)	0,017[1]
«Длинные» глаза, мм "Long" eyes, mm	27,00 ± 1,16 26,51 (26,22; 27,72)	27,15 ± 1,17 26,68 (26,35; 27,91)	0,003[1]

Примечание: в верхней строке ячеек данные приведены в формате «Среднее ± стандартное отклонение», в нижней — «Медиана (нижний квартиль; верхний квартиль)». [1] критерий Вилкоксона, [2] t-критерий Стьюдента для зависимых выборок

Note: the upper row of cells represents "Mean ± standard deviation", the lower row — "Median (lower quartile; upper quartile)". [1] Wilcoxon test, [2] Student's t-test for dependent samples.

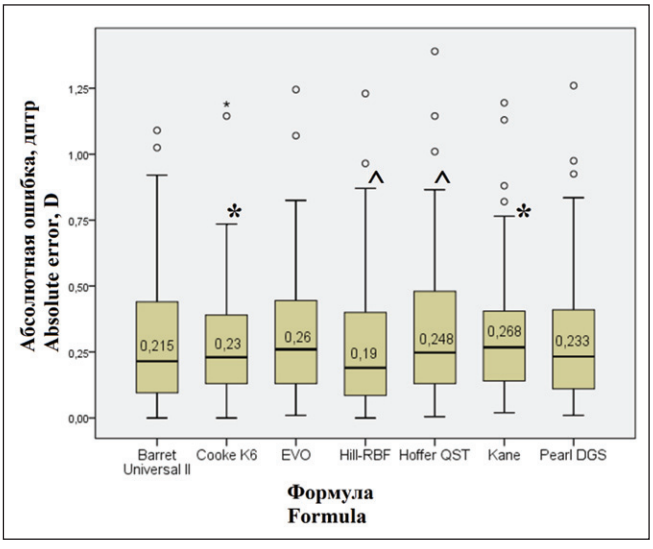


Рис. 2. Величина абсолютной ошибки прогноза рефракции в зависимости от формулы. *, ^ — статистически значимые различия между формулами при попарных сравнениях: * p = 0,0005 (критерий Вилкоксона); ^ p = 0,0007 (критерий Вилкоксона)

Fig. 2. Absolute prediction error depending on the formula. *, ^ — statistically significant differences between formulas in pairwise comparisons: * p = 0.0005 (Wilcoxon test); ^ p = 0.0007 (Wilcoxon test)

Argos оказалась сопоставима с таковой при применении других оптических биометров (для таких же моделей ИОЛ) [17, 18]. Полученные нами результаты согласуются с данными зарубежных работ. В исследовании Hata и Kobayashi при применении биометра Argos и расчете оптической силы ИОЛ по формуле Barrett Universal II MAE составила 0,22 дптр, доля глаз с рефракцией в пределах ±0,25, ±0,5 и ±1 дптр составила 54, 80 и 96 % соответственно. Использовалась монофокальная ИОЛ Clareon SY60WF [19]. В работе Multack и соавт. при использовании сегментной биометрии и формулы Barrett для расчета оптической силы ИОЛ AcrySof IQ SN60WF доля глаз с рефракцией в пределах ±0,5 дптр составила 91 %, MAE — 0,21 дптр, MedAE — 0,14 дптр, однако из этого исследования исключались пациенты с AL < 22,0 и > 26,0 мм [12].

В работе Shammas и соавт., посвященной расчету оптической силы ИОЛ с применением биометра Argos и 17 формул (включая 7 формул из калькулятора ESCRS) были получены результаты, сопоставимые с таковыми в нашем исследовании, за исключением формулы Hill-RBF. Она продемонстрировала более низкую точность: MedAE 0,28 дптр, доля глаз с рефракцией в пределах ±0,25 дптр — 44,4 % (в проведенном нами исследовании эти показатели составили 0,19 дптр и 62,22 % соответственно). Данные различия можно объяснить более крупной выборкой в их работе (595 глаз), другим распределением испытуемых по полу (42 % мужчин и 58 % женщин), разницей в AL (средняя AL 23,58 ± 1,07 мм, что меньше, чем в нашем исследовании), модели ИОЛ (AcrySof IQ SN60WF; в нашем исследовании используется несколько моделей ИОЛ) и применением оптимизированных констант [20].

По данным Norrby, из всех биометрических параметров AL оказывает наиболее значительное влияние на ошибку прогноза рефракции, поэтому корректное измерение этого показателя имеет принципиальное значение [21]. Полученные нами при сравнении двух биометров данные отчасти согласуются с результатами зарубежных исследований: в группе «коротких» глаз AL, измеренная на Argos, была больше, чем на IOLMaster 700, в группе «длинных» глаз — меньше [11, 13]. Выявленные нами различия в подгруппе «средних» глаз, а также для всех глаз в целом (не отмеченные в других работах) можно объяснить достаточно небольшим объемом выборки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе представлен анализ первого в Российской Федерации опыта применения сегментной оптической биометрии для расчета оптической силы разных типов ИОЛ. Отмечены благоприятный клинико-функциональный эффект, высокая частота достижения целевых значений рефракции. AL, измеренная на Argos, больше в группе «коротких» глаз и меньше в группах «средних» и «длинных» глаз — по сравнению с измерением на IOLMaster 700. При использовании биометра Argos и констант ИОЛ с сайта https://iolcon.org/ формула Hill-RBF демонстрирует преимущество над формулами Kane (по доле глаз в пределах ±0,25 дптр от прогнозируемой рефракции) и Hoffer QST (по величине абсолютной ошибки). По величине абсолютной ошибки формула Cooke K6 также превосходит формулу Kane. Для определения оптимальной формулы для расчета ИОЛ с применением сегментной оптической биометрии необходимы дальнейшие исследования на больших выборках пациентов с применением оптимизированных констант.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Першин К.Б. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Пашинова Н.Ф. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста;
Цыганков А. Ю. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста;
Панов А.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, Varadaraj V, Khanna RC. Cataracts. Lancet. 2023;401(10374):377–389. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01839-6.
2. Davis G. The Evolution of Cataract Surgery. Mo Med. 2016;113(1):58–62.
3. Grzybowski A. Recent developments in cataract surgery. Ann Transl Med. 2020;8(22):1540. doi: 10.21037/atm-2020-rcs-16.
4. Hashemi H, Jamali A, Rezavn F, Hashemi A, Khabazkhoob M. Residual refractive errors in pseudophakic eyes and related factors: a population-based study. Int J Ophthalmol. 2023;16(5):778–786. doi: 10.18240/ijo.2023.05.16.
5. Першин КБ, Пашинова НФ, Лих ИА, Цыганков АЮ. Особенности расчета оптической силы ИОЛ на «коротких» глазах. Обзор литературы. Офтальмология. 2022;19(2):272–279.
   Pershin KB, Pashinova NF, Likh IA, Tsygankov AYu. Intraocular Lens Optic Power Calculation on "Short" Eyes. A Review. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):272–279 (In Russ.) doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-272-279.
6. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Легких СЛ. Особенности расчета оптической силы ИОЛ у пациентов с аксиальной длиной глаза 24–28 мм без предшествующих рефракционных вмешательств. Офтальмология. 2016;13(2):89–96.
   Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AI. IOL optic power calculation in patients with eye axial length 24–28 mm without preceding refractive surgery. Ophthalmology in Russia. 2016;13(2):89–96 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-89-96.
7. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Легких СЛ, Лих ИА. Биометрия при расчете оптической силы ИОЛ как фактор успешной хирургии катаракты. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2016;16(2):15–22.
   Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYu Legkih SL, Likh IA. Biometry in IOL optic power calculation as a factor of successful cataract surgery. Cataract and refractive surgery. 2016;16(2):15–22 (In Russ.).
8. Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzenberger CK. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol. 1998;126(4):524–534. doi: 10.1016/s0002-9394(98)00113-5.
9. Pathak M, Sahu V, Kumar A, Kaur K, Gurnani B. Current Concepts and Recent Updates of Optical Biometry — A Comprehensive Review. Clin Ophthalmol. 2024;18:1191–1206. doi: 10.2147/OPTH.S464538.
10. Wang L, Cao D, Weikert MP, Koch DD. Calculation of Axial Length Using a Single Group Refractive Index versus Using Different Refractive Indices for Each Ocular Segment: Theoretical Study and Refractive Outcomes. Ophthalmology. 2019;126(5):663–670. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.12.046.
11. Yang CM, Lim DH, Kim HJ, Chung TY. Comparison of two swept-source optical coherence tomography biometers and a partial coherence interferometer. PLoS One. 2019;14(10):e0223114. doi: 10.1371/journal.pone.0223114.
12. Multack S, Plummer N, Smits G, Hall B. Randomized Trial Comparing Prediction Accuracy of Two Swept Source Optical Coherence Tomography Biometers. Clin Ophthalmol. 2023;17:2423–2428. doi: 10.2147/OPTH.S407538.
13. Porwolik M, Porwolik A, Mrukwa-Kominek E. Evaluation of Selected Biometric Parameters in Cataract Patients-A Comparison between Argos® and IOLMaster 700®: Two Swept-Source Optical Coherence Tomography-Based Biometers. Medicina (Kaunas). 2024;60(7):1057. doi: 10.3390/medicina60071057.
14. Tañá-Rivero P, Aguilar-Córcoles S, Tañá-Sanz P., Tañá-Sanz S., Montés-Micó R. Axial length acquisition success rates and agreement of four optical biometers and one

ultrasound biometer in eyes with dense cataracts. Eye Vis (Lond). 2023;10(1):35. doi: 10.1186/s40662-023-00352-3.
15. Hussaindeen JR, Mariam EG, Arunachalam S, Bhavatharini R, Gopalakrishnan A, Narayanan A. Comparison of axial length using a new swept-source optical coherence tomography-based biometer — ARGOS with partial coherence interferometry — based biometer — IOLMaster among school children. PLoS One. 2018;13(12):e0209356. doi: 10.1371/journal.pone.0209356.
16. Shammas HJ, Ortiz S, Shammas MC, Kim SH, Chong C. Biometry measurements using a new large-coherence-length swept-source optical coherence tomographer. J Cataract Refract Surg. 2016;42(1):50–61. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.07.042.
17. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Антонов ЕА. Особенности расчета оптической силы недифракционной интраокулярной линзы с расширенной глубиной фокуса. Точка зрения Восток — Запад. 2024;11(1):11–15. doi: 10.25276/2410-1257-2024-1-11-15.
Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYu, Antonov EA. Non-diffractive intraocular lens with extended depth of focus optical power calculation. Point of view. East — West. 2024;11(1):11–15. doi: 10.25276/2410-1257-2024-1-11–15.
18. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Косова ИВ. Результаты имплантации новой гидрофобной акриловой монофокальной интраокулярной линзы, предустановленной в инжекторе. Офтальмология. 2023;20(2):233–238.
Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYu, Kosova IV. Results of Implantation of a New Hydrophobic Acrylic Monofocal Intraocular Lens in a Preloaded Injector. Ophthalmology in Russia. 2023;20(2):233–238 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-233-238.
19. Hata S, Kobayashi M. Refractive accuracy of the new Barrett formula using segmented axial length compared with that of the traditional Barrett Universal II formula. J Cataract Refract Surg. 2025;51(4):294–299. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001609.
20. Shammas HJ, Taroni L, Pellegrini M, Shammas MC, Jivrajka RV. Accuracy of newer intraocular lens power formulas in short and long eyes using sum-of-segments biometry. J Cataract Refract Surg. 2022;48(10):1113–1120. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000958.
21. Norrby S. Sources of error in intraocular lens power calculation. J Cataract Refract Surg. 2008;34(3):368–376. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.10.031.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Першин Кирилл Борисович
доктор медицинских наук, профессор, медицинский директор сети клиник, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-3445-8899

Пашинова Надежда Федоровна
доктор медицинских наук, профессор, главный врач, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-5973-0102

Цыганков Александр Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, научный референт медицинского директора сети клиник
https://orcid.org/0000-0001-9475-3545

Панов Андрей Алексеевич
врач-офтальмолог, аспирант кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-2547-5913

ABOUT THE AUTHORS

Pershin Kirill B.
MD, PhD, Professor, medical director, ophthalmology faculty Professor
https://orcid.org/0000-0003-3445-8899

Pashinova Nadezhda F.
MD, PhD, Professor, medical director, ophthalmology faculty Professor
https://orcid.org/0000-0001-5973-0102

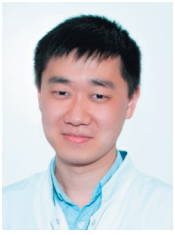
Tsygankov Alexander Yu.
PhD, scientific advisor, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-9475-3545

Panov Andrey A.
ophthalmologist, postgraduate student
https://orcid.org/0000-0002-2547-5913

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-589-595

поступила 11.09.24
was received 11.09.24

Сравнение эффективности различных формул расчета оптической силы торических ИОЛ при операциях на хрусталике у пациентов после сквозной кератопластики





Д.А. Хван[1,2] Г.А. Федяшев[1,2] М.П. Ручкин[1,2]

[1] ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
пр-т Острякова, 2, Владивосток, 690002, Российская Федерация

[2] ООО «Приморский центр микрохирургии глаза»
ул. Борисенко, 100е, Владивосток, 690088, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):589–595

Цель: сравнить эффективность 9 формул расчета оптической силы торической монофокальной ИОЛ и ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта при хирургическом лечении катаракты у пациентов после сквозной кератопластики (СКП). **Пациенты и методы.** В исследование включены 68 пациентов (68 глаз) после СКП, прооперированных по поводу катаракты, 32 пациентам (32 глаза) из них имплантирована EDOF ИОЛ AcrySof IQ Vivity DFTx15 (группа А), 36 пациентам (36 глаз) — монофокальная ИОЛ AcrySof IQ Toric SN6ATx (группа В). Средний срок после проведения СКП в группе А составил 49,06 ± 18,48 месяца, в группе В — 53,25 ± 17,19 месяца, средний возраст пациентов — 45,71 ± 13,65 года, 27 мужчин, 41 женщина. Расчет оптической силы ИОЛ проводился по формулам Holladay 1, Hoffer Q, SRK/T, Haigis, Kane, Barrett Toric Calculator, EVO. Последние две формулы были рассчитаны с прогнозируемой (PPC) и с измеренной задней поверхностью роговицы (MPC). **Результаты.** Наименьшие значения медианной абсолютной погрешности (MedAE) отмечены для формул, учитывающих измеренную заднюю поверхность роговицы: Barrett Toric Calculator (в группе А MedAE = 0,778; в группе В MedAE = 0,805) и EVO (в группе А MedAE = 0,799; в группе В MedAE = 0,801). В группе А самый высокий процент попадания находился в пределах ±0,5 и ±1,0 D и был получен для формул Barrett (MPC) (±0,5 D –34,4 %; ±1,0 D — 59,4 %), Kane (±0,5 D — 31,3 %; ±1,0 D — 56,3 %) и EVO (MPC) (±0,5 D — 31,3 %; ±1,0 D — 56,3 %); в группе В в пределах ±0,5 D для формул Barrett (MPC) (16,7 %) и EVO (MPC) (16,7 %), в пределах ±1,0 D для формул Barrett (MPC) (41,7 %), Kane (38,9%) и EVO (MPC) (38,9 %). **Заключение.** Использование при расчете оптической силы ИОЛ параметров задней поверхности роговицы позволяет более точно достигнуть рефракции цели у пациентов с СКП. Формулы Barrett Toric Calculator и EVO с внесением параметров задней поверхности роговицы могут быть рекомендованы для использования в клинической практике при хирургической коррекции афакии у пациентов с ранее проведенной СКП.

Ключевые слова: сквозная кератопластика, катаракта, расчет ИОЛ, ИОЛ с увеличенной глубиной фокуса

Для цитирования: Хван Д.А., Федяшев Г.А., Ручкин М.П. Сравнение эффективности различных формул расчета оптической силы торических ИОЛ при хирургии хрусталика у пациентов после сквозной кератопластики. *Офтальмология.* 2025;22(3):589–595. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-589-595

Прозрачность финансовой деятельности: работа выполнена в рамках научной темы рег. № НИОКТР 122101000017-1.

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Comparison of the Effectiveness of Different Formulas for Toric IOLs Optical Power Calculating at Lens Surgery in Patients after Penetrating Keratoplasty

D.A. Khvan[1,2], G.A. Fedyashev[1,2], M.P. Ruchkin[1,2]

[1] Pacific State Medical University Ministry
Ostryakova ave., 2, Vladivostok, 690002, Russian Federation

[2] Primorskii Center of Eye Microsurgery
Borisenko str, 100e, Vladivostok, 690088, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):589–595

Purpose. To compare the effectiveness of 9 calculating the IOL optical power formulas for toric monofocal IOL and wavefront formation mechanism IOL at cataract surgical treatment in patients after penetrating keratoplasty (PK). Patients and methods. The study included 68 patients (68 eyes) underwent cataract surgery after PK. 32 patients (32 eyes) were implanted with the EDOF IOL AcrySof IQ Vivity DFTx15 (group A), and 36 patients (36 eyes) were implanted with the monofocal IOL AcrySof IQ Toric SN6ATx (group B). The average period after the PK procedure in group A was 49.06 ± 18.48 months, in group B — 53.25 ± 17.19 months. The average age was 45.71 ± 13.65 years, 27 men, 41 women. The optical power of the IOL was calculated using the Holladay 1, Hoffer Q, SRK/T, Haigis, Kane, Barrett Toric Calculator, EVO formulas. The last two formulas were calculated with the predicted (PPC) and measured posterior corneal surface (MPC). **Results.** The lowest values of the median absolute error (MedAE) were noted for formulas that take into account the measured posterior surface of the cornea — Barrett Toric Calculator (in group A MedAE = 0.778; in group B MedAE = 0.805) and EVO (in group A MedAE = 0.799; in group B MedAE = 0.801). In group A, the highest percentage of hits within ±0.5 D and ±1.0 D were obtained for the Barrett (MPC) formulas (±0.5 D — 34.4%; ±1.0 D — 59.4%), Kane (±0.5 D — 31.3%; ±1.0 D — 56.3%) and EVO (MPC) (±0.5 D — 31.3%; ±1.0 D — 56.3%); in group B, within ±0.5 D for the Barrett (MPC) (16.7%) and EVO (MPC) (16.7%) formulas, within ±1.0 D for the Barrett (MPC) (41.7%), Kane (38.9%) and EVO (MPC) (38.9%) formulas. **Conclusion.** Using the posterior corneal surface parameters in the IOL optical power calculating allows more accurate target refraction in patients with PK. The Barrett Toric Calculator and EVO formulas with the introduction of posterior corneal surface parameters can be recommended for use in clinical practice of aphakia surgical correction in patients with previously performed PK.

Keywords: penetrating keratoplasty, cataract, IOL power calculation, extended depth of focus IOLs

For citation: Khvan D.A., Fedyashev G.A., Ruchkin M.P. Comparison of the Effectiveness of Different Formulas for Toric IOLs Optical Power Calculating at Lens Surgery in Patients after Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):589–595. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-589-595

Financial Disclosure: the work was carried out within the framework of the scientific topic reg. № НИОКТР 122101000017-1.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Послеоперационная рефракция в глазах, которые ранее подверглись сквозной кератопластике (СКП), может быть непредсказуемой. Проведение СКП зачастую изменяет соотношение радиусов кривизны задней и передней поверхностей роговицы, следовательно использование стандартизированного кератометрического показателя преломления, который в настоящее время используется в формулах расчета ИОЛ, становится некорректным. Более того, изменения нормального анатомического взаиморасположения структур переднего отдела глаза могут привести к неправильному прогнозированию эффективного положения линзы (ЭПЛ).

Другой причиной рефракционной ошибки может служить некорректный выбор формулы расчета ИОЛ. Дело в том, что основная масса формул использует для прогнозирования ЭПЛ расчет высоты купола роговицы, который основан на данных фактической кератометрии. При этом формулы занижают значение ЭПЛ, в то время как глубина передней камеры после СКП может и не измениться, а величина истинного ЭПЛ будет больше. Из-за ошибочно рассчитанного значения ЭПЛ формулы уменьшают оптическую силу ИОЛ, индуцируя гиперметропический сдвиг. При этом одним из способов обойти данную особенность является применение формул, не учитывающих данные кератометрии для определения ЭПЛ (Haigis, SRK II).

В настоящее время данные о выборе формул для расчета ИОЛ при операции по удалению катаракты после СКП в периодической литературе представлены крайне ограниченно. Стремясь улучшить результаты рефракции, мы сравнили точность формул расчета ИОЛ для прогнозирования результатов рефракции после операции по удалению катаракты в глазах после СКП.

Цель: сравнить эффективность 9 формул расчета оптической силы торической монофокальной ИОЛ и ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта при хирургическом лечении катаракты у пациентов после сквозной кератопластики (СКП).

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В данное ретроспективное исследование включены 68 пациентов, 68 глаз со сквозным кератотрансплантатом, прооперированных по поводу катаракты.

Пациенты были разделены на две группы: одной группе (группа А) имплантирована торическая ИОЛ с расширенной глубиной фокуса (EDOF — Extended depth of focus) Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15 (32 пациента, 32 глаза); другой (группа В) — торическая монофокальная ИОЛ Alcon AcrySof IQ Toric SN6ATx (36 пациентов, 36 глаз).

Всем пациентам проведена факоэмульсификация катаракты через роговичный тоннельный разрез 2,2 мм и один вспомогательный парацентез 1,0 мм. Все разрезы были сделаны через реципиентную зону без пересечения с местом соединения донорского трансплантата. Операции проводились с помощью аппарата Centurion Vision System (Alcon, США), с использованием технологии Active Sentry. Контроль за положением оси выравнивания торической ИОЛ осуществлялся при помощи интраоперационной навигационной системы Verion (Alcon, США).

К моменту оперативного лечения катаракты в двух группах время после снятия роговичных швов составило не менее 6 месяцев, а средний срок после проведения СКП в группе А составил 49,06 ± 18,48 мес., в группе В — 53,25 ± 17,19 мес. Показатели кератометрии были стабильными не менее 3-х месяцев. С 2013 года в условиях ООО «Приморский центр микрохирургии глаза» было выполнено 38 СКП из 68 включенных в исследование, остальные СКП были проведены в иных клиниках. Средний возраст пациентов составил 45,71 ± 13,65 года, 27 мужчин, 41 женщина.

Первичный диагноз до СКП включал: кератоконус (34 глаза, 50 %), поствоспалительное помутнение роговицы (25 глаз, 36,76 %), послеоперационную эктазию роговицы (7 глаз, 10,29 %), помутнение предыдущего трансплантата (2 глаза, 2,94 %).

Предоперационное офтальмологическое обследование включало определение остроты зрения без коррекции (НКОЗ), с максимальной коррекцией (МКОЗ), рефрактометрию, измерение внутриглазного давления. Осевая длина глаза измерялась при помощи оптического биометра IOL Master 700 (Carl Zeiss, Германия), показатели роговицы — на шеймплюг-кератотопографе Oculyzer (Alcon, США). Для линзы AcrySof IQ Vivity DFTx15 использовалась оптическая константа 119,2, а для линзы AcrySof IQ Toric SN6ATx — 119,1. Расчет предоперационного сферического эквивалента (SE — spherical equivalent) для формул Holladay 1, Hoffer Q, SRK/T, Haigis проводился в программном обеспечении Verion; для формулы Kane использовался онлайн-калькулятор www.iolformula.com; для Barrett Toric Calculator — ascrs.org, для формулы Emmetropia Verifying Optical (EVO) — www.evoiolcalculator.com. Последние две формулы были рассчитаны с прогнозируемой задней поверхностью роговицы (PPC — predicted posterior cornea) и с измеренной (MPC — measured posterior cornea). Послеоперационная оценка зрительных функций, данных рефракции осуществлялась в 1-й день после операции, через 1, 3 и 6 месяцев.

Ошибку прогнозирования (PE — prediction error) определяли как фактический послеоперационный SE минус прогнозируемый SE. Для каждой формулы рассчитывали среднюю PE, ее стандартное отклонение (ME ± SD), медианную абсолютную погрешность (MedAE) и среднюю абсолютную погрешность (MAE). Отмечен процент глаз с PE в пределах ±0,25, ±0,5, ±0,75, ±1,0, ±1,5 и ±2,0 дптр.

Статистическая обработка результатов исследования выполнена при помощи программ SPSS Statistics 27 (IBM, США) и Microsoft Excel 2013. Оценка распределения данных осуществлена с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Значимость полученных результатов параметрических показателей оценивалась при помощи *t*-критерия Стьюдента, непараметрических — критерия Манна — Уитни (для несвязанных) и Вилкоксона (для связанных). Значение $p < 0,05$ рассматривалось как статистически достоверное.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 1 представлены исходные биометрические характеристики для каждой группы, в таблице 2 — данные прогнозируемого SE и PE к концу наблюдения для каждой формулы, фактический SE в группе А составил: –1,06 ± 0,92, в группе В: -1,64 ± 1,29. Средние значения PE были отрицательными для каждой формулы, что указывает на миопический сдвиг.

Наименьшие значения MedAE были отмечены для формул, учитывающих MPC, а именно, Barrett Toric Calculator (в группе А MedAE = 0,778; в группе В MedAE = 0,805) и EVO (в группе А MedAE = 0,799; в группе В MedAE = 0,801) (табл. 3). Попарное сравнение MedAE выявило статистически значимую разницу между формулой Barrett (MPC) и формулами Holladay 1 ($p = 0,024$), Hoffer Q ($p = 0,009$), Haigis ($p = 0,006$), SRK/T ($p = 0,02$), Kane ($p = 0,027$), Barrett (PPC) ($p < 0,001$); между формулами Kane и Hoffer Q ($p = 0,046$); между Barrett (MPC) и EVO (PPC) ($p < 0,001$), EVO (MPC) ($p = 0,028$) в группе А (табл. 4).

Таблица 1. Предоперационные биометрические параметры

Table 1. Preoperative biometric parameters

Характеристики Characteristics	Группа А / Group A Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15	Группа В / Group B AcrySof IQ Toric SN6ATx
Длина глаза, мм Axial length, mm	24,58 ± 1,69	24,35 ± 1,79
Глубина передней камеры, мм Anterior chamber depth, mm	3,35 ± 0,48	3,12 ± 0,38
K (flat), D	42,96 ± 3,39	43,94 ± 4,03
K (steep), D	48,29 ± 3,23	49,89 ± 3,91
Толщина хрусталика, мм Lens thickness, mm	4,05 ± 0,35	4,22 ± 0,37
Расстояние WTW, mm White-to-white, mm	11,9 ± 0,16	11,9 ± 0,14
Центральная толщина роговицы, мкм Central cornea thickness, μm	588,31 ± 22,27	586,58 ± 22,56

Таблица 2. Прогнозируемый сферический эквивалент и ошибка прогнозирования

Table 2. Predicted spherical equivalent and prediction error

	Прогнозируемый SE, D Predicted SE, D	PE, D
Группа A / Group A (Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15)		
Holladay 1	–0,15 ± 0,4	–0,91 ± 0,99
Hoffer Q	–0,44 ± 0,41	–0,62 ± 1,05
Haigis	–0,20 ± 0,29	–0,86 ± 1,02
SRK/T	0,16 ± 0,65	–1,22 ± 1,17
Kane	–0,21 ± 0,12	–0,85 ± 0,92
Barrett Toric Calculator (PPC)	–0,28 ± 0,22	–0,78 ± 0,94
Barrett Toric Calculator (MPC)	–0,18 ± 0,23	–0,87 ± 0,86
EVO (PPC)	–0,31 ± 0,16	–0,75 ± 0,94
EVO (MPC)	–0,15 ± 0,2	–0,91 ± 0,92
Группа B / Group B (AcrySof IQ Toric SN6ATx)		
Holladay 1	–0,39 ± 0,49	–1,29 ± 1,46
Hoffer Q	–0,33 ± 0,55	–1,35 ± 1,49
Haigis	–0,16 ± 0,37	–1,52 ± 1,46
SRK/T	0,20 ± 0,64	–1,88 ± 1,51
Kane	–0,29 ± 0,14	–1,39 ± 1,28
Barrett Toric Calculator (PPC)	–0,19 ± 0,23	–1,49 ± 1,31
Barrett Toric Calculator (MPC)	–0,38 ± 0,25	–1,29 ± 1,3
EVO (PPC)	–0,31 ± 0,18	–1,35 ± 1,29
EVO (MPC)	–0,39 ± 0,29	–1,30 ± 1,31

Таблица 3. Медианная абсолютная ошибка (MedAE)

Table 3. Median absolute error (MedAE)

MedAE (Q25–Q75)	Группа A / Group A Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15	Группа B / Group B AcrySof IQ Toric SN6ATx
Holladay 1	0,938 (0,333–1,211)	0,927 (0,471–1,869)
Hoffer Q	0,913 (0,401–1,381)	0,856 (0,262–1,621)
Haigis	0,823 (0,342–1,207)	0,820 (0,359–1,563)
SRK/T	0,905 (0,371–1,323)	0,906 (0,419–1,704)
Kane	0,795 (0,334–1,195)	0,814 (0,441–1,337)
Barrett Toric Calculator (PPC)	0,801 (0,314–1,254)	0,806 (0,442–1,545)
Barrett Toric Calculator (MPC)	0,778 (0,381–1,091)	0,805 (0,404–1,418)
EVO (PPC)	0,834 (0,332–1,207)	0,840 (0,461–1,393)
EVO (MPC)	0,799 (0,261–1,068)	0,801 (0,419–1,353)

В группе B статистически значимая разница MedAE выявлена между формулами Kane и Haigis (p = 0,05); Barrett (MPC) и Haigis (p = 0,027); Kane и SRK/T (p = 0,05) (табл. 5).

В группе A самая высокая частота погрешности в пределах ±0,5 D и ±1,0 D была получен для формул Barrett (MPC) (±0,5 D — 34,4 %; ±1,0 D — 59,4 %), Kane (±0,5 D — 31,3 %; ±1,0 D — 56,3 %) и EVO (MPC) (±0,5 D — 31,3 %; ±1,0 D — 56,3 %) (рис. 1); у пациентов группы B в пределах ±0,5 D для формул Barrett (MPC) (16,7 %) и EVO (MPC) (16,7 %), в пределах ±1,0 D для формул Barrett (MPC) (41,7 %), Kane (38,9 %) и EVO (MPC) (38,9 %) (рис. 2).

Таблица 4. Матрица значений *P* для парных сравнений медианной абсолютной ошибки, группа A (Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15).

Table 4. Matrix of P value for the pairwise comparisons of the median absolute error, group A (Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15).

Группа A / Group A	Holladay 1	Hoffer Q	Haigis	SRK/T	Kane	Barrett (PPC)	Barrett (MPC)	EVO (PPC)	EVO (MPC)
Holladay 1	1								
Hoffer Q	0,191	1							
Haigis	0,793	0,401	1						
SRK/T	0,489	0,722	0,395	1					
Kane	0,068	0,046*	0,158	0,125	1				
Barrett (PPC)	0,262	0,147	0,21	0,061	0,808	1			
Barrett (MPC)	0,024*	0,009*	0,006*	0,02*	0,027*	<0,001*	1		
EVO (PPC)	0,262	0,169	0,472	0,145	0,224	0,489	<0,001*	1	
EVO (MPC)	0,106	0,051	0,121	0,112	0,837	0,911	0,028*	0,21	1

Таблица 5. Матрица значений *P* для парных сравнений медианной абсолютной ошибки, группа B (AcrySof IQ Toric SN6ATx)

Table 5. Matrix of P value for the pairwise comparisons of the median absolute error, group B (AcrySof IQ Toric SN6ATx)

Группа B / Group B	Holladay 1	Hoffer Q	Haigis	SRK/T	Kane	Barrett (PPC)	Barrett (MPC)	EVO (PPC)	EVO (MPC)
Holladay 1	1								
Hoffer Q	0,545	1							
Haigis	0,494	0,912	1						
SRK/T	0,418	0,593	0,465	1					
Kane	0,07	0,236	0,05*	0,05*	1				
Barrett (PPC)	0,129	0,409	0,261	0,106	0,632	1			
Barrett (MPC)	0,051	0,282	0,027*	0,087	0,869	0,712	1		
EVO (PPC)	0,077	0,475	0,258	0,099	0,123	0,888	0,475	1	
EVO (MPC)	0,096	0,326	0,172	0,167	0,441	0,956	0,46	0,962	1

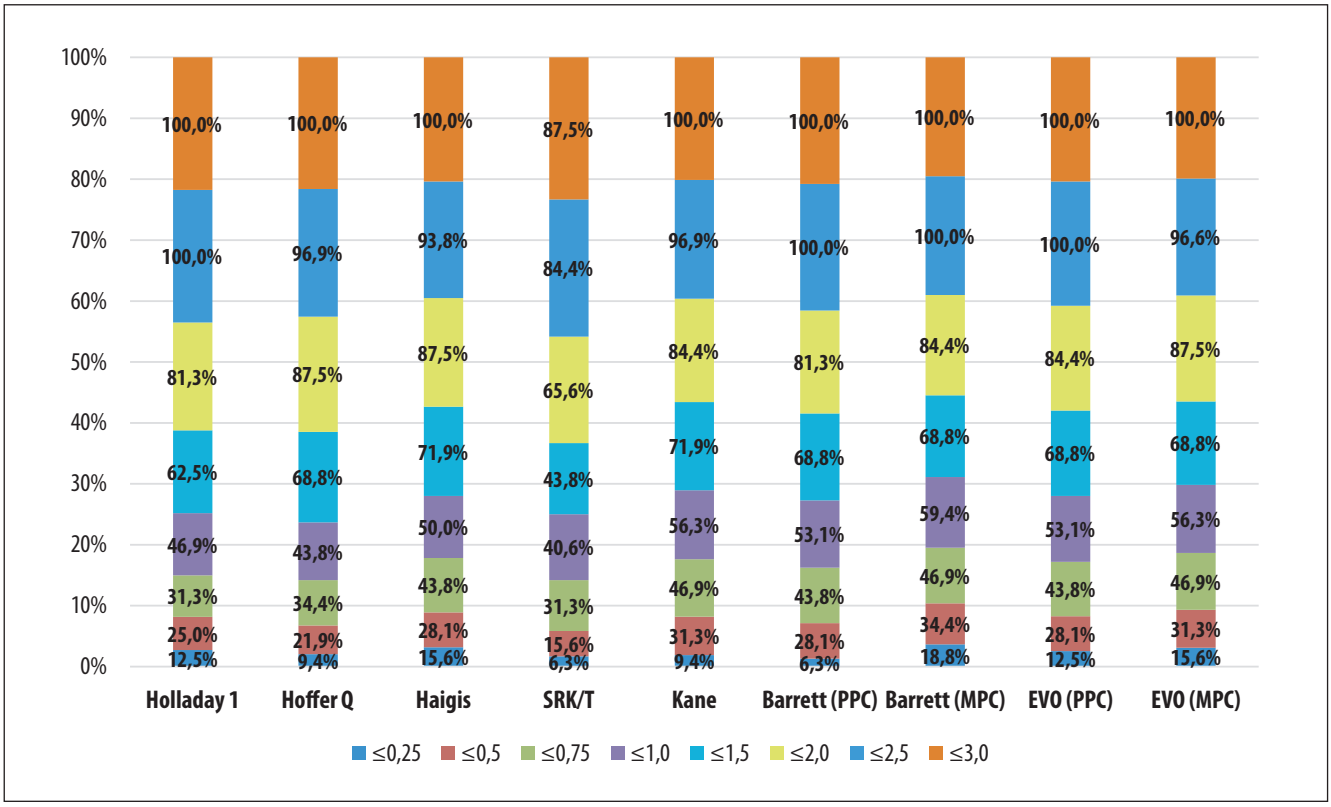


Рис. 1. Процент погрешности в диапазоне от ±0,25 до ±3,0 D, группа A (Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15)

Fig. 1. Percentage of eyes within the error range of ±0.25 D to ±3.0 D, Group A (Alcon AcrySof IQ Vivity DFTx15)

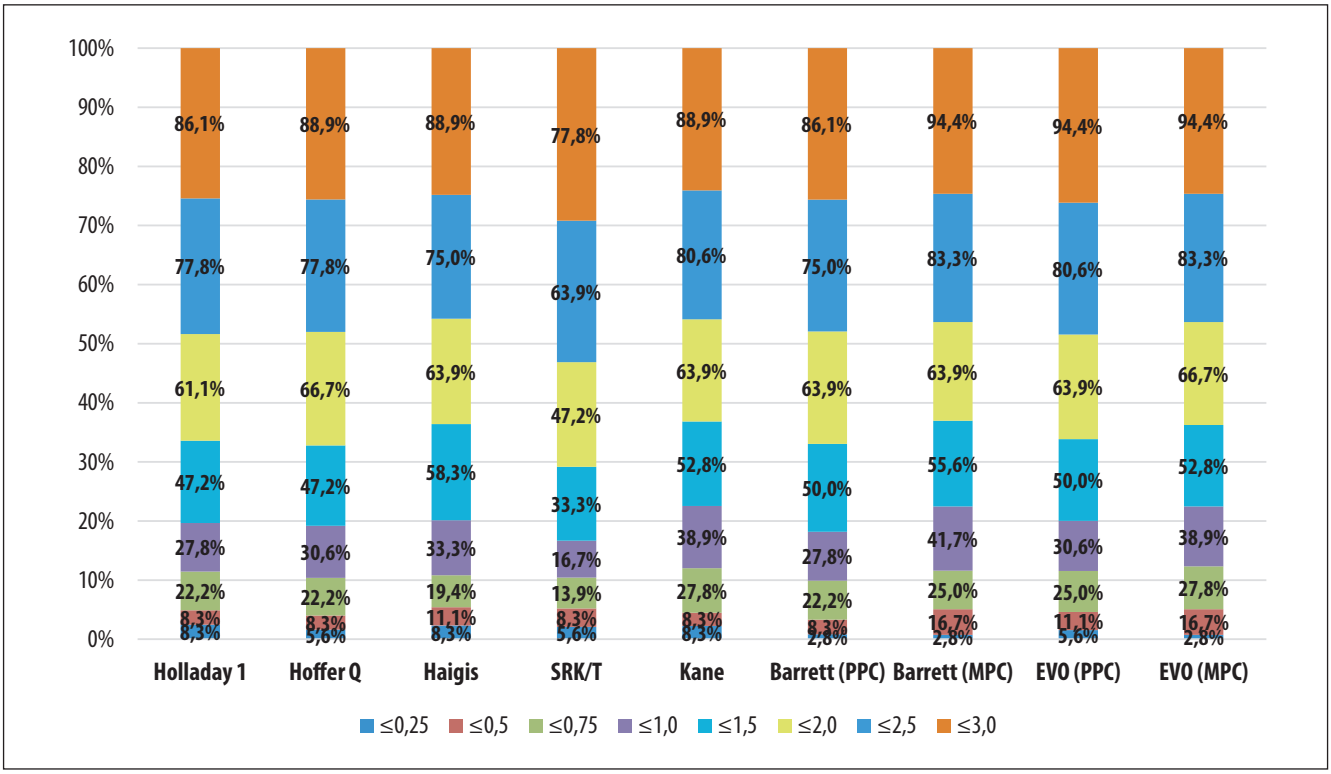


Рис. 2. Процент погрешности в диапазоне от ±0,25 до ±3,0 D, группа B (AcrySof IQ Toric SN6ATx)

Fig. 2. Percentage of eyes in the error range from ±0.25 D to ±3.0 D, group B (AcrySof IQ Toric SN6ATx)

ОБСУЖДЕНИЕ

Отсроченная операция по поводу катаракты, в отличие от одномоментной процедуры, у пациентов после СКП имеет определенные преимущества, заключающиеся в том, что параметры глаза, такие как осевая длина, глубина передней камеры, кератометрия, стабилизируются после снятия всех роговичных швов, что позволяет более точно рассчитать силу ИОЛ [1, 2].

При этом, несмотря на стабилизацию биометрических данных, применение в расчетах ИОЛ современных методов кератотопографии, регистрирующих, помимо изменений передней поверхности роговицы топографию задней поверхности, а также ее толщину в зоне интереса, применение индивидуальных схем и формул расчета, учитывающих изменения коэффициентов радиуса, отклоняющихся после СКП от модельного глаза Гульстранда, использование в расчете силы ИОЛ всех доступных биометрических параметров, таких как факичная глубина передней камеры, толщина линзы и осевая длина, сохраняется достаточно высокий риск рефракционной ошибки в послеоперационном периоде [2, 3]. Соответственно выбор формулы для расчета ИОЛ у данной категории пациентов является сложным и ответственным моментом для любого хирурга [4].

В настоящем исследовании проведен анализ точности 9 формул для расчета оптической силы двух типов ИОЛ у пациентов, ранее перенесших сквозную кератопластику. Все формулы имели тенденцию к миопическому сдвигу. Формулы Barrett Toric Calculator и EVO, учитывающие измеренную заднюю поверхность роговицы, имели наименьшее значение медианной абсолютной погрешности, а также самую высокую частоту попадания в погрешность ±0,5 и ±1,0 D.

В исследовании M. Pellegrini и соавт. (2022) ФЭК с расчетом ИОЛ проводилась у пациентов, ранее перенесших переднюю глубокую послойную кератопластику (DALK — deep anterior lamellar keratoplasty). Самому высокому проценту глаз в пределах ±1,0 D соответствовали формулы Hoffer QST (59,8 %), EVO (56,1 %) и SRK/T (56,1 %), а самые низкие показатели MedAE были у формул SRK/T (0,805), Kane (0,810) и EVO (0,845). Важно отметить, что оценка показателей роговицы в этом исследовании была выполнена при помощи оптического биометра IOL Master 700 (Carl Zeiss, Германия), который не проводит «истинного» измерения показателей ее задней поверхности [5].

В отличие от исследования M. Pellegrini и соавт., в нашей работе оценка кератометрических показателей проводилась при помощи шеймфлюг-кератотопографа Oculyzer (Alcon, США), что позволило оценить фактические параметры задней поверхности роговицы и учесть их в расчете силы ИОЛ. Полученные нами результаты показали, что MedAE был ниже для формул Barrett Toric Calculator (в группе A MedAE = 0,778; в группе B MedAE = 0,805) и EVO (в группе A MedAE = 0,799; в группе B MedAE = 0,801), учитывающих измеренную заднюю поверхность роговицы.

Таким образом, проведенное нами исследование показывает, что использование фактических кератометрических параметров роговицы для расчета силы ИОЛ, в частности задней поверхности, позволяет более точно достигнуть рефракции цели в послеоперационном периоде.

В более ранних публикациях, представленных в периодической литературе, описано, что целевая рефракция ±2,0 D достигается в 67–95 % случаев при последовательной процедуре [6–8]. Однако в этих работах формулой выбора являлась SRK/T и не проводилась сравнительная оценка ошибки прогнозирования между формулами. В проведенном нами исследовании диапазон рефракции ±2,0 D для формулы SRK/T был достигнут значительно реже — в 47,2–87,5 % случаев.

Во всех исследованиях, представленных в периодической литературе, касающихся изучения особенностей расчета ИОЛ и оценивающих достижения оптимальной рефракции у пациентов после проведенной СКП, рассматриваются только случаи операций по поводу катаракты с имплантацией монофокальной ИОЛ. Однако в глазах после кератопластики послеоперационный астигматизм является одной из основных причин низкого зрения, несмотря на наличие здорового трансплантата. Наше исследование показывает, что последовательная хирургия катаракты с имплантацией торической ИОЛ после СКП весьма эффективна для снижения рефракционного астигматизма, что подтверждается многими литературными источниками, изучавшими данную сторону вопроса [6–9].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование фактических кератометрических параметров, в частности измеренной задней поверхности роговицы при расчете оптической силы интраокулярной линзы, позволяет более точно достигнуть рефракции цели у пациентов со сквозным кератотрансплантатом. Формулы Barrett Toric Calculator и EVO с измеренной задней поверхностью роговицы могут быть рекомендованы для использования в клинической практике при хирургической коррекции афакии у пациентов с ранее проведенной сквозной кератопластикой.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Хван Д. А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных, анализ и интерпретация данных, написание текста;
Федяшев Г.А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Ручкин М. П. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, научное редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Feizi S, Zare M. Current approaches for management of postpenetrating keratoplasty astigmatism. J Ophthalmol. 2011;2011:708736. doi: 10.1155/2011/708736.
2. Dietrich T, Viestenz A, Langenbucher A, Naumann GO, Seitz B. Treffsicherheit der Kunstlinsenberechnung bei Katarakt-Operation nach perforierender Keratoplastik — retrospektive Studie an 72 Augen [Accuracy of IOL power prediction in cataract surgery after penetrating keratoplasty--retrospective study of 72 eyes]. Klin Monbl Augenheilkd. 2011 Aug;228(8):698–703. German. doi: 10.1055/s-0029-1245640.
3. Cazabon S, Quah SA, Jones MN, Batterbury M, Kaye SB. Sequential versus combined penetrating keratoplasty and cataract surgery. Optom Vis Sci. 2010 Jul;87(7):482–486. doi: 10.1097/OPX.0b013e3181e1728e.
4. Gruenauer-Kloevekorn C, Kloevekorn-Norgall K, Duncker GI, Habermann A. Refractive error after triple and non-simultaneous procedures: is the application of a standard constant keratometry value in IOL power calculation advisable? Acta Ophthalmol Scand. 2006;84(5):679–683. doi: 10.1111/j.1600-0420.2006.00705.x.
5. Pellegrini M, Furiosi L, Salgari N, D'Angelo S, Zauli G, Yu AG, Busin M. Accuracy of intraocular lens power calculation for cataract surgery after deep anterior lamellar keratoplasty. Clin Exp Ophthalmol. 2022 Jan;50(1):17–22. doi: 10.1111/ceo.14026.
6. Özbek Uzman S, Yalnız Akkaya Z, Düzova E, Şingar E, Burcu A. Corneal Pathology and Cataract: Combined Surgery or Sequential Surgery? Turk J Ophthalmol. 2021 Feb 25;51(1):1–6. doi: 10.4274/tjo.galenos.2020.04382.
7. Cung LX, Hang DTT, Hiep NX, Quyet D, Thai TV, Nga VT, Bac ND, Nguyen DN. Evaluation of Phacoemulsification Cataract Surgery Outcomes After Penetrating Keratoplasty. Open Access Maced J Med Sci. 2019 Dec 20;7(24):4301–4305. doi: 10.3889/oamjms.2019.379.
8. Lockington D, Wang EF, Patel DV, Moore SP, McGhee CN. Effectiveness of cataract phacoemulsification with toric intraocular lenses in addressing astigmatism after keratoplasty. J Cataract Refract Surg. 2014 Dec;40(12):2044–2049. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.03.025.
9. Devebacak A, Degirmenci C, Barut Selver O, Palamar M, Egrilmez S. Correction of high astigmatism with toric intraocular lens in eyes with corneal transplant. Eur J Ophthalmol. 2022 Aug 31:11206721221123885. doi: 10.1177/11206721221123885.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Хван Дмитрий Артурович
аспирант кафедры офтальмологии и оториноларингологии
https://orcid.org/0000-0003-2221-9145

Федяшев Глеб Арнольдович
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой офтальмологии и оториноларингологии
https://orcid.org/0000-0003-2440-6059

Ручкин Михаил Петрович
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры офтальмологии и оториноларингологии
https://orcid.org/0000-0002-8966-3120

ABOUT THE AUTHORS

Khvan Dmitry A.
postgraduate of the Otorhinolaryngology Department
https://orcid.org/0000-0003-2221-9145

Fedyashev Gleb A.
MD, head of the Otorhinolaryngology Department
https://orcid.org/0000-0003-2440-6059

Ruchkin Micheal P.
PhD, assistant of the Ophthalmology and Otorhinolaryngology Department
https://orcid.org/0000-0002-8966-3120

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-596-603

поступила 19.04.25
was received 19.04.25

Локальные лучевые осложнения протонной терапии увеальной меланомы






И.Е. Панова[1,2,3] Е.М. Свистунова[1] Н.А. Воробьев[3,4] Н.И. Мартынова[4]
И.А.И. Аль-Муса[2]

[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] Лечебно-диагностический центр медицинский институт имени Березина Сергея (ЛДЦ МИБС)
ул. Есенина, 2, корп. 3, литера А, Санкт-Петербург, 194354, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):596–603**

Цель исследования: изучить частоту и клинические проявления локальных лучевых осложнений, возникающих после протонной терапии больных с увеальной меланомой при применении технологии сканирования карандашным пучком. **Пациенты и методы.** В ретроспективный анализ включены 35 пациентов с увеальной меланомой, получившие курс протонной терапии с применением технологии сканирования карандашным пучком в режиме гипофракционирования в дозе 49 Гр за 7 фракций. Исходная проминенция опухоли составляла 9,2 мм (Me 9,7; IQR 2,75), диаметр основания — 16,1 мм (Me 16,5; IQR 11,25), срок наблюдения — от 3 до 54 месяцев (Me 13,0; IQR 9,5 мес.). **Результаты.** В исследуемой группе был достигнут устойчивый локальный контроль опухоли у всех пациентов, полный регресс опухоли был зарегистрирован у 3 больных спустя 22–26 месяцев от начала лечения. При медиане наблюдения 13,0 месяца имел место широкий диапазон различных лучевых осложнений, при этом чаще всего встречались офтальмогипертензия (54,3 %), катаракта (51,4 %) и неоваскулярная глаукома (34,3 %). Кроме того, были зафиксированы дерматит (34,4 %), синдром сухого глаза (17,1 %), постлучевая ретинопатия (14,3 %), гемофтальм (8,6 %) и склеромаляция (2,9 %) в различные сроки. Вторичная энуклеация выполнена у 6 (17,1 %) пролеченных больных вследствие развития вторичной неоваскулярной глаукомы или язвы роговицы с угрозой перфорации. **Заключение.** Протонотерапия с использованием сканирующего карандашного пучка в режиме гипофракционирования в лечении УМ характеризуется сопоставимой с данными литературы как эффективностью локального воздействия на опухоль, так диапазоном и частотой постлучевых осложнений. Для снижения риска развития постлучевых повреждений требуются не только совершенствование технологии, разработка профилактических мероприятий, но и определение четких критериев показаний и ограничений для применения данного метода лечения.

Ключевые слова: увеальная меланома, меланома хориоидеи, протонная терапия, сканирующий карандашный пучок, лучевые осложнения, лучевая терапия

Для цитирования: Панова И.Е., Свистунова Е.М., Воробьев Н.А., Мартынова Н.И., Аль-Муса И.А.И. Локальные лучевые осложнения протонной терапии увеальной меланомы. *Офтальмология.* 2025;22(3):596–603. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-596-603

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Local Radiation Complications Following Proton Therapy for Uveal Melanoma

I.E. Panova[1,2,3], E.M. Svistunova[1], N.A. Vorobyev[3,4], N.I. Martynova[4], I.A.I. Al-Mousa[2]

[1] Saint Petersburg Branch of 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] Medical Institute named after Berezin Sergey
Esenin str., 2/3a, St. Petersburg, 194354, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):596–603**

Purpose: to study the frequency and clinical symptoms of local radiation complications that occur after proton therapy in patients with uveal melanoma using pencil beam scanning technology. **Patients and methods:** The retrospective analysis included 35 patients with uveal melanoma who received proton therapy using pencil beam scanning technology in hypofractionation mode at a dose of 49 Gy in 7 fractions. The initial tumor prominence was 9.2 mm (Me 9.7; IQR 2.75), the base diameter was 16.1 mm (Me 16.5; IQR 11.25), and the follow-up period was 3 to 54 months (Me 13.0; IQR 9.5 months). **Results.** In the study group, sustained local tumor control was achieved in all patients, and complete tumor regression was observed in 3 patients in 22–26 months after the start of treatment. With a median follow-up of 13.0 months, a wide range of various radiation-related complications was observed, with the most common being ophthalmic hypertension (54.3 %), cataract (51.4 %), and neovascular glaucoma (34.3 %). In addition, dermatitis (34.4 %), dry eye syndrome (17.1 %), post-radiation retinopathy (14.3 %), hemophthalmus (8.6 %), and scleromaly (2.9 %) were recorded at various times. Secondary enucleation was performed in 6 (17.1 %) of the treated patients due to the development of secondary neovascular glaucoma or corneal ulcer with a risk of perforation. **Conclusion**. Proton therapy with a scanning pencil beam in hypofractionation mode in the treatment of UM is characterized by the same effectiveness of the local effect on the tumor and the range and frequency of post-radiation complications as the literature data. Not only the improvement of technology, the development of preventive measures, but also the definition of clear criteria for indications and limitations for the use of this treatment method are required to reduce the risk of developing post-radiation damage.

Keywords: uveal melanoma, choroidal melanoma, proton therapy, scanning pencil beam, radiation complications, radiation therapy

For citation: Panova I.E., Svistunova E.M., Vorobyev N.A., Martynova N.I., Al-Mousa I.A.I. Local Radiation Complications of Proton Therapy for Uveal Melanoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):596–603. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-596-603

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 «золотым стандартом» для лечения опухолей малых и средних размеров является брахитерапия, в то время как протонная терапия и стереотаксическая радиохирургия (включая их комбинацию с другими методами) применяются преимущественно для лечения опухолей больших размеров [1–4]. При правильных показаниях эти методики обеспечивают высокий уровень локального контроля опухоли и сохранение глаза [1, 3, 4].

Несмотря на высокую эффективность лучевой терапии, ее проведение сопряжено с риском развития лучевых осложнений [3, 5, 6]. В радиотерапии принято выделять два вида лучевых осложнений: лучевые реакции — изменения, возникающие в процессе лучевой терапии, носящие обратимый характер и проходящие через 2–3 месяца без специального лечения, и лучевые повреждения, при которых возникают морфологические изменения органов и тканей спустя 3–6 месяцев после окончания лучевой терапии, имеющие необратимый характер и требующие специального лечения [7].

Протонная терапия относится к прецизионным конформным видам лучевой терапии, обеспечивающим формирование дозовых полей, геометрически приближенных к мишени, за счет этого здоровые ткани глаза не подвергаются облучению [3, 8]. В настоящее время для лечения опухолей используются две технологии протонной терапии: пассивное рассеивание и сканирование карандашным пучком. Первая методика успешно применяется в онкологии с конца 1980-х годов, причем на долю офтальмоонкологии приходится более 25 % всех курсов этого вида лечения. Несмотря на высокую эффективность данной технологии в достижении локального контроля над опухолью (до 98 %), развитие различных постлучевых осложнений органа зрения наблюдается

у 61,0–78,0 % пациентов в различные сроки от начала лечения [5, 9, 10]. Метод сканирования карандашным пучком, внедренный в 2010-х годах, отличается высокой точностью сканирования опухоли, более быстрой подготовкой и сокращенной продолжительностью курса лечения [3, 11]. Этот метод продемонстрировал хорошие показатели локального контроля при лечении онкологических заболеваний различной локализации, однако данных о его эффективности и безопасности именно в офтальмоонкологии пока недостаточно, что требует дальнейшего изучения.

Цель исследования: изучить частоту и клинические проявления локальных лучевых осложнений, возникающих после протонной терапии больных с увеальной меланомой (УМ) при применении технологии сканирования карандашным пучком.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование вошли 35 пациентов (21 женщина и 14 мужчин), средний возраст которых составил 54,3 года (Me 55,0; IQR 17,5 года), обратившихся по поводу увеальной меланомы в Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» и наблюдающихся в клинике по настоящий момент, срок наблюдения составил от 3 до 54 месяцев (Me 13,0; IQR 9,5 мес.). Все пациенты получили курс протонной терапии с применением технологии сканирующего карандашного пучка в ООО «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем имени Березина Сергея».

Диагностика УМ основывалась на данных анамнеза, стандартного офтальмологического обследования, а также ультразвукового исследования, в том числе ультразвуковой допплерографии (УЗДГ) для оценки характеристики кровоснабжения опухоли.

Для оценки экстраокулярной распространенности процесса у всех больных выполнено МРТ-исследование органов брюшной полости и головного мозга, МСКТ легких, признаков метастатического поражения при первичном обращении не установлено.

Клинико-инструментальная характеристика пациентов, включенных в исследование, представлена в таблице 1.

Курс протонной терапии проводился по ранее описанной методике в режиме гипофракционирования в суммарной дозе 49 Гр за 7 фракций [12]. Предварительно каждому пациенту в рамках топометрической разметки были выполнены КТ и МРТ в положении лечения. Оконтуривание мишени и критических структур, планирование и контроль качества лечебного плана занимали 3 дня для каждого пациента. Иммобилизация пациента осуществлялась с помощью модифицированной термопластической маски с возможностью фиксации взгляда пациента на метке, установленной на фокусном расстоянии. При оконтуривании к видимой границе опухоли добавляли отступ на 1 мм во всех направлениях с целью компенсации возможных спонтанных движений глазного яблока. Облучение проводилось с использованием двух или трех направлений пучка протонов.

Эффективность лечения определяли подобно градациям оценки целевых очагов солидных опухолей (RECIST, 2009) [13]. Непосредственный локальный эффект лечения оценивался как положительный (достижение локального контроля), за исключением увеличения размеров опухоли более чем на 20 % от ранее определяемого очага поражения по данным МРТ, а также усиления кровотока по данным УЗИ в режиме допплеровского картирования.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе Statistica 10. Категориальные данные были описаны с помощью частот и процентов от общего числа наблюдений в группе, для их статистического анализа был применен метод таблиц сопряженности и точный критерий Фишера. Количественные переменные в работе представлены в виде среднего арифметического, медианы и интерквартильного размаха (Me; IQR).

Таблица 1. Характеристика пациентов с увеальной меланомой до лечения

Table 1. Baseline Characteristics of Patients with Uveal Melanoma Prior to Treatment

Признак / Symptom	Значение, среднее / Meaning, average
МКОЗ / BCVA	0,5 (Me 0,6; IQR 0,7)
Локализация Localisation	Хориоидея / Choroid — 16 (45,7%)
	Цилиохориоидальная зона / Ciliochoroidal region — 14 (40%)
	Иридоцилиарная зона / Iridociliary region — 5 (14,3%)
Стадия / Stage	IIA — 5 (14,3 %)
	IIB — 9 (25,7 %)
	IIIA — 16 (45,7 %)
	IIIB — 5 (14,3 %)
Стадия / Stage	T2 — 5 (14,3 %)
	T3 — 20 (57,1 %)
	T4 — 10 (28,6 %)
Проминенция, мм Tumor prominence, mm	9,2 (Me 9,7; IQR 2,75)
Ширина основания, мм Basal diameter, mm	16,1 (Me 16,5; IQR 11,25)
Тип кровотока (по данным УЗДГ) Blood flow pattern (according to CDI)	Гиперваскулярный / Hypervascular — 31 (88,6 %)
	Гиповаскулярный / Hypovascular — 4 (11,4 %)

РЕЗУЛЬТАТЫ

За период наблюдения (медиана наблюдения составила 13 мес.) ни в одном случае не зарегистрировано отрицательной динамики в отношении локального контроля над опухолью. Уменьшение размеров опухоли проходило медленно — у 22 из 35 пациентов к одному году наблюдения регресс составил 48,0 % (Me 45,0; IQR 33,2 %). Оценка кровоснабжения опухоли показала, что к 12 месяцам наблюдения кровоток не регистрировался у 50,0 % пациентов, был гиповаскулярным у 36,4 %. Полный регресс

опухоли достигнут у 3 больных спустя 22–26 месяцев от начала лечения. За время наблюдения у больных выявлено метастазирование опухоли (в печень у пятерых, в кости у двоих).

Частота и сроки возникновения осложнений у больных после проведения курса протонной терапии с использованием сканирующего карандашного пучка представлены в таблице 2, данные указаны в порядке убывания частоты.

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют, что после протонной терапии увеальной меланомы с применением сканирующего карандашного пучка при медиане наблюдения 13,0 месяцев наблюдался широкий диапазон различных лучевых осложнений, при этом чаще всего встречались офтальмогипертензия и катаракта, реже всего — склеромаляция и гемофтальм.

Изменения со стороны кожи век и периорбитальной области при протонной терапии зависят от направления хода лучей и положения век (открытых или закрытых) во время лечения. В данном исследовании установлено, что при применении сканирования карандашным пучком лучевые реакции со стороны кожи век диагностированы у 34,3 % пациентов, что в основном проявлялось в виде отека, гиперемии кожи век и межреберного края, в редких случаях — влажного дерматита (рис. 1а, б). Данные изменения регрессировали через 1,5–2,5 месяца, у некоторых больных с образованием депигментации, поверхностных рубцовых изменений кожи и/или мадароза. Наряду с дерматитом у части пациентов зафиксирована преходящая алопеция волосистой части головы, которая проходила самостоятельно через 2–3 месяца.

Синдром сухого глаза (ССГ) после протонотерапии УМ, проявляющийся снижением слезопродукции, гиперемией конъюнктивы и ощущением дискомфорта у пациентов без повреждения роговицы, выявлен практически у половины пациентов в сроки от 1 до 17 месяцев. Кроме того, у 4 пациентов развилась метаплазия конъюнктивы (рис. 2а), у 15 больных диагностирована обтурация одной или обеих слезных точек. Тяжелая степень ССГ диагностирована у 6 больных в раннем постлучевом периоде (1–2 мес.), при этом роговичные повреждения характеризовались поверхностными дефектами в периферических отделах (рис. 2б, в), которые с течением времени становились более глубокими, с истончением стромы и возможным риском перфорации роговицы (рис. 2г-е). В связи с развитием язвы роговицы вторичная энуклеация выполнена двоим пациентам на сроке 23–26 месяцев.

Таблица 2. Частота и сроки развития постлучевых осложнений

Table 2. Incidence and Onset Timing of Radiation-Induced Complications

Вид локального осложнения Type of local complication	*n* (%)	Сроки возникновения, месяцы / Time of onset, months (Me; min/max)
Офтальмогипертензия Ocular hypertension	19 (54,3)	9 (1/24)
Катаракта Cataract	18 (51,4)	12,5 (3/21)
Неоваскулярная глаукома Neovascular glaucoma	12 (34,3)	8 (6/17)
Лучевой дерматит Ocular hypertension	12 (34,3)	0,75 (0/1)
Синдром сухого глаза тяжелой степени Severe dry eye syndrome	6 (17,1)	13,5 (1/18)
Тотальная отслойка сетчатки Total retinal detachment	5 (14,3)	3 (1/5)
Постлучевая ретинопатия Radiation retinopathy	5 (14,3)	7,0 (3/38)
Лейкоплакия конъюнктивы Conjunctival metaplasia	4 (11,4)	4,5 (3/6)
Гемофтальм Vitreous hemorrhage	3 (8,6)	8 (3/12)
Склеромаляция Scleromalacia	1 (2,9)	25,0

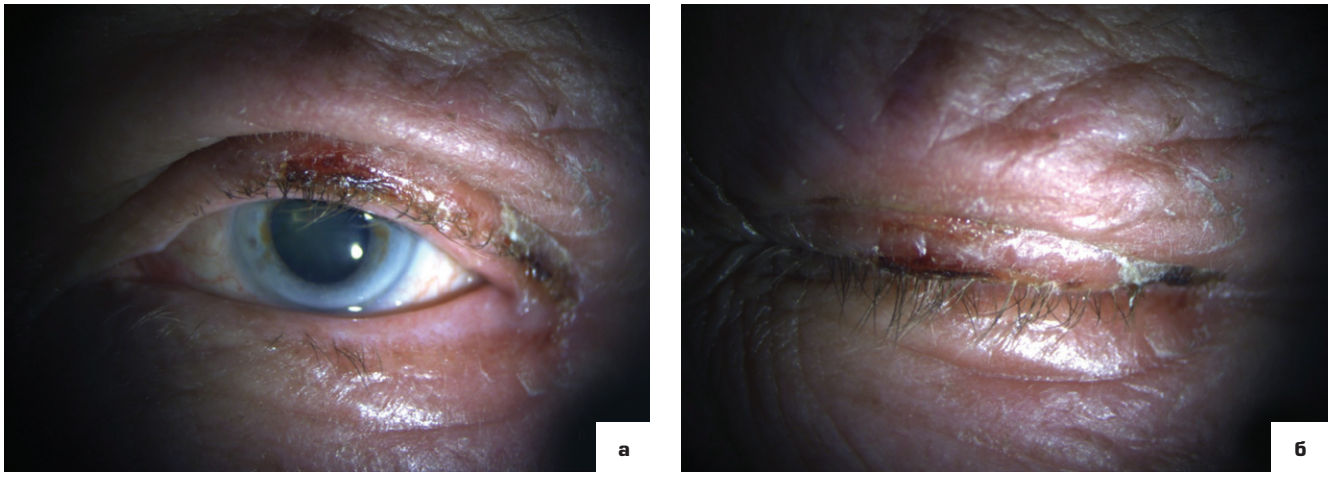


Рис. 1а, б. Влажная форма лучевого дерматита у пациента З. через 1 месяц после протонной терапии по поводу меланомы хориоидеи

Fig. 1a, b. Moist radiation dermatitis in patient Z., one month after proton therapy for choroidal melanoma

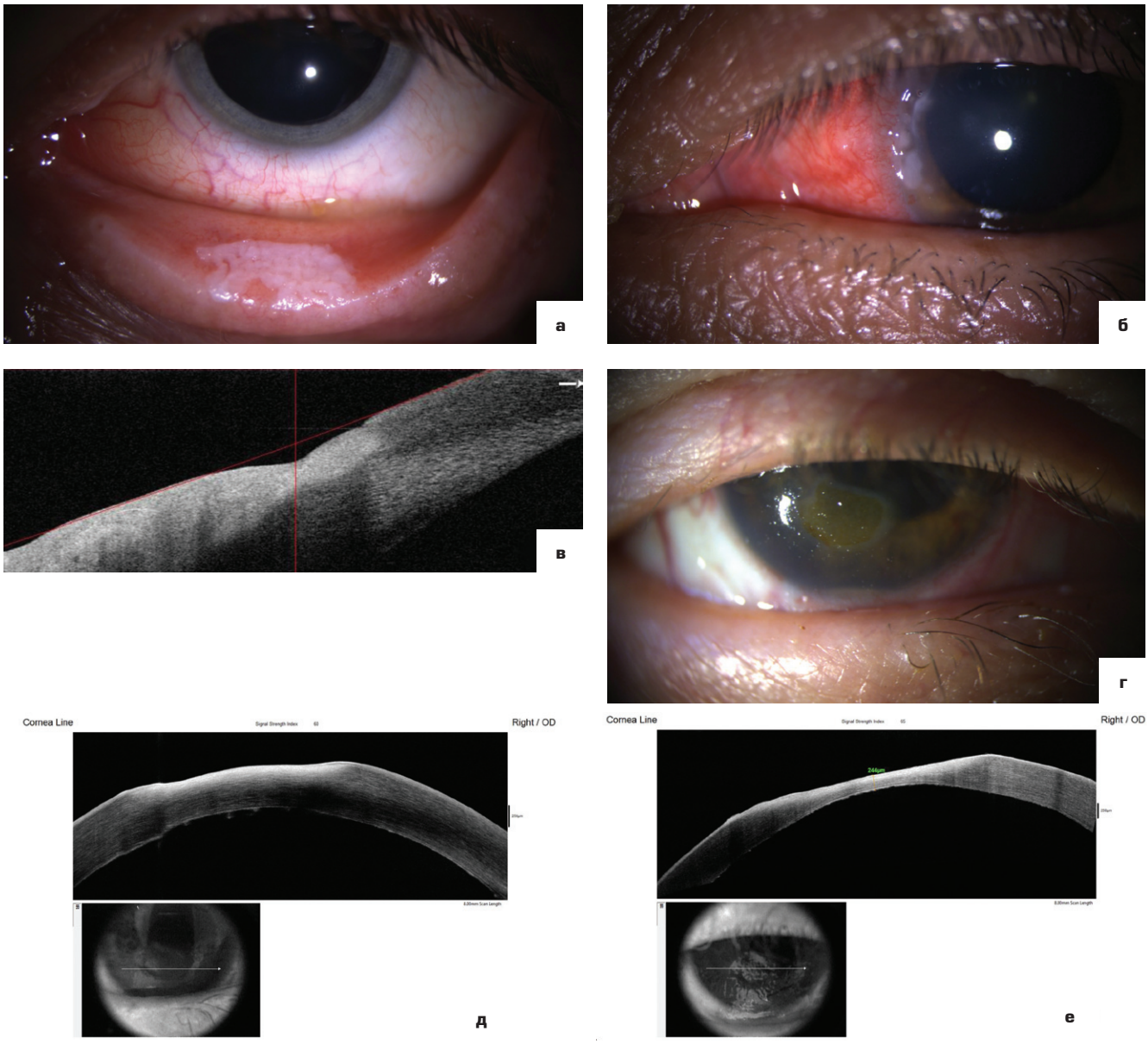


Рис. 2. Осложнения лечения: а — пациентка К., метаплазия пальпебральной конъюнктивы нижнего века после ПТ; б, в — пациентка Н., поверхностные периферические повреждения роговицы через 1 месяц после ПТ; г, д — пациентка Б., более глубокие повреждения роговицы через 17 месяцев после ПТ, е — через 21 месяц после ПТ наблюдается истончение стромы роговицы

Fig. 2. Complications of treatment: a — patient K., metaplasia of the lower eyelid palpebral conjunctiva following proton therapy; б, в — patient N., peripheral superficial corneal damage, one month after proton therapy; г, д — patient B., deeper corneal damage in 17 months after proton therapy, e — corneal stromal thinning 21 months after proton therapy

Склера является относительно радиорезистентной тканью, однако при большой дозе облучения или инвазии опухоли в склеру после протонотерапии у от 0,9 до 1,7 % пациентов может развиваться ее некроз [14]. Склеромаляция (рис. 3), характеризующаяся истончением склеры в зоне проекции основания опухоли, была диагностирована у 1 больного на сроке 25 месяцев после завершения курса протонной терапии. Для коррекции данного повреждения после консервативной терапии пациенту было проведено покрытие зоны истончения аутогенным трансплантатом.

Поскольку хрусталик является наиболее радиочувствительной тканью глаза при применении ПТ, развитие постлучевой катаракты наблюдалось у 18 пациентов (51,4 %) на сроке от 3 до 21 месяца (Me 12,5; IQR 7,5 мес.). У 2/3 пациентов с осложненной катарактой выполнена факоэмульсификация на сроке от 8 до 21 месяца (Me 13,5; IQR 5,5 мес.). Необходимо отметить, что в группе пациентов с локализацией опухоли в иридоцилиарной зоне медиана развития значимых помутнений в хрусталике составила 8,5 месяца, в то время как для пациентов с хориоидальной

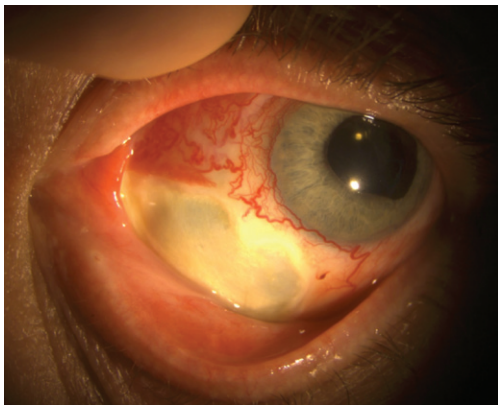


Рис. 3. Склеромаляция у пациента Е. через 25 месяцев после протонной терапии увеальной меланомы

Fig. 3. Scleromalacia in patient E., 25 months after proton therapy for uveal melanoma

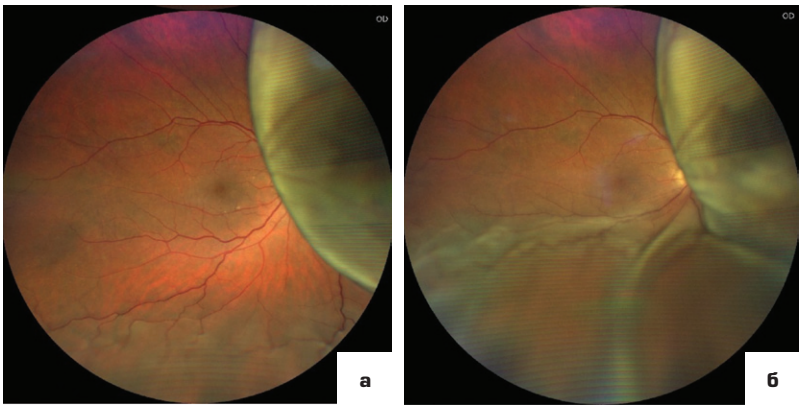


Рис. 4. Пациентка Г.: а — вторичная отслойка сетчатки до лечения, б — усиление вторичной отслойки сетчатки через 1 месяц после протонной терапии

Fig. 4. Patient G.: a — secondary retinal detachment in prior to treatment; б — progression of secondary retinal detachment one month after proton therapy

и цилиохориоидальной локализацией — 15,0 и 10,5 месяца соответственно.

После проведения ПТ с использованием сканирования карандашным пучком гемофтальм, проявляющийся в виде тотального помутнения стекловидного тела, выявлен у 8,6 % пациентов в сроки от 3 до 12 месяцев, во всех случаях в опухоли регистрировался гиперваскулярный кровоток и прорыв мембраны Бруха.

Поскольку исследуемую группу составили пациенты с опухолью большого размера, вторичная отслойка сетчатки диагностирована у всех пациентов с УМ при первичном обращении, и после лучевой терапии через 1–5 месяцев наблюдалось ее увеличение по высоте и протяженности за счет экссудативного компонента (рис. 4а, б). Развитие тотальной отслойки сетчатки имело место у 5 пациентов, со временем она частично регрессировала без дополнительного вмешательства.

Офтальмогипертензия наблюдалась более чем у половины пациентов, возникала в различные сроки после облучения (1–24 месяца), средние цифры ВГД (по Маклакову) составили 28,9 мм рт. ст. (min 25, max 49 мм рт. ст.). Среди причин повышения давления следует отметить блокаду дренажной системы продуктами распада опухоли, набухание хрусталика и дислокацию ИОЛ.

Развитие неоваскулярной глаукомы отмечено у 12 больных на сроках от 6 до 17 месяцев (Me 8; IQR 2,3 мес.) после протонотерапии (рис. 5а-в), что послужило основанием для выполнения вторичной энуклеации у 4 больных на сроках от 12 до 26 месяцев (Me 14,5; IQR 9,5) в связи с выраженным болевым синдромом. Согласно нашим данным, среди предикторов развития данного осложнения следует рассматривать такие факторы, как более низкая МКОЗ на старте лечения, сумма выпадения поля зрения по 8 меридианам (в градусах) (320°), наличие прорыва мембраны Бруха, а также более развитая стадия заболевания [15].

Постлучевая ретинопатия диагностирована у 5 пациентов (14,3 %) на сроках от 3 до 38 месяцев (Me 7; IQR 3,0 мес.) и характеризовалась снижением зрения, появлением кистовидного макулярного отека, отслойкой нейросенсорной сетчатки, у 1 пациента — развитием частичной атрофии зрительного нерва.

Поскольку развитие постлучевых повреждений в первую очередь обусловлено распределением доз облучения

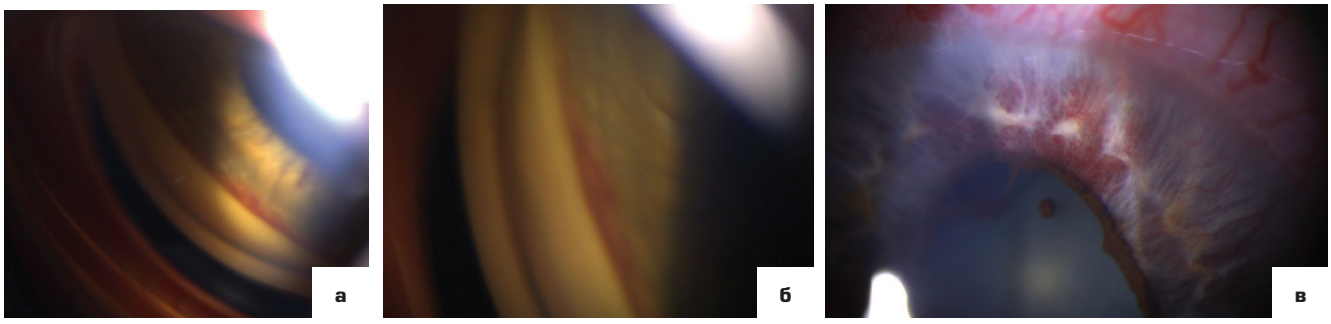


Рис. 5. Поздние осложнения: а, б — пациентка Р., неоваскуляризация в углу передней камеры через 8 месяцев после протонной терапии увеальной меланомы; в — пациентка И., рубеоз радужки у через 20 месяцев после протонотерапии

Fig. 5. Late complications: a, б — patient R., neovascularization in the iridocorneal angle 8 months after proton therapy for uveal melanoma; в — patient I., rubeosis iridis in 20 months after proton therapy

Таблица 3. Распределение дозной нагрузки на критические структуры органа зрения

Table 3. Distribution of Radiation Dose to Critical Ocular Structures

Структура Structure	Показатель дозной нагрузки, Гр среднее (min; max) Radiation Dose Parameter, Gy, Mean (min; max)
Цилиарное тело Ciliar body	41,6 (6,6; 52,5)
Макула Macula	38,5 (1,0; 51,4)
Зрительный нерв Optic nerve	37,8 (7,0; 51,9)
Роговица Cornea	30,1 (2,7; 41,4)
Хрусталик Lens	34,1 (4,4; 49,5)
Слезная железа Lacrimal gland	25,3 (4,0; 50,0)

на критически значимые структуры, был проведен анализ распределения дозной нагрузки на различные структуры органа зрения (табл. 3).

Результаты, представленные в таблице 3, свидетельствуют, что в исследуемой группе максимальный показатель средней дозной нагрузки приходился на цилиарное тело (41,6 Гр), наименьший — на слезную железу (25,3 Гр), при этом показатели дозной нагрузки на критически значимые структуры варьировали в широких диапазонах, что определялось различной локализацией опухоли в каждом конкретном случае.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор метода лечения (ликвидационный или органосохраняющий) увеальной меланомы больших размеров (T_3–T_4 стадии), в том числе при ее распространении на две и более анатомические зоны, до настоящего времени остается предметом обсуждений. Согласно отечественным и ряду зарубежных клинических рекомендаций по лечению УМ протонотерапия показана при УМ средних и больших размеров, невозможности проведения брахитерапии или в качестве альтернативы энуклеации [16–18].

Протонотерапия методом пассивного рассеивания, применяющаяся с 80-х годов прошлого века, зарекомендовала себя как высокоэффективный метод лечения УМ больших размеров. Данная технология требует изготовления специальных приспособлений (компенсаторов и коллиматоров) для проведения процедуры, обеспечивающей меньший размер поля облучения и высокую прецизионность лучевого воздействия. Многолетний опыт применения данной технологии свидетельствует, что при ее высокой эффективности в плане достижения локального контроля (до 98,0 %) развитие постлучевых повреждений наблюдается в довольно широком диапазоне с разной частотой: катаракта (20,0–62,0 %), офтальмогипертензия (7,0–54,2 %), вторичная, в том числе неоваскулярная глаукома (7,0–50,0%), постлучевая ретинопатия (9,5–90,3 %), синдром сухого глаза (15,0–23,8 %), отслойка сетчатки (11,1–38,0 %), гемофтальм (9,0–14,1 %), склеромаляция (0,9–1,7 %) и др. [5, 9, 10, 14, 19–22].

Технологию сканирования карандашным пучком отличает меньшая стоимость лечения, минимальная длительность планирования, отсутствие необходимости различных девайсов, более точное сканирование, но вместе с тем более широкое поле воздействия, что теоретически, применительно к лечению УМ, может сопровождаться бóльшими повреждениями внутриглазных и периокулярных структур [3].

Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что после протонотерапии УМ с применением технологии сканирующего карандашного пучка уменьшение размеров опухоли происходит медленно: к 12 месяцам наблюдения медиана регресса МХ составила 45,0 % (IQR 33,2%), а полный регресс опухоли наступал спустя 22–26 месяцев от начала лечения.

Данная технология, равно как и методика пассивного рассеивания, сопровождается развитием диапазона постлучевых осложнений, встречающихся у 61,0–78,0 % пациентов [5].

Полученные результаты демонстрируют, что протонотерапия с использованием сканирующего карандашного пучка в режиме гипофракционирования в лечении УМ характеризуется сопоставимой с данными литературы как эффективностью локального воздействия на опухоль, так диапазоном и частотой постлучевых осложнений [5, 19–23]. При этом следует отметить, что большинство постлучевых осложнений, возникших после лечения, являлись курабельными и потребовали в различные сроки дополнительного назначения лекарственной терапии, выполнения хирургических вмешательств. Вторичная энуклеация выполнена у 6 (17,1 %) пролеченных больных вследствие развития язвы роговицы с перфорацией и вторичной неоваскулярной глаукомы. Это определяет необходимость не только совершенствования технологии, разработки профилактических мероприятий, но и определения четких критериев показаний и ограничений для применения данного метода лечения, что позволит минимизировать риск развития постлучевых повреждений.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Панова И.Е. — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Свистунова Е.М. — получение и анализ данных, написание и редактирование текста;
Воробьев Н.А. — получение и анализ данных, редактирование текста;
Мартынова Н.И. — получение и анализ данных;
Аль-Муса И.А.И. — получение и анализ данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Бровкина АФ. (ред.). Офтальмоонкология: руководство для врачей. М.: Медицина; 2002:1–352.
   Brovkina AF. (ed.). Ophthalmooncology: Manual for Physicians. Moscow: Meditsina; 2002:1–352 (In Russ.).
2. Souto EB, Zielinska A, Luis M, Carbone C, Martins-Gomes C, Silva AM. Uveal melanoma: Physiopathology and new in situ-specific therapies. Cancer Chemotherapy and Pharmacology. 2019;84:15–32. doi: 10.1007/s00280-019-03860-z.
3. Hrbacek J, Kacperek A, Beenakker JM, Mortimer L, Denker A, Mazal A. PTCOG Ocular Statement: Expert Summary of Current Practices and Future Developments in Ocular Proton Therapy. International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics. 2024;120(5):1307–1325. doi: 10.1016/j.ijrobp.2024.06.017.
4. Liegl R, Schmelter V, Fuerweger C, Ehret F, Priglinger S, Muacevic A, Foerster P. Robotic CyberKnife radiosurgery for the treatment of choroidal and ciliary body melanoma. American Journal of Ophthalmology. 2023;250:177–185. doi: 10.1016/j.ajo.2022.12.021.
5. Zemba M, Dumitrescu OM, Gheorghe AG, Radu M, Ionescu MA, Vatafu A, Dinu V. Ocular complications of radiotherapy in uveal melanoma. Cancers. 2023;15(2):333. doi: 10.3390/cancers15020333.
6. Яровой АА, Голанов АВ, Галбацова АГ, Костюченко ВВ, Осинов ИК, Яровая ВА. Лечение увеальной меланомы методом стереотаксической радиохирургии «Гамма-нож»: результаты 10-летнего опыта. Вопросы онкологии. 2024;70(4):661–668.
   Yarovoy AA, Golanov AV, Galbatsova AG, Kostyuchenko VV, Osinov IK, Yarovaya VA. Treatment of uveal melanoma by stereotactic Gamma Knife radiosurgery: results of 10-year experience. Voprosy Onkologii. 2024;70(4):661–668 (In Russ.). doi: 10.37469/0507-3758-2024-70-4-661-668.
7. Каприн АД, Мардынский ЮС. Терапевтическая радиология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018:1–864.
   Kaprin AD, Mardynskiy YuS. Therapeutic Radiology: National Guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2018:1–864 (In Russ.).
8. Hussain RN, Chiu A, Pittam B, Taktak A, Damato BE, Kacperek A, Errington D, Cauchi P, Chadha V, Connolly J, Salvi S. Proton beam radiotherapy for choroidal and ciliary body melanoma in the UK—national audit of referral patterns of 1084 cases. Eye. 2023;37(5):1033–1036. doi: 10.1038/s41433-022-02178-0.
9. Саакян АД, Бородин ЮИ, Ширина ТВ. Оценка эффективности лечения и выживаемости больных увеальной меланомой после лечения узким медицинским протонным пучком. В кн.: Сб. науч. тр. науч.-практ. конф. с междунар. участием «5-й Российский общенациональный офтальмологический форум». М.; 2012:516–520.
   Saakyan SV, Borodin YuI, Shirina TV. Evaluation of the treatment efficiency and survival of patients with uveal melanoma after treatment with a narrow medical proton beam. In: Coll. of scientific papers Scientific and practical conference with international participation "5th Russian National Ophthalmological Forum". Moscow; 2012:516–520 (In Russ.).
10. Вальский ВВ, Саакян СВ, Бородин ЮИ. Осложнения после протонной лучевой терапии меланом сосудистой оболочки глаза, их лечение и профилактика. Российский офтальмологический журнал. 2013;6(3):12–15.
    Valsky VV, Saakyan SV, Borodin YuI. Complications after proton radiation therapy of uveal melanoma: treatment and prevention. Russian Ophthalmological Journal. 2013;6(3):12–15 (In Russ.).
11. Хорошков ВС. История и перспективы протонной лучевой терапии. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2019;64(2):52–60.
    Khoroshkov VS. History and prospects of proton therapy. Medical Radiology and Radiation Safety. 2019;64(2):52–60 (In Russ.). doi: 10.12737/article_5ca5fc2765c9f5.02525917.
12. Панова ИЕ, Воробьев НА, Самкович ЕВ, Свистунова ЕМ, Мартынова НИ, Быховский АА. Протонотерапия увеальной меланомы (предварительные результаты). Офтальмохирургия. 2023;3s:90–101.
    Panova IE, Vorobyov NA, Samkovich EV, Svistunova EM, Martynova NI, Bykhovsky AA. Proton therapy for uveal melanoma (preliminary results). Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2023;3s:90–101 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-3s-90-101
13. Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). Eur J Cancer. 2009;45(2):228–247. doi: 10.1016/j.ejca.2008.10.026.
14. Passarin O, Zografos L, Schalenbourg A, Moulin A, Hospital JE. Scleritis after proton therapy in uveal melanoma. Klin Monbl Augenheilkd. 2012;229:395–398. doi: 10.1055/s-0031-1299705.
15. Панова ИЕ, Свистунова ЕМ, Воробьев НА, Самкович ЕВ, Мартынова НИ, Быховский АА. Неоваскулярная глаукома как осложнение протонной терапии увеальной меланомы. Клиническая офтальмология. 2024;24(4):185–192.
    Panova IE, Svistunova EM, Vorobyov NA, Samkovich EV, Martynova NI, Bykhovsky AA. Neovascular glaucoma as a complication of proton therapy for uveal melanoma. Clinical Ophthalmology. 2024;24(4):185–192 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2024-24-4-4.
16. Увеальная меланома. Клинические рекомендации. 2020. URL: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2020/09/uvealnaja_melanoma.pdf (дата обращения: 10.03.2025).
    Uveal melanoma. Clinical recommendations. 2020. URL: https://oncology-association.ru/wp-content/uploads/2020/09/uvealnaja_melanoma.pdf (accessed 10 Mar 2025). (In Russ.).
17. Nathan P, Cohen V, Coupland S, Curtis K, Damato B, Evans J, Fenwick S, Kirkpatrick L, Li O, Marshall E, McGuirk K, Ottensmeier C, Pearce N, Salvi S, Stedman B, Szlosarek P, Turnbull N. Uveal Melanoma UK National Guidelines. European Journal of Cancer. 2015;51(16):2404–2412. doi: 10.1016/j.ejca.2015.07.013.
18. Rao PK, Barker C, Coit DG, Joseph RW, Materin M, Rengan R, Sosman J, Thompson JA, Albertini MR, Boland G, Carson Iii WE, Contreras C, Daniels GA, DiMaio D, Durham A, Fields RC, Fleming MD, Galan A, Gastman B, Grossman K, Guild V, Johnson D, Karakousis G, Lange JR; ScM; Margolin K, Nath S, Olszanski AJ, Ott PA, Ross MI, Salama AK, Skitzki J, Swetter SM, Wuthrick E, McMillian NR, Engh A. NCCN Guidelines Insights: Uveal Melanoma, Version 1.2019. Journal of the National Comprehensive Cancer Network. 2020;18(2):120–131. doi: 10.6004/jnccn.2020.0007.
19. Lane AM, Kim IK, Gragoudas ES. Uveal Melanoma: Proton Beam Radiation Therapy. Clinical Ophthalmic Oncology. 2019;219–232. doi: 10.1007/978-3-030-17879-6_13.
20. Foti PV, Travali M, Farina R, Palmucci S, Spatola C, Liardo RLE, Milazzotto R, Raffaele L, Salamone V, Caltabiano R, Broggi G, Puzzo L, Russo A, Reibaldi M, Longo A, Vigneri P, Avitabile T, Ettorre GC, Basile A. Diagnostic methods and therapeutic options of uveal melanoma with emphasis on MR imaging—Part II: Treatment indications and complications. Insights Into Imaging. 2021;12(1):1–24. doi: 10.1186/s13244-021-01001-w.
21. Tseng VL, Coleman AL, Zhang ZF, McCannel TA. Complications from plaque versus proton beam therapy for choroidal melanoma: a qualitative systematic review. Journal of Cancer Therapy. 2016;7(3):169–185. doi: 10.4236/jct.2016.73018.
22. Conway RM, Poothullil AM, Daftari IK, Weinberg V, Chung JE, O'Brien JM. Estimates of ocular and visual retention following treatment of extra-large uveal melanomas by proton beam radiotherapy. Archives of Ophthalmology. 2006;124(6):838–843. doi: 10.1001/archopht.124.6.838.
23. Thariat J, Maschi C, Lanteri S, Peyrichon ML, Baillif S, Herault J, Salleron J, Caujolle JP. Dry Eye Syndrome After Proton Therapy of Ocular Melanomas. International Journal of Radiation Oncology*Biology*Physics. 2017;98(1):142–151. doi: 10.1016/j.ijrobp.2017.01.199.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Панова Ирина Евгеньевна
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе
https://orcid.org/0000-0001-7443-4555

Свистунова Евгения Михайловна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0000-2126-4345

Воробьев Николай Андреевич
кандидат медицинских наук, врач-онколог, врач-радиотерапевт, заведующий отделением протонной лучевой терапии
https://orcid.org/0000-0002-6998-5771

Мартынова Наталия Игоревна
врач-онколог, врач-радиотерапевт
https://orcid.org/0000-0002-1679-5173

Аль-Муса Ибрагим Амер Ибрагим
клинический ординатор
https://orcid.org/0009-0003-4271-7341

ABOUT THE AUTHORS

Panova Irina E.
MD, Professor, deputy director for scientific work
https://orcid.org/0000-0001-7443-4555

Svistunova Evgeniia M.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0000-2126-4345

Vorobyev Nikolay A.
PhD, oncologist, radiologist, head of the Department of Proton Radiation Therapy
https://orcid.org/0000-0002-6998-5771

Martynova Natalia I.
oncologist, radiologist
https://orcid.org/0000-0002-1679-5173

Al-Mousa Ibrahim A.I.
resident
https://orcid.org/0009-0003-4271-7341

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-604-611

поступила 08.07.25
was received 08.07.25

Результаты анализа микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19





М.А. Фролов[1,2] И.В. Воробьева[1,2]
А.М. Фролов[1,2], Д.А. Семина[1,2], А.С. Клименко[1,2], С. Шаллах[1]

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

[2] Клинико-диагностический центр ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
ул. Миклухо-Маклая, 10, Москва, 117198, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):604–611**

Цель: мониторинг офтальмологических показателей и микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19. **Пациенты и методы.** Были использованы традиционные офтальмологические методы, включая оптическую когерентную томографию с ангиографией. **Результаты.** Обследованы 86 пациентов (86 глаз), которые были распределены на 4 подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия диабета и COVID-19: подгруппа Ia: СД2(–) + COVID-19(-) — 22 человека (22 глаза) — контроль; подгруппа Iб: СД2(+) + COVID-19 (–) — 21 пациент (21 глаз); подгруппа Iв: СД2(–) + COVID-19 (+) — 20 пациентов (20 глаз); подгруппа Iг: СД2(+) + COVID-19 (+) — 23 пациента (23 глаза). Все пациенты перенесли COVID-19 дома и не госпитализировались в стационар. МК03 у всех пациентов составлял 0,9–1,0. Выявлено статистически значимое увеличение фовеолярной аваскулярной зоны и наибольшие ее показатели в подгруппе диабета и COVID-19. Так, показатели площади фовеолярной аваскулярной зоны в группе СД2 + COVID-19 (0,301 ± 0,004 мм^2) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 (0,260 ± 0,003 мм^2) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 (0,244 ± 0,004 мм^2) ($p < 0,05$), чем в группе контроля (0,216 ± 0,005 мм^2) ($p < 0,05$), а также определено статистически значимое увеличение С-реактивного белка ($p < 0,05$) и D-димера ($p < 0,05$). Лечение выявленных нарушений микроциркуляции сетчатки в подгруппе диабета и COVID-19, проводили по новому предложенному способу с применением лекарственной терапии сулодексидом в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней, когда значения площади и периметра фовеаолярной аваскулярной зоны статистически значимо снижаются ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенного способа лечения. **Заключение.** Выявлено, что у пациентов при сахарном диабете после перенесенного COVID-19 происходит нарушение микроциркуляции сетчатки, которое доказано размерами фовеолярной аваскулярной зоны статистически более высокими в сравнении с пациентами с сахарным диабетом ($p < 0,05$). Доказано, что на фоне лечения препаратом сулодексид в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней значения площади и периметра фовеолярной аваскулярной зоны сетчатки статистически значимо снижаются ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенного способа лечения.

Ключевые слова: сахарный диабет, сетчатка, фовеолярная аваскулярная зона, сулодексид

Для цитирования: Фролов М.А., Воробьева И.В., Фролов А.М. Семина Д.А., Клименко А.С., Шаллах С. Результаты анализа микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19. *Офтальмология.* 2025;22(3):604–611. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-604-611

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Results of Retinal Microcirculation Analysis in Patients with Diabetes Mellitus after COVID-19

M.A. Frolov[1,2], I.V. Vorobyeva[1,2], A.M. Frolov[1,2], D.A. Semina[1,2], A.S. Klimenko[1,2], S. Shallah[1]

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

[2] Clinical and Diagnostic Center of the Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia
Miklukho-Maklaya str., 10, Moscow, 117198, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):604–611**

Objective. Monitoring ophthalmological parameters and retinal microcirculation in patients with diabetes mellitus after COVID-19. **Patients and methods.** Traditional ophthalmological methods, including optical coherence tomography with angiography. Results: 86 patients (86 eyes) were examined and divided into 4 subgroups depending on the presence or absence of diabetes and COVID-19: subgroup Ia: T2DM (–) + Covid-19 (–) — 22 patients (22 eyes) — control; subgroup Ib: T2DM (+) + COVID-19 (–) — 21 patients (21 eyes); subgroup Ic: T2DM (–) + COVID-19 (+) — 20 patients (20 eyes); subgroup Ig: T2DM (+) + COVID-19 (+) — 23 patients (23 eyes). All patients had COVID-19 at home and were not hospitalized. BCVA in all patients was 0.9–1.0. A statistically significant increase in the foveal avascular zone and its highest values were found in the diabetes and COVID-19 subgroup. Thus, the foveal avascular zone area values in the T2DM + COVID-19 group (0.301 ± 0.004 mm^2) were statistically significantly higher than in the COVID-19 group (0.260 ± 0.003 mm^2) ($p < 0.05$), than in the T2DM group (0.244 ± 0.004 mm^2) ($p < 0.05$), than in the control group (0.216 ± 0.005 mm^2) ($p < 0.05$), and a statistically significant increase in C-reactive protein ($p < 0.05$) and D-dimer ($p < 0.05$) was also found. Treatment of the identified retinal microcirculation disorders in the diabetes and COVID-19 subgroup was carried out according to the new proposed method using drug therapy with Sulodexide at a dosage of 250 LE 2 times a day for forty days, when the values of the area and perimeter of the foveal avascular zone statistically significantly decrease ($p < 0.05$), which confirms the effectiveness of the proposed treatment method. **Conclusion.** It was revealed that in patients with diabetes mellitus after suffering COVID-19, there is a violation of retinal microcirculation, which is proven by the size of the foveal avascular zone, which is statistically higher in comparison with patients with diabetes mellitus ($p < 0.05$). It has been proven that against the background of treatment with Sulodexide at a dosage of 250 LE 2 times a day for forty days, the values of the area and perimeter of the foveal avascular zone of the retina statistically significantly decrease ($p < 0.05$).

Keywords: diabetes mellitus, retina, foveal avascular zone, sulodexide

For citations: Frolov M.A., Vorobyeva I.V., Frolov A.M., Semina D.A. , Klimenko A.S., Shallah S. Results of Retinal Microcirculation Analysis in Patients with Diabetes Mellitus after COVID-19. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):604–611. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-604-611

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

COVID-19 может вызывать первичное поражение глаз и приводить к тяжелым офтальмологическим осложнениям в отдаленном периоде [1].

Ученые из Ирана S. Feizi и соавт. сообщили о серии случаев эписклерита и склерита, развившихся у пациентов на фоне COVID-19 [2]. В Канаде в 2020 году Cheema Marvi и соавт. представили кератоконъюнктивит как первое медицинское проявление новой коронавирусной инфекции [3]. A. Cano-Ortiz и соавт. в 2022 году описали случай стромального интерстициального кератита у пациента с COVID-19 [4]. Установлено, что офтальмологические симптомы могут быть ранними признаками COVID-19, среди них наиболее часто встречается конъюнктивит [5, 6].

По литературным данным, COVID-19 может вызывать выраженные изменения в сосудах сетчатки, приводя к неблагоприятным последствиям [7]. В 2022 году A.G. Altıntaş и соавт. опубликовали исследование, демонстрирующее, что COVID-19 может являться причиной возникновения окклюзии центральной вены сетчатки (ЦВС) и ее ветвей, сопровождающейся макулярным отеком, у молодых и здоровых людей. В качестве примера авторы представили случай 39-летней пациентки, у которой диагностирована окклюзия центральной вены сетчатки, а через 4 месяца в этом же глазу произошла окклюзия ветви центральной вены [8].

Описаны и другие случаи окклюзии сосудов сетчатки, возникшие как следствие перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19 [9–11].

Одним из возможных осложнений после перенесенной инфекции COVID-19 может быть центральная серозная хориоретинопатия. В опубликованной в 2022 году работе, W.M. Mohd-Alif и соавт. описали случай развития двусторонней отслойки сетчатки и отслойки пигментного эпителия после COVID-19 [12]. Схожие случаи центральной серозной хориоретинопатии на фоне COVID-19 представлены другими авторами [13, 14]. Описаны случаи возникновения эндофтальмита при COVID-19. В 2021 году ученые из Индии

K.K. Shah и соавт. представили серию из четырех случаев эндогенного эндофтальмита у пациентов, перенесших COVID-19. У данных пациентов наблюдались субретинальные экссудаты, кровоизлияния, субретинальный абсцесс и некроз сетчатки [15].

При COVID-19 происходят изменения в микроциркуляторной сосудистой сети. В Испании G.S. Banderas и соавт. опубликовали результаты исследования, демонстрирующие устойчивое уменьшение плотности микроциркуляторного русла сетчатки у пациентов, перенесших COVID-19 в средней и тяжелой форме. Авторами было зафиксировано расширение фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ) и снижение плотности сосудистой сети сетчатки в глубоких и поверхностных сплетениях [16]. F. Chiosi и соавт. в Италии в 2022 году анализировали показатели плотности сосудов у пациентов с ранней стадией постковидного синдрома. Результаты их работы показали, что у лиц, перенесших COVID-19, отмечается уменьшение плотности сосудов в глубоком капиллярном сплетении и хориокапиллярах, при этом плотность сосудов в поверхностном сплетении оставалась неизменной [17]. Аналогичные результаты, указывающие на снижение плотности микроциркуляторного русла сетчатки после перенесенной коронавирусной инфекции, были получены и другими учеными. Однако, в отличие от результатов вышеупомянутого исследования, эти авторы обнаружили уменьшение плотности сосудов, как в поверхностном, так и в глубоком капиллярном сплетении [18–20].

Снижение плотности сосудов микроциркуляторного русла сетчатки наблюдается и при СД. Исследования показывают, что даже до появления диабетической ретинопатии (ДР) у пациентов с СД наблюдаются нарушения микроциркуляции. В частности, имеется уменьшение капиллярной плотности в поверхностном сосудистом сплетении и увеличение площади ФАЗ [21].

Согласно современным литературным данным, существует взаимосвязь между СД и неблагоприятным прогнозом при COVID-19 [22]. Наличие СД увеличивает вероятность более серьезных осложнений от COVID-19, а также повышает риск летального исхода [23].

Данное исследование было проведено для выявления нарушений микроциркуляции в сетчатке после перенесенного COVID-19 и определения возможных взаимосвязей между сахарным диабетом и COVID-19.

Цель исследования: мониторинг офтальмологических показателей и микроциркуляции сетчатки у пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Полное офтальмологическое обследование и динамическое наблюдение проводили в офтальмологическом центре Клинико-диагностического центра (КДЦ) Российского университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы. Исследование включало: оценку максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) (проектор знаков CCP-3100, Huvitz Co., Ltd, Южная Корея; фороптер HDR-7000 Digital Refractor, Huvitz Co., Ltd, Южная Корея); автокераторефрактометрию HRK-7000, Huvitz Co., Ltd, Южная Корея); тонометрию бесконтактным пневмотонометром FT-1000 (Tomey Corporation, Япония); биомикроскопию (щелевая лампа eVO 300 Slit Lamp, Labomed, США); прямую офтальмоскопию (прямой офтальмоскоп, Neitz Instruments Co., Ltd., Япония), биомикроофтальмоскопию с диагностическими линзами 60 и 90 дптр (Volk Optical Inc, США) и трехзеркальной линзой Гольдмана VG3 (Volk Optical Inc, США); ультразвуковое сканирование (Compact Touch 1830, Quantel Medical, Франция); компьютерную периметрию (Oculus Centerfield 2, Oculus Optikgeräte GmbH, Германия); оптическую когерентную томографию (ОКТ) с функцией ангиографии (RTVue XR 100-2, Optovue, США); цифровое фотографирование глазного дна с помощью фундус-камеры AFC-210 (Nidek CO., LTD, Япония).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проанализированы данные 86 пациентов (86 глаз). Изучали один глаз у каждого пациента. Все 86 пациентов разделены на четыре подгруппы в зависимости от наличия или отсутствия СД2 и COVID-19: подгруппа Iа: СД2(–) + COVID-19(–) –22 человека (22 глаза); подгруппа Iб: СД2(+) + COVID-19 (–)– 21 пациент (21 глаз); подгруппа Iв: СД2(–) + COVID-19 (+) — 20 пациентов (20 глаз); подгруппа Iг: СД2(+) + COVID-19 (+) — 23 пациента (23 глаза). Все пациенты перенесли COVID-19 дома и не госпитализировались в стационар. МКОЗ у всех пациентов первой группы была высокой (0,9–1,0).

Анализ предполагал изучение жалоб, состояния переднего отрезка глаза, заднего отрезка глаза, а также состояния фовеолярной аваскулярной зоны сетчатки после перенесенной коронавирусной инфекции с использованием оптической когерентной томографии с ангиографией.

Пациенты распределялись по типу сахароснижающей терапии. 44 пациента с СД2: 21 человек — терапия пероральными гипогликемическими препаратами (48 %), 23 человека получали терапию инсулином и пероральными сахароснижающими препаратами (52 %).

Наиболее частые жалобы пациентов с СД2 и после перенесенного COVID-19 в группе из 86 человек были связаны с патологией переднего отрезка глаза: в 74 % сухость в глазах, в 62 % туман перед глазом, в 27 % слезотечение, в 17 % отделяемое из глаз, в 32 % покраснение глаз, в 10 % зуд век.

При СД2 после перенесенного COVID-19 в переднем отрезке глаза было выявлено: в 67 % изменение хрусталика по типу диффузных изменений во всех слоях, в 17 % изменение радужки по типу атрофичная и субатрофичная, в 8 % изменение роговицы по типу

тусклая и не блестящая, в 1 % изменение передней камеры по типу «мелкая».

Анализ заднего отрезка глаза в группе пациентов при СД2 после перенесенного COVID-19 выявил: в 5 % деструкцию стекловидного тела, в 5 % микроаневризмы сосудов сетчатки и микрогеморрагии в сетчатке, в 1 % случаев — изменения периферии по типу решетчатой дистрофии.

У всех 86 пациентов (86 глаз) анализировались основные цифровые характеристики ФАЗ: площадь (мм^2) и периметр (мм) (табл. 1).

Наименьшие значения периметра и площади ФАЗ наблюдалась у подгруппы Ia (контроль) — периметр 1,770 ± 0,009 мм, площадь 0,216 ± 0,005 мм^2. При наличии диабета в подгруппе Iб цифровые характеристики ФАЗ статистически значимо увеличились (периметр 1,894 ± 0,009 мм, площадь 0,244 ± 0,004 мм^2) в сравнении с контролем (p < 0,05). У пациентов с COVID-19 в подгруппе Iв цифровые характеристики ФАЗ (периметр 1,931 ± 0,010 мм, площадь 0,260 ± 0,003 мм^2) статистически значимо отличались от подгруппы Iб с диабетом (p < 0,05). Наибольшие значения периметра и площади ФАЗ достигались у пациентов одновременно и с СД2, и с COVID-19 в подгруппе Iг (периметр 2,150 ± 0,011 мм, площадь 0,301 ± 0,004 мм^2), что статистически значимо больше, чем у группы 1в с COVID-19 (p < 0,05), что проиллюстрировано на рисунке 1.

Проведен анализ уровня глюкозы в крови (ммоль/л) у разных подгрупп: наименьшие значения глюкозы крови были у подгруппы Ia (контроль) — 4,400 ± 0,022 ммоль/л. При наличии диабета в подгруппе Iб глюкоза крови статистически значимо увеличилась (9,000 ± 0,045 ммоль/л) в сравнении с контролем (p < 0,05). У пациентов с COVID-19 в подгруппе Iв глюкоза крови (5,600 ± 0,028 ммоль/л) статистически значимо отличались от подгруппы Iб с диабетом (p < 0,05). Наибольшие значения глюкозы крови достигали

Таблица 1. Площадь (мм^2) и периметр (мм) ФАЗ (FAZ) у разных подгрупп (диабет + COVID-19) по результатам ОКТ с функцией ангиографии

Table 1. FAZ area (mm^2) and FAZ perimeter (mm) of various subgroups (diabetes + COVID-19) according to the results of OCT with angiography function

№	Подгруппа Subgroup	Площадь ФАЗ, мм^2 FAZ area, mm^2	Периметр ФАЗ, мм FAZ perimeter, mm
1	Ia / Ia	0,216 ± 0,005	1,770 ± 0,009
2	Iб / Ib	0,244 ± 0,004	1,894 ± 0,009
3	Iв / Ic	0,260 ± 0,003	1,931 ± 0,010
4	Iг / Id	0,301 ± 0,004	2,150 ± 0,011

у пациентов одновременно и с СД2, и с COVID-19 в подгруппе Iг (11,800 ± 0,059 ммоль/л), что статистически значимо больше, чем у группы 1в с COVID-19 (p < 0,05), и статистически значимо больше чем у группы 1б с СД2, что проиллюстрировано на рисунке 2.

Проведен анализ уровней С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л) и D-димера в крови (нг/мл) у разных подгрупп (табл. 2, рис. 3).

Как следует из рисунка 3, наименьшие значения уровней С-реактивного белка и D-димера в крови у подгруппы Ia (контроль) — уровень С-реактивного белка 3,000 ± 0,015 мг/л, уровень D-димера 20,0 ± 0,1 нг/мл. При наличии диабета в подгруппе Iб уровни С-реактивного белка и D-димера в крови статистически значимо увеличились (уровень С-реактивного белка 5,800 ± 0,029 мг/л, уровень D-димера 250,0 ± 1,25 нг/мл) в сравнении с контролем (p < 0,05). У пациентов с COVID-19 в подгруппе Iв

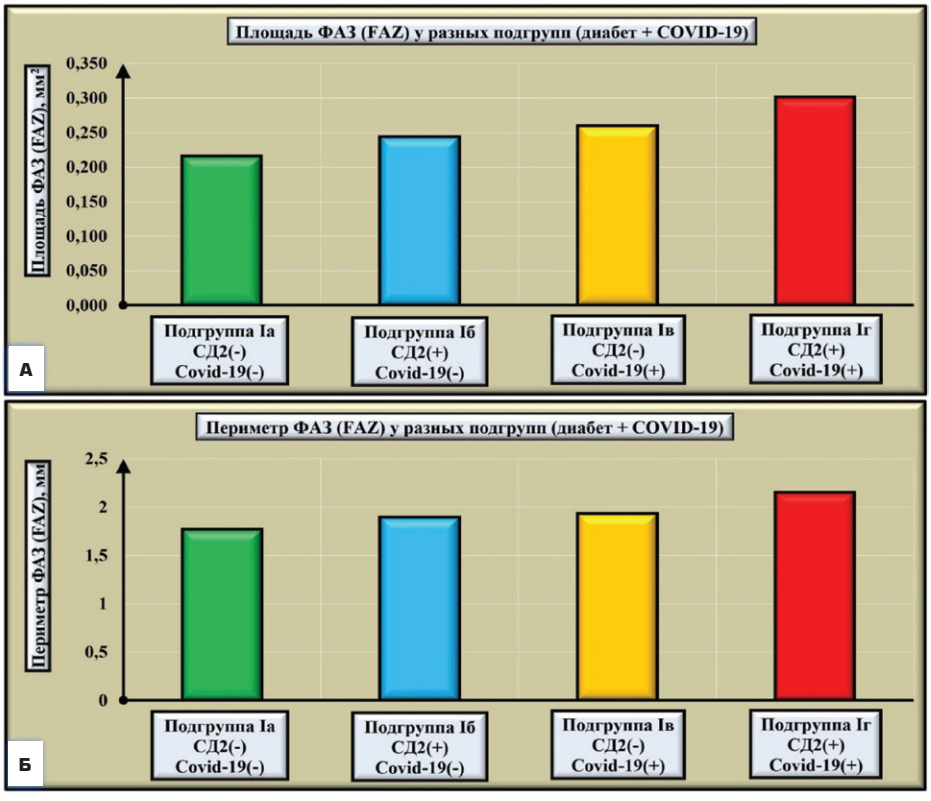


Рис. 1. Площадь (мм^2) и периметр (мм) ФАЗ (FAZ) у разных подгрупп (диабет + COVID-19) по результатам ОКТ с функцией ангиографии (А — площадь ФАЗ (FAZ), мм^2; Б — периметр ФАЗ (FAZ), мм)

Fig. 1. Area (mm^2) and perimeter (mm) of FAZ in different subgroups (diabetes + COVID-19) based on the results of OCT with angiography function (A — FAZ area, mm^2; B — FAZ perimeter, mm)

Таблица 2. Уровни С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л) и D-димера в крови (нг/мл) у разных подгрупп

Table 2. Blood C-reactive protein (CRP) (mg/L) and blood D-dimer (ng/mL) levels for different subgroups

№	Подгруппа Subgroup	С-реактивный белок (ЦРБ), мг/л C-reactive protein (CRP), mg/l	D-димер, нг/мл D-dimer, ng/ml
1	Ia / Ia	3,000 ± 0,015	20,0 ± 0,1
2	Iб / Ib	5,800 ± 0,029	250,0 ± 1,25
3	Iв / Ic	10,100 ± 0,051	620,0 ± 3,1
4	Iг / Id	13,700 ± 0,069	720,0 ± 3,6

Таблица 3. Снижение площади и периметра ФАЗ на фоне лечения препаратом «Сулодексид»

Table 3. Reduction FAZ area and FAZ perimeter using the Sulodexide drug for a treatment

Офтальмологический параметр в соответствии с ангио-ОКТ The ophthalmologic parameter according to angio OCT	Пациенты с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19 Patients with diabetes after COVID-19	
	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Площадь ФАЗ, мм^2 FAZ area, mm^2	0,301 ± 0,004	0,286 ± 0,003
Периметр ФАЗ, мм FAZ perimeter, mm	2,150 ± 0,011	2,022 ± 0,012

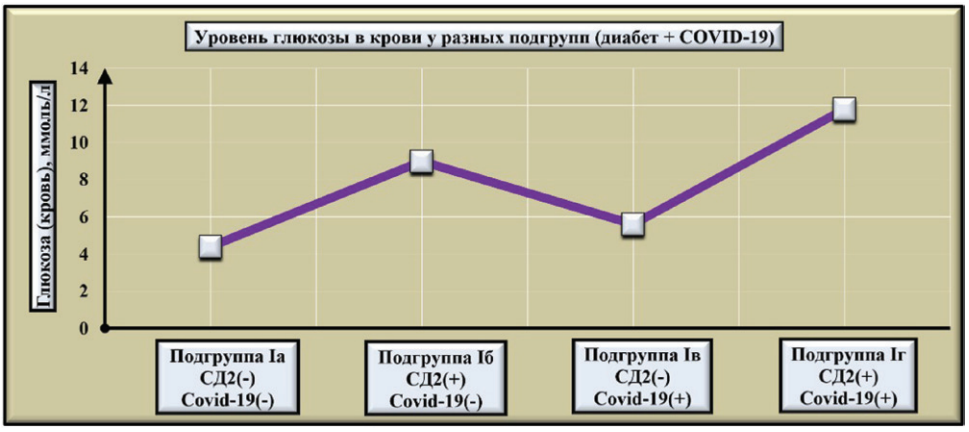


Рис. 2. Уровень глюкозы в крови (ммоль/л) у разных подгрупп (диабет + COVID-19)

Fig. 2. Blood glucose levels (mmol/L) in different subgroups (diabetes + COVID-19)

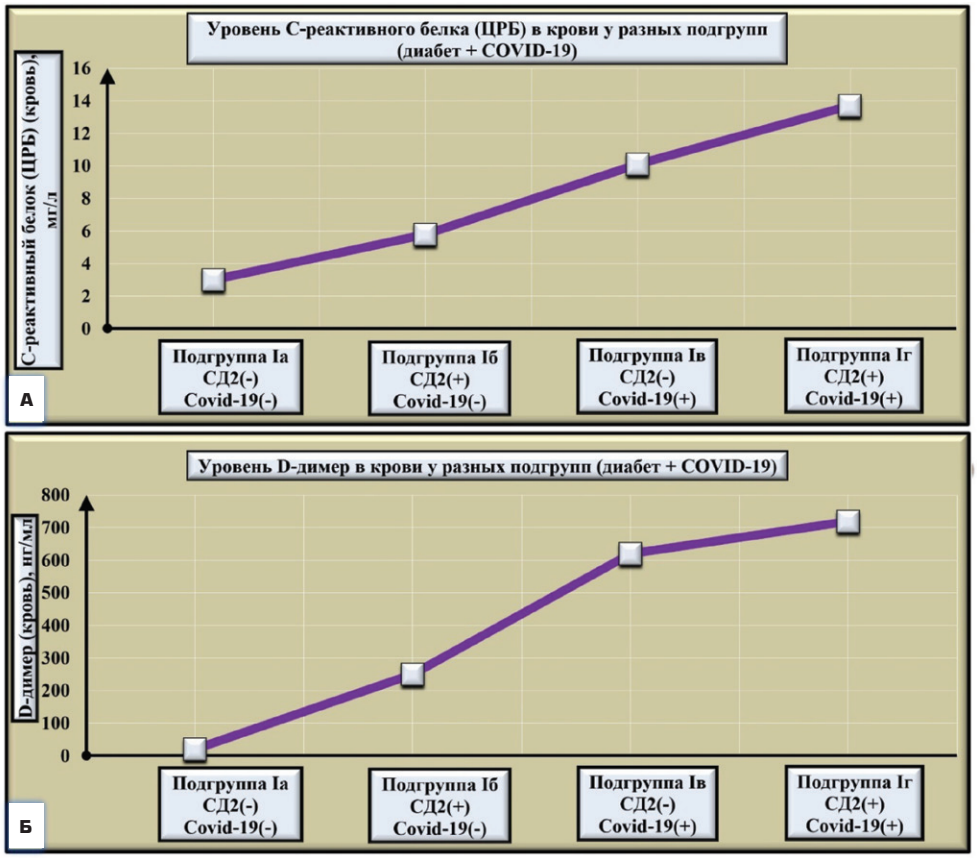


Рис. 3. Уровни С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л) и D-димера в крови (нг/мл) у разных подгрупп: А — уровень С-реактивного белка (ЦРБ) в крови (мг/л); Б — уровень D-димера в крови (нг/мл)

Fig. 3. Levels of C-reactive protein (CRP) in the blood (mg/l) and D-dimer in the blood (ng/ml) in different subgroups: A — level of C-reactive protein (CRP) in the blood (mg/l); B — level of D-dimer in the blood (ng/ml)

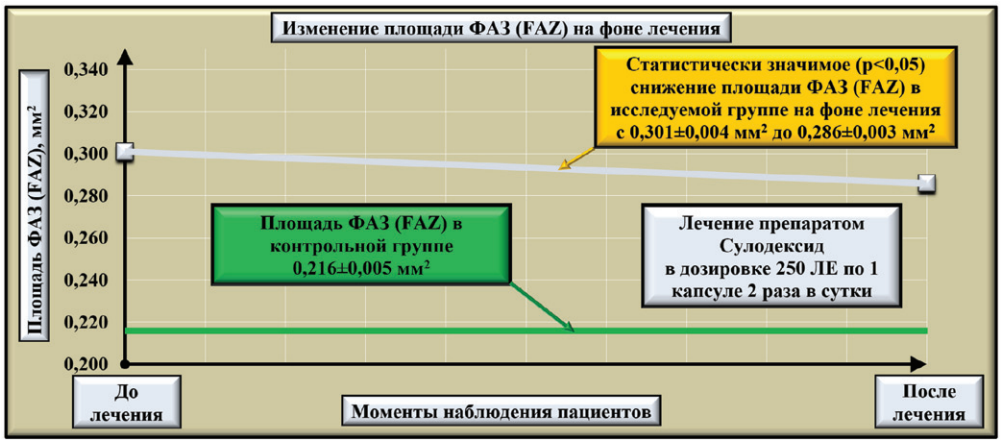


Рис. 4. Изменение площади фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения препаратом «Сулодексид» в исследуемой и контрольной группах

Fig. 4. Change in the area of the foveal avascular zone during treatment with Sulodexide in the study group and in the control group

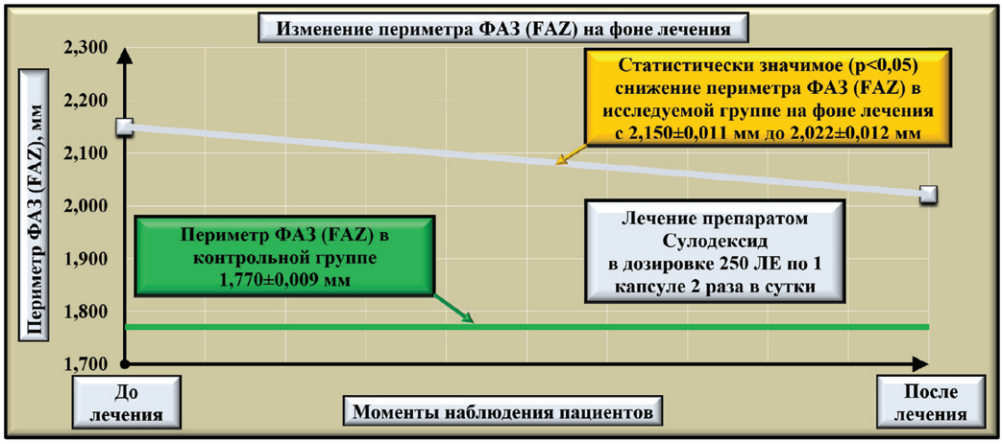


Рис. 5. Изменение периметра фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения препаратом «Сулодексид» в исследуемой ив контрольной группах

Fig. 5. Changes in the perimeter of the foveal avascular zone during treatment with Sulodexide in the study group and in the control group

уровни С-реактивного белка и D-димера в крови (уровень С-реактивного белка 10,100 ± 0,051 мг/л, уровень D-димера 620,0 ± 3,1 нг/мл) статистически значимо отличались от подгруппы Iб с диабетом ($p < 0,05$). Наибольшие значения уровней С-реактивного белка и D-димера в крови были у пациентов одновременно и с СД2, и с COVID-19 в подгруппе Iг (уровень С-реактивного белка 13,700 ± 0,069 мг/л, уровень D-димера 720,0 ± 3,6 нг/мл), что статистически значимо больше, чем в группе 1в с COVID-19 ($p < 0,05$), и статистически значимо больше, чем в группе 1б с СД2[1].

По результатам проведенных исследований предложен способ лечения диабетической ретинопатии на доклинической стадии у пациентов, переболевших COVID-19. Способ заключается в лекарственной терапии с использованием прямого антикоагулянта с действующим веществом сулодексид. Способ включает диагностику с помощью оптической когерентной томографии с функцией ангиографии (ОКТ-А) и определение площади фовеолярной аваскулярной зоны (ФАЗ). При значении площади ФАЗ менее или равном 0,260 мм² назначают прием сулодексида в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней.

В проведенном исследовании подгруппа Iг: СД2(+) + COVID-19(+) — 23 пациента (23 глаза) получали лечение препаратом «Сулодексид» по описанному способу в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней. После лечения препаратом «Сулодексид» значения площади и периметра ФАЗ (площадь ФАЗ 0,286 ± 0,003 мм², периметр ФАЗ 2,022 ± 0,012 мм) были статистически значимо ниже в сравнении с данными пациентов с сахарным диабетом после перенесенного COVID-19 ($p < 0,05$). Снижение значений площади и периметра ФАЗ говорит об эффективности лечения. Так, площадь ФАЗ снизилась на 0,015 мм²; периметр ФАЗ — на 0,128 мм, что проиллюстрировано в таблице 3 и на рисунке 4.

Представлено изменение площади фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения у исследуемой и у контрольной групп (рис. 4).

Как следует из рисунка 4, произошло статистически значимое ($p < 0,05$) снижение площади ФАЗ (FAZ) в исследуемой группе на фоне лечения: с 0,301 ± 0,004 до 0,286 ± 0,003 мм².

Представлено изменение периметра фовеолярной аваскулярной зоны на фоне лечения у исследуемой и у контрольной групп на рисунке 5.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Проведенный анализ жалоб пациентов на фоне COVID-19 позволил выявить наиболее частые

[1] Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2025114675, 29.05.2025.

жалобы, а именно, сухость в глазах, туман перед глазами, слезотечение, отделяемое из глаз, покраснение глаз, зуд век, что подтверждает вовлечение переднего отрезка глаза в патологический процесс и сопоставимо с данными других авторов [1–6]. Анализ состояния заднего отрезка глаза в группе пациентов при СД2 и COVID-19 с высокой остротой зрения (0,9–1,0) позволяет предположить, что при этой сосудистой патологии без снижения остроты зрения на фоне коронавирусной инфекции грубых и видимых офтальмоскопических изменений в сетчатке не происходит, что свидетельствует об обоснованности поиска сосудистых изменений с помощью ангиографической ОКТ, это подтверждают данные других авторов [16–22].

В результате исследования было получено, что у пациентов при СД2 + COVID-19 объективные самые высокие цифровые данные, получаемые по результатам ОКТ с функцией ангиографии, выявлены в отношении показателей площади и периметра ФАЗ. Так, показатели площади ФАЗ (FAZ) в группе СД2 + COVID-19 (0,301 ± 0,004 мм^2) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 (0,260 ± 0,003 мм^2) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 (0,244 ± 0,004 мм^2) ($p < 0,05$), чем в группе контроля (0,216 ± 0,005 мм^2) ($p < 0,05$). Показатели периметра ФАЗ (FAZ) в группе СД2 + COVID-19 (2,150 ± 0,011 мм) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 (1,931 ± 0,010) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 (1,894 ± 0,009 мм) ($p < 0,05$), чем в группе контроля (1,770 ± 0,009 мм) ($p < 0,05$).

Были изучены следующие биохимические показатели крови у 86 пациентов: глюкоза, С-реактивный белок (ЦРБ), D-димер. В результате исследования было получено, что у пациентов при СД2 + COVID-19 биохимические показатели самые высокие в части показателей глюкозы, С-реактивного белка (ЦРБ), D-димера, статистически значимо отличающиеся от показателей других групп ($p < 0,05$). Так, показатели глюкозы в крови в группе СД2 + COVID-19 (11,800 ± 0,059 ммоль/л) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 (5,600 ± 0,028 ммоль/л) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 (9,000 ± 0,045 ммоль/л) ($p < 0,05$), чем в группе контроля (4,400 ± 0,022 ммоль/л) ($p < 0,05$). Показатели С-реактивного белка (ЦРБ) в крови в группе СД2 + COVID-19 (13,700 ± 0,069 мг/л) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 (10,100 ± 0,051) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 (5,800 ± 0,029) ($p < 0,05$), чем в группе контроля (3,000 ± 0,015 мг/л) ($p < 0,05$). Выявлено, что показатели D-димера в крови в группе СД2 + COVID-19 (720,0 ± 3,6 нг/мл) были статистически значимо выше, чем в группе COVID-19 (620,0 ± 3,1 нг/мл) ($p < 0,05$), чем в группе СД2 (250,0 ± 1,25 нг/мл) ($p < 0,05$), чем в группе контроля (20,0 ± 0,1 нг/мл) ($p < 0,05$).

Предложенный новый способ лечения нарушений микроциркуляции у пациентов с СД2 после COVID-19 позволяет повысить эффективность лечения диабетической ретинопатии у пациентов, переболевших COVID-19, за счет адекватной лекарственной терапии Сулодексидом, приводящей к улучшению перфузии глаза в перифовеолярной зоне, уменьшению площади ФАЗ, повышению остроты зрения пациентов до значений нормы, уменьшению количества микроаневризм и микрогеморрагий, нормализации сосудистой проницаемости на уровне микроциркуляторного русла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что у пациентов при сахарном диабете после перенесенного COVID-19 размеры фовеолярной аваскулярной зоны (значения площади и периметра ФАЗ) статистически значимо выше в сравнении с пациентами с сахарным диабетом ($p < 0,05$), что обусловливает необходимость применять предложенный новый способ лечения нарушенной микроциркуляции с использованием препарата «Сулодексид» в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней.

На фоне лечения препаратом «Сулодексид» в дозировке 250 ЛЕ 2 раза в сутки в течение 40 дней значения площади ФАЗ и периметра ФАЗ статистически значимо снижаются ($p < 0,05$), что подтверждает эффективность предложенного способа лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Фролов М.А. — консультирование, научное редактирование;
Воробьева И.В. — консультирование, научное редактирование;
Фролов А.М. — консультирование, научное редактирование;
Клименко А.С. — консультирование, научное редактирование;
Семина Д.А. — сбор и обработка материала, написание текста;
Шаллах Сами — сбор и обработка материала, написание текста; техническое редактирование, перевод текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Islam M, Chou M, Braithwaite T, Siddiqui A. Bilateral anterior non-necrotising scleritis, anterior uveitis, and unilateral facial nerve palsy in paediatric inflammatory multisystem syndrome temporally associated with COVID-19. Lancet Rheumatol. 2021 Nov;3(11):e818. doi: 10.1016/S2665-9913(21)00272-1.
2. Feizi S, Meshksar A, Naderi A, Esfandiari H. Anterior Scleritis Manifesting After Coronavirus Disease 2019: A Report of Two Cases. Cornea. 2021 Sep 1;40(9):1204–1206. doi: 10.1097/ICO.0000000000002795.
3. Cheema M, Aghazadeh H, Nazarali S, Ting A, Hodges J, McFarlane A, Kanji JN, Zelyas N, Damji KF, Solarte C. Keratoconjunctivitis as the initial medical presentation of the novel coronavirus disease 2019 (COVID-19). Can J Ophthalmol. 2020 Aug;55(4):e125–e129. doi: 10.1016/j.jcjo.2020.03.003.
4. Cano-Ortiz A, Leiva-Gea I, Ventosa ÁS, González-Cruces T, Sánchez-González JM, Morales P, Villarrubia A. Stromal interstitial keratitis in a patient with COVID-19. J Fr Ophtalmol. 2022 Apr;45(4):e175–e177. doi: 10.1016/j.jfo.2021.11.004.
5. Stawowski AR, Konopińska J, Stawowski SS, Adamczuk J, Groth M, Moniuszko-Malinowska A, Czupryna P. The Review of Ophthalmic Symptoms in COVID-19. Clin Ophthalmol. 2024 May 23;18:1417–1432. doi: 10.2147/OPTH.S460224.
6. Гилемзянова ЛИ, Бабушкин АЭ. Офтальмологические проявления SARS-CoV-2. Точка зрения. Восток — Запад. 2022;3:38–44. doi: 10.25276/2410-1257-2022-3-38-44. Gilemzyanova LI, Babushkin AE. Ophthalmological manifestations of SARS-CoV-2. Point of view. East — West. 2022;3:38–44 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2022-3-38-44.
7. Dong J, Chen R, Zhao H, Zhu Y. COVID-19 and ocular complications: A review of ocular manifestations, diagnostic tools, and prevention strategies. Adv Ophthalmol Pract Res. 2023 Feb-Mar;3(1):33–38. doi: 10.1016/j.aopr.2022.11.001.
8. Altıntaş AG, Ekici E. Consecutive central and branch retinal vein occlusions in the same eye of a young healthy COVID-19 patient: A unique case report. Am J Ophthalmol Case Rep. 2022 Jul 31;27:101669. doi: 10.1016/j.ajoc.2022.101669.
9. Larrea J, Villota-Deleu E, Fernández-Vega B, Fernández-Vega Sanz Á. Late retinal and optic nerve vascular complications due to COVID-19 in young individuals. Am J Ophthalmol Case Rep. 2022 Mar;25:101327. doi: 10.1016/j.ajoc.2022.101327.
10. Щуко АГ, Акуленко МВ, Юрьева ТН. COVID-19 как фактор риска окклюзии вен сетчатки у молодых пациентов? Клин офтальмол. 2022;22(1):62–67. doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-62-67.

Shchuko AG, Akulenko MV, Yuryeva TN. COVID-19 as a risk factor for retinal vein occlusion in young patients? Clin ophthalmol. 2022;22(1):62–67 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-62-67.
11. Murchison AP, Sweid A, Dharia R, Theofanis TN, Tjoumakaris SI, Jabbour PM, Bilyk JR. Monocular visual loss as the presenting symptom of COVID-19 infection. Clin Neurol Neurosurg. 2021 Feb;201:106440. doi: 10.1016/j.clineuro.2020.106440.
12. Mohd-Alif WM, Nur-Athirah A, Hanapi MS, Tuan Jaffar TN, Shatriah I. Bilateral and Multiple Central Serous Chorioretinopathy Following COVID-19 Infection: A Case Report and Literature Review. Cureus. 2022 Mar 17;14(3):e23246. doi: 10.7759/cureus.23246.
13. Delbarre M, Maréchal M, Froussart-Maille F. Central serous chorioretinopathy following Pfizer-BioNTech COVID-19 vaccine: A case report. J Fr Ophtalmol. 2022 Jan;45(1):e1–e2. doi: 10.1016/j.jfo.2021.11.003.
14. Sanjay S, Kawali A, Mahendradas P. Acute macular neuroretinopathy and COVID-19 vaccination. Indian J Ophthalmol. 2022 Jan;70(1):345–346. doi: 10.4103/ijo.IJO_2542_21.
15. Shah KK, Venkatramani D, Majumder PD. A case series of presumed fungal endogenous endophthalmitis in post COVID-19 patients. Indian J Ophthalmol. 2021 May;69(5):1322–1325. doi: 10.4103/ijo.IJO_3755_20.
16. Banderas García S, Aragón D, Azarfane B, Trejo F, Garrell-Salat X, Sánchez-Montalvá A, Otero-Romero S, Garcia-Arumi J, Zapata MA. Persistent reduction of retinal microvascular vessel density in patients with moderate and severe COVID-19 disease. BMJ Open Ophthalmol. 2022 Jan 11;7(1):e000867. doi: 10.1136/bmjophth-2021-000867.
17. Chiosi F, Campagna G, Rinaldi M, Manzi G, dell'Omo R, Fiorentino G, Toro M, Tranfa F, D'Andrea L, Rejdak M, Costagliola C. Optical Coherence Tomography Angiography Analysis of Vessel Density Indices in Early Post-COVID-19 Patients. Front Med (Lausanne). 2022 Jun 28;9:927121. doi: 10.3389/fmed.2022.927121.
18. Beyoğlu A, Küçüködük A, Meşen A, Aksoy M, Kaya E, Dağhan B. Investigation of changes in retinal vascular parameters and choroidal vascular index values during the early recovery period of COVID-19: The COVID-OCTA study. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2023 Jun;42:103338. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103338.
19. Moshfeghi S, Khosravifard K, Shirzadi K, Makateb A, Pourazizi M, Kateb H, Naderan M, Abounoori M. Retinal and choroidal microvasculature in early and three months post COVID-19: A case-control study. Photodiagnosis Photodyn Ther. 2023 Dec;44:103730. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103730.
20. Erogul O, Gobeka HH, Dogan M, Akdogan M, Balci A, Kasikci M. Retinal microvascular morphology versus COVID-19: What to anticipate? Photodiagnosis Photodyn Ther. 2022 Sep;39:102920. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.102920.
21. Нероев ВВ, Охоцимская ТД, Фадеева ВА. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. Российский офтальмологический журнал 2017;10(2):40–45. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45
Neroev VV, Okhotsimskaya TD, Fadeeva VA. An account of retinal microvascular changes in diabetes acquired by OCT angiography. Russian ophthalmological journal. 2017;10(2):40–45 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45.
22. Boden I, Bernabeu MO, Dhillon B, Dorward DA, MacCormick I, Megaw R, Tochel C. Pre-existing diabetic retinopathy as a prognostic factor for COVID-19 outcomes amongst people with diabetes: A systematic review. Diabetes Res Clin Pract. 2022 May;187:109869. doi: 10.1016/j.diabres.2022.109869.
23. Sharma P, Behl T, Sharma N, Singh S, Grewal AS, Albarrati A, Albratty M, Meraya AM, Bungau S. COVID-19 and diabetes: Association intensify risk factors for morbidity and mortality. Biomed Pharmacother. 2022 Jul;151:113089. doi: 10.1016/j.biopha.2022.113089.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Фролов Михаил Александрович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой глазных болезней
https://orcid.org/0000-0002-9833-623

Воробьева Ирина Витальевна
доктор медицинских наук, профессор кафедры глазных болезней
https://orcid.org/0000-0003-2707-8417

Фролов Александр Михайлович
кандидат медицинских наук, доцент кафедры глазных болезней
https://orcid.org/0000-0003-0988-1361

Семина Дарья Андреевна
ассистент кафедры глазных болезней
https://orcid.org/0009-0003-6567-8779

Клименко Анна Сергеевна
кандидат медицинских наук, доцент аккредитационно-симуляционного центра
https://orcid.org/0000-0001-8591-3746

Шаллах Сами
аспирант кафедры глазных болезней
https://orcid.org/0000-0003-3576-293X

ABOUT THE AUTHORS

Frolov Mikhail A.
MD, Professor, head of the Eye Diseases Department
https://orcid.org/0000-0002-9833-6236

Vorobyeva Irina V.
MD, Professor, Professor of the Eye Diseases Department
https://orcid.org/0000-0003-2707-8417

Frolov Alexander M.
PhD, Associate Professor of the Eye Diseases Department
https://orcid.org/0000-0003-0988-1361

Semina Daria A.
assistant of the Eye Diseases Department
https://orcid.org/0009-0003-6567-8779

Klimenko Anna S.
PhD, Associate Professor of the Eye Diseases Department
https://orcid.org/0000-0001-8591-3746

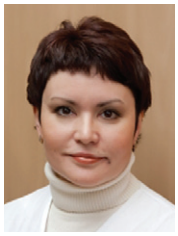
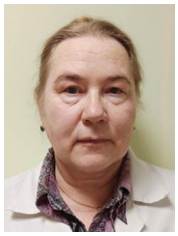
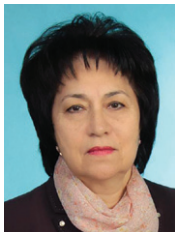
Shallah Sami
postgraduate of the Eye Diseases Department
https://orcid.org/0000-0003-3576-293X

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-612-617

поступила 27.03.25
was received 27.03.25

Опыт применения дренажа «Ксенопласт» в непроникающей операции при первичной открытоугольной глаукоме



Т.В. Гаврилова[1,2] Ю.А. Козырева[1] С.Н. Мухамадеева[2] Л.И. Соловьева[1] М.В. Черешнева[3]

[1] ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Петропавловская, 26, Пермь, 614990, Российская Федерация

[2] ГБУЗ Пермского края «Ордена “Знак Почета” Пермская краевая клиническая больница»
ул. Пушкина, 85, Пермь, 614045, Российская Федерация

[3] ФГБУН «Институт иммунологии и физиологии» УрО РАН
ул. Первомайская, 91, Екатеринбург, 620041, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):612–617**

Цель: анализ гипотензивной эффективности и безопасности применения дренажа «Ксенопласт» в непроникающей операции при первичной открытоугольной глаукоме. **Материалы и методы.** Проведен анализ медицинской документации 157 пациентов (157 глаз) с первичной открытоугольной глаукомой, которым были проведены гипотензивные операции непроникающего типа — непроникающая глубокая склерэктомия (НГСЭ) с использованием дренажа «Ксенопласт» (1-я группа) и без использования дренажа (2-я группа). Результаты оценивали в сроки до 36 месяцев. **Результаты.** Положительный эффект от операции, включающий в себя абсолютный и относительный успех, у пациентов 1-й группы на 6 послеоперационный день составил 96 %, затем постепенно снижался и через 36 месяцев отмечался в 74 % случаев. У пациентов 2-й группы положительный эффект сначала был в 100 % и в дальнейшем уменьшился до 58 % в те же сроки наблюдения. В обеих группах в раннем послеоперационном периоде имел место низкий процент осложнений со стороны глаз (5,4 и 4,8 % соответственно), характерных для непроникающих антиглаукомных операций. Количество проведенной десцеметогониопунктуры как второго этапа НГСЭ было в 1-й группе — 42 %, во 2-й — 51 %. **Заключение.** Проведенный анализ результатов операций указывает на преимущество использования дренажа «Ксенопласт» при проведении непроникающей глубокой склерэктомии.

Ключевые слова: первичная глаукома, непроникающая глубокая склерэктомия, дренаж Ксенопласт

Для цитирования: Гаврилова Т.В., Козырева Ю.А., Мухамадеева С.Н., Соловьева Л.И., Черешнева М.В. Опыт применения дренажа «Ксенопласт» в непроникающей операции при первичной открытоугольной глаукоме. *Офтальмология.* 2025;22(3):612–617. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-612-617

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Experience of Xenoplast Drainage Using in Non-penetrating Surgery of Primary Open-angle Glaucoma

T.V. Gavrilova[1,2], Yu.A. Kozyreva[1], S.N. Mukhamadeeva[2], L.I. Solovyeva[1], M.V. Chereshneva[3]

[1] E.A. Vagner Perm State Medical University
Petropavlovskaja str., 26, Perm, 614990, Russian Federation

[2] Perm Regional Clinical Hospital
Pushkin str., 85, Perm, 614045, Russian Federation

[3] Institute of Immunology and Physiology, Russian Academy of Sciences
Pervomajskaja str., 91, Ekaterinburg, 620041, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):612–617**

Purpose: to evaluate the hypotensive efficacy and safety of Xenoplast drainage in non-penetrating surgery of primary open-angle glaucoma. **Materials and methods.** The analysis of the medical records of 157 patients (157 eyes) with primary open-angle glaucoma who underwent hypotensive non-penetrating surgery (non-penetrating deep sclerectomy — NDSE) using Xenoplast drainage (group 1) and without drainage (group 2). The results were evaluated for up to 36 months. **Results.** The positive effect of the operation, including absolute and relative success, was 96% in group 1 on day 6, then gradually decreased and was 74 % after 36 months. In group 2, the positive effect was 100 % and decreased to 58 % at the appropriate time of follow-up. In both groups, in the early postoperative period, there was a low percentage of eye complications (5.4 % and 4.8 %), typical for non-penetrating antiglaucoma surgeries. The number of descemetogoniopunctures, performed as the second stage of NDSE, was insufficient, both in the 1st group — 42 %, and in the 2nd — 51 %. **Conclusion.** All of the above points to the advantage of using Xenoplast drainage during non-penetrating deep sclerectomy.

Keywords: primary glaucoma, non-penetrating deep sclerectomy, Xenoplast drainage

For citation: Gavrilova T.V., Kozyreva Yu.A., Mukhamadeeva S.N., Solovyeva L.I., Chereshneva M.V. Experience of Xenoplast Drainage Using in Non-penetrating Surgery of Primary Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):612–617. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-612-617

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

There is no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) является хронической офтальмопатологией, которая характеризуется периодическим или постоянным повышением внутриглазного давления (ВГД), развитием атрофии зрительного нерва, типичными дефектами поля зрения и открытым углом передней камеры глаза [1]. По данным Министерства здравоохранения в Российской Федерации в 2022 году на официальном учете состояло более 1,3 млн пациентов с первичной глаукомой [2].

Основная задача при лечении пациентов с глаукомой — достижение «давления цели». Несмотря на большой арсенал гипотензивных капель, опыт лечения глаукомы показывает, что медикаментозное, а также лазерное лечение часто дает лишь временный эффект. Более радикальным способом снижения повышенного ВГД является хирургическое лечение, причем наиболее успешные результаты могут быть получены при лечении начальных стадий заболевания [1].

В клинической практике традиционно используются два вида антиглаукомных хирургических вмешательств: проникающего (трабекулэктомия, синустрабекулэктомия и другие) и непроникающего (непроникающая глубокая склерэктомия — НГСЭ, вискоканалостомия, каналопластика) типа. Выбор метода зависит от нескольких факторов: уровня ВГД, состояния зрительных функций, режима инстилляций капель, наличия факторов риска, предпочтений и опыта хирурга, мнения пациента, его ожиданий [3]. Важно отметить, что, хирургические операции непроникающего типа при необходимости имеют второй этап вмешательства — YAG-лазерную десцеметогониопунктуру (ДГП) для перфорации трабекуло-десцеметовой мембраны. В результате этого улучшается отток внутриглазной жидкости (ВГЖ) и снижается ВГД, что значительно повышает эффективность НГСЭ с 20 до 80 % [4, 5]. При этом эффективность ДГП в первую очередь зависит от сроков ее проведения после НГСЭ. Длительное использование дополнительно гипотензивных капель без проведения ДГП только нивелирует эффект от лечения.

Дальнейший поиск более эффективных методов лечения диктуется недостаточной удовлетворенностью результатами традиционных оперативных вмешательств. Для повышения эффективности предотвращения рубцовой блокады вновь созданных путей оттока ВГЖ при оперативном лечении применяют дренажи [6]. В зависимости от материалов их изготовления используют дренажи на основе коллагена (Ксенопласт), металла (Ex-PRESS),

синтетического полимера (STARflo), биополимера (iGen), лейкосапфира, полилактида (Глаутекс), медицинского титана (мини-стент iStent) или силикона (клапанные устройства Ahmed, Molteno) [7]. Согласно данным литературы, эффективность хирургических вмешательств с применением дренажей составляет 65–85 % [7, 8].

В последние годы в нашей стране нашли широкое применение дренажи сетонного типа из фибриллярного белка коллагена, составляющего основу соединительной ткани организма человека, обеспечивающего ее прочность и эластичность [9]. Ксенопласт (ООО «Трансконтакт», Москва) — антиглаукомный коллагеновый дренаж, представляющий собой биологический имплант на основе высокоочищенного костного коллагена I типа животного происхождения, насыщенного сульфатированными гликозаминогликанами. Являясь аналогом трабекулярной ткани по своей гистологической структуре, он увеличивает проницаемость для ВГЖ, в результате этого снижается ВГД. Дренаж протезирует интрасклеральное пространство, демонстрируя иммунологическую толерантность к тканям, а также устойчивость к действию протеолитических ферментов в течение нескольких лет [9].

Цель работы — анализ гипотензивной эффективности и безопасности применения дренажа «Ксенопласт» в непроникающей операции при первичной открытоугольной глаукоме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На базе глаукомного отделения ГБУЗ Пермского края «Ордена “Знак Почета” Пермская краевая клиническая больница» (ПККБ) проведен анализ медицинской документации (историй болезни и амбулаторных карт) 157 пациентов (157 глаз) с ПОУГ развитой и далеко зашедшей стадии, которым были проведены гипотензивные операции непроникающего типа, за 6 лет (с 2017 по 2022 г.).

В зависимости от вида оперативного вмешательства пациенты были разделены на две группы: 1-я группа (74 человека, 74 глаза) — основная, проводилась НГСЭ с одновременной имплантацией антиглаукомного дренажа «Ксенопласт», 2-я группа — сравнения (83 человека, 83 глаза) — НГСЭ без использования дренажа.

В 1-й группе из 74 человек мужчин было 41 (55 %), женщин — 33 (45 %). По возрасту распределение было следующим: 40–45 лет — 1 человек (1 %), 46–55 лет — 8 (11 %), 56–65 лет — 27 (36 %), 66–75 лет — 25 (34 %), 76–85 лет — 13 (18 %). Средний возраст составил 67,42 ± 8,18 года.

Распределение по стадиям глаукомного процесса было следующим: II стадия — на 8 глазах (11 %), III стадия — на 66 (89 %); по степени компенсации ВГД: IIA — на 5 глазах (62,5 %), IIB — на 2 (25 %), IIC — на 1 (12,5 %); IIIA — на 31 (47 %), IIIB — на 21 (32 %), IIIC — на 14 (21 %). Острота зрения 0,01–0,09 была на 7 глазах (9 %); 0,1–0,4 — на 28 (38 %); 0,5–0,8 — на 31 (42 %); 0,9–1,0 — на 8 (11 %). Сопутствующие заболевания имели место на 63 глазах (85 %): катаракта — на 61 (82 %), возрастная макулярная дегенерация (ВМД) — на 3 (4 %), псевдоэксфолиативный синдром (ПЭС) — на 33 глазах (45 %). Ранее консервативная гипотензивная терапия проводилась всем пациентам, а 14 (19 %) в дополнение и лазерная трабекулопластика (ЛТП).

Сопутствующие соматические заболевания присутствовали у 56 пациентов (76 %): сахарный диабет — у 7 (10 %), гипертоническая болезнь — у 49 (66 %).

Во 2 группе из 83 человек мужчин было 45 (54 %), женщин — 38 (46 %). По возрасту распределение было следующим: 40–45 лет — 1 человек (1 %), 46–55 лет — 2 (2 %), 56–65 лет — 29 (35 %), 66–75 лет — 42 (51 %), 76–85 лет — 9 (11 %). Средний возраст составил 66,30 ± 10,30 года.

Распределение по стадиям глаукомы было следующим: II стадия — на 10 глазах (12 %), III стадия — на 73 (88 %); по степени компенсации ВГД: IIA — на 1 глазу (10 %), IIB — на 5 (50 %), IIC — на 4 (40 %); IIIA — на 19 (26 %), IIIB — на 34 (46,6 %), IIIC — на 20 (27,4 %). Острота зрения 0,01–0,09 была на 10 глазах (12 %); 0,1–0,4 — на 36 (43 %); 0,5–0,8 — на 26 (32 %); 0,9–1,0 — на 11 (13 %). Сопутствующие заболевания имели место на 58 глазах (70 %): катаракта — на 58 глазах (70 %), ВМД — на 1 (1 %), эпиретинальная мембрана — на 1 (1 %), ПЭС — на 23 глазах (28 %). Всем пациентам ранее проводилась консервативная гипотензивная терапия; у 17 человек (20 %) дополнительно была проведена ЛТП.

Сопутствующие соматические заболевания были у 63 пациентов (76 %): сахарный диабет — у 9 (11 %), гипертоническая болезнь — у 54 (65 %).

При обследовании пациентов использовались традиционные офтальмологические методы: визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, тонометрия по Маклакову, электронная тонография, гониоскопия, компьютерная периметрия, электрофизиологическое исследование сетчатки и зрительного нерва. Показатели визометрии, компьютерной периметрии и электрофизиологического исследования соответствовали тяжести глаукомного процесса.

Показанием к хирургическому лечению являлось отсутствие «давления цели».

Операция НГСЭ проводилась хирургами высшей категории по традиционной методике [10]. Больным 1-й группы на заключительном этапе в зону операции перпендикулярно лимбу укладывали дренаж «Ксенопласт», подшивали к склере одним узловым швом, затем выполняли фиксацию поверхностного склерального лоскута на своем месте [9].

Пациенты находились на стационарном лечении в среднем 6 дней. В дальнейшем наблюдение осуществляли в поликлиниках по месту жительства и в консультативном глаукомном кабинете поликлиники ПККБ в течение трех лет, результаты операций оценивали через 3, 6, 12, 24, 36 месяцев.

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2019 и в текстовом редакторе Microsoft Word 2019.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во время хирургических вмешательств осложнений со стороны глаз не было ни в одной группе.

В раннем послеоперационном периоде у пациентов 1-й группы имели место осложнения на 4 глазах (5,4 %): цилиохориоидальная отслойка (ЦХО) была в 2 случаях и потребовала проведения хирургического вмешательства (задняя трепанация склеры), офтальмогипертензия в 2 случаях, купированная консервативной терапией.

У пациентов 2-й группы осложнения имели место на 4 глазах (4,8 %): ЦХО в 2 случаях, была проведена задняя трепанация склеры, офтальмогипертензия в 1 случае и гемофтальм в 1 случае, которые были купированы консервативной терапией.

Все осложнения были нивелированы до выписки из стационара в сроки от 4 до 6 дней.

Реакций на дренаж «Ксенопласт» со стороны сосудистого тракта и эндотелия роговицы, как и показаний к его удалению, не было ни в одном случае.

Полученный гипотензивный эффект оценивался по достижению «давления цели» по трем показателям: абсолютный успех операции — достижение «давления цели» без дополнительной инстилляции гипотензивных капель, относительный успех — достижение целевого ВГД на фоне применения гипотензивных капель, и неуспех — отсутствие достижения «давления цели».

Динамика показателей результатов хирургических вмешательств представлена на рисунках 1 и 2. У пациентов обеих групп в первые дни после оперативного вмешательства был достигнут высокий абсолютный успех — 95 и 99 % соответственно, затем отмечалось резкое его снижение к 3-му месяцу наблюдения и далее плавное снижение к 36-му месяцу; относительный успех — значительное повышение к 6-му месяцу и затем плавное продолжение увеличения к 36-му месяцу.

При выписке из стационара положительный эффект операций (достижение «давления цели»), включающий в себя абсолютный и относительный успех, был получен у пациентов 1-й группы в 96 % (91 + 5 %) и во 2-й — в 100 % (99 + 1 %) (рис. 3).

Отдаленные результаты прослежены у всех пациентов, при этом явка в заявленные сроки исследования в 1-й группе была от 35 до 78 % (в среднем 55 %), во 2-й — от 28 до 87 % (в среднем 56 %).

В дальнейшем положительный эффект операции снижался и суммарно составил в 1-й группе через 3 месяца — 85 % (46 + 39 %), через 6 — 93 % (35 + 58 %), через 12 — 83 % (23 + 60 %), через 24 — 84 % (20 + 64 %),

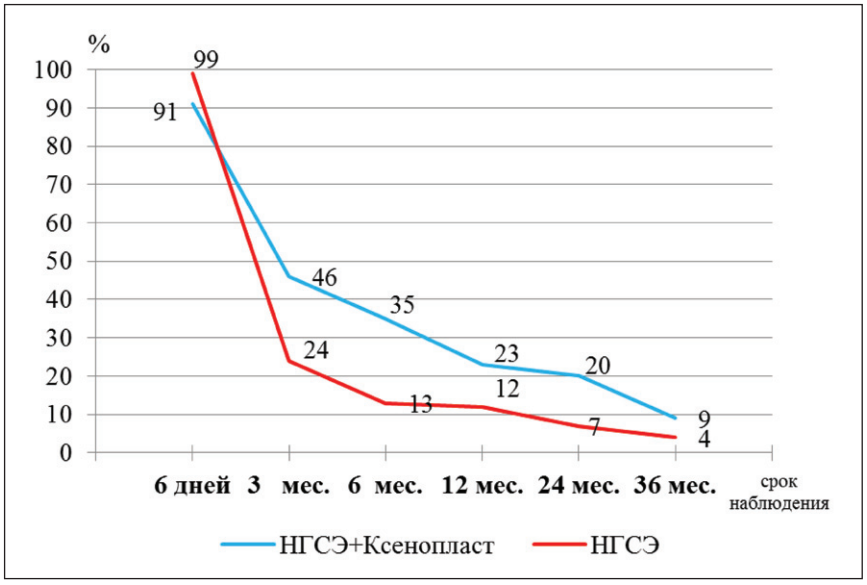


Рис. 1. Динамика достижения абсолютного успеха после антиглаукомной операции

Fig. 1. Dynamics of achieving the absolute success after the anti-glaucoma operation

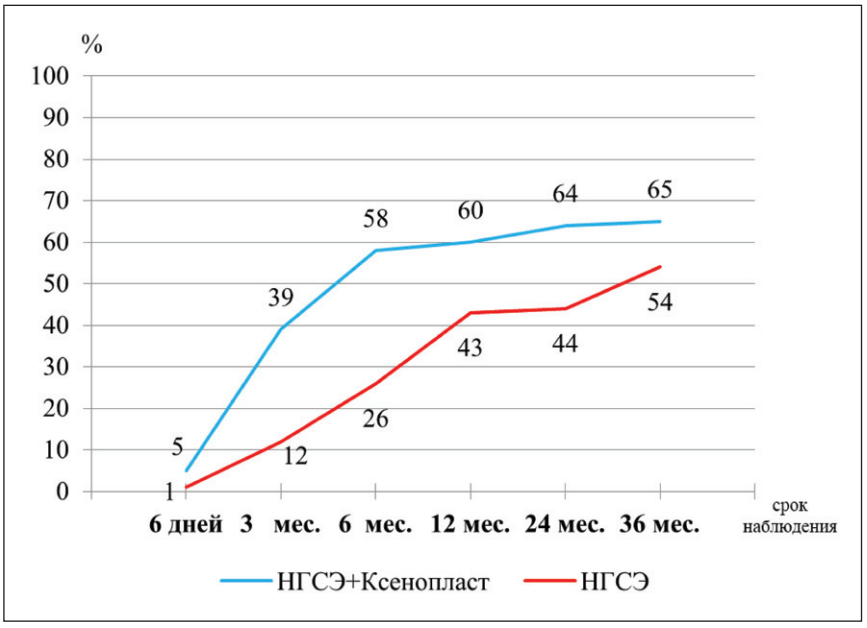


Рис. 2. Динамика достижения относительного успеха после антиглаукомной операции

Fig. 2. Dynamics of achieving the relative success after the anti-glaucoma operation

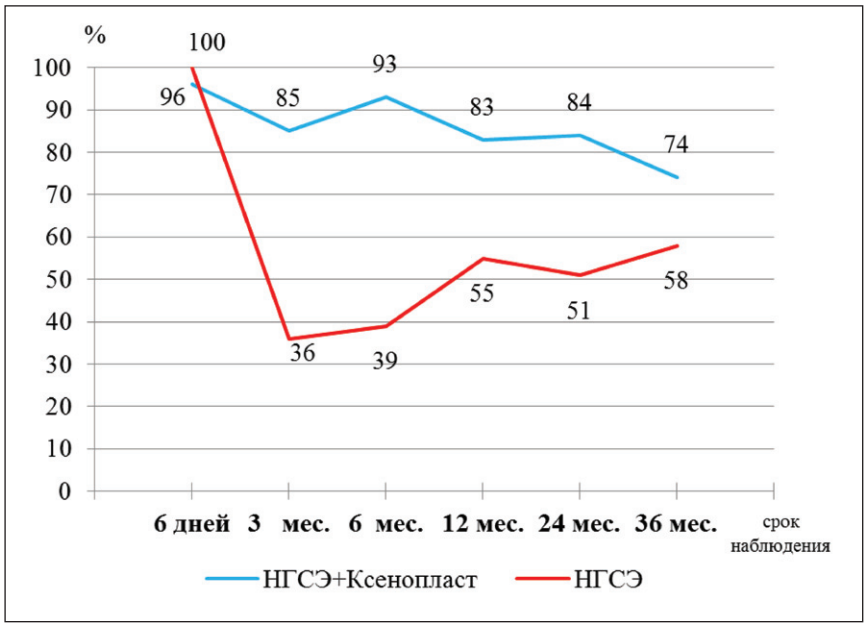


Рис. 3. Динамика положительного эффекта после антиглаукомной операции

Fig. 3. Dynamics of positive effect after the anti-glaucoma operation

через 36 месяцев — 74 % (9 + 65 %). У пациентов 2-й группы эффект тоже снижался, при этом цифры были значительно ниже, чем в 1-й группе: через 3 месяца составил 36 % (24 + 12 %), через 6 — 39 % (13 + 26 %), через 12 — 55 % (12 + 43 %), через 24 — 51 % (7 + 44 %), через 36 месяцев — 58 % (4 + 54 %).

Пациентам, у которых при повторном обследовании на фоне применения гипотензивных капель не было получено «давление цели», проводилось дополнительное вмешательство.

У пациентов 1-й группы ДГП была сделана на 31 глазу (42 %): в сроки 6 дней — на 2 глазах, 3 месяцев — на 5, 6 месяцев — на 7, 12 месяцев — на 6, 24 месяца — на 6 и 36 месяцев — на 5 глазах; синустрабекулэктомия (СТЭ) была проведена на 4 глазах (5 %): через 6, 12, 24 и 36 месяцев соответственно; циклофотокоагуляция (ЦФК) — на 1 глазу (1 %) через 36 месяцев.

Во 2-й группе ДГП проведена на 42 глазах (51 %): в сроки 6 дней — на 2 глазах, 3 месяца — на 9, 6 месяцев — на 10, 12 месяцев — на 10, 24 месяца — на 8 и 36 месяцев — на 3; СТЭ проведена на 2 глазах (2 %) через 12 и 24 месяца; ЦФК — на 5 глазах (6 %): через 12 месяцев — на 1, через 24 месяца — на 3, через 36 месяцев — на 1 глазу; имплантация шунта Ex-PRESS выполнена через 6 и 24 месяца на 2 глазах (2 %).

Относительно малый процент явки больных в послеоперационном периоде частично можно связать с отсутствием жалоб пациентов со стороны органа зрения, а также действующими карантинными мерами в период эпидемии COVID-19 в 2020–2022 гг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с первичной открытоугольной глаукомой, которым была проведена операция НГСЭ в сочетании с дренажом «Ксенопласт» (1-я группа), имел место более выраженный гипотензивный эффект, чем у лиц, у которых не был использован дренаж.

Высокий абсолютный успех (95 и 99 %), достигнутый в первые дни после оперативного вмешательств в обеих группах, в дальнейшем снижался в течение трех лет, однако в 1-й группе снижение гипотензивного эффекта было менее выраженным по сравнению со 2-й группой.

В ранние сроки после вмешательства в обеих группах имел место низкий процент осложнений со стороны глаз (5,4 и 4,8 %, различие их статистически не значимо), характерных для непроникающей глубокой склерэктомии, что согласуется с данными, полученными К.Б. Першиным и соавт. при проведении сравнительной характеристики двух исследуемых групп (НГСЭ и НГСЭ с имплантацией коллагенового дренажа) [11].

Положительным является отсутствие реакции со стороны тканей глаза на используемый дренаж.

При отсутствии достижения «давления цели» в качестве второго этапа непроникающей антиглаукомной операции проводилось дополнительное вмешательство — ДГП, однако их количество было недостаточным: в 1-й группе НГСЭ с Ксенопластом — 42 %, во 2-й — НГСЭ без дренажа — 51 %.

Проведенное исследование указывает на преимущество использования дренажа «Ксенопласт» при проведении непроникающей глубокой склерэктомии, однако необходимо продолжать поиск более стабильных методов получения «давления цели» у пациентов с глаукомой.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Гаврилова Т.В. — разработка концепции исследования, редактирование текста; окончательное утверждение рукописи;
Козырева Ю.А. — сбор и статистическая обработка материала, анализ данных, написание текста, обзор литературы;
Мухамадеева С.Н. — сбор и обработка полученного материала;
Соловьева Л.И. — редактирование текста;
Черешнева М.В. — интерпретация полученных данных, редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Первичная открытоугольная глаукома. Национальное руководство / Под ред. Е.А. Егорова, А.В. Куроедова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2023:1032.
   Primary open-angle glaucoma. National guidelines / Edited by EA Egorov, AV Kuroedova. Moscow: GEOTAR-Media, 2023:1032 (In Russ.). doi: 10.33029/9704-7661-1-LFP-2023-1-1032.
2. Клинические рекомендации: Глаукома первичная открытоугольная. Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2024. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/96_2 (дата обращения 27.02.2025).
   Clinical guidelines: Glaucoma primary open-angle. Ministry of Health of the Russian Federation, 2024 (In Russ.). URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/96_2 (accessed 27.02.2025).
3. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th Edition. Br J Ophthalmol. 2021 Jun;105 (Suppl 1):1–169. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-egsguidelines.
4. Крылова ИА, Гойдин АП, Проничкина ММ, Яблокова НВ, Гурко ТС. Анализ результатов лазерной десцемтогониопунктуры в зависимости от сроков ее проведения после хирургичческих антиглаукоматозных операций непроникающего типа. Вестник Тамбовского университета. 2014;19(4):1163–1165.
   Krylova IA, Goydin AP, Pronichkina MM, Yablokova NV, Gurko TS. Analysis of laser descemetogoniopuncture outcomes depending on term of realization after non-penetrating antiglaucomatous surgery. Annals of Tambov University. 2014;19(4):1163–1165 (In Russ.).
5. Шункевич ОН, Мелихова ИА, Борискина ЛН, Балалин СВ. Роль десцеметогониопунктуры в нормализации внутриглазного давления при повышении офтальмотонуса в раннем послеоперационном периоде после микроинвазивной непроникающей глубокой склерэктомии. Вестник Оренбургского государственного университета. 2012;12(148):232–233.
   Shunkevich ON, Melikhova IA, Boriskina LN, Balalin SV. The role of descemetogoniopuncture in normalization of intraocular pressure with increased ophthalmotonus in the early postoperative period after microinvasive non-penetrating deep sclerectomy. Annals of Orenburg State University. 2012;12(148):232–233 (In Russ.).
6. Петров СЮ. Принципы современной хирургии глаукомы согласно IV изданию Европейского глаукомного руководства (аналитический комментарий). РМЖ Клиническая офтальмология. 2017;18(3):184–189. doi: 10.21689/2311-7729-2017-17-3-184-189.
   Petrov SYu. Principles of modern incisional surgery for glaucoma by the 4th Edition of the Terminology and Guidelines for Glaucoma of the European Glaucoma Society. RMJ Clinical ophthalmology. 2017;18(3):184–189 (In Russ.). doi: 10.21689/2311-7729-2017-17-3-184-189.
7. Терещенко АВ, Трифаненкова ИГ, Молоткова ИА, Жуков СС. Дренажи в хирургии глаукомы. Национальный журнал Глаукома. 2020;19(2):88–96. doi: 10.25700/NJG.2020.02.10.
   Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Molotkova IA, Zhukov SS. Drainage devices in glaucoma surgery. National Journal glaucoma. 2020;19(2):88–96. (In Russ.). doi: 10.25700/NJG.2020.02.10.
8. Гаврилова ТВ, Любимов КС, Мухамадеева СН, Черешнева МВ. Наш опыт использования современных дренажей в хирургии глаукомы. Российский офтальмологический журнал. 2020;13(1):71–76. doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-1-71-76.
   Gavrilova TV, Lyubimov KS, Mukhamadeeva SN, Chereshneva MV. Using of modern types of drainage in glaucoma surgery: our experience. Russian Ophthalmological Journal. 2020;13(1):71–76 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-1-71-76.
9. Анисимова СЮ, Анисимов СИ, Рогачева ИВ. Отдаленные результаты хирургического лечения рефрактерной глаукомы с использованием стойкого к биодеструкции коллагенового дренажа. Национальный журнал Глаукома. 2011;2:28–33.
   Anisimova SYu, Anisimov SI, Rogacheva IV. Long-term results of surgical treatment of refractory glaucoma using collagen drainage resistant to biodegradation. National Journal glaucoma. 2011;2:28–33 (In Russ.).
10. Федоров СН, Козлов ВИ, Тимошкина НТ. Непроникающая глубокая склерэктомия при открытоугольной глаукоме. Офтальмохирургия. 1989;3(4):52–55.
    Fedorov SN, Kozlov VI, Timoshkina NT. Non-penetrating deep sclerectomy in open-angle glaucoma. Ophthalmosurgery. 1989;3(4):52–55 (In Russ.).
11. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Косова ИВ, Соловьева ГМ. Непроникающая глубокая склерэктомия с имплантацией коллагенового дренажа в хирургическом лечении глаукомы. Национальный журнал Глаукома. 2022;21(2):42–50. doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-2-42-50.
    Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYu, Kosova IV, Solovyova GM. Non-penetrating deep sclerectomy and implantation of collagen drainage in the surgical treatment of glaucoma. National Journal glaucoma. 2022;21(2):42–50 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-2-42-50.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гаврилова Татьяна Валерьевна
доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН,
заведующая кафедрой офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-2071-9322

Козырева Юлия Александровна
ординатор кафедры офтальмологии

Мухамадеева Светлана Нариманова
заведующая вторым офтальмологическим отделением

Соловьева Лариса Игоревна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0009-0008-9702-2842

Черешнева Маргарита Владимировна
доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории иммунофизиологии и иммунофармакологии, заслуженный деятель науки РФ
https://orcid.org/0000-0002-6169-7978

ABOUT THE AUTHORS

Gavrilova Tatiana V.
MD, Professor, RAS Corresponding Member,
head of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-2071-9322

Kozyreva Yulia A.
resident of the Ophthalmology Department

Mukhamadeeva Svetlana N.
head of the 2nd Ophthalmology Department

Solovyeva Larisa I.
PhD, Associate Professor
https://orcid.org/0009-0008-9702-2842

Chereshneva Margarita V.
MD, Professor, principal researcher, Honored Scientist
of the Russian Federation
https://orcid.org/0000-0002-6169-7978

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-618-624

поступила 05.07.25
was received 05.07.25

Клиническая значимость изменений прекорнеальной слезной пленки при кератоконусе в интерпретации томографических методов исследования роговицы





А.Ю. Слонимский[1] В.В. Аверич[2,3] Е.В. Суханова[2]

[1] ООО «Московская Глазная Клиника»
пер. Хользунова, 8, стр. 1, Москва, 119021, Российская Федерация

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

[3] АНО «Национальный институт миопии»
ул. Дегунинская, 7, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):618–624**

Актуальность. Современные методы кератотопографии и томографии роговицы играют ключевую роль в диагностике, мониторинге и планировании хирургического лечения кератоконуса (КК). Однако на точность измерений при КК может влиять нарушение стабильности прекорнеальной слезной пленки (ПСП), индуцированное синдромом сухого глаза (ССГ). **Цель:** анализ клинической значимости влияния изменений ПСП при КК на интерпретацию данных томографических методов исследования роговицы, а также разработка оптимизированного диагностического протокола для их нивелирования. **Пациенты и методы.** В исследование включены 115 пациентов (230 глаз) с билатеральным неоперированным КК. Проведена комплексная оценка состояния ПСП (биомикроскопия переднего отрезка глаза с применением витальных красителей, определение времени разрыва слезной пленки — проба Норна, общей и базальной слезопродукции — тесты Ширмера и Джонеса), выполнена шаймпфлюг-томография (с оценкой основных топографических индексов, керато- и пахиметрией, а также элевации, асферичности и волнового фронта) до и после инстилляции слезозаместителя на основе гиалуроната натрия. **Результаты.** Результаты показали значительное нарушение стабильности ПСП у пациентов с КК, что проявлялось снижением времени ее разрыва и высокой интенсивностью окрашивания роговицы. После временной стабилизации ПСП с помощью слезозаместителя зафиксировано достоверное уменьшение индексов передней поверхности роговицы (ISV, IVA, KI, CKI, IS, IHD), показателей кератометрии (K1, K2, Kmean, Kmax) и аберраций (RMS total, LOA, HOA). Выявлены сильные корреляции между состоянием ПСП и топографическими параметрами: положительная — с окрашиванием (r = 0,621–0,787), отрицательная — с временем разрыва ПСП (r = –0,334…–0,787). **Заключение.** Нарушение ПСП при КК существенно искажает результаты томографии, что может приводить к ошибочной диагностике прогрессирования заболевания. Инстилляция слезозаменителя перед исследованием повышает точность измерений, минимизируя артефакты, связанные с дестабилизацией ПСП. Внедрение стандартизированной оценки и коррекции ПСП в диагностический алгоритм у пациентов с КК улучшает воспроизводимость данных и обоснованность клинических решений.

Ключевые слова: кератоконус, синдром сухого глаза, слезная пленка, кератотопография, кератотомография, аберрации

Для цитирования: Слонимский А.Ю., Аверич В.В., Суханова Е.В. Клиническая значимость изменений прекорнеальной слезной пленки при кератоконусе в интерпретации томографических методов исследования роговицы. *Офтальмология.* 2025;22(3):618–624. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-618-624

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

The Clinical Significance of Changes in the Precorneal Tear Film in Keratoconus in the Interpretation of Tomographic Methods of Corneal Examination

A.Yu. Slonimsky[1], V.V. Averich[2,3], E.V. Suhanova[2]

[1] Moscow Eye Clinic
Kholzunov lane, 8/1, Moscow, 119021, Russian Federation

[2] Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolomo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

[3] National Myopia Institute
Deguninskaya str., 7, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):618–624**

Relevance. Modern methods of corneal keratotopography and tomography play a key role in the diagnosis, monitoring, and surgical treatment planning of keratoconus (KC). However, the accuracy of measurements in KC may be affected by instability of the precorneal tear film (PTF) induced by dry eye syndrome (DES). **Purpose:** to evaluate the clinical significance of PTF changes in KC on the interpretation of corneal tomographic data and to develop an optimized diagnostic protocol for minimizing their impact. **Patients and methods.** The study included 115 patients (230 eyes) with bilateral non-operated KC. A comprehensive assessment of PTF status was performed (biomicroscopy of the anterior segment using vital dyes, tear film break-up time — Norn's test, total and basal tear secretion — Schirmer's and Jones' tests), followed by Scheimpflug tomography (evaluating key topographic indices, kerato- and pachymetry, as well as elevation, asphericity, and wavefront aberrations) before and after instillation of sodium hyaluronate-based artificial tears. **Results.** The results revealed significant PTF instability in KC patients, manifested by reduced tear film break-up time and high corneal staining intensity. After temporary PTF stabilization with artificial tears, a significant decrease was observed in anterior corneal surface indices (ISV, IVA, KI, CKI, IS, IHD), keratometry values (K1, K2, Kmean, Kmax), and aberrations (RMS total, LOA, HOA). Strong correlations were found between PTF status and topographic parameters: positive with staining (r = 0.621–0.787) and negative with tear film break-up time (r = –0.334 to -0.787). **Conclusion.** PTF impairment in KC significantly distorts tomography results, potentially leading to misdiagnosis of disease progression. Instillation of artificial tears prior to examination improves measurement accuracy by minimizing PTF instability-related artifacts. Implementing standardized PTF assessment and correction in the diagnostic algorithm for KC patients enhances data reproducibility and clinical decision-making reliability.

Keywords: keratoconus, dry eye syndrome, tear film, keratotopography, keratotomography, aberrations

For citation: Slonimsky A.Yu., Averich V.V., Suhanova E.V. The Clinical Significance of Changes in the Precorneal Tear Film in Keratoconus in the Interpretation of Tomographic Methods of Corneal Examination / *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):618–624. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-618-624

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

There is no conflict of interests.

Современная офтальмология располагает широким спектром высокоточных методов диагностики роговицы, среди которых особое место занимают кератотопографические и томографические исследования. Эти технологии, основанные на различных физических принципах — от классического метода Пласидо до современных шаймпфлюг-анализаторов, — позволяют детально оценивать анатомо-оптические свойства роговицы, что имеет ключевое значение в диагностике, мониторинге и планировании хирургических вмешательств [1, 2]. Однако, несмотря на высокую точность оборудования, существенным фактором, способным влиять на достоверность измерений, является состояние прекорнеальной слезной пленки (ПСП) [3–6].

ПСП не только выполняет защитную и трофическую функции, но и играет важную роль в формировании оптически гладкой поверхности роговицы. Нарушение ее стабильности, характерное для синдрома сухого глаза (ССГ), приводит к изменению светопреломляющих свойств роговицы, повышению волнового фронта и светорассеянию [7–10], что может искажать результаты кератотопографических и томографических исследований. Многочисленные исследования подтверждают, что у пациентов с ССГ отмечается значительная вариабельность топографических индексов [3–5, 10], кератo- и пахиметрических показателей [6, 11–15], а также аберрационных показателей [6, 16–20], что особенно критично при планировании рефракционного и катарактального вмешательства. Кроме того, в литературе описано, что инстилляция слезозаменителя перед диагностическими исследованиями роговицы улучшает стабильность ПСП, снижает аберрации и светорассеяние и повышает точность измерений [10, 19–22]. Необходимо отметить, что данная проблема хорошо изучена на примере с условно регулярной роговичной поверхностью, однако остается мало исследованной при наличии

выраженной иррегулярности роговицы, в частности при кератоконусе.

Кератоконус (КК) является хроническим заболеванием, характеризующимся прогрессирующим истончением и эктазией роговицы, что приводит к формированию неправильного астигматизма и значительному снижению остроты зрения [23–24]. Ряд исследований свидетельствует о высокой распространенности ССГ среди пациентов с КК, что может быть связано с комбинацией воспалительных, нейротрофических и механических факторов [25–33]. При этом нарушение стабильности ПСП потенциально способно усугублять искажения при топографических и томографических исследованиях и существенно снижать точность диагностики и динамического наблюдения. На сегодняшний день в доступной литературе практически отсутствуют работы, посвященные данной проблеме. Единичная публикация не выявила значимого влияния состояния ПСП при КК на результаты томографического исследования роговицы, а также наличия корреляции между КК и параметрами ПСП [34]. Кроме того, результаты данной работы противоречат данным других исследований, демонстрирующих наличие дестабилизации ПСП при КК [25–33].

Таким образом, актуальность изучения влияния ПСП на результаты томографических исследований при КК обусловлена не только высокой распространенностью ССГ среди этой категории пациентов, но и потенциальным риском диагностических ошибок, которые могут повлиять на выбор тактики ведения пациента.

С связи с этим **целью** данной работы явилась оценка клинической значимости влияния изменений ПСП при КК на интерпретацию данных томографических методов исследования роговицы, а также разработка оптимизированного диагностического протокола для их нивелирования.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы 115 пациентов (230 глаз) с билатеральным стабилизированным не оперированным КК различных стадий по Amsler-Krumeich. Средний возраст обследуемых составил 30,5 ± 4,3 года. От всех пациентов было получено добровольное информированное согласие об обезличенном использовании их персональных медицинских данных в научном исследовании.

Критерии невключения в исследование: возраст старше 40 лет, наличие воспалительных заболеваний глаз, общее или местное применение лекарственных препаратов, потенциально влияющих на результаты настоящего исследования, общесоматические или системные заболевания в анамнезе.

На первом этапе исследования всем пациентам проводили комплексную оценку функционального состояния ПСП. Диагностический протокол включал биомикроскопическое исследование переднего отрезка глаза с применением витального красителя — флуоресцеина натрия, позволяющего визуализировать эпителиальные дефекты и оценивать степень поражения роговицы по Оксфордской шкале; измерение времени разрыва ПСП (ВРСП или проба Норна) для оценки ее стабильности, а также исследование общей (тест Ширмера) и базальной (проба Джонеса) слезопродукции. Перед проведением пробы Джонеса за 5–7 минут до исследования выполняли инстилляцию местного анестетика (оксибупрокаин 0,4 %) для исключения рефлекторного слезотечения.

Вторым этапом выполняли томографическое исследование роговицы с помощью шаймпфлюг-анализатора Pentacam (Oculus Inc., США). Оценивали следующие топографические и томографические параметры:

– ISV (Index of Surface Variance — индекс вариации поверхности) — количественно характеризует степень отклонения локальной кривизны роговицы от среднестатистических значений (норма ≤ 20 усл. ед.);

– IVA (Index of Vertical Asymmetry — индекс вертикальной асимметрии) — отражает разницу в кривизне между верхними и нижними квадрантами роговицы относительно горизонтального меридиана (норма ≤ 0,2 усл. ед.);

– KI (Keratoconus Index — индекс кератоконуса) — демонстрирует увеличенные значения при наличии топографических признаков, характерных для кератоконуса (норма ≤ 1,05 усл. ед.);

– CKI (Center Keratoconus Index) — индекс центрального кератоконуса) — специфический показатель, возрастающий при выявлении эктатических изменений в парацентральной и центральной зонах роговицы (норма ≤ 1,01 усл. ед.);

– IS (Inferior-Superior index) — индекс верхне-нижней асимметрии) — характеризует соотношение силы преломления в верхней и нижней частях роговицы (норма ≤ 1,25 дптр);

– IHA (Index of Height Asymmetry) — индекс асимметрии вершины / коэффициент вертикальной асимметрии) — количественный параметр, оценивающий степень асимметрии наиболее выступающей точки роговицы относительно горизонтальной оси (норма ≤ 12 мкм);

– IHD (Index of Height Decentration) — индекс смещения вершины относительно центра / коэффициент смещения центра высоты) — характеризует величину вертикального смещения зоны максимального «укручения» роговицы (норма ≤ 0,010 усл. ед.);

– Kflat, или K1 — оптическая сила слабого меридиана роговицы (норма 40–44 дптр);

– Ksteep, или K2 — оптическая сила сильного меридиана роговицы (норма 41–45 дптр);

– Kmean, или Km — среднее значение оптической силы по двум главным меридианам роговицы (норма 40,5–44,5 дптр);

– Kmax — максимальное значение оптической силы роговицы (норма ≤ 47 дптр);

– RMin (минимальная сагиттальная кривизна) — определяет наименьшее значение радиуса кривизны роговицы в сагиттальной плоскости (норма ≥ 7.4 мм);

– пахиметрия — толщина роговицы в самой тонкой точке (норма 520–550 мкм);

– Q-value (коэффициент асферичности передней и задней поверхностей роговицы) — параметр, характеризующий отклонение формы роговицы от идеальной сферы (норма от –0,1 до –0,6 и от –0,1 до –0,3 соответственно);

– элевация передней и задней поверхностей роговицы — топографический показатель, отражающий отклонение реальной формы роговицы от референсной сферической поверхности (в частности, от best-fit sphere) (норма ±12–15 и ±10–12 мкм соответственно);

– RMS Total (Total Root Mean Square) характеризует общие волновые аберрации роговицы — среднеквадратичное значение волнового фронта (норма < 0,5 мкм);

– RMS LOA (Low Order Aberrations) и RMS HOA (High Order Aberrations) — среднеквадратичное значение аберраций низшего и высшего порядка (норма < 0,4 и 0,25 мкм соответственно).

Учитывая потенциальную роль слезозаместительных препаратов во временной стабилизации СП, пациенты были обследованы на шаймпфлюг-анализаторе до и после инстилляции слезозаместителя на основе гиалуроната натрия 0,18 %. Повторное измерение на приборе проводили через 10,6 ± 1,2 минуты после инстилляции.

Статистическую обработку данных осуществляли в программе IBM SPSS Statistics 27 (IBM Analytics, США). Проверка нормальности распределения была выполнена с помощью критерия Колмогорова — Смирнова и оценки асимметрии и эксцесса. Нормально распределенные данные представлены в виде среднего арифметического (*M*) со стандартным отклонением (SD). Данные с отклонением от нормального распределения — в виде медианы (Me) с квартильным размахом [Q1; Q3]. Непараметрические параметры сравнивались с помощью *W*-критерия знаковых рангов Уилкоксона. Уровень значимости установлен при $p \leq 0,05$. Корреляции показателей рассчитывались с помощью коэффициента Спирмана.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первостепенно нами были оценены результаты функционального состояния ПСП. Оценка интенсивности окрашивания глазной поверхности (в частности, роговицы) витальными красителями в соответствии с Оксфордской шкалой была следующая: в 34 % случаев окрашивания не наблюдалось, в 35,7 % — интенсивность окрашивания соответствовала I степени. В 20,2, 7,3 и 2,8 % случаев повреждение роговицы соответствовало II, III и IV степени окрашивания соответственно.

Результаты проведенных функциональных проб представлены в таблице 1. По данным пробы Норна медиана ВРСП составила 7,5 секунды [4,25; 10,75] при диапазоне значений от 2 до 21 секунды, что существенно ниже общепринятого нормативного показателя (норма ≥ 20 секунд [34]) и может свидетельствовать о выраженном снижении стабильности ПСП. Значения общей и основной слезопродукции составили 13 мм [12; 17] с вариациями от 8 до 29 мм, и 9 мм [8; 10] при разбросе значений от 5 до 30 мм, что также соответствует снижению относительно референсных значений (норма ≥ 15 и 10 мм соответственно [34]).

Таблица 1. Показатели стабильности прекорнеальной слезной пленки (проба Норна), уровня общей (проба Ширмера) и основной слезопродукции (проба Джонеса) у пациентов с кератоконусом различных стадий (Me [Q1; Q3] (min-max))

Table 1. Indicators of the precorneal tear film stability (Norn test), the level of total (Schirmer test) and basic tear production (Jones test) in patients with keratoconus of various stages (Me [Q1; Q3] (min-max))

Показатели Indicators	Проба Норна, сек Norn test, sec	Проба Ширмера, мм Shirmer test, mm	Проба Джонеса, мм Jones test, mm
	7,5 [4,25; 10,75] (2–21)	13 [12; 17] (8–29)	9 [8; 10] (5–30)

На втором этапе нами были проанализированы результаты шаймпфлюг-исследования роговицы до и после инстилляции слезозаместителя. Полученные результаты свидетельствуют о значимых изменениях ключевых параметров роговицы после использования капель. Анализ данных показал статистически значимое снижение индексов передней поверхности роговицы: ISV с 91 [48,5; 133,5] до 87 [48,5; 130,5] ($p < 0,001$); IVA с 0,86 [0,50; 1,13] до 0,82 [0,45; 1,00] ($p < 0,001$); KI — с 1,23 [1,12; 1,35] до 1,22 [1,13; 1,34] ($p = 0,003$); CKI — с 1,09 [1,02; 1,15] до 1,08 [1,02; 1,15] ($p = 0,016$); IS — с 5,52 [3,08; 8,00] до 5,57 [2,91; 7,85] ($p < 0,001$). Индекс IHD имел достоверное снижение квартильных показателей — с 0,13 [0,07; 0,19] до 0,13 [0,06; 0,18] ($p < 0,001$). Индекс IHA имел статистически незначимую тенденцию к снижению показателей, связанную с увеличением диапазона максимальных значений (с 62,8 до 77,3, $p = 0,182$).

Временная стабилизация ПСП также привела к достоверному снижению показателей кератометрии: K1 снизился с 45,8 [43,3; 51,9] до 45,7 [43,2; 51,7] дптр ($p < 0,001$); K2 — с 48,5 [45,7; 55,8] до 48,3 [45,9; 56,4] дптр ($p < 0,001$); Kmean — с 47,2 [44,5; 53,9] до 47,0 [44,5; 53,5] дптр ($p < 0,001$). Зона максимального преломления роговицы (Kmax) снизилась с 55,9 [49,9; 67,7] до 55,4 [49,8; 67,2] дптр ($p < 0,001$), а показатель минимального радиуса (Rmin) увеличился с 6,70 [5,71; 7,45] до 6,73 [5,81; 7,80] мм ($p < 0,001$).

Кроме того, на фоне инстилляции слезозаместителя происходит значимое снижение элевации и Q-value передней поверхности роговицы с 29,0 [16,5; 38,5] до 20,0 [15,7; 35,5] мкм ($p = 0,003$) и с –0,92 [–1,67; –0,55] до –0,90 [–1,65; -0,56] ($p = 0,003$). Элевация и Q-value задней поверхности роговицы не претерпели значимых изменений ($p = 0,630$ и $p = 0,101$ соответственно).

Относительное «уплощение» роговичной поверхности закономерно привело к достоверному снижению

уровня аберраций: RMS total снизились с 10,6 [5,40; 15,0] до 10,1 [5,4; 14,7] мкм ($p < 0,001$), RMS LOA — с 10,0 [5,25; 14,3] до 9,8 [5,0; 13,7] мкм ($p = 0,005$), а RMS HOA — с 2,50 [1,33; 4,10] до 2,37 [1,16; 3,79] мкм ($p < 0,001$) (табл. 2).

Корреляционный анализ выявил сильную взаимосвязь между состоянием ПСП и топографическими параметрами роговицы. Интенсивность окрашивания роговицы демонстрировала значимую положительную корреляцию с индексами передней поверхности: ISV ($r = 0,621$, $p < 0,001$), IVA ($r = 0,298$, $p < 0,001$), KI ($r = 0,601$, $p < 0,001$), CKI ($r = 0,545$, $p < 0,001$) и IS ($r = 0,676$, $p < 0,001$). ВРСП показало обратную корреляцию с этими же параметрами: ISV ($r = –0,510$, $p < 0,001$), IVA ($r = –0,334$, $p = 0,014$), KI ($r = –0,476$, $p < 0,001$), CKI ($r = –0,513$, $p < 0,001$) и IS ($r = –0,787$, $p < 0,001$).

Таблица 2. Сравнение топографических, кератометрических и аберрометрических параметров роговицы до и после инстилляции слезозаместителя у пациентов с кератоконусом

Table 2. Comparison of topographic, keratometric, and aberrometric parameters of the cornea before and after artificial tear instillation in patients with keratoconus

Показатель Indicators	До инстилляции капель Before instillation of drops	После инстилляции капель After instillation of drops	*p**
	Me [Q1; Q3] (min-max)	Me [Q1; Q3] (min-max)	
ISV, усл. ед.	91,0 [48,5; 133,5] (24,0–216,0)	87,0 [48,5; 130,5] (26,0–210,0)	<0,001
IVA, усл. ед.	0,86 [0,50; 1,13] (0,25–1,77)	0,82 [0,45; 1,00] (0,054–1,07)	<0,001
KI, усл. ед.	1,23 [1,12; 1,35] (1,06–1,76)	1,22 [1,13; 1,34] (1,06–1,74)	0,003
CKI, усл. ед.	1,09 [1,02; 1,15] (0,99–1,32)	1,08 [1,02; 1,15] (0,99–1,31)	0,016
IS, усл. ед.	5,52 [3,08; 8,00] (1,65–15,10)	5,57 [2,91; 7,85] (0,84–14,50)	<0,001
IHA, усл. ед.	23,8 [13,6; 37,7] (2,2–62,8)	22,2 [13,0; 37,2] (1,7–77,3)	0,182
IHD, усл. ед.	0,13 [0,07; 0,19] (0,02–3,83)	0,13 [0,06; 0,18] (0,005 –7,89)	<0,001
Kflat (K1), дптр	45,8 [43,3; 51,9] (39,3–62,9)	45,7 [43,2; 51,7] (39,2–61,5)	<0,001
K steep (K2), дптр	48,5 [45,7; 55,8] (42,0–67,2)	48,3 [45,9; 56,4] (42,1–67,3)	<0,001
Kmean, дптр	47,2 [44,5; 53,9] (41,4–64,9)	47,0 [44,5; 53,5] (41,2–64,1)	<0,001
Kmax, дптр	55,9 [49,9; 67,7] (44,3–81,9)	55,4 [49,8; 67,2] (44,1–81,6)	<0,001
*R*min, мм	6,70 [5,71; 7,45] (4,51–8,19)	6,73 [5,81; 7,80] (4,70–8,26)	<0,001
Пахиметрия, мкм	457 [423; 489] (213–533)	454 [425; 488] (221–537)	0,178
Q-val. пер. пов., усл. ед.	–0,92 [–1,67; –0,55] (–2,63…–0,07)	–0,90 [–1,65; –0,56] (–2,60…–0,08)	0,003
Q-val. задн. пов., усл. ед.	–0,98 [–1,70; –0,65] (–2,54…–0,20)	–0,97 [–1,80; –0,67] (–2,39…–0,26)	0,101
Элевация пер. пов., мкм	29,0 [16,5; 38,5] (10,0–70,0)	20,0 [15,7; 35,5] (10,0–65,0)	0,003
Элевация задн. пов., мкм	30 [20; 45,5] (14–79)	30 [19; 46,5] (10–75)	0,630
RMS total, мкм	10,61 [5,40; 15,00] (2,48–26,21)	10,1 [5,4; 14,7] (2,4–26,5)	<0,001
RMS LOA, мкм	10,00 [5,25; 14,30] (2,38–26,00)	9,80 [5,00; 13,70] (2,36–26,20)	0,005
RMS HOA, мкм	2,50 [1,33; 4,10] (0,49–13,80)	2,30 [1,16; 3,79] (0,32–12,10)	<0,001

Примечание: * *W*-критерий Уилкоксона.
Note: * Wilcoxon test.

Кроме того, нами был выявлен прямой корреляционный тренд между показателями ПСП и кератометрии: K1 ($r = 0,762$, p < 0,001), K2 ($r = 0,750$, $p < 0,001$), Kmean ($r = 0,734$, $p < 0,001$) и Kmax ($r = 0,683$, $p < 0,001$). При этом минимальный радиус кривизны роговицы (Rmin) демонстрировал обратную корреляцию с выраженностью эпителиопатии роговицы ($r = –0,635$, $p < 0,001$) и пробой Норна ($r = –0,494$, $p < 0,001$). Аналогичные закономерности определены для Q-value и элевации передней поверхности роговицы: $r = –0,642$, $p < 0,001$ и $r = 0,717$, $p < 0,001$ соответственно.

Отдельного внимания заслуживает выявленная зависимость между состоянием ПСП и волновым фронтом роговицы. Показатели RMS total, RMS LOA и RMS HOA продемонстрировали значимую положительную корреляцию с выраженностью эпителиопатии роговицы ($r = 0,629$, $p < 0,001$, $r = 0,572$, $p < 0,001$, и $r = 0,625$, $p < 0,001$ соответственно) и отрицательную с ВРСП (RMS: $r = –0,606$, $p < 0,001$; RMS LOA: $r = –0,476$, $p < 0,001$; RMS HOA: $r = –0,494$, $p < 0,001$).

Анализ корреляционных взаимосвязей между пробой Ширмера показал статистически значимую обратную зависимость только с показателями кератометрии: для K1 ($r = –0, 338$, $p = 0,013$), K2 ($r = –0,323$, $p = 0,018$), Kmean ($r = –0,309$, $p = 0,024$) и Kmax ($r = –0,288$, $p = 0,037$). Rmin также демонстрировал слабую отрицательную корреляцию ($r = –0,281$, $p = 0,039$).

ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе литературы, посвященной изучению влияния нарушения ПСП, индуцированной ССГ, на точность топографических и томографических исследований при КК, было выявлено только одно соответствующее исследование [33]. В данной работе были обследованы 49 пациентов (77 глаз) с различными стадиями КК (средний возраст 34,4 ± 11,6 года), разделенные на две группы: с легкой (I–II стадии, 33 глаза) и тяжелой (III–IV стадии, 44 глаза) стадиями. Диагностический протокол включал оценку топографических показателей с использованием кератотопографа TMS-5 (Tomey, Германия) и шаймпфлюг-камеры Pentacam (Oculus, Германия), а также комплексное исследование состояния слезной пленки (тест Ширмера, ВРСП, видеокератоскопия системой Tear Inspect) и анкетирование по опроснику Макмонни. Полученные результаты продемонстрировали отсутствие статистически значимых различий между группами по показателям теста Ширмера (19,6 ± 10,5 и 18,6 ± 11,4 мм) и ВРСП (8,4 ± 2,9 и 8,1 ± 2,2 с). Не было выявлено также

корреляций между топографическими индексами, параметрами ПСП и результатами опросника, что позволило авторам сделать вывод об отсутствии взаимосвязи между состоянием ПСП и топо- и томографическими показателями при КК.

Однако методология исследования представляется неоднозначной. Полученные авторами значения теста Ширмера и ВРСП находились в пределах нормальных диапазонов, что противоречит данным большинства исследований [24–32]. Это расхождение может быть обусловлено ограниченным размером выборки и значительным разбросом возрастных показателей.

Полученные нами результаты свидетельствуют о наличии дестабилизации ПСП при КК, индуцированной ССГ, приводящей к значимым изменениям ключевых диагностических показателей роговицы шаймпфлюг-анализа, в частности топографических индексов, параметров кератометрии и волнового фронта роговицы. Временная стабилизация ПСП с помощью слезозаменителя приводила к достоверному изменению диагностических параметров, что указывает на риск некорректной интерпретации результатов, в частности о мнимом прогрессировании кератэктазии и преждевременном планировании операционных вмешательств.

Корреляционный анализ подтвердил сильную взаимосвязь между выраженностью эпителиопатии роговицы, ВРСП и большинством томографических параметров. Наиболее значимые корреляции наблюдались для индексов передней поверхности роговицы, показателей керато- и аберрометрии, что согласуется с известными механизмами влияния ПСП на светопреломляющие свойства роговицы. При этом отсутствие значимой корреляции пробы Ширмера с большинством топографических показателей, а также полное отсутствие взаимосвязи с пробой Джонеса ($p > 0,05$) может свидетельствовать о том, что основное влияние в формировании диагностических артефактов оказывает именно ПСП, а не объем слезопродукции.

Результаты настоящего исследования позволяют по-новому взглянуть на проблему диагностики КК в условиях сопутствующего ССГ и указывают на необходимость дифференцированного подхода к оценке состояния ПСП у всех пациентов с КК перед проведением томографического исследования. Предложенный в работе протокол с использованием стандартизированной слезозаместительной терапии перед диагностической процедурой может существенно повысить точность измерений и воспроизводимость результатов у пациентов с КК в ходе динамического наблюдения, способствуя минимизации артефактов измерения и повышению точности при планировании хирургических вмешательств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного исследования доказывают значимое влияние нарушения стабильности ПСП при КК, обусловленной ССГ, на точность томографических исследований роговицы. Предложенный диагностический алгоритм, включающий обязательную оценку и при необходимости коррекцию состояния ПСП перед проведением томографии, позволяет значительно повысить качество и воспроизводимость измерений, что особенно важно при мониторинге прогрессирования кератэктазии и планировании хирургического лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Слонимский А.Ю. — разработка и дизайн исследования, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Аверич В.В. — разработка и дизайн исследования, получение и анализ данных, написание текста, редактирование текста;
Суханова Е.В. — получение и анализ данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Roberts C. Corneal topography: a review of terms and concepts. J Cataract Refract Surg. 1996 Jun;22(5):624–629. doi: 10.1016/s0886-3350(96)80022-8.
2. Read SA, Collins MJ, Iskander DR, Davis BA. Corneal topography with Scheimpflug imaging and videokeratography: comparative study of normal eyes. J Cataract Refract Surg. 2009 Jun;35(6):1072–1081. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.01.020.
3. Feinbaum C. "Wet and Dry Corneal Topography? — A New Contraindication for the LASIK Procedure in Refractive Surgery". EC Ophthalmology 5.3. 2017:121–128.
4. Клокова ОА, Дамашаускас РО, Гейденрих МС. Коррекция состояния глазной поверхности у пациентов с синдромом «сухого глаза» на этапе подготовки к кераторефракционной операции. Клиническая офтальмология. 2020;20(4):180–186.
Klokova OA, Damashauskas RO, Geidenrich MS. Ocular surface treatment in dry eye patients before corneal refractive surgery. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(4):180–186. doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-180-186.
5. Siyahkamari M, Asharlous A, Mirzajani A, Koohian H, Jafarzadepour E, Ostadimoghaddam H, Babaei N, Yekta A, Khabazkhoob M. Effect of Dry Eye Disease on Central Corneal Thickness and Corneal Topometric Indices Measured by Scheimpflug Tomography. Acta Med Iran. 2023;60(12):777–781. doi: 10.18502/acta.v60i12.11831.
6. Kundu G, Shetty R, Khamar P, Gupta S, Mullick R, Ganesan VL, D'Souza S. Impact of tear optics on the repeatability of Pentacam AXL wave and iTrace in measuring anterior segment parameters and aberrations. Indian J Ophthalmol. 2022 Apr;70(4):1150–1157. doi: 10.4103/ijo.IJO_2153_21.
7. Koh S, Maeda N, Ikeda C, Asonuma S, Mitamura H, Oie Y, Soma T, Tsujikawa M, Kawasaki S, Nishida K. Ocular forward light scattering and corneal backward light scattering in patients with dry eye. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014 Sep 18;55(10):6601–6606. doi: 10.1167/iovs.14-15125.
8. Thibos LN, Hong X. Clinical applications of the Shack-Hartmann aberrometer. Optom Vis Sci. 1999 Dec;76(12):817–825. doi: 10.1097/00006324-199912000-00016.
9. Himebaugh NL, Nam J, Bradley A, Liu H, Thibos LN, Begley CG. Scale and spatial distribution of aberrations associated with tear breakup. Optom Vis Sci. 2012 Nov;89(11):1590–600. doi: 10.1097/OPX.0b013e31826cfae5.
10. Liu Z, Pflugfelder SC. Corneal surface regularity and the effect of artificial tears in aqueous tear deficiency. Ophthalmology. 1999 May;106(5):939–943. doi: 10.1016/S0161-6420(99)00513-8.
11. Epitropoulos AT, Matossian C, Berdy GJ, Malhotra RP, Potvin R. Effect of tear osmolarity on repeatability of keratometry for cataract surgery planning. J Cataract Refract Surg. 2015 Aug;41(8):1672–1677. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.01.016.
12. Hiraoka T, Asano H, Ogami T, Nakano S, Okamoto Y, Yamada Y, Oshika T. Influence of Dry Eye Disease on the Measurement Repeatability of Corneal Curvature Radius and Axial Length in Patients with Cataract. J Clin Med. 2022 Jan 28;11(3):710. doi: 10.3390/jcm11030710.
13. Yang F, Yang L, Ning X, Liu J, Wang J. Effect of dry eye on the reliability of keratometry for cataract surgery planning. J Fr Ophtalmol. 2024 Feb;47(2):103999. doi: 10.1016/j.jfo.2023.04.016.
14. Taneja M. Commentary: Effect of dry eyes on the corneal diagnostic measurements. Indian J Ophthalmol. 2022 Apr;70(4):1157–1158. doi: 10.4103/ijo.IJO_3119_21.
15. Kim J, Kim MK, Ha Y, Paik HJ, Kim DH. Improved accuracy of intraocular lens power calculation by preoperative management of dry eye disease. BMC Ophthalmol. 2021 Oct 13;21(1):364. doi: 10.1186/s12886-021-02129-5.
16. Montés-Micó R, Alió JL, Charman WN. Dynamic changes in the tear film in dry eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005 May;46(5):1615–1619. doi: 10.1167/iovs.05-0017.
17. Koh S, Maeda N. Wavefront sensing and the dynamics of tear film. Cornea. 2007 Oct;26(9 Suppl 1):S41–S45. doi: 10.1097/ICO.0b013e31812f69e8.
18. Denoyer A, Rabut G, Baudouin C. Tear film aberration dynamics and vision-related quality of life in patients with dry eye disease. Ophthalmology. 2012 Sep;119(9):1811–1818. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.03.004.

19. Kasem AMM, Awara AM, Shafik HM, Shalaby OE. Corneal topography and wavefront data changes in dry eye. Tanta Medical Journal. 2021;49(1):31–36 doi: 10.4103/tmj.tmj_199_20.
20. Rochet E, Levron A, Agard E, Chehab HE, Plas H, Bouvarel H, Chirpaz N, Billant J, Dot C. Should Artificial Tears Be Used During the Preoperative Assessment of Toric IOLs Before Age-Related Cataract Surgery? The TORIDE Study. J Refract Surg. 2021 Nov;37(11):759–766. doi: 10.3928/1081597X-20210826-01.
21. Diaz-Valle D, Arriola-Villalobos P, García-Vidal SE, Sánchez-Pulgarín M, Borrego Sanz L, Gegúndez-Fernández JA, Benitez-Del-Castillo JM. Effect of lubricating eyedrops on ocular light scattering as a measure of vision quality in patients with dry eye. J Cataract Refract Surg. 2012 Jul;38(7):1192–1197. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.02.040.
22. Montés-Micó R, Cerviño A, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S, Ortí-Navarro S. Optical quality after instillation of eyedrops in dry-eye syndrome. J Cataract Refract Surg. 2010 Jun;36(6):935–940. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.12.044.
23. Аветисов СЭ, Аверич ВВ, Патеюк ЛС. Кератоконус: основные направления исследований. Вестник офтальмологии. 2023;139(3.2):11–20.
Avetisov SE, Averich VV, Pateyuk LS. Keratoconus: main lines of research. Russian Annals of Ophthalmology 2023;139(3.2):11–20 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313903211.
24. Dogru M, Karakaya H, Ozçetin H, Ertürk H, Yücel A, Ozmen A, Baykara M, Tsubota K. Tear function and ocular surface changes in keratoconus. Ophthalmology. 2003 Jun;110(6):1110–1118. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00261-6.
25. Carracedo G., Recchioni A., Alejandre-Alba N., Martin-Gil A., Crooke A., Morote I.J., Pintor J. Signs and Symptoms of Dry Eye in Keratoconus Patients: A Pilot Study. Curr Eye Res. 2015;40(11):1088–1094. doi: 10.3109/02713683.2014.987871.
26. Бубнова ИА, Аверич ВВ. Состояние прекорнеальной слезной пленки при кератоконусе. Современные технологии в офтальмологии. 2020;4:319–320.
Bubnova IA, Averich VV. State of the precorneal tear film in keratoconus. Modern technologies in ophthalmology. 2020;4:319–320 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-319-320.
27. Constantin MM, Corbu C, Potop V. Evaluation of Dry Eye Symptomatology at Patients with Keratoconus. Revista de Chimie. 2019;70(1):92–95. doi: 10.37358/RC.19.1.6858.
28. Бубнова ИА, Егорова ГБ, Аверич ВВ, Митичкина ТС. Медикаментозная коррекция синдрома «сухого глаза» у пациентов с кератоконусом, перенесших процедуру кросслинкинга. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2020;20(2):67–71.
Bubnova IA, Egorova GB, Averich VV, Mitichkina TS. Medical treatment for dry eye in patients with keratoconus after corneal cross-linking. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(2):67–71 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-2-67-71.
29. Аверич ВВ, Бубнова ИА. Изменение прекорнеальной слезной пленки при различных стадиях кератоконуса. Вестник офтальмологии. 2024;140(3):43–49.
Averich VV, Bubnova IA. Changes in the precorneal tear film at various stages of keratoconus. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(3):43–49 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414003143.
30. Rattan SA, Anwar DS. Comparison of corneal epithelial thickness profile in dry eye patients, keratoconus suspect, and healthy eyes. Eur J Ophthalmol. 2020 Nov;30(6):1506–1511. doi: 10.1177/1120672120952034.
31. Аверич ВВ. Синдром «сухого глаза» при кератоконусе: аспекты этиологии и медикаментозной коррекции. Клиническая офтальмология. 2022;22(2):122–126.
Averich VV. Dry eye disease in keratoconus: etiology and medical treatment. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2022;22(2):122–126 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-2-122-126.
32. Mirza E, Oltulu R, Oltulu P, Mirza GD, Okka M. Dry eye disease and ocular surface characteristics in patients with keratoconus. Saudi J Ophthalmol. 2022 Jul 11;36(1):117–121. doi: 10.4103/sjopt.sjopt_37.
33. Zemova E, Eppig T, Seitz B, Toropygin S, Arnold S, Langenbucher A, Gräber S, Szentmáry N. Interaction between topographic/tomographic parameters and dry eye disease in keratoconus patients. Curr Eye Res. 2014 Jan;39(1):1–8. doi: 10.3109/02713683.2013.798667.
34. Бржеский ВВ, Егорова ГБ, Егоров ЕА. Синдром «сухого глаза» и заболевания глазной поверхности: клиника, диагностика, лечение. М.: ГЭОТАР- Медиа; 2016.
Brzhesky VV, Egorova GB, Egorov EA. Dry eye syndrome and diseases of the ocular surface: clinical features, diagnostics, treatment. Moscow: GEOTAR-Media; 2016 (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Слонимский Алексей Юрьевич
доктор медицинских наук, профессор,
https://orcid.org/0009-0008-7356-7637

Аверич Вероника Валерьевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0001-5778-4123

Суханова Елена Владимировна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0002-1002-3092

ABOUT THE AUTHORS

Slonimsky Aleksei Yu.
MD, Professor
https://orcid.org/0009-0008-7356-7637

Averich Veronika V.
PhD, researcher
https://orcid.org/0000-0001-5778-4123

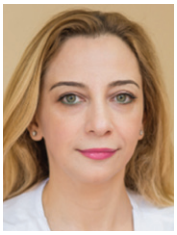
Suhanova Elena V.
PhD, research officer
https://orcid.org/0000-0002-1002-3092

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-625-631

поступила 18.03.25
was received 18.03.25

Гигантоклеточный артериит в сочетании с заднекапсулярной катарактой. Клинический случай





Ю.Н. Юсеф Э.Э. Казарян
С.А. Шашорина

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

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):625–631**

Гигантоклеточный артериит (ГКА) — иммуноопосредованный системный гранулематозный васкулит, поражающий средние и крупные артерии, имеющие внутреннюю эластичную пластинку. У женщин ГКА развивается в 3 раза чаще, чем у мужчин. Это связано с тем, что женщины гораздо более восприимчивы к аутоиммунным заболеваниям, которые могут быть вызваны значительным количеством биологических факторов, включая гормон эстроген. Данные о признаках и симптомах ГКА весьма противоречивы. Пациенты с ГКА могут жаловаться на один или несколько из следующих симптомов: головная боль, болезненность кожи головы, боль в шее, недомогание, миалгия, анорексия, потеря веса, анемия, боль во время жевания. Могут также присутствовать симптомы ревматической полимиалгии, аномалии височных артерий, гриппоподобные симптомы, лихорадка неизвестной этиологии и другие неопределенные системные симптомы. Ишемические поражения, которые могут развиться при ГКА, включают ишемический инсульт, коронарный артериит и инфаркт миокарда, поражение брыжейки и некроз кожи головы. Описан скрытый ГКА, при котором у пациентов нет системных симптомов этого заболевания, несмотря на положительный результат биопсии височной артерии, повышение СОЭ и СРБ. Скрытый ГКА — потенциальная причина слепоты. В обзоре также описаны критерии диагностики и офтальмологические проявления ГКА.

Ключевые слова: сетчатка, зрительный нерв, гигантоклеточный артериит, катаракта

Для цитирования: Юсеф Ю.Н., Казарян Э.Э., Шашорина С.А. Гигантоклеточный артериит в сочетании с заднекапсулярной катарактой. Клинический случай. *Офтальмология.* 2025;22(3):625–631. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-625-631

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Giant Cell Arteritis in Combination with Posterior Capsular Cataract. Clinical Case

Yu.N. Yusef, E.E. Kazaryan, S.A. Shashorina

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

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):625–631**

Giant cell arteritis (GCA) is an immune-mediated systemic granulomatous vasculitis that affects medium-sized and large arteries that have an internal elastic lamina. GCA occurs 3 times more often in women than in men because women are much more susceptible to autoimmune diseases, which can be caused by a number of biological factors, including the hormone estrogen. Data on the signs and symptoms of GCA are conflicting. Patients with GCA may complain of one or more of the following symptoms: headache, scalp tenderness, neck pain, malaise, myalgia, anorexia, weight loss, anemia, pain during chewing. Symptoms of polymyalgia rheumatica, temporal artery abnormalities, flu-like symptoms, fever of unknown etiology, and other unspecified systemic symptoms may also be present. Ischemic lesions that may develop in GCA include ischemic stroke, coronary arteritis and myocardial infarction, mesenteric lesions and scalp necrosis. Occult GCA is described, in which patients do not have systemic symptoms of this disease despite a positive temporal artery biopsy, increased ESR and CRP. Occult GCA is a potential cause of blindness. The review also describes the diagnostic criteria and ophthalmologic manifestations of GCA.

Keywords: retina, optic nerve, giant cell arteritis, cataract

For citation: Yusef Yu.N., Kazaryan E.E., Shashorina S.A. Giant Cell Arteritis in Combination with Posterior Capsular Cataract. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):625–631. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-625-631

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Гигантоклеточный артериит (ГКА) — иммуноопосредованный системный гранулематозный васкулит, поражающий средние и крупные артерии, имеющие внутреннюю эластичную пластинку.

В 1890 году J. Hutchinson впервые сообщил о случае, при котором пациент испытывал боль при ношении шляпы из-за боли в висках, и назвал это «тромботическим артериитом» [1]. Позднее это заболевание было описано M. Schmidt в 1930 году [2]. Horton и соавт. [3] в 1932 году описали его как «височный артериит». Только в 1941 году был предложен термин «гигантоклеточный артериит» (ГКА) [4]. У женщин ГКА развивается в 3 раза чаще, чем у мужчин, это связано с тем, что женщины гораздо более восприимчивы к аутоиммунным заболеваниям, которые могут быть вызваны значительным количеством биологических факторов, включая гормон эстроген [5]. Данные о признаках и симптомах ГКА весьма противоречивы. Пациенты с ГКА могут жаловаться на один или несколько из следующих симптомов: головная боль, болезненность кожи головы, боль в шее, недомогание, миалгия, анорексия, потеря веса, анемия, боль во время жевания. Могут также присутствовать симптомы ревматической полимиалгии, аномалии височных артерий, гриппоподобные симптомы, лихорадка неизвестной этиологии и другие неопределенные системные симптомы. Ишемические поражения, которые могут развиться при ГКА, включают ишемический инсульт, коронарный артериит и инфаркт миокарда, поражение брыжейки и некроз кожи головы [6, 7]. В 1962 году R.J. Simmons, D.G. Cogan. описали скрытый ГКА, при котором у пациентов нет системных симптомов этого заболевания, несмотря на положительный результат биопсии височной артерии, повышение СОЭ и СРБ [8]. Поскольку системные симптомы отсутствуют, такие пациенты не обращаются к ревматологам. Так как скрытый ГКА — потенциальная причина слепоты, не следует забывать о возможности его возникновения у таких пациентов.

КЛИНИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГКА

Поскольку самым тяжелым осложнением ГКА является потеря зрения, ключ к ее предотвращению — ранняя постановка диагноза и немедленное начало лечения. Различные критерии диагностики ГКА подробно обсуждаются [9]. Почти всегда пациентов с подозрением на ГКА направляют к ревматологам. Пять критериев, предложенных Американским колледжем ревматологов (ACR) [10], обычно принимаются ревматологами в качестве «золотого стандарта» для диагностики ГКА: (1) возраст ≥ 50 лет в начале заболевания; (2) новая локализованная головная боль; (3) болезненность височной артерии или снижение пульса на височной артерии; (4) повышенная СОЭ — по Вестергрену ≥ 50 мм/ч и (5) положительный результат биопсии височной артерии (БВА). При этом считается, что пациента следует классифицировать как больного ГКА, если положительными являются хотя бы три из этих пяти

критериев. При анализе с помощью логистической регрессии было показано, что диагностическая ценность положительного теста БВА при ГКА была в 9,0 раз выше, чем при «перемежающейся хромоте нижней челюсти», в 3,4 раза, чем при боли в шее, и в 3,2 раза, чем при уровне С-реактивного белка (СРБ) выше 2,45 мг/дл [2]. Пять критериев исследования ACR не включают эти важные показатели, которые несут ценную информацию для диагностики ГКА. Что касается головной боли и болезненности кожи головы, то эти симптомы являются ненадежными диагностическими критериями. Показано также, что у 57 % пациентов с положительным результатом БВА при ГКА наблюдался тромбоцитоз [11]. Наиболее полезной информацией для диагностики является комбинация системных симптомов и показателей СОЭ и СРБ [12]. При ГКА, когда пациенту грозит неминуемая опасность развития слепоты, нейрорентгенологические и доплерологические тесты с ложноотрицательными результатами не только малонадежны, но и неэкономичны по сравнению с вышеперечисленными легкодоступными, дешевыми и высоко надежными тестами.

ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ГКА

О потере зрения в одном или обоих глазах как глазном осложнении ГКА впервые сообщили в 1937 году B.T. Horton и T.B. Magath [13], а в 1938 году G.H. Jennings [14]. Потеря зрения в настоящее время признана самым тяжелым и необратимым осложнением ГКА и требует оказания неотложной офтальмологической помощи [15, 16]. Поражения глаз, наблюдаемые при ГКА, носят преимущественно ишемический характер и всегда обусловлены тромбозом вследствие гранулематозного воспаления одной или нескольких артериальных ветвей и редко глазной артерии. Окклюзия ветвей была продемонстрирована с помощью флюоресцентной ангиографии глазного дна и подтверждена гистопатологическими исследованиями [2].

Частота поражения глаз при ГКА варьирует в широких пределах: от 20 до 70 % [17, 18]. Риск постоянной потери зрения вследствие ГКА увеличивается с возрастом, но снижается у пациентов с конституциональными симптомами [19]. В литературе сообщается о двусторонней потере зрения при ГКА с весьма разной частотой. У пациентов, которые жаловались на одновременную потерю зрения в обоих глазах, исследование глазного дна показало, что в одном глазу были более старые изменения, чем в недавно пораженном глазу; это указывает на то, что пациенты не знали о потере зрения в первом глазу до тех пор, пока не был вовлечен второй глаз, что создавало ошибочное впечатление об одновременной потере зрения в обоих глазах. Таким образом, частота первоначального поражения глаз, а также поражения второго глаза при ГКА во многом зависят от того, когда был поставлен диагноз, как рано был осмотрен пациент и насколько агрессивно используется системная кортикостероидная терапия [20].

Офтальмоишемические проявления при ГКА классифицируют в соответствии с зонами поражения.

Зрительный нерв: имеются проявления в виде Amauros fugax, передней ишемической оптической нейропатии (ПИОН), задней ишемической оптической нейропатии (ЗИОН). Амавроз fugax является хорошо известным осложнением ГКА [21], которому предшествует развитие стойкой потери зрения в результате передней и задней ишемической оптической нейропатии и окклюзии центральной артерии сетчатки. Передняя ишемическая оптическая нейропатия — самое распространенное и разрушительное осложнение ГКА, приводящее к внезапной, постоянной, частичной или полной потере зрения, затрагивающей один или оба глаза, и наблюдается в 76 % случаев. Тремя диагностическими признаками ГКА при этом являются: (а) отек диска зрительного нерва; (б) окклюзия задней мозговой артерии и (в) сочетание передней ишемической оптической нейропатии с окклюзией цилиоретинальной артерии [21, 22]. Пион требует проведения неотложной офтальмологической помощи: немедленное и агрессивное лечение высокими дозами системных кортикостероидов для предотвращения дальнейшей потери зрения. Задняя ишемическая оптическая нейропатия связана с окклюзией артерий, снабжающих мелкие артерии задней части зрительного нерва. В острой фазе состояние диска зрительного нерва и данные флуоресцентной ангиографии бывают в норме, но обычно через 6–8 недель диск становится бледным.

Сетчатка: характерными являются центральная ретинальная артериальная окклюзия (CRAO), окклюзия цилиоретинальной артерии, ватные пятна. CRAO почти всегда сочетается с окклюзией задней мозговой артерии (ЗМА), что обнаруживается только при флюоресцентной ангиографии глазного дна [23]. Это связано с тем, что центральная артерия сетчатки отходит от глазной артерии почти всегда общим стволом с ЗМА. Как правило, у лиц в возрасте 50 лет и старше при CRAO необходимо провести флюоресцентную ангиографию глазного дна, чтобы выяснить, имеется ли также основная окклюзия ЗМА, поскольку ее наличие является практически диагностическим признаком CRAO при ГКА. Пациентам с такой клинической картиной требуется немедленная и агрессивная терапия кортикостероидами для предотвращения катастрофической потери зрения [24].

Окклюзия цилиоретинальной артерии: в исследовании S.S. Hayreh, P.A. Podhajsky окклюзия цилиоретинальной артерии, которая отходит прямо или опосредованно от ЗМА, наблюдалась в 12 % глаз пациентов с ГКА [21]. При этом имеется классическая диагностическая клиническая картина ГКА, выражающаяся в сочетании отека диска зрительного нерва, инфаркта сетчатки в области окклюзированной цилиоретинальной артерии и окклюзия ЗМА, выявляемые при флуоресцентной ангиографии. У одной трети глаз с потерей зрения на ранних

стадиях заболевания имелись очаговые ишемические поражения сетчатки. При ГКА это, скорее всего, связано с микроэмболизацией тромбоцитами [21].

Хориоидея: при ГКА окклюзия ЗМА может, помимо ПИОН, вызывать очаги инфарктов хориоидеи, которые через 2–3 недели проявляются в виде периферических хориоретинальных дегенеративных очагов, обычно располагающихся на средней периферии глазного дна и часто имеющих треугольную форму, основанием обращенную к экватору, а вершиной — к заднему полюсу.

Передний сегмент глаза: ишемия переднего сегмента, аномалии зрачков — редкие осложнения ГКА. Клиническими проявлениями являются гипотония глаз, отек роговицы, ишемия радужной оболочки, аномалия зрачков и выраженная потеря зрения. Такое состояние можно ошибочно диагностировать как передний увеит.

Экстраокулярные мышцы: имеет место ишемия экстраокулярных мышц и нарушения моторики. Множество сообщений описывают случаи развития диплопии при ГКА из-за поражения экстраокулярных мышц с нарушением зрения или без него. Существуют две теории, касающиеся причин нарушений моторики глаз при ГКА: нейрогенная и миогенная. Миогенная точка зрения кажется более правдоподобной, поскольку ишемическая миопатия одной или нескольких экстраокулярных мышц возникает в результате артериальной окклюзии одной или нескольких снабжающих их артерий. У пациентов старше 50 лет с недавней диплопией в анамнезе важно исключать ГКА.

Орбитальный воспалительный синдром: имеются сообщения о проптозе и/или псевдоопухоли при ГКА. Известно также об инфаркте орбиты с ишемией всех орбитальных структур, о синдроме верхушки орбиты или периорбитальном экхимозе [25].

Ишемические поражения головного мозга: ГКА еще называют «краниальным артериитом», следовательно, ишемические поражения головного мозга могут привести к потере зрения; однако это проявляется крайне редко, как и инфаркт затылочной доли, приводящий к гомонимной гемианопсии [26].

Пациентов с ГКА обычно направляют для лечения к ревматологам, но ревматологи и офтальмологи имеют разные взгляды на ГКА [27]. Для офтальмологов ГКА — заболевание с трагическими последствиями, а для ревматологов — заболевание преимущественно с ревматологическими жалобами, не очень тяжелое. Более того, ревматологи рассматривают ГКА и ревматическую полимиалгию как одно заболевание и рекомендуют схему лечения, которая может быть подходящей для ревматической полимиалгии, но далеко не соответствующей терапии, необходимой для предотвращения слепоты у пациентов с ГКА. Для предотвращения слепоты или прогрессирования потери зрения при ГКА ключевое значение имеет раннее и адекватное лечение [28]. Кортикостероидная терапия остается ключевым методом лечения ГКА. Вопросы выбора режима (внутривенный или пероральный) и дозировки кортикостероидной терапии при ГКА являются весьма дискутабельными [27, 29, 30]. Алгоритм лечения включает режим в начальной острой фазе, затем режим во время фазы снижения дозы и поддерживающий режим.

Некоторые авторы предлагают альтернативный день кортикостероидной терапии для снижения риска побочных реакций в ответ на терапию кортикостероидами. Однако G.G. Hunder и соавт. [31] на основании проспективного исследования пациентов с ГКА пришли к выводу, что терапия в режиме «через день» связана с более высокой частотой неэффективного лечения, чем ежедневное введение, и что она не обеспечивает удовлетворительный контроль симптомов у большинства пациентов, следовательно, и не может быть рекомендована.

Несколько исследований показали наличие реактивного тромбоцитоза при ГКА [32]. Это заставило предположить, что аспирин или другие антитромбоцитарные агенты могут играть роль в лечении ишемических поражений при ГКА. Однако реактивный тромбоцитоз, связанный с ГКА, это не то же самое, что эссенциальный тромбоцитоз: последний характеризуется значительно более высоким содержанием тромбоцитов и риском тромботического поражения магистральных сосудов и нарушений микроциркуляции. Убедительные доказательства того, что ишемические проявления возникают как прямое следствие реактивного тромбоцитоза при ГКА, особенно при достаточно умеренном повышении тромбоцитов, отсутствуют. Таким образом, мало убедительных доводов для назначения аспирина или других средств, препятствующих агрегации тромбоцитов, для предотвращения потери зрения при ГКА [33]. Есть также исследования, в которых сообщается о способности тоцилизумаба снижать риск рецидива при ГКА [34]. Кроме того, с применением тоцилизумаба стало возможным снизить дозы стероидов. Метотрексат уменьшает риск первого рецидива на 35 %, риск второго рецидива на 51 % и позволяет снижать кумулятивную дозу стероидов [35].

Таким образом, если у пациента старше 50 лет в анамнезе имеется амавроз, диплопия или внезапная потеря зрения в одном или обоих глазах, а также имеется задняя ишемическая оптическая нейропатия, передняя ишемическая оптическая нейропатия, окклюзия центральной артерии сетчатки, окклюзия цилиоретинальной артерии или другие острые ишемические поражения глаза, то это является основанием для подозрения на ГКА, и пациенту необходимо без промедления начать лечение высокими дозами системных кортикостероидов. Биопсию височной артерии следует провести как можно скорее для подтверждения диагноза, но для начала лечения не следует дожидаться результатов биопсии, поскольку к этому времени у пациента может развиться необратимая потеря зрения.

В литературе в основном обсуждаются вопросы, касающиеся ГКА как самого заболевания, но лишь единичные работы описывают сочетание ГКА с другими офтальмологическими заболеваниями. Так, в работе N.V. Nguyen и соавт. описывается случай ГКА и острого одностороннего заднего увеита. Авторы делают вывод, что, хотя ГКА редко сочетается с увеитом, в случае одностороннего заднего увеита у пожилого пациента его следует учитывать при дифференциальной диагностике [36].

Острая закрытоугольная глаукома — относительно редкая форма глаукомы, и ее связь, если таковая имеется, с гигантоклеточным артериитом неизвестна. T.G. Hunter и соавт. представили первый зарегистрированный случай гигантоклеточного артериита, сочетающегося с двусторонней острой закрытоугольной глаукомой [37].

Поскольку катаракта является одним из самых распространенных офтальмологических заболеваний, требующим оперативного вмешательства, то неизбежно возникает вопрос о сочетании катаракты и ГКА. В результате ретроспективного исследования J.W. Fong и соавт. были сделаны выводы, что операция по удалению катаракты, по-видимому, была безопасной для пациентов с ГКА при использовании различных доз преднизолона во время операции не менее чем через 7 месяцев с момента диагноза ГКА, поставленного на основании результатов БВА. Авторы считают, что необходимо большее количество данных от нейроофтальмологов и хирургов для разработки руководств, касающихся безопасной операции по удалению катаракты у пациентов с ГКА [38].

Приводим описание клинического случая, демонстрирующее основные направления диагностического поиска при подозрении на ГКА.

В ФГБНУ «НИИГБ» в марте 2023 г. обратилась пациентка С. 62 лет с жалобами на снижение зрения на правом глазу.

Из анамнеза известно, что с 2012 года пациентка страдает артериальной гипертензией, прочие хронические заболевания отрицает. Наследственный анамнез со слов пациентки не отягощен.

Было выполнено стандартное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, авторефрактометрию, пневмотонометрию, бесконтактную биометрию, офтальмоскопию.

При первичном осмотре острота зрения составила: OD — 1,0 (при оптимальной коррекции), OS — 0,1 не корр.

При дальнейшем рутинном обследовании на OS был установлен диагноз «заднекапсулярная незрелая катаракта». Глазное дно детально не просматривалось. При обследовании правого глаза при помощи офтальмоскопии было выявлено умеренное сужение артериол, умеренное расширение и извитость вен, что соответствовало стадии функциональных расстройств при гипертонической ангиопатии. ДЗН бледно-розовый, границы четкие, сосудистый пучок в центре. Внутриглазное давление (ВГД) по данным пневмотонометрии (Canon TX-F) на правом глазу составило 13,5 мм рт. ст., на левом — 12,4 мм рт. ст. Пациентке было рекомендовано хирургическое лечение правого глаза, факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ФЭК + ИОЛ) и дальнейшее детальное исследование глазного дна с применением оптической когерентной томографии (ОКТ) сетчатки и зрительного нерва.

После проведения факоэмульсификации катаракты острота зрения на OS составила 0,7 (н/к). При проведении ОКТ (Cirrus HD — OCT 5000 Carl Zeiss) на правом глазу значимых структурных нарушений, дефектов, патологических отклонений в макулярной зоне и области ДЗН выявлено не было, показатели толщины сетчатки, СНВС, ГКС соответствовали границе нормальных значений с тенденцией к снижению. Экскавация ДЗН соответствовала 0,53.

На оперированном левом глазу было выявлено снижение показателей толщины слоя нервных волокон и ганглиозных клеток сетчатки, участки истончения при картировании.

Снижение показателей толщины слоя нервных волокон сетчатки было выявлено как в средних значениях (63 мкм), так и в отдельных секторах: в верхнем и нижнем секторе соответственно 73/82 мкм, значения показателей средней и минимальной толщины слоя ганглиозных клеток сетчатки соответственно 70/66 мкм, что свидетельствовало о потерях комплекса ГКС. Экскавация ДЗН составила 0,57. Оптические срезы макулярной области без выявленных дефектов, отмечалась сглаженность фовеального профиля вследствие пара- и перифовеального истончения (рис.).

При повторном детальном опросе пациентка отметила приходящее кратковременное затуманивание зрения, а также обратила внимание, что имел место эпизод гиперестезии на правой стороне лица и болезненность скальпа. В связи с этим пациентка была отправлена на консультацию ревматолога, невролога, расширенные анализы крови и УЗИ артерий головы и шеи. По результатам обследований и по результатам лабораторных показателей был поставлен диагноз гигантоклеточного артериита, ревматической полимиалгии с эпизодами преходящих нарушений зрения.

Назначено лечение глюкокортикостероидами — однократное внутримышечное введение с последующим пероральным приемом.

При динамическом наблюдении через 6 месяцев отмечалась острота зрения до 0,7 н/к, отсутствие жалоб на затуманивание зрения, гиперестезию. При проведении ОКТ не выявили прогрессирования истончения слоя ганглиозных клеток сетчатки и слоя нервных волокон, что свидетельствовало о стабилизации процесса и отсутствии угрозы глобальной потери слоев ГКС и СНВС.

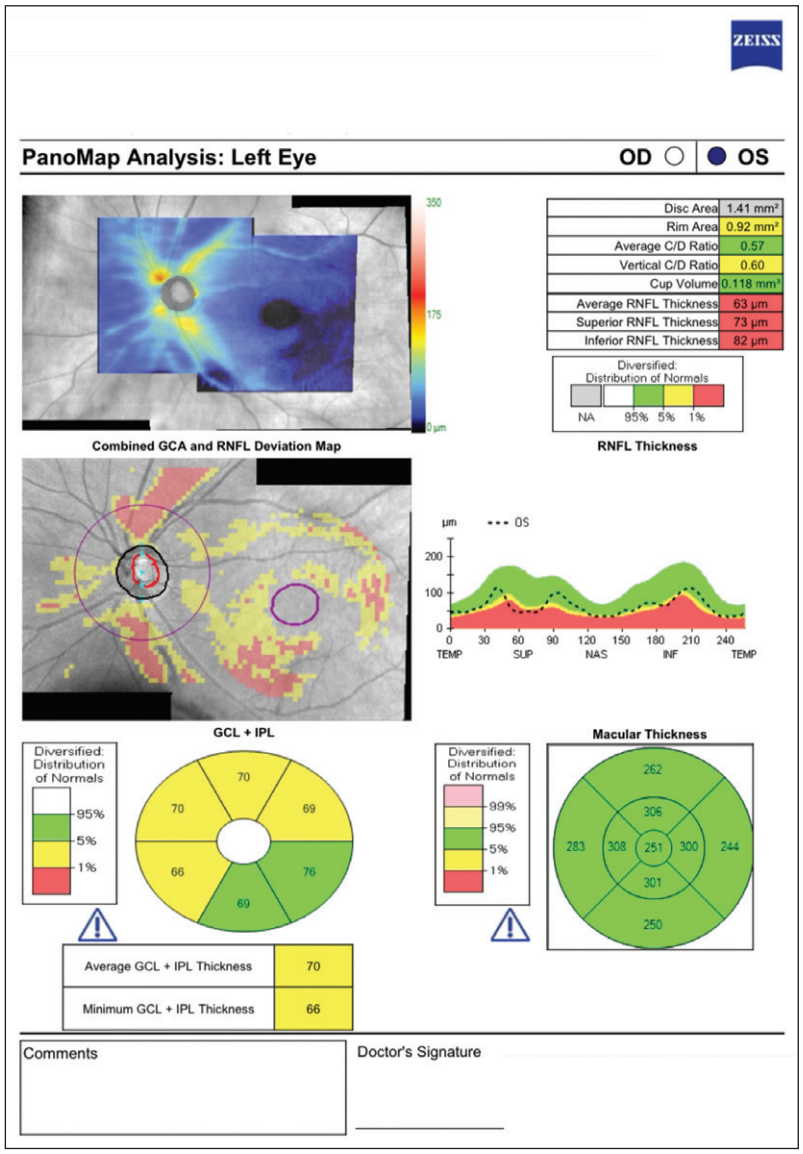


Рис. 1. Карта толщины сетчатки, ГКС и зрительного нерва левого глаза.

Fig. 1. Retinal thickness map, GCC and optic nerve of the left eye.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее грозным осложнением ГКА является снижение зрения. Оно может проявляться как временной, так и постоянной потерей зрения. Своевременная постановка диагноза ГКА позволяет избежать необратимой потери зрения, которая может возникнуть на фоне окклюзии центральной артерии сетчатки либо на фоне передней ишемической нейропатии.

Поскольку катаракта является одним из самых распространенных офтальмологических заболеваний, требующим оперативного вмешательства, то неизбежно возникает вопрос о сочетании катаракты и ГКА. В результате ретроспективного исследования J.W. Fong и соавт. были сделаны выводы, что операция по удалению катаракты была бы безопасной для пациентов с ГКА при использовании различных доз преднизолона во время операции не менее чем через 7 месяцев с момента диагноза ГКА, установленного на основании результатов БВА. Необходимо большее количество данных от нейроофтальмологов и хирургов для разработки руководств по безопасной операции по удалению катаракты у пациентов с ГКА [38].

При несоответствии клинической картины данных, полученных при морфофункциональных исследованиях, и истории болезни пациента необходим тщательный сбор анамнеза с подробным опросом о наличии головных болей, их локализации и характера, а также направление на расширенную лабораторную диагностику, консультацию ревматолога и невролога.

ВЫВОДЫ

Описанный клинический случай показал, что постановка диагноза ГКА на ранней стадии у пациентов с катарактой возможна при настороженности в сборе анамнеза, расширенном диагностическом поиске и привлечением врачей смежных специальностей. Постановка правильного и своевременного диагноза с применением современных методов исследования позволяет остановить снижение зрения и офтальмологические проявления ГКА на пораженном глазу и предотвратить их на парном.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Н. Юсеф — концепция и дизайн исследования;
Казарян Э.Э. — обработка материала; написание текста; подготовка иллюстраций;
Шашорина С.А. — сбор материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Hutchinson J. Diseases of the arteries. On a peculiar form of thrombotic arteritis of the aged which is sometimes productive of gangrene Arch Surg (Lond). 1889;1890(1):323–329.
2. Schmidt M. Intracranial aneurysms Brain. 1930;53:489–540.
3. Horton BJ, Magath TB, Brown GE. An unusual form of arteritis of the temporal vessels Mayo Clin Proc. 1932;7:700–701.
4. Gilmour JR. Giant cell chronic arteritis J Pathol Bacteriol. 1941;53:263–277.
5. Borchers AT, Gershwin ME. Giant cell arteritis: a review of classification, pathophysiology, geoepidemiology and treatment. Autoimmun Rev. 2012 May;11(6-7):A544–554. doi: 10.1016/j.autrev.2012.01.003.
6. Pepper K. Giant cell arteritis. Postgrad Med. 2023 Jan;135(sup1):22–32. doi: 10.1080/00325481.2023.2190288.
7. Thomas DC, Thomas P, Pillai DP, Joseph D, Lingaiah U, Mathai BC, Ravi A, Chhabra S, Pitchumani PK. Giant Cell Arteritis: A Case-Based Narrative Review of the Literature. Curr Pain Headache Rep. 2022 Oct;26(10):725–740. doi: 10.1007/s11916-022-01075-1.
8. Simmons RJ, Cogan DG. Occult temporal arteritis Arch Ophthalmol. 1962;68:8–18.
9. Hayreh SS Ischemic optic neuropathies. 2011 Heidelberg Springer-Verlag:163–264.
10. Hunder GG, Bloch DA, Michel BA, Stevens MB, Arend WP, Calabrese LH, Edworthy SM, Fauci AS, Leavitt RY, Lie JT. The American College of Rheumato-

logy 1990 criteria for the classification of giant cell arteritis. Arthritis Rheum. 1990 Aug;33(8):1122–1128. doi: 10.1002/art.1780330810.
11. Costello F, Zimmerman MB, Podhajsky PA, Hayreh SS. Role of thrombocytosis in diagnosis of giant cell arteritis and differentiation of arteritic from non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy Eur J Ophthalmol. 2004;14:245–257. doi: 10.1177/112067210401400310.
12. Xia C, Edwards R, Omidvar B. A Case of Giant Cell Arteritis With a Normal Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR) Post ChAdOx1 nCoV-19 Vaccination. Cureus. 2022 May 27;14(5):e25388. doi: 10.7759/cureus.25388.
13. Horton BT, Magath TB. Arteritis of the temporal vessels: Report of seven cases Proc Staff Meet Mayo Clin. 1937;12:548–553.
14. Jennings GH. Arteritis of the temporal vessels Lancet. 1938;1:424–428.
15. Chen Q, Chen W, Feng C, Gong D, Zhang J, Bi Y, Sun P, Sun X, Tian G. Giant Cell Arteritis Presenting With Ocular Symptoms: Clinical Characteristics and Multimodal Imaging in a Chinese Case Series. Front Med (Lausanne). 2022 Jun 20;9:885463. doi: 10.3389/fmed.2022.885463.
16. Kokloni IN, Aligianni SI, Makri O, Daoussis D. Vision loss in giant cell arteritis: case-based review. Rheumatol Int. 2022 Oct;42(10):1855–1862. doi: 10.1007/s00296-022-05160-x.
17. Saleh M, Turesson C, Englund M, Merkel PA, Mohammad AJ. Visual complications in patients with biopsy-proven giant cell arteritis: A population-based study J Rheumatol. 2016;43:1559–1565. doi: 10.3899/jrheum.151033.
18. Ji J, Dimitrijevic I, Sundquist J, Sundquist K, Zöller B. Risk of ocular manifestations in patients with giant cell arteritis: A nationwide study in Sweden Scand J Rheumatol. 2017;46:484–489. doi: 10.1080/03009742.2016.1266030.
19. Czihal M, Tschaidse J, Bernau C, Lottspeich C, Köhler A, Dechant C, et al Ocular ischaemic complications in giant cell arteritis: CHADS2-score predicts risk of permanent visual impairment Clin Exp Rheumatol. 2019;37(Suppl 117):61–64.
20. Hayreh SS. Giant cell arteritis: Its ophthalmic manifestations. Indian J Ophthalmol. 2021 Feb;69(2):227–235. doi: 10.4103/ijo.IJO_1681_20.
21. Hayreh SS, Podhajsky PA, Zimmerman B. Ocular manifestations of giant cell arteritis Am J Ophthalmol. 1998;125:509–520. doi: 10.1016/s0002-9394(99)80192-5.
22. Biousse V, Newman NJ. Ischemic optic neuropathies. N Engl J Med. 2015;372:2428–2436. doi: 10.1056/NEJMx150042.
23. Hayreh SS. Anterior ischaemic optic neuropathy. II. Fundus on ophthalmoscopy and fluorescein angiography Br J Ophthalmol. 1974;58:964–980. doi: 10.1136/bjo.58.12.964.
24. Donaldson L, Margolin E. Vision loss in giant cell arteritis. Pract Neurol. 2022 Apr;22(2):138–140. doi: 10.1136/practneurol-2021-002972.
25. Yan Y, Li Z, Luo Y, Chen P, Liu L. Biopsy-Proven Giant Cell Arteritis Associated Vision Loss in Chinese Subjects: A Case Series and Review of the Literature. Neuroophthalmology. 2022 Aug 2;47(2):79–87. doi: 10.1080/01658107.2022.2099427.
26. Evangelatos G, Grivas A, Pappa M, Kouna K, Iliopoulos A, Fragoulis GE. Cranial giant cell arteritis mimickers: A masquerade to unveil. Autoimmun Rev. 2022 May;21(5):103083. doi: 10.1016/j.autrev.2022.103083.
27. Hayreh SS, Zimmerman B. Management of giant cell arteritis: Our 27-year clinical study; New light on old controversies Ophthalmologica. 2003;217:239–259. doi: 10.1159/000070631.
28. Dinkin M, Johnson E. One giant step for giant cell arteritis: updates in diagnosis and treatment. *Curr Treat Options Neurol.* 2021;23(2):6. doi: 10.1007/s11940-020-00660-2.
29. Hayreh SS. Treatment of acute visual loss in giant cell arteritis: Should we prescribe high-dose intravenous steroids or just oral steroids? J Neuro-Ophthalmol. 2012;32:278–287. doi: 10.1097/WNO.0b013e3182688218.
30. Tashiro T, Tsujimoto A, Nakamura N. [Ischemic optic neuropathy despite pulse methylprednisolone therapy in a giant cell arteritis patient with perineural optic nerve enhancement]. Rinsho Shinkeigaku. 2021 Dec 22;61(12):851–855. Japanese. doi: 10.5692/clinicalneurol.cn-001643.
31. Hunder GG, Sheps SG, Allen GL, Joyce JW. Daily and alternate-day corticosteroid regimens in treatment of giant cell arteritis: Comparison in a prospective study Ann Intern Med. 1975;82:613–618. doi: 10.7326/0003-4819-82-5-613.
32. Costello F, Zimmerman MB, Podhajsky PA, Hayreh SS. Role of thrombocytosis in diagnosis of giant cell arteritis and differentiation of arteritic from non-arteritic anterior ischemic optic neuropathy Eur J Ophthalmol. 2004;14:245–257. doi: 10.1177/112067210401400310.
33. Mollan S, Sharrack N, Burdon M, Denniston A. Aspirin as adjunctive treatment for giant cell arteritis. Cochrane Database. Syst Rev. 2014;8:CD010453. doi: 10.1002/14651858.CD010453.pub2.
34. Amsler J, Kysela I, Tappeiner C, Seitz L, Christ L, Scholz G, Stalder O, Kollert F, Reichenbach S, Villiger PM. Vision loss in patients with giant cell arteritis treated with tocilizumab. Arthritis Res Ther. 2021 Mar 22;23(1):92. doi: 10.1186/s13075-021-02480-4.
35. Spiera RF, Mitnick HJ, Kupersmith M, Richmond M, Spiera H, Peterson MG, Paget SA. A prospective, double-blind, randomized, placebo controlled trial of methotrexate in the treatment of giant cell arteritis (GCA). Clin Exp Rheumatol. 2001 Sep-Oct;19(5):495–501.
36. Nguyen NV, Karkhur S, Yuksel M, Hassan M, Halim MS, Nguyen QD, Hasanreisoglu M. Posterior Uveitis Associated with Large Vessel Giant Cell Arteritis. Ocul Immunol Inflamm. 2022 Oct-Nov;30(7-8):2019–2022. doi: 10.1080/09273948.2021.1952274.
37. Hunter TG, Chong GT, Asrani S, Allingham RR, Blumberg DM. Simultaneous bilateral angle closure glaucoma in a patient with giant cell arteritis. J Glaucoma. 2010 Feb;19(2):149–150. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181a98f03.
38. Fong JW, Chacko JG. Timing of cataract surgery in patients with giant cell arteritis. J Cataract Refract Surg. 2021 Jan 1;47(1):83–86. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000392.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юсеф Наим Юсеф
доктор медицинских наук, директор, профессор

Казарян Элина Эдуардовна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии

Шашорина Светлана Александровна
кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отдела современных методов лечения в офтальмологии

ABOUT THE AUTHORS

Yusef Naim Yusef
MD, director, Professor

Kazaryan Elina E.
MD, senior researcher of the Modern Treatment Methods in Ophthalmology Department

Shashorina Svetlana A.
PhD, junior researcher of the Department of Modern Treatment Methods in Ophthalmology

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-632-637

поступила 25.04.25
was received 25.04.25

Случай мукогенной кисты радужки с офтальмогипертензией и последующей иридэктомией с иридопластикой





С.В. Саакян[1,2] Н.С. Измайлова[1] С.Ю. Петров[1]
Р.А. Тацков[1], О.Г. Пантелеева[1], А.А. Жаров[1]

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

[2] ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Делегатская, 20, стр. 1, Москва, 127473, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):632–637**

Представлен клинический случай мукогенной кисты радужки с офтальмогипертензией. Пациентка отмечала пятно на радужке правого глаза с детства. В возрасте 33 лет поставлен диагноз: иридокорнеальный синдром и киста радужки. В 38 лет отмечена декомпенсация внутриглазного давления на медикаментозной терапии, что явилось показанием к проведению фистулизирующей операции. В возрасте 41 год отмечено прогрессирование кисты радужки, что явилось показанием для иридэктомии с иридопластикой. По данным гистологического исследования, стенка кисты представлена склеротически измененной стромой радужки, а также плотной неоформленной фиброзной тканью, спаянной с десцеметовой мембраной. В просвете кисты определялось слизистое содержимое с формированием глобул и примесью нативных и гемолизированных эритроцитов, скоплений макрофагов с обильной светлой вакуолизированной цитоплазмой. Внутренняя поверхность кисты выстлана зрелым многорядным цилиндрическим эпителием кишечного типа и многочисленными бокаловидными клетками.

Ключевые слова: мукогенная киста, офтальмогипертензия, вторичная глаукома, трабекулоэктомия, иридэктомия, иридопластика

Для цитирования: Саакян С.В., Измайлова Н.С., Петров С.Ю., Тацков Р.А., Пантелеева О.Г., Жаров А.А. Случай мукогенной кисты радужки с офтальмогипертензией с последующей иридэктомией с иридопластикой. *Офтальмология.* 2025;22(3):632–637. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-632-637

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

A Case of Mucogenic Iris Cyst with Ophthalmohypertension Followed by Iridectomy with Iridoplasty

S.V. Saakyan[1,2], N.S. Izmailova[1], S.Yu. Petrov[1], R.A. Tatskov[1], O.G. Panteleeva[1], A.A. Zharov[1]

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

[2] A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry
Delegatskaya str., 20/1, Moscow, 127473, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):632–637**

There is a clinical case of mucogenic iris cyst with ocular hypertension. The patient had noticed an iris spot since childhood. At the age of 33, she was diagnosed with iridocorneal syndrome and iris cyst. At the age of 38, an IOP decompensation was the reason for fistulizing surgery. At 41 years, progression of the iris cyst was noted, which was an indication for iridectomy with iridoplasty. According to the histological examination, the cyst wall is presented by sclerotic iris stroma, as well as dense unformed fibrous tissue fused with Descemet's membrane. In the lumen of the cyst, mucous contents are determined with the formation of mucous globules and an admixture of native and hemolyzed erythrocytes, clusters of macrophages with abundant light vacuolated cytoplasm. The inner surface of the cyst is lined with mature multi-row cylindrical intestinal-type epithelium and numerous goblet cells.

Keywords: mucogenic cyst, ophthalmohypertension, secondary glaucoma, trabeculectomy, iridectomy, iridoplasty

For citation: Saakyan S.V., Izmailova N.S., Petrov S.Yu., Tatskov R.A., Panteleeva O.G., Zharov A.A. A Case of Mucogenic Iris Cyst with Ophthalmohypertension Followed by Iridectomy with Iridoplasty. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):632–637. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-632-637

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

There is no conflict of interests.

Цель данного сообщения — представить уникальный клинический случай мукогенной кисты радужки с офтальмогипертензией с последующей иридэктомией и иридопластикой.

Вторичная офтальмогипертензия и/или глаукома, связанная с кистами радужной оболочки, встречается редко, а механизмы повышения внутриглазного давления (ВГД) включают вторичное закрытие угла передней камеры (УПК), дисперсию пигмента, воспаление и вытеснение муцином водянистой влаги в передней камере.

МЕТОДЫ

Пациентка Л., 1984 г. р., отмечала пятно на радужке правого глаза с детства. В 2012 году после беременности отметила деформацию зрачка. Наблюдалась по месту жительства. С 2017 года наблюдается в ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России с диагнозом «OD — иридокорнеальный синдром, кисты радужки и цилиарного тела». В 2021 г. на OD отмечено повышение ВГД, вследствие отсутствия компенсации которого на медикаментозном режиме проведена синустрабекулэктомия. В 2024 г. при плановом осмотре отмечена отрицательная динамика с увеличением размеров кисты.

Офтальмологическое обследование включало визометрию, пневмотонометрию, периметрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, гониоскопию и ультразвуковую биомикроскопию (УЗБМ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные визометрии при первичном офтальмологическом осмотре: OD = 0,7 с/к цил. — 1,0 ах 1,0 = 1,0, OS = 0,7 с/к цил. — 1,0 ах 5,0 = 1,0. Данные пневмотонометрии: OD = 15,0 мм рт. ст., OS = 16,0 мм рт. ст.

Status oculorum OD — глаз спокоен, положение глаза правильное, движения глаза в полном объеме, конвергенция сохранена. Данные биомикроскопии: конъюнктива век и глазного яблока бледно-розовая, склера не изменена, в верхнем отделе над лимбом визуализируется широкая разлитая фильтрационная подушка. Локальное помутнение роговицы в нижне-наружном отделе, передняя камера средней глубины, равномерная, влага прозрачная. На радужке от зрачкового пояса практически до корня по меридианам 18:30–20:00 определяется проминирующее беспигментное образование овальной формы с гладкой поверхностью, на поверхности образования имеются сосуды, отмечается иридокорнеальное сращение, дистрофические изменения в области корня радужки с 20:00 до 21:00, зрачок слегка подтянут в сторону образования на 19:30, фотореакция сохранена (рис. 1). Факосклероз хрусталика. Нитчатая деструкция стекловидного тела. Данные офтальмоскопии: диск зрительного нерва бледно-розовый, экскавация диска 0,6, границы четкие, ход и калибр сосудов не изменен, макулярная зона и периферия глазного дна без очаговой патологии.

Гониоскопия OD: 18:00–19:00 угол передней камеры (УПК) закрыт, 19:00–21:00 — киста радужки с плотной

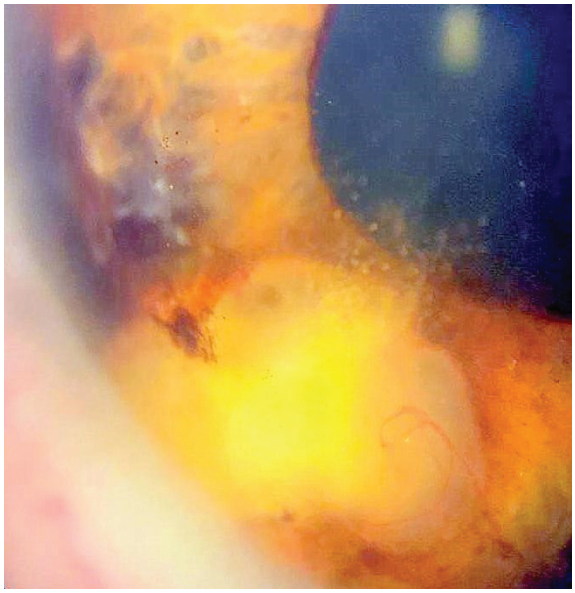


Рис. 1. Биомикроскопическая картина переднего отрезка правого глаза

Fig. 1. OD anterior segment biomicroscopy



Рис. 2. Ультразвуковая биомикроскопия правого глаза

Fig. 2. Ultrasonic biomicroscopy OD

капсулой, единичными сосудами и фибрином, 21:00–22:00 — зона иридокорнеального сращения, 22:00–0:00 — УПК закрыт, далее до 18:00 — открыт, пигментирован.

Данные УЗБМ OD: В верхнем отделе отмечены признаки антиглаукомной операции, в наружном отделе визуализируются признаки иридокорнеального сращения, в нижне-наружном — киста радужки с неоднородным содержимым 2,11×4,0×5,09 мм. Книзу от нее — утолщение иридоцилиарных тканей до 1,5 мм диаметром 3,0×3,3 мм (рис. 2).

Status oculorum OS — при осмотре, биомикроскопии и офтальмоскопии патологических изменений не выявлено.

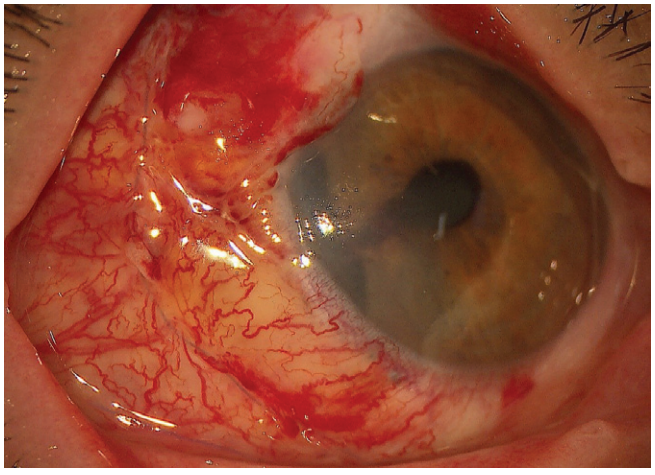


Рис. 3. Иридэктомия с иридопластикой правого глаза. Интраоперационное фотография окончания вмешательства

Fig. 3. Iridectomy with iridoplasty of the right eye. Intraoperative photo of the end of surgery

Диагноз OD: C69.3, новообразование радужки с признаками роста, иридокорнеальный синдром, оперированная вторичная гипертензия, кисты цилиарного тела, миопический астигматизм.

В январе 2025 произведена иридэктомия с иридопластикой OD (рис. 3). Операция и послеоперационный период прошли без осложнений, пациентка выписана для наблюдения офтальмологом по месту жительства.

Данные гистологического исследования: киста радужки представлена стенкой, образованной частично стромой радужки (по задней поверхности), местами — со склеротическими изменениями, частично — плотной неоформленной фиброзной тканью, спаянной с десцеметовой мембраной, в просвете кисты определяется слизистое содержимое с формированием глобул и примесью нативных и гемолизированных эритроцитов, скоплений макрофагов с обильной светлой вакуолизированной цитоплазмой (рис. 4). Внутренняя поверхность кисты, местами складчатая, выстлана зрелым многорядным цилиндрическим эпителием кишечного типа, с щеточной каемкой по апикальной поверхности и многочисленными бокаловидными клетками (рис. 5). Клетки расположены на тонкой базальной мембране, без признаков атипии, митотическая активность, оцененная в 10 полях зрения с объективом 40/0.65, — 1, нормальный митоз. При проведении ШИК-реакции (PAS) щеточная каемка эпителиоцитов, выстилающих полость кистозного новообразования, слизь в бокаловидных клетках и просвете кисты демонстрируют позитивную реакцию, окрашиваясь, в фуксиново-красный цвет.

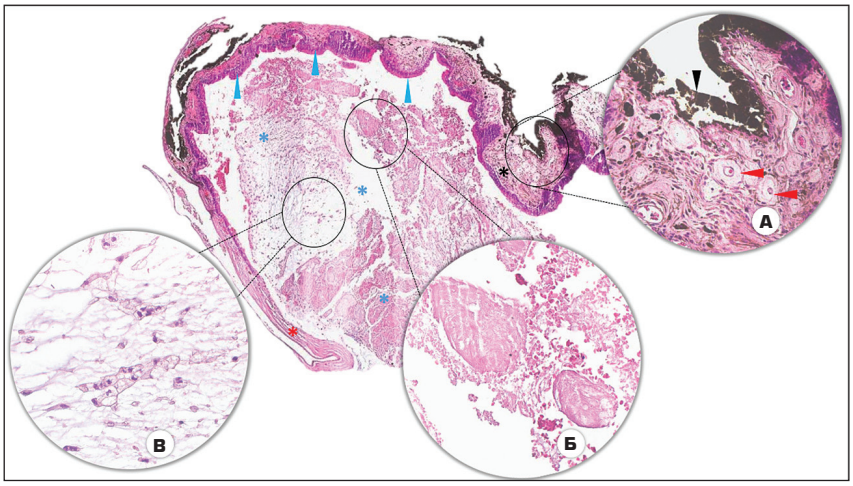


Рис. 4. Тотальный срез резецированной кисты радужки, «*» (черная) — стенка кисты на отдельных участках представлена стромой радужки (ув. 40×, окраска гематоксилин/эозин): А — сохранный пигментно-мышечный листок («▼» черная) и строма радужки с сосудами типичного строения («▼» красные) без заметных изменений, местами со склеротическими изменениями. По передней поверхности стенка кисты представлена плотной неоформленной фиброзной тканью («*» красная) и включает в себя подпаянную десцеметову мембрану (увеличение 400×); Б — полость кисты выстлана многорядным цилиндрическим эпителием с бокаловидными клетками («▼» синие), полость кисты («*» синие) содержит слизь с примесью эритроцитов и слоистые слизистые глобулы (увеличение 400×); В — скопления макрофагов с обильной светлой вакуолизированной цитоплазмой (увеличение 400×)

Fig. 4. Total section of resected iris cyst, «*» (black) — the cyst wall in some areas is represented by the iris stroma (40× magnification, hematoxylin/eosin staining): A — intact pigment-muscular layer («▼» black) and iris stroma with typical structure vessels («▼» red) with sclerotic changes. Along the anterior surface the cyst wall is represented by dense unformed fibrous tissue («*» red) and includes a soldered Descemet's membrane (magnification 400×); Б — the cyst cavity is lined with multi-row columnar epithelium with goblet cells («▼» blue), the cyst cavity («*» blue) contains mucus with an admixture of erythrocytes and layered mucous globules (magnification 400×); B — clusters of macrophages with abundant light vacuolated cytoplasm (magnification 400×)

ОБСУЖДЕНИЕ

Вторичная офтальмогипертензия и/или глаукома (ВГ) объединяют группу заболеваний, для которых повышение офтальмотонуса носит вторичный по отношению к основному заболеванию характер. ВГ является следствием офтальмологических, общих заболеваний, а также глазных вмешательств или травм [1–11]. Патогенетические механизмы офтальмогипертензионного процесса зависят от особенностей течения основного заболевания, являющегося причиной формирования гипертензии. В отличие от первичной глаукомы, процесс часто носит односторонний характер. В зависимости от особенностей блокады угла передней камеры глаукома может клинически протекать по типу открытоугольной или закрытоугольной.

ВГ включает целый ряд клинико-патогенетических форм: воспалительную, неоваскулярную, флебогипертензивную, факогенную, медикаментозно-индуцированную и посттравматическую. В зависимости от формы соответственно будут отличаться и подходы к диагностике, медикаментозному и хирургическому лечению [12–24].

Офтальмогипертензия и/или глаукома, связанные с муцин-продуцирующей кистой радужки, или так называемая мукогенная глаукома, является чрезвычайно редкой формой вторичной открытоугольной

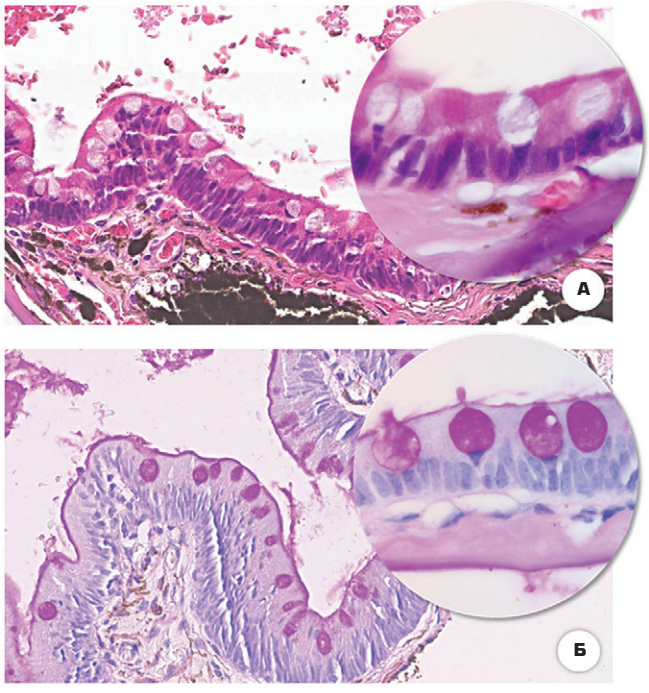


Рис. 5. Эпителиальная выстилка кисты: А — окраска гематоксилин/эозин, ув. 400×, во врезке — эпителиальная выстилка представлена зрелым многорядным цилиндрическим эпителием кишечного типа с щеточной каемкой без признаков атипии с многочисленными бокаловидными клетками, расположенные на тонкой базальной мембране (ув. 1000× с масляной иммерсией). Б — ШИК-реакция (PAS) (ув. 400×), во врезке — бокаловидные клетки, щеточная каемка эпителиальных клеток, а также слизь, содержащаяся в полости кисты, интенсивно окрашиваются в фуксиново-красный цвет (ув. 1000× с масляной иммерсией)

Fig. 5. Epithelial lining of the cyst: A — hematoxylin/eosin staining, 400× magnification, in the inset — the epithelial lining is represented by mature multi-row columnar epithelium of the intestinal type with a brush border without signs of atypia with numerous goblet cells located on a thin basement membrane (1000× magnification with oil immersion); Б — epithelial lining of the cyst, PAS reaction (400× magnification), in the inset — goblet cells, brush border of epithelial cells, as well as mucus contained in the cyst cavity, are intensely stained fuchsin-red (1000× magnification with oil immersion)

офтальмогипертензии и/или глаукомы. Согласно литературным источникам, эта публикация — 6-й зарегистрированный случай в целом и 5-й случай у взрослого пациента [25–29]. Во всех случаях у пациентов наблюдалось острое повышение ВГД в сочетании с клиническим подозрением на разрыв кисты радужки. При наблюдении пациентов от 16 месяцев до 6 лет иссечение кисты так или иначе приводило к нормализации процесса [25–29]. Во всех клинических случаях патогистологические исследования выявляли наличие эпителиальных клеток и кист с муцином. Бокаловидные клетки были обнаружены у 3 пациентов. Только в 3 случаях в анамнезе была отмечена травма глазного яблока, во время которой, как предполагалось, мог быть занесен эктопический эпителий [25, 27, 28]. В описанном нами случае также была отмечена характерная эпителиальная выстилка кисты, бокаловидные клетки и слизистое содержимое.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами представлен уникальный случай мукогенной кисты радужки, приведшей к развитию офтальмогипертензии, не купируемой местной гипотензивной терапией, что явилось показанием к проведению фистулизирующей операции. Отмеченное прогрессирование кисты спустя 3 года наблюдения явилось показанием для иридэктомии с иридопластикой.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Саакян С.В. — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Измайлова Н.С. — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Петров С.Ю. — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Пантелеева О.Г. — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Жаров А.А. — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи;
Тацков Р.А. — выполнение хирургической операции.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Panek WC, Holland GN, Lee DA, Christensen RE. Glaucoma in patients with uveitis. Br J Ophthalmol. 1990;74(4):223–227. doi: 10.1136/bjo.74.4.223.
2. Ellant JP, Obstbaum SA. Lens-induced glaucoma. Doc Ophthalmol. 1992;81(3):317–338. doi: 10.1007/BF00161770.
3. Filipe JC, Palmares J, Delgado L, Lopes JM, Borges J, Castro-Correia J. Phacolytic glaucoma and lens-induced uveitis. Int Ophthalmol. 1993;17(5):289–293. doi: 10.1007/BF01007798.
4. Urban RC, Jr., Dreyer EB. Corticosteroid-induced glaucoma. Int Ophthalmol Clin. 1993;33(2):135–139. doi: 10.1097/00004397-199303320-00013.
5. Detry-Morel M. Neovascular glaucoma in the diabetic patient. Bull Soc Belge Ophtalmol. 1995;256:133–141.
6. Sihota R, Sood NN, Agarwal HC. Traumatic glaucoma. Acta Ophthalmol Scand. 1995;73(3):252–254. doi: 10.1111/j.1600-0420.1995.tb00279.x.
7. Merayo-Lloves J, Power WJ, Rodriguez A, Pedroza-Seres M, Foster CS. Secondary glaucoma in patients with uveitis. Ophthalmologica. 1999;213(5):300–304. doi: 10.1159/000027443.
8. De Leon-Ortega JE, Girkin CA. Ocular trauma-related glaucoma. Ophthalmol Clin North Am. 2002;15(2):215–223. doi: 10.1016/s0896-1549(02)00011-1.
9. Mocanu C, Barascu D, Marinescu F, Lacrateanu M, Iliusi F, Simionescu C. Neovascular glaucoma — retrospective study. Oftalmologia. 2005;49(4):58–65.
10. Seth NG, Thattaruthody F, Pandav SS. Phacolytic Glaucoma. Ophthalmol Glaucoma. 2019;2(3):155. doi: 10.1016/j.ogla.2019.01.010.
11. Shah SS, Meyer JJ. Lens-Induced Glaucoma. StatPearls. Treasure Island (FL) ineligible companies. Disclosure: Jay Meyer declares no relevant financial relationships with ineligible companies. 2024.
12. Girkin CA, McGwin G, Jr., Morris R, Kuhn F. Glaucoma following penetrating ocular trauma: a cohort study of the United States Eye Injury Registry. Am J Ophthalmol. 2005;139(1):100–105. doi: 10.1016/j.ajo.2004.08.052.
13. Matsui N, Kamao T, Azumi A. Case of metastatic intraocular malignant lymphoma with neovascular glaucoma. Nippon Ganka Gakkai Zasshi. 2005;109(7):434–439.
14. Vancea PP, Abu-Taleb A. Current trends in neovascular glaucoma treatment. Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi. 2005;109(2):264–268.
15. Jones R, 3rd, Rhee DJ. Corticosteroid-induced ocular hypertension and glaucoma: a brief review and update of the literature. Curr Opin Ophthalmol. 2006;17(2):163–167. doi: 10.1097/01.icu.0000193079.55240.18.
16. Oshima Y, Sakaguchi H, Gomi F, Tano Y. Regression of iris neovascularization after intravitreal injection of bevacizumab in patients with proliferative diabetic retinopathy. Am J Ophthalmol. 2006;142(1):155–158. doi: 10.1016/j.ajo.2006.02.015.
17. Bai HQ, Yao L, Wang DB, Jin R, Wang YX. Causes and treatments of traumatic secondary glaucoma. Eur J Ophthalmol. 2009;19(2):201–206. doi: 10.1177/112067210901900205.
18. Spaeth GL, Monteiro de Barros DS, Fudemberg SJ. Visual loss caused by corticosteroid-induced glaucoma: how to avoid it. Retina. 2009;29(8):1057–1061. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181b32cfd.
19. de Smet MD, Taylor SR, Bodaghi B, Miserocchi E, et al. Understanding uveitis: the impact of research on visual outcomes. Prog Retin Eye Res. 2011;30(6):452–470. doi: 10.1016/j.preteyeres.2011.06.005.
20. Olmos LC, Lee RK. Medical and surgical treatment of neovascular glaucoma. Int Ophthalmol Clin. 2011;51(3):27–36. doi: 10.1097/IIO.0b013e31821e5960.
21. Kothari R, Tathe S, Gogri P, Bhandari A. Lens-Induced Glaucoma: The Need to Spread Awareness about Early Management of Cataract among Rural Population. ISRN Ophthalmol. 2013;2013:581727. doi: 10.1155/2013/581727.
22. Sitoula RP, Sarkar I, Nayak D, Singh SK. Lens induced glaucoma: An experience in tertiary eye care center in eastern Nepal. Nepal J Ophthalmol. 2016;8(16):161–166. doi: 10.3126/nepjoph.v8i2.17006.
23. Fernandez-Ferro M, Fernandez-Fernandez M, Fernandez-Sanroman J, Costas-Lopez A, Lopez-Betancourt A. Management of a Penetrating Orbital Trauma from an Unusual Foreign Body with Associated Eye Injury. Ann Maxillofac Surg. 2019;9(1):214–217. doi: 10.4103/ams.ams_25_19.
24. Kawabe A, Uesawa Y. Analysis of Corticosteroid-Induced Glaucoma Using the Japanese Adverse Drug Event Reporting Database. Pharmaceuticals (Basel). 2023 Jun 30;16(7):948. doi: 10.3390/ph16070948.
25. Layden WE, Torczynski E, Font RL. Mucogenic glaucoma and goblet cell cyst of the anterior chamber. Arch Ophthalmol. 1978;96(12):2259–2263. doi: 10.1001/archopht.1978.03910060555019.
26. Kuchle M, Naumann GO. Mucogenic secondary open-angle glaucoma in diffuse epithelial ingrowth treated by block-excision. Am J Ophthalmol. 1991;111(2):230–234. doi: 10.1016/s0002-9394(14)72264-0.
27. Albert DL, Brownstein S, Kattleman BS. Mucogenic glaucoma caused by an epithelial cyst of the iris stroma. Am J Ophthalmol. 1992;114(2):222–224. doi: 10.1016/s0002-9394(14)73991-1.
28. Wakae H, Higashide T, Tsuneyama K, Nakamura T, Takahashi K, Sugiyama K. Immunohistochemical Characterization of the Ectopic Epithelium Devoid of Goblet Cells From a Posttraumatic Iris Cyst Causing Mucogenic Glaucoma. J Glaucoma. 2016;25(3):e291–294. doi: 10.1097/IJG.0000000000000346.
29. Chang TC, Huang LY, Cavuoto KM. Mucogenic glaucoma in a child. Am J Ophthalmol Case Rep. 2017;5:85–89. doi: 10.1016/j.ajoc.2016.12.011.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Саакян Светлана Владимировна
чл.-корр. РАН, доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела офтальмоонкологии и радиологии, зав. учебной частью кафедры глазных болезней ФДПО
https://orcid.org/0000-0001-8591-428X

Измайлова Наталья Сергеевна
начальник отдела патологической анатомии и гистологии, ведущий научный сотрудник, врач-патологоанатом
https://orcid.org/0000-0002-4713-5661

ABOUT THE AUTHORS

Saakyan Svetlana V.
corresponding member of RAS, MD, Professor, head of Ocular oncology and radiology department, deputy director of education, chair of ophthalmology
https://orcid.org/0000-0001-8591-428X

Izmailova Natalia S.
head of the Pathological fnatomy and histology department, leading researcher, pathologist
https://orcid.org/0000-0002-4713-5661

Петров Сергей Юрьевич
доктор медицинских наук, начальник отдела глаукомы
https://orcid.org/0000-0001-6922-0464

Тацков Роберт Александрович
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог отделения офтальмоонкологии и радиологии
https://orcid.org/0000-0001-5286-0051

Пантелеева Ольга Геннадьевна
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения офтальмоонкологии и радиологии
https://orcid.org/0000-0002-6616-656X

Жаров Андрей Александрович
научный сотрудник отдела патологической анатомии и гистологии, врач-патологоанатом
https://orcid.org/0000-0003-1103-6570

Petrov Sergey Yu.
MD, head of Glaucoma department
https://orcid.org/0000-0001-6922-0464

Tatskov Robert A.
PhD, ophthalmologist, Ocular oncology and radiology department
https://orcid.org/0000-0001-5286-0051

Panteleeva Olga G.
MD, leading researcher, Ocular oncology and radiology department
https://orcid.org/0000-0002-6616-656X

Zharov Andrey A.
researcher at the Pathological anatomy and histology department, pathologist
https://orcid.org/0000-0003-1103-6570

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-638-645

поступила 20.11.24
was received 20.11.24

Хирургическое лечение краевой дегенерации Терьена. Клиническое наблюдение





Д.А. Крахмалева Г.А. Осипян

ФГБНУ «НИИ глазных болезней им. М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):638–645**

Краевая дегенерация Терьена (КДТ) — это редко встречающееся идиопатическое дегенеративное заболевание, приводящее к истончению, неоваскуляризации и липидной инфильтрации на периферии роговицы. Состояние обычно двустороннее с асимметричным течением. Классическая форма встречается преимущественно у пациентов мужского пола старше 40 лет и демонстрирует чрезвычайно медленное асимптоматическое прогрессирование, ассоциированное с минимальным клиническим и гистологическим воспалением. Однако описана воспалительная форма заболевания, при которой классические признаки КДТ сопровождаются эпизодами воспаления переднего отрезка глаза (эписклерит, краевой кератит). В статье представлен клинический случай успешного хирургического лечения редкого осложнения краевой дегенерации Терьена в виде формирования внутрироговичных полостей со спонтанным образованием фильтрационной подушки. Применение послойной кератопластики позволило достичь восстановления тектонических свойств роговицы и сохранения высоких оптических функций. Применение системной и локальной иммуносупрессивной терапии дало возможность купировать воспаление, добиться прозрачного приживления трансплантата и сократить сроки послеоперационной реабилитации.

Ключевые слова: дегенерация роговицы, краевая дегенерация Терьена, оптическая когерентная томография, циклоспорин, кератопластика

Для цитирования: Крахмалева Д.А., Осипян Г.А. Хирургическое лечение краевой дегенерации Терьена. Клиническое наблюдение. *Офтальмология.* 2025;22(3):638–645. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-638-645

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 Terrien Marginal Corneal Degeneration: A Case Report

D.A. Krakhmaleva, G.A. Osipyan

Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):638–645**

Terrien's marginal degeneration is an infrequent, idiopathic degenerative disease that causes thinning, neovascularization, and lipid infiltration at the corneal periphery. It is usually bilateral but asymmetric. The classic form occurs predominantly in male patients over the age of 40 years and demonstrates extremely slow asymptomatic progression associated with minimal clinical and histological inflammation. However, an inflammatory type of the disease has been described, associated with sings of ocular inflammation (episcleritis, marginal keratitis). We present a clinical case of successful surgical treatment of a rare complication of Terrien's marginal degeneration with the formation of intracorneal cavities with spontaneous formation of a filtering bleb. Lamellar keratoplasty was performed in this case considering progressive cornea thinning and imminent corneal perforation. Surgical intervention allowed to restore the cornea integrity and preserve high visual acuity. The use of systemic and local immunosuppressive therapy was required to suppress inflammation and prevent recurrences.

Keywords: corneal degeneration, Terrien's marginal degeneration, optical coherence tomography, cyclosporine, keratoplasty

For citation: Krakhmaleva D.A., Osipyan G.A. Surgical Treatment of Terrien Marginal Corneal Degeneration: A Case Report. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):638–645. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-638-645

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

There is no conflict of interests.

Краевая дегенерация Терьена (КДТ) — редкое идиопатическое заболевание, характеризующееся медленно прогрессирующим истончением периферической стромы роговицы, протекающее без нарушения целостности вышележащего эпителия. Характерно чрезвычайно медленное асимптоматическое прогрессирование, ассоциированное с минимальным клиническим и гистологическим воспалением или его полным отсутствием. На ранней стадии КДТ проявляется в виде точечных нежных, желтовато-белых помутнений в поверхностных слоях стромы, отделенных от лимба участком прозрачной роговицы [1–4]. Как правило, поражение начинается в верхних периферических отделах роговицы и по мере прогрессирования распространяется по всей окружности, сопровождается истончением стромы, сосудистым паннусом и липидными отложениями по проксимальному краю. Зрение может быть снижено за счет формирования неправильного астигматизма. Тем не менее максимально корригированная острота зрения, как правило, сохраняется высокой, так как оптическая зона остается интактной [5, 6]. Перфорация роговицы встречается редко (9–14 %), и может возникнуть спонтанно или вследствие травмы [1, 5, 7–9]. Описаны случаи формирования в истонченной периферической строме внутрироговичных кист, полостей или гидропса [5, 9–13], которые могут приводить к образованию фильтрационной подушки и гипотонии [14], а также случаи частичной и полной отслойки десцеметовой мембраны [5, 15].

В последние годы активно обсуждается наличие атипичного воспалительного типа КДТ, для которого характерны дебют заболевания в более молодом возрасте, симптомы боли и покраснения, явления рецидивирующего краевого кератита, эписклерита и склерокератита [6, 16–19].

Были выдвинуты различные теории, объясняющие варианты течения КДТ. Согласно гипотезе T. Iwamoto, при типичном асимптоматическом течении КДТ гипоксия стромальных волокон приводит к жировой дегенерации, в то время как при воспалительном типе дегенеративно измененные клетки базального эпителия роговицы секретируют иммуногенный компонент, вызывающий сенсибилизацию [18].

Использование конфокальной микроскопии *in vivo* позволило выявить скопления лимфоцитов и активированных клеток Лангерганса, которые обнаруживались даже на ранних и доклинических стадиях [20, 21], что также указывает на воспалительную этиологию заболевания.

Тем не менее на сегодняшний день роль воспаления в патогенезе КМД остается дискутабельной. Нельзя исключать потенциальное влияние сопутствующей патологии на течение заболевания. Так, КДТ может проявляться в ассоциации с различными роговичными и системными заболеваниями, такими как весенний кератоконъюнктивит [22], ревматоидный артрит [23], стойкая возвышающаяся эритема [24].

Следует отметить, что, несмотря на имеющиеся в мировой литературе описания клинической картины КДТ, данная патология нередко вызывает сложности при постановке диагноза. Общепринятой стратегии

в лечении КДТ также не существует. Как правило, применяется симптоматическое лечение с использованием лубрикантов. Единого мнения о необходимости и режиме терапии противовоспалительными местными препаратами и системными иммуносупрессантами на сегодняшний день нет.

Приведенное ниже клиническое наблюдение демонстрирует случай воспалительной формы краевой дегенерации Терьена с развитием внутрироговичных полостей, субконъюнктивальной фильтрации и представляет интерес как с позиций дифференциальной диагностики, так и терапевтической стратегии.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Женщина 35 лет с жалобами в течение месяца на дискомфорт, давящие боли и нестабильность зрения левого глаза была направлена в ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» с целью дообследования и постановки диагноза. В анамнезе не было системных заболеваний и травм, пациентка наблюдается у эндокринолога (инсулинорезистентность, принимает глюкофаш лонг). Со слов пациентки, в детстве и молодости была диагностирована близорукость, правый глаз с детства видел хуже, до появления вышеуказанных жалоб пользовалась мягкими контактными линзами (МКЛ), изредка отмечала непродолжительный легкий дискомфорт обоих глаз, который связывала с перенашиванием МКЛ. В 2024 г. была выполнена отграничительная лазерная коагуляция сетчатки (ЛКС) по поводу периферической витреохориоретинальной дистрофии (ПВХРД) сетчатки OS.

Visus:

OD 0,01 sph -9,75 D cyl -3,25 D ax 25 ° = 0,4

OS 0,02 sph -6,0 D cyl -3,75 D ax 115 ° = 0,7

При биомикроскопическом исследовании правого глаза в верхних отделах роговицы выявлено периферическое паралимбальное помутнение с поверхностной радиальной васкуляризацией и отложением липидов по его проксимальному краю (рис. 1А). Признаки воспалительной реакции отсутствовали.

Левый глаз был спокоен, отмечался выраженный субконъюнктивальный отек с формированием диффузной фильтрационной подушки. В верхних отделах имелась зона периферического истончения стромы роговицы полулунной формы с образованием сообщающихся внутрироговичных полостей в меридиане 10–14 ч, заполненных прозрачной жидкостью (предположительно влагой передней камеры) (рис. 2А). Эпителизация полная, эпителий в верхней трети роговицы отечен. В проекции 12 ч визуализировался дефект десцеметовой мембраны размерами 1×2 мм. В нижних отделах определены нежные периферические поверхностные помутнения. При осмотре глазного дна OU: ПВХРД; OS: плоский ретиношизис, отграничительные лазеркоагуляты в верхненаружном квадранте сетчатки.

Проба Зейделя была отрицательной. При этом отмечалась выраженная асимметрия внутриглазного давления (ВГД): OD — 17,2 мм рт. ст., OS — 9,1 мм рт. ст.

Для оценки структурных изменений роговицы и исключения роговично-склеральных фистул у пациентки была выполнена оптическая когерентная томография (ОКТ) роговицы с помощью аппарата RTVue 100-2 (Optovue, США) с использованием роговичного модуля CAM-L.

ОКТ переднего отрезка правого глаза выявило, что краевые помутнения роговицы сопровождались циркулярным истончением периферической стромы роговицы разной степени выраженности с преимущественным поражением в верхних отделах. В зоне

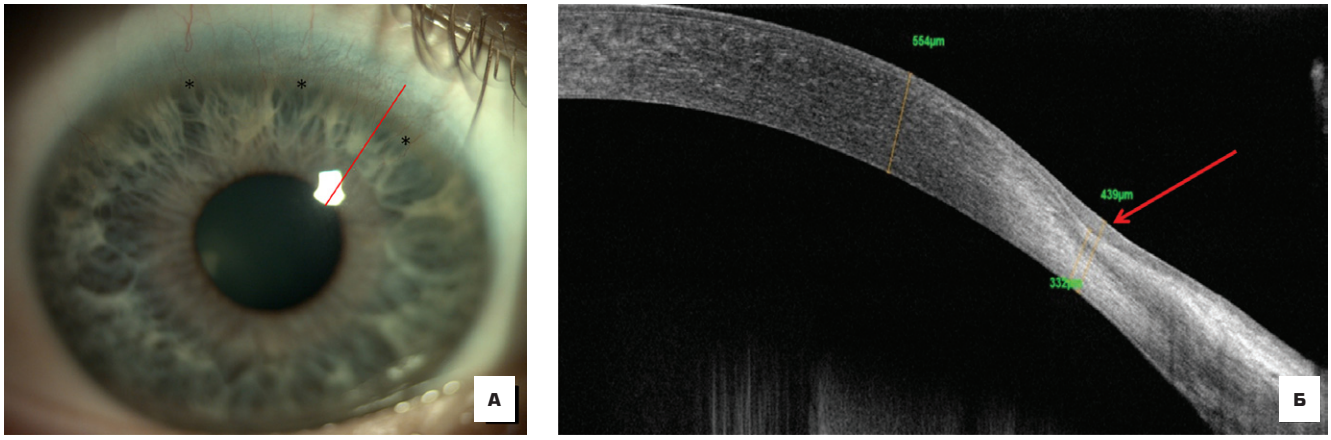


Рис. 1. Клиническая картина правого глаза: А — биомикроскопическая картина: паралимбально зона истончения роговицы с отложениями липидов (отмечено *) и поверхностной неоваскуляризацией без признаков воспаления. Красной линией отмечена проекция ОКТ-среза; Б — ОКТ-картина, демонстрирующая гиперрефлективность и периферическое истончение стромы роговицы (отмечено стрелкой); эпителий интактный, неравномерной толщины

Fig. 1. Clinical example of the right eye: A — biomicroscopic view showing superior peripheral corneal thinning with lipid deposition (marked *) and superficial neovascularization with no signs of inflammation; Б — cross-sectional AS-OCT image of the right eye, demonstrating hyperreflectivity and peripheral thinning of the corneal stroma (marked with an arrow); the epithelium is intact and having uneven thickness

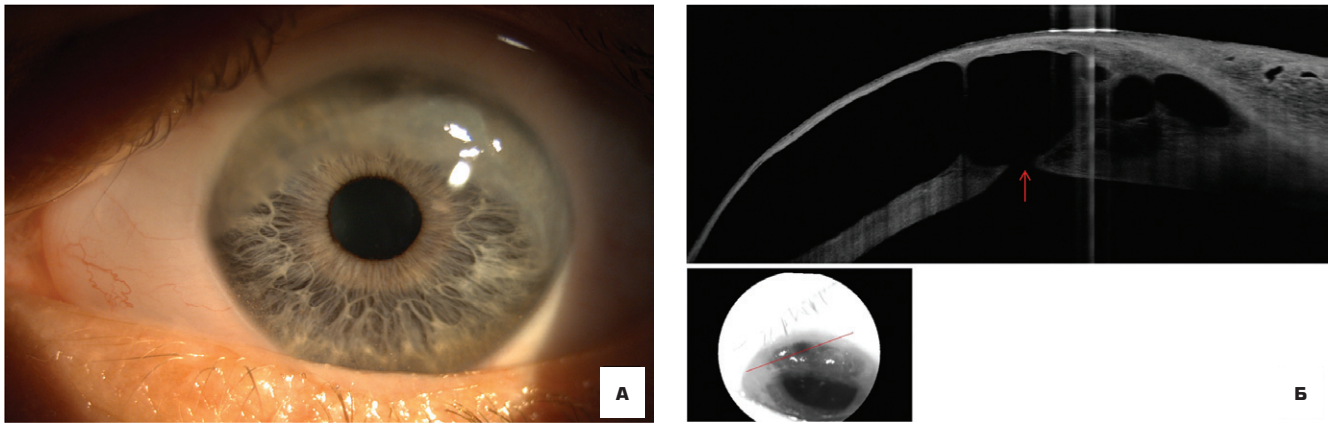


Рис. 2. Клиническая картина левого глаза: А — биомикроскопическая картина: в верхних отделах локальный отек роговицы полулунной формы с формированием внутрироговичных полостей в меридиане 10–14 ч, выраженный диффузный субконъюнктивальный отек; Б — ОКТ-картина: внутрироговичные сообщающиеся полости, гиперрефлективность и выраженное истончение стромы роговицы. Боуменова мембрана в зоне истончения не визуализируется. Разрыв десцеметовой мембраны отмечен стрелкой

Fig. 2. Clinical example of the left eye: A — biomicroscopic view: superior local crescent-shaped corneal edema with formation of confluent intrastromal cavities in the 10–14 o'clock meridian. Б; cross-sectional AS-OCT image: intracorneal cavities, hyperreflectivity and corneal stroma thinning. Bowman's membrane is not visualized in the thinned cornea. The rupture of Descemet's membrane is marked by an arrow

максимального истончения толщина роговицы составила 439 мкм при толщине роговицы в интактной зоне 554 мкм. В месте формирования желобовидного периферического истончения стромы наблюдалось компенсаторное увеличение толщины эпителия (рис 1Б).

ОКТ переднего отрезка левого глаза дала возможность визуализировать интракорнеальные сообщающиеся полости, стенки которых были образованы истонченной фиброзированной стромой роговицы. На периферии роговицы в проекции 12 ч был локализован разрыв десцеметовой мембраны (рис. 2Б). Визуализировались гипорефлективные полости в субконъюнктивальном пространстве, предположительно в местах скопления жидкости, при этом признаков роговично-конъюнктивальной фистулы не было выявлено.

Пациентке была рекомендована консультация ревматолога для исключения системной патологии, а также динамическое наблюдение с применением местной противоотечной и лубрикантной терапии.

Результаты лабораторных тестов (АНА, компоненты системы комплемента С3 и С4, антитела к MPO, PR3) были в пределах нормальных значений, HLA B27 и HLA B51 не обнаружены. Признаков аутоиммунных заболеваний не было выявлено.

На основании комплексного обследования с учетом клинической картины правого глаза, сопровождающейся двусторонним периферическим истончением роговицы, а также полученных данных лабораторных и инструментальных исследований был поставлен диагноз: OU Миопия высокой степени. Сложный миопический астигматизм. Краевая дегенерация Терьена. ПВХРД. OS Состояние после периферической барьерной ЛКС.

В течение 1 месяца наблюдения имела место отрицательная динамика, пациентка отметила постепенное усиление давящих болей, дискомфорта, появление отека век. По данным ОКТ роговицы наблюдалось прогрессирование истончения стромы роговицы, составляющей стенки интраламеллярной полости с увеличением размеров дефекта десцеметовой мембраны. Отмечалось снижение ВГД до 6,2 мм рт. ст., сопровождающееся явлениями циклодиализа и возникновением циркулярной щелевидной цилиохориоидальной отслойки (ЦХО) высотой 0,8 мм по данным ультразвукового исследования OS.

Учитывая прогрессирование истончения роговицы, гипотонии, угрозу развития макулопатии, было принято решение о проведении хирургического лечения. Выполнена периферическая послойная кератопластика с покрытием трансплантата лоскутом аутоконъюнктивы.

Техника операции. Сверху на периферии роговицы в секторе от 10 до 2 ч маркером отметили границу истонченной роговицы. Затем с помощью лезвия в пределах здоровой не истонченной роговицы выполнили надрез до ее глубоких слоев по намеченной ранее границе. Ламеллярную кератэктомию до десцеметовой мембраны выполняли с использованием круглого шпателя для мануальной диссекции. После тщательного замера границ ложа с проецированием на донорский материал осуществили мануальную диссекцию послойного трансплантата из донорского материала. Приготовленный донорский трансплантат соответствующего размера уложили в сформированное ложе реципиента и фиксировали узловыми швами (нейлон 10-0). Отсепарованную конъюнктиву выделили на двух ножках в секторе от 10 до 2 ч и покрыли трансплантат с фиксацией к здоровой роговице узловыми швами.

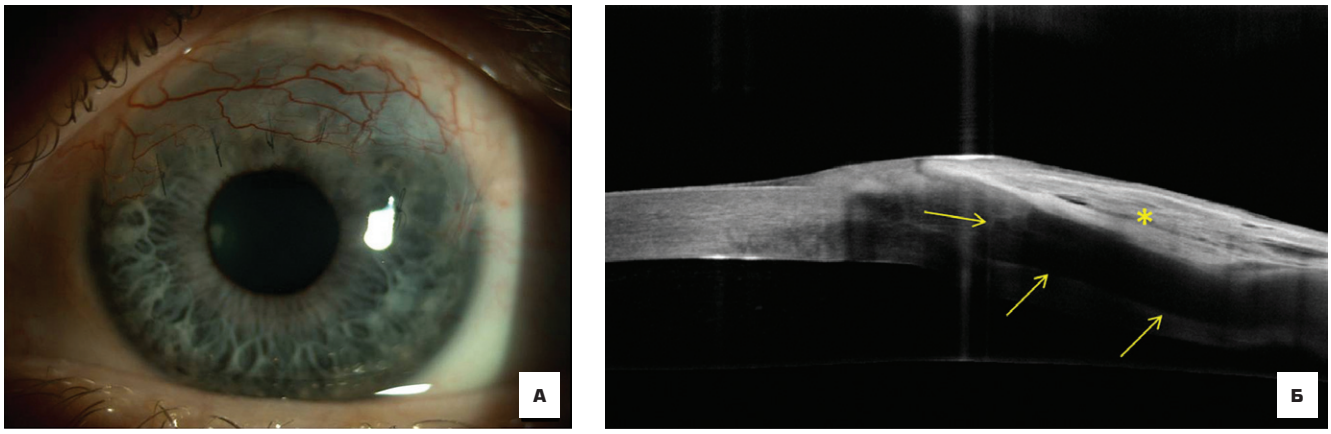


Рис. 3. Клиническая картина левого глаза через 3 месяца после хирургического вмешательства: А — биомикроскопическая картина; Б — ОКТ-картина: послойный трансплантат адаптирован (край отмечен стрелками), покрыт аутоконъюнктивальным лоскутом (отмечен звездочкой)

Fig. 3. Clinical example of the left eye 3 months after peripheral anterior lamellar keratoplasty with autoconjunctival grafting: A — biomicroscopic view; Б — cross-sectional AS-OCT image: the lamellar graft (the edge is marked with arrows) covered with an autoconjunctival flap (marked with an asterisk)

В раннем послеоперационном периоде наблюдалась выраженная местная воспалительная реакция с тенденцией к лизису кератотрансплантата. В нижних отделах роговицы левого глаза наблюдали появление поверхностных краевых инфильтратов с выраженной неоваскуляризацией. Пациентке был рекомендован пероральный прием циклоспорина в дозе 125 мг/сут., параокулярные инъекции дексаметазона, инстилляции циклоспорина, дексаметазона, тобрекса, бесконсервантных форм лубрикантов.

На фоне проводимой терапии была достигнута стабилизация процесса с полной резорбцией роговичного и субконъюнктивального отека, рассасыванием инфильтратов и запустеванием новообразованных сосудов. Роговичный трансплантат адаптирован, признаков наружной и субконъюнктивальной фильтрации не было (рис. 3А, Б). Отмечалась нормализация ВГД: OD — 15,2 мм рт. ст., OS — 14,2 мм рт. ст.

Острота зрения левого глаза с максимальной коррекцией через 3 месяца после операции сохранялась достаточно высокой и составляла 0,7.

Было принято решение об отмене перорального приема циклоспорина. Однако через 5 дней после отмены пациентка обратилась с жалобами на дискомфорт и покраснение правого глаза, появление «белого пятна» на роговице.

При биомикроскопии правого глаза в перилимбальной зоне в проекции 4–7 ч отмечена локальная перикорнеальная инъекция, стромальная инфильтрация роговицы при интактном эпителии, краевая неоваскуляризация (рис. 4). Левый глаз спокоен, *status idem*.

Пероральный прием циклоспорина был возобновлен, рекомендованы инстилляции циклоспорина («Рестасис», Allergan, Ирландия), дексаметазона, гиалуроната натрия 0,1 %. На фоне применения противовоспалительной терапии было достигнуто быстрое купирование процесса, полное рассасывание инфильтрата и запустевание роговичных сосудов. Срок наблюдения составил 10 месяцев.

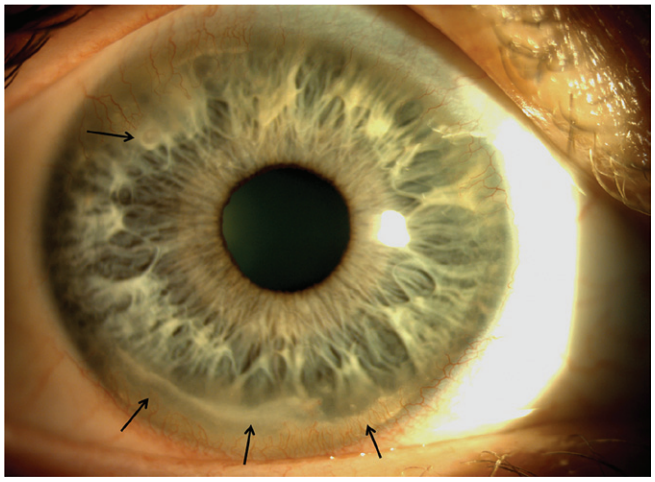


Рис. 4. Биомикроскопическая картина правого глаза. Стромальная инфильтрация (обозначена стрелками) с краевой поверхностной неоваскуляризацией не сопровождается нарушением целостности эпителия

Fig. 4. Biomicroscopic view of the right eye. Stromal lipid infiltration (indicated by arrows) with peripheral superficial neovascularization and intact epithelium

ОБСУЖДЕНИЕ

Отсутствие общепринятых диагностических критериев и специфических клинических признаков может обусловливать затруднения при постановке диагноза. Следует отметить, что любые инфекционные, воспалительные или травматические причины могут приводить к вторичной неоваскуляризации, липидной кератопатии и периферическому истончению роговицы. Необходимо

проводить дифференциальный диагноз с инфекционным кератитом, язвой Мурена, периферическим язвенным кератитом, склерокератитом, пелюцидной краевой дегенерацией. Исключение аутоиммунного заболевания имеет решающее значение [5, 25].

К характерным диагностическим признакам КДТ относят верхнюю или верхне-назальную локализацию, истончение роговицы без изъязвления, поверхностную неоваскуляризацию в зоне истончения, отложение липидов, а также бессимптомное течение или слабовыраженные симптомы воспаления глазной поверхности. Подтверждающими критериями могут служить наличие астигматизма, псевдоптеригиума, перфорации роговицы [5].

Наличие одиночных и сливающихся интрастромальных полостей на периферии роговицы также подтверждает диагноз КДТ. Полости чаще всего расположены асимметрично, возникают в верхних квадрантах, прилегают к лимбу, могут распространяться на склеру, приводя к формированию фильтрационной подушки [5, 7].

Впервые разрыв десцеметовой мембраны, приводящий к образованию роговичной интраламеллярной полости, заполненной водянистой влагой, у 4 пациентов с краевой дегенерацией Терьена был описан Soong и соавт. в 1986 году [26]. В наиболее крупных сериях клинических случаев частота их выявления колеблется от 4,7 до 23 % [1, 5, 7]. Wang и соавт. предположили, что полости образуются, когда истонченная роговица выпячивается вперед, однако описаны случаи появления периферической полости без истончения прилегающей передней стромы [7]. Без дальнейших исследований неясно, указывает ли появление кисты или полости на конкретную стадию или подтип КДТ.

Наличие описанных выше характерных клинических проявлений позволило предположить у нашей пациентки диагноз КДТ. Учитывая отсутствие признаков воспаления в анамнезе и при первичном осмотре, мы не рассматривали инфекционную этиологию процесса. Невоспалительные состояния, такие как кератоконус и пеллюцидная краевая дегенерация, были маловероятны из-за отсутствия как центральной, так и изолированной нижней эктазии роговицы [27, 28].

Диагноз язва Мурена является также маловероятным, поскольку заболевание характеризуется сильной болью, истончением роговицы с «подрытым» краем, эпителиальным дефектом, прогрессированием по направлению к центру. Возникновение внутрироговичных полостей и субконъюнктивальной фильтрации при этом не является характерным [29].

Учитывая рецидивирующие эпизоды краевого кератита, хорошо купирующиеся при применении глюкокортикостероидов и антиметаболитов, важно исключить возможный диагноз периферического язвенного кератита. Краевой язвенный кератит включает разнообразную группу симптомов, но ключевыми отличиями являются боль, слезотечение, светобоязнь, язва в форме полумесяца и, что наиболее важно, инфильтрация и нарушение целостности эпителия [5, 29]. Помимо этого, пациентка была консультирована у ревматолога, признаков аутоиммунного системного заболевания не было выявлено.

В представленном нами наблюдении клиническая картина соответствовала описанным в литературе критериям воспалительного типа КДТ с малосимптомным двусторонним асимметричным поражением, периферическим истончением без изъязвления, неоваскуляризацией, липидной кератопатией на правом глазу и выраженным истончением с образованием внутрироговичных полостей, формированием субконъюнктивальной фильтрационной подушки и гипотонией на левом глазу.

Впервые предположение о существовании воспалительного типа КДТ, при котором дегенеративно измененные клетки базального эпителия роговицы секретируют иммуногенный компонент, вызывающий сенсибилизацию, высказал T. Iwamoto [18].

Считается, что воспалительный тип КДТ характеризуется дебютом в более молодом возрасте и повторяющимися атаками воспаления переднего отрезка глаза (кератит, склерит, эписклерит) [16, 19, 25]. Хотя очевидные признаки воспаления были определяющей чертой для этого варианта, субклинические признаки воспаления также могут играть важную роль. Феррари и соавт. [21], позже G. Ceresara и соавт. [20] смогли продемонстрировать наличие воспаления на клеточном уровне с помощью лазерной сканирующей конфокальной микроскопии *in vivo* даже при отсутствии внешних проявлений воспаления. Доказательства инфильтрации воспалительных клеток в строме, активированные кератоциты и аномальная структура суббазального нервного сплетения поддерживает эту идею. Авторы обеих статей также ссылались на сходство этих признаков с системными воспалительными заболеваниями, такими как синдром Шегрена и ревматоидный артрит. Случаи КДТ в условиях системного воспалительного заболевания редки, но были зарегистрированы при ревматоидном артрите [23] и стойкой возвышающейся эритеме [24]. Рассматриваемая в совокупности гипотеза этих авторов заключается в том, что воспалительные изменения способствуют патологическому процессу КДТ, а случаи системного воспалительного заболевания могут ускорить этот процесс.

На сегодняшний день не существует патогенетически ориентированного фармакологического лечения, оказывающего достоверное влияние на прогрессирование заболевания. Симптоматическое лечение направлено на подавление воспаления, увлажнение глазной поверхности, коррекцию рефракционных нарушений. Единой позиции, касающейся применения иммуномодулирующих препаратов в лечении КДТ, в научной литературе нет. Существует мнение, что эти препараты эффективны для подавления воспаления, но при этом не влияют

на предотвращение или замедление прогрессирования заболевания [25].

Однако в нашем клиническом случае назначение системной иммуносупрессивной терапии с пероральным приемом циклоспорина позволило купировать послеоперационное воспаление, а отмена препарата привела к обострению краевого кератита на парном глазу, что может свидетельствовать о целесообразности применения циклоспорина, в том числе для профилактики и снижения интенсивности обострений.

Хирургическое лечение может потребоваться в далеко зашедших стадиях. Показаниями к проведению ламеллярной кератопластики являются астигматизм высокой степени, гипотония и угроза перфорации. Описаны случаи самопроизвольного купирования с рубцеванием в зоне образования полости. В связи с этим решение о проведении хирургического лечения должно реализоваться индивидуально с учетом степени истончения по данным ОКТ. В представленном нами случае показаниями к операции служили гипотония, прогрессирующее истончение стромы роговицы, составляющей стенки интраламеллярной полости (по данным ОКТ), угроза перфорации роговицы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай демонстрирует успешное лечение редкого осложнения краевой дегенерации Терьена — формирования внутрироговичных полостей со спонтанным образованием фильтрационной подушки. Точная своевременная диагностика играет важную роль в определении тактики лечения. Воспалительная форма заболевания характеризуется дебютом в молодом возрасте, имеет более агрессивное течение и может требовать более частого мониторирования заболевания. Вопрос о назначении местной и/или системной иммуномодулирующей терапии должен решаться индивидуально в зависимости от формы, локализации и степени тяжести заболевания. В тяжелых клинических случаях с прогрессирующим истончением и угрозой перфорации роговицы передняя послойная кератопластика является эффективным методом, позволяющим достичь восстановления тектонических свойств роговицы и сохранения высоких оптических функций.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Осипян Г.А. — научное редактирование;
Крахмалева Д.А. — сбор и обработка материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Chan AT, Ulate R, Goldich Y, Rootman DS, Chan CC. Terrien Marginal Degeneration: Clinical Characteristics and Outcomes. Am J Ophthalmol. 2015 Nov; 160(5):867–872.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2015.07.031.
2. Srinivasan S, Murphy CC, Fisher AC, Freeman LB, Kaye SB. Terrien marginal degeneration presenting with spontaneous corneal perforation. Cornea. 2006 Sep;25(8):977–980. doi: 10.1097/01.ico.0000226367.41925.ab.
3. Das AV, Pillutla NL, Chaurasia S. Clinical profile and demographic distribution of Terrien's marginal degeneration in a multitier ophthalmology network in India. Indian J Ophthalmol. 2021 Dec;69(12):3482–3486. doi: 10.4103/ijo.IJO_609_21.
4. Труфанов СВ, Саловарова ЕП, Текеева ЛЮ. Дегенерации роговицы. Вестник офтальмологии. 2018;134(5):282–288.
   Trufanov SV, Salovarova EP, Tekeeva LYu. Corneal degenerations. Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(5):282–288 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2018134051282.
5. Ruutila M, Fagerholm P, Lagali N, Hjortdal J, Bram T, Moilanen J, Kivelä TT. Diagnostic Criteria for Terrien Marginal Degeneration: Nordic Terrien Degeneration Study. Cornea. 2021 Feb 1;40(2):133–141. doi: 10.1097/ICO.0000000000002427.
6. Nirankari VS, Kelman SE, Richards RD. Central cornea involvement in Terrien's degeneration. Ophthalmic Surg. 1983;14:245–247.
7. Wang N, Wang CX, Lian XF, Duan SJ, Huang D, Zhou SY. Staging of development in Terrien's degeneration based on corneal curvatures detected by optical coherence tomography. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2015 Oct;253(10):1757–1764. doi: 10.1007/s00417-015-3057-4.
8. François J. La dégénérescense marginale de la cornée. Arch Ophtalmol (Paris). 1936;53:432-540:612.
9. Hattori T, Kumakura S, Mori H, Goto H. Depiction of cavity formation in Terrien marginal degeneration by anterior segment optical coherence tomography. Cornea. 2013 May;32(5):615–618. doi: 10.1097/ICO.0b013e318259c970.
10. Romanchuk KG, Hamilton WK, Braig RF. Terrien's marginal degeneration with corneal cyst. Cornea. 1990 Jan;9(1):86–87.
11. Goldberg MA, Lubniewski AJ, Williams JM, Smith ME, Pepose JS. Cystic hydrops and spontaneous perforation in Fuchs' superficial marginal keratitis. Am J Ophthalmol. 1996 Jan;121(1):91–93. doi: 10.1016/s0002-9394(14)70539-2.
12. Soong HK, Fitzgerald J, Boruchoff SA. Corneal hydrops in Terrien's marginal degeneration. Ophthalmology. 1986;93:340–343.
13. Ashenhurst M, Slomovic A. Corneal hydrops in Terrien's marginal degeneration: an unusual complication. Can J Ophthalmol. 1987;22:328–330.
14. Munro M, McWhae J, Romanchuk K, Crichton A, Carter G, Ball A. Two cases of spontaneous filtering blebs, one idiopathic and one associated with Terrien marginal degeneration. Cornea. 2014 Jul;33(7):752–754. doi: 10.1097/ICO.0000000000000132.
15. Vejdani AH, Khakshoor H, McCaughey MV, Moshirfar M. Partial and Total Descemet's Detachments in a Patient with Severe Terrien's Marginal Degeneration and Juvenile Idiopathic Arthritis. Case Rep Ophthalmol Med. 2014;2014:279491. doi: 10.1155/2014/279491.
16. Austin P, Brown SI. Inflammatory Terrien's marginal corneal disease. Am J Ophthalmol. 1981;92:189–192.
17. Lauber H. Ueber periphere Hornhautektasie. Klin Monbl Augenheilkd. 1905;43: 382–386.
18. Iwamoto T, DeVoe A, Farris RL. Electron microscopy in cases of marginal degeneration of the cornea. Invest Ophthalmol. 1972;11:241–257.
19. Рикс ИА, Труфанов СВ, Астахов СЮ, Эзугбая М, Папанян СС, Акопов ЕЛ. Одна болезнь, но разные названия: краевой кератит Фукса и дегенерация Терриена. Офтальмология. 2020;17(3s):617–624. doi: 10.18008/1816-5095-2020-3S-617-624.
   Riks IA, Trufanov SV, Astakhov YuS, Ezugbaya M, Papanyan SS, Akopov EI. One Disease, but Different Names: Fuchs' Superficial Marginal Keratitis and Terrien Marginal Degeneration. Ophthalmology in Russia. 2020;17(3s):617–624 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-3S-617-624.
20. Ceresara G, Migliavacca L, Orzalesi N, Rossetti L. In vivo confocal microscopy in Terrien marginal corneal degeneration: a case report. Cornea. 2011 Jul;30(7):820–824. doi: 10.1097/ICO.0b013e31820143ed.
21. Ferrari G, Tedesco S, Delfini E, Macaluso C. Laser scanning in vivo confocal microscopy in a case of Terrien marginal degeneration. Cornea. 2010 Apr;29(4):471–475. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181b46aa3.
22. Kremer I. Terrien's Marginal Degeneration Associated With Vernal Conjunctivitis. Am J Ophthalmol. 2018;111(4):517–518. doi: 10.1016/S0002-9394(14)72397-9.
23. Zarei-Ghanavati S, Javadi MA, Yazdani S. Bilateral Terrien's Marginal Degeneration and Posterior Polymorphous Dystrophy in a Patient with Rheumatoid Arthritis. J Ophthalmic Vis Res. 2012 Jan;7(1):60–63.
24. Shimazaki J, Yang HY, Shimmura S, Tsubota K. Terrien's marginal degeneration associated with erythema elevatum diutinum. Cornea. 1998 May;17(3):342–344.
25. Ding Y, Murri MS, Birdsong OC, Ronquillo Y, Moshirfar M. Terrien marginal degeneration. Surv Ophthalmol. 2019 Mar-Apr;64(2):162–174. doi: 10.1016/j.survophthal.2018.09.004.
26. Soong HK, Fitzgerald J, Boruchoff SA, Sugar A, Meyer RF, Gabel MG. Corneal hydrops in Terrien's marginal degeneration. Ophthalmology. 1986 Mar;93(3):340–343. doi: 10.1016/s0161-6420(86)33737-0.
27. Шелудченко ВМ, Осипян ГА, Храйстин Х, Джалили РА. К вопросу о тактике хирургического лечения кератоконуса при существенных изменениях толщины роговицы. Вестник офтальмологии. 2022;138(3):35–40.
   Sheludchenko VM, Osipyan GA, Khraystin Kh, Djalili RA. On the tactics for surgical treatment of keratoconus in significantly altered corneal thickness. Russian Annals of Ophthalmology. 2022;138(3):35–40 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213803135.
28. Gomes JA, Tan D, Rapuano CJ, Belin MW, Ambrósio R Jr, Guell JL, Malecaze F, Nishida K, Sangwan VS; Group of Panelists for the Global Delphi Panel of Keratoconus and Ectatic Diseases. Global consensus on keratoconus and ectatic diseases. Cornea. 2015 Apr;34(4):359–369. doi: 10.1097/ICO.0000000000000408.
29. Каспарова ЕА, Краснолуцкая ЕИ, Круглова ЕМ. Язва Мурена. Вестник офтальмологии. 2020;136(5):241–247.
   Kasparova EA, Krasnolutskaya EI, Kruglova EM. Mooren's ulcer. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(5):241–247 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136052241.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Крахмалева Дарья Александровна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела патологии оптических сред глаза
https://orcid.org/0000-0002-4591-2367

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

ABOUT THE AUTHORS

Krakhmaleva Daria A.
PhD, research officer of Eye optical system pathology department
https://orcid.org/0000-0002-4591-2367

Osipyan Grigoriy A.
MD, senior research officer, head of Eye optical system pathology department
https://orcid.org/0000-0002-1056-4331

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-646-653

поступила 15.07.25
was received 15.07.25

Кросслинкинг роговицы при кератоконусе у детей, оценка эффективности в отдаленном периоде. Клинический случай с катамнезом 5 лет



Е.Ю. Маркова[1,2]
Н.А. Гаврилова[1]

[1] ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Долгоруковская, 4, Москва, 127006, Российская Федерация

[2] Глазной центр «Восток-Прозрение»
ул. Полины Осипенко, 10, к. 1, Москва, 123007, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):646–653**

Кератоконус у детей начали диагностировать сравнительно недавно, что объясняется трудностями обследования (низкий комплаенс, сопутствующие заболевания). Особенность кератоконуса у детей заключается в том, что его диагностика сложна, в то время как раннее выявление и своевременное лечение при прогрессировании позволяют избежать осложнений. Метод кросслинкинга роговичного коллагена (CXL) как минимально инвазивный является приоритетным при лечении у пациентов детского возраста. Несмотря на подтвержденную эффективность кросслинкинга роговицы в краткосрочных исследованиях, долгосрочные результаты остаются ключевым аспектом для оценки устойчивости лечебного эффекта данной методики. Представлен клинический случай пациента с кератоконусом, наблюдаемым в течение 5 лет после проведения CXL на правом глазу. **Цель:** проанализировать состояние роговицы и глазной поверхности у пациента детского возраста с диагнозом: OD Кератоконус 2–3-й стадии, оперированный (проведен CXL в 2020 году), OS Кератоконус 1–2-й стадии. OU Миопия высокой степени, миопический астигматизм. **Результаты.** Пациент Н. 17 лет наблюдался с диагнозом «кератоконус 2–3-й стадии», оперированный на правом глазу (CXL проведен 5 лет назад). В настоящий момент отмечается отсутствие прогрессирования, в то время как на другом глазу отмечено прогрессирование кератоконуса. **Заключение.** Кросслинкинг роговичного коллагена является эффективной методикой, позволяющей стабилизировать прогрессирующий кератоконус у детей (катамнез 5 лет). Эффективность метода подтверждена с помощью таких современных высокотехнологичных методов, как корнеотопография, анализ биомеханических характеристик глаза (Ocular Response Analyzer (ORA)).

Ключевые слова: роговица, кросслинкинг роговицы, протектор эпителия роговицы, кератоконус, дети, биомеханика глаза, слезная пленка

Для цитирования: Маркова Е.Ю., Гаврилова Н.А. Кросслинкинг роговицы при кератоконусе у детей, оценка эффективности в отдаленном периоде. Клинический случай с катамнезом 5 лет. *Офтальмология.* 2025;22(3):646–653. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-646-653

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Corneal Crosslinking in Keratoconus in Children, Evaluation of Efficiency in the Remote Period. Clinical Case with 5-year Follow-up

E.Yu. Markova[1,2], N.A. Gavrilova[1]

[1] Russian University of Medicine
Dolgorukovskaya str., 4, Moscow, 127006, Russian Federation

[2] Eye Center "Vostok-Prozrenie"
Polina Osipenko str., 10, bldg. 1, Moscow, 123007, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):646–653**

Introduction: Keratoconus in children has been diagnosed relatively recently, which is explained by the difficulties of examination (low compliance, concomitant diseases). The peculiarity of keratoconus in children is that it can develop unnoticed, often remaining unrecognized until adolescence, which creates additional difficulties in early diagnosis and treatment. The corneal collagen crosslinking (CXL) method, as a minimally invasive method, is a priority in the treatment of pediatric patients. Despite the confirmed effectiveness in short-term studies, long-term results remain a key aspect for assessing the sustainability of the therapeutic effect. This article presents a clinical case of a patient with keratoconus, observed for 5 years after crosslinking. **Objective:** To assess the condition of the cornea and ocular surface in a pediatric patient diagnosed with: OU High myopia, myopic astigmatism. OD Keratoconus stages 2–3 operated (corneal crosslinking was performed in 2020), OS Keratoconus stages 1–2. Results: Patient N., 17 years old, was observed with a diagnosis of keratoconus stages 2–3 in the right eye. Crosslinking was performed 5 years ago, currently showing stable remission. A standard and specialized ophthalmological examination was performed. **Conclusion:** Corneal cross-linking is an effective technique that allows for the stabilization of progressive keratoconus in children (5-year follow-up). The effectiveness of the method has been confirmed using modern high-tech methods, such as corneotopography and the Ocular Response Analyzer (ORA).

Keywords: cornea, corneal crosslinking, keratoconus, children, eye biomechanics, tear film

For citation: Markova E.Yu., Gavrilova N.A. Corneal Crosslinking in Keratoconus in Children, Evaluation of Efficiency in the Remote Period. Clinical Case with 5-year Follow-up. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):646–653. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-646-653

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

There is no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Кератоконус — прогрессирующее дегенеративное заболевание роговицы, вызывающее нарушение структуры и организации роговичного коллагенового матрикса, приводящее к истончению и протрузии и связанное с комбинированным воздействием генетических, гормональных и факторов внешней среды [1]. Пик манифестации приходится на подростковый и молодой возраст (15–30 лет), хотя в нашей практике мы встречали кератоконус у ребенка 5 лет, что делает своевременное выявление и лечение данной патологии крайне актуальным для предотвращения необратимой потери зрения.

Для диагностики данной патологии, наряду со стандартными методами диагностики, такими как сбор жалоб и анамнеа, визометрия, биомикроскопия роговицы, применяют корнеотопографию, оптическую когерентную томографию переднего отрезка глаза и т.д. [2, 3]. Одним из дополнительных методов диагностики заболевания является оценка состояния роговицы, которая выполняется при помощи анализатора биомеханических свойств глаза — Ocular Response Analyzer (ORA) [4]. Данный прибор позволяет определить биомеханические характеристики, отражающие вязкоэластические свойства ткани роговицы: корнеальный гистерезис (CH) и фактор резистентности роговицы (CRF). Путем пневматической тонометрии определяют две фазы аппланации и, как следствие, регистрируют изменения формы роговицы. Разница между этими фазами возникает из-за вязкоупругих свойств роговичной ткани и служит основой для их определения [5]. ORA позволяет оценить эффективность проведенного кросслинкинга и контролировать стабилизацию роговицы при динамическом наблюдении [6].

Для профилактики прогрессирования кератоконуса широко используются такие хирургические методы, как кросслинкинг роговичного коллагена и имплантация роговичных сегментов (ИРС). Однако ряд зарубежных авторов в своих исследованиях подчеркивают, что после ИРС кератоконус остается стабилизированным на короткое время, затем прогрессирование продолжается, при сочетанных методиках (кросслинкинг и ИРС) состояние роговицы ребенка пока не изучено. Кроме того, имплантация ИРС является инвазивным вмешательством, которое требует длительного наркоза у младших пациентов, что также связано с рядом рисков у таких пациентов из-за особенностей иммунологического статуса. Стоит отметить, что номограмм для расчета

рефракционного эффекта у детей при применении ИРС не существует. Таким образом, ИРС у детей не являются предпочтительным методом лечения кератоконуса [7].

Кросслинкинг роговичного коллагена заработал репутацию как надежный способ в долгосрочной стабилизации роговицы, в том числе и у детей. Клинические данные подтверждают высокую эффективность кросслинкинга у детей с кератоконусом. В 90–95 % случаев процедура останавливает прогрессирование болезни [8].

Раннее применение CXL при прогрессирующем кератоконусе у детей позволяет стабилизировать патологию, сохранить остроту зрения и предотвратить осложнения, которые могут потребовать проведения кератопластики и других инвазивных хирургических методик [9]. В свою очередь, пациенты с кератопластикой нуждаются в особенном послеоперационном уходе, дети могут быть недостаточно аккуратны в соблюдении режима закапывания капель, ношения защитной повязки и потенциального травмирования глаза, а необходимость частых визитов к офтальмологу создает большую нагрузку на ребенка и его семью.

Достижение и поддержание хорошего зрения после пересадки роговицы осложняется частым развитием неправильного астигматизма, требующего длительной коррекции жесткими контактными линзами, кроме того, швы, удерживающие трансплантат, у детей подвержены риску преждевременного разрыва из-за двигательной активности или случайной травмы, что может привести к инфицированию или расхождению швов. Существует также риск помутнения прозрачного трансплантата. Инфекционные осложнения, такие как кератит, остаются потенциальной угрозой как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде. Прозрачная пересаженная в детстве роговица должна выполнять свою функцию много лет; высок риск позднего отторжения, помутнения трансплантата или развития эндотелиальной недостаточности, что может потребовать повторных операций в будущем. Психологическая и социальная нагрузка на ребенка и семью из-за длительного восстановления после кератопластики, ограничений активности и зависимости от лечения также является очень значительной [10].

Таким образом, ранняя диагностика и кросслинкинг роговичного коллагена выступают безопасной альтернативой радикальным хирургическим вмешательствам: процедура является малоинвазивной, ее возможно проводить амбулаторно и под местной анестезией, имеется минимальный перечень противопоказаний, и требуется короткий восстановительный период [11–13]. Однако важно отметить, что эффективность процедуры зависит от степени прогрессирования кератоконуса на момент начала лечения [14].

Анализируя данные литературы, а также собственный 5-летний опыт наблюдения пациентов детского возраста с кератоконусом (КК), можно утверждать, что его раннее выявление у детей и своевременное применение CXL при прогрессировании является ключевой стратегией [15]. Эта процедура позволяет уменьшить прогрессирование кератоконуса, обеспечить условия для коррекции с правильным формированием зрительных функций, улучшить качество жизни ребенка и максимально отсрочить или полностью избежать необходимости трансплантации роговицы. Безусловно, внедрение в лечебную практику заболеваний роговицы новых высокоэффективных диагностических и хирургических методов лечения позволяет достичь высоких результатов, повышает качество лечения, уменьшает количество осложнений [16].

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациент Н., 17 лет, поступил в офтальмологическое отделение с жалобами на снижение зрения. Был проведен стандартный офтальмологический осмотр с применением высокотехнологичных методов исследования (корнеотопография). По данным обследования, острота зрения правого глаза составляла 0,01, максимально корригированная острота зрения (МКОЗ) = 0,3, острота зрения левого глаза — 0,1, МКОЗ = 0,5, кривизна роговицы (Kmax): OD = 66,9D, OS = 49,9D. Наименьшее значение толщины роговицы OD составило — 452 мкм, OS — 518 мкм. Был поставлен диагноз: OD — кератоконус 2–3-й стадии, OS — кератоконус 1–2-й стадии, OU — миопия высокой степени, миопический астигматизм, В 2020 году на правом глазу была выполнена операция — кросслинкинг роговичного коллагена по акселерированной эпи-офф-методике; контактная коррекция. Пациент был отправлен на динамическое наблюдение. Повторно пациент обратился к офтальмологу спустя 5 лет.

Был проведен стандартный офтальмологический осмотр в динамике: НКОЗ правого глаза повысилась

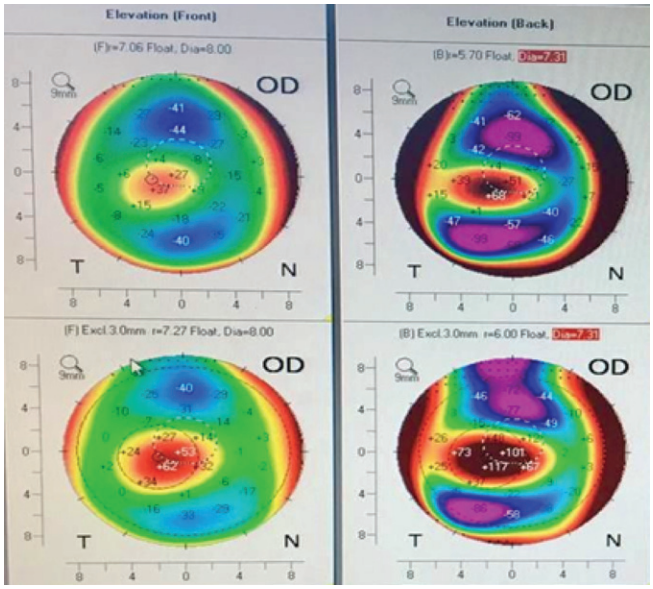


Рис. 1. Корнеотопография правого глаза пациента от 2020 года

Fig. 1. Corneotopography of the patient's right eye from 2020 year

с 0,1 до 0,35, МКОЗ = 0,6, НКОЗ левого глаза составила 0,05, МКОЗ = 0,3. Пациент обследован с применением высокотехнологичного оборудования, при котором объективно было выявлено уменьшение кривизны роговицы правого глаза (Kmax = 60,85D), при этом минимальная толщина роговицы составила 454 мкм (рис. 1, 2). В то же время кривизна роговицы левого глаза увеличилась (Kmax = 62,80D), минимальная толщина роговицы составила 438 мкм (рис. 3, 4). Проведен кросслинкинг роговичного коллагена на левом глазу в связи с прогрессирующим кератоконусом. После операции была надета бандажная контактная линза и рекомендована антибактериальная и кератопротекторная терапия. В качестве кератопротектора рекомендован препарат «*СФЕРО*®око», выбор которого определялся тем, что в его составе имеется коллагенсодержащий экстракт, молекулы глюкозаминогликанов, позволяющие эффективно восстанавливать поверхность роговицы. *СФЕРО*®око содержит компоненты внеклеточного матрикса, каждый из которых оказывает собственное биологическое воздействие на транспорт воды, солей, аминокислот, липидов и т. д. Их комплексный эффект способствует восстановлению процессов регенерации и метаболизма роговицы, а также оптимизирует ее заживление.

Стоит также отметить, что пациенту с кератоконусом было выполнено исследование на приборе Ocular Response Analyzer для оценки биомеханических свойств роговицы как оперированного, так и неоперированного глаза. В результате обследования были получены следующие данные: корнеальный гистерезис Corneal Hysteresis (CH) на OD — 9,3 мм рт. ст.; OS — 7,2 мм рт. ст. (нормальные значения ~9,0–11,0 мм рт. ст., при снижении показателей уменьшается биомеханическая упругость роговицы).

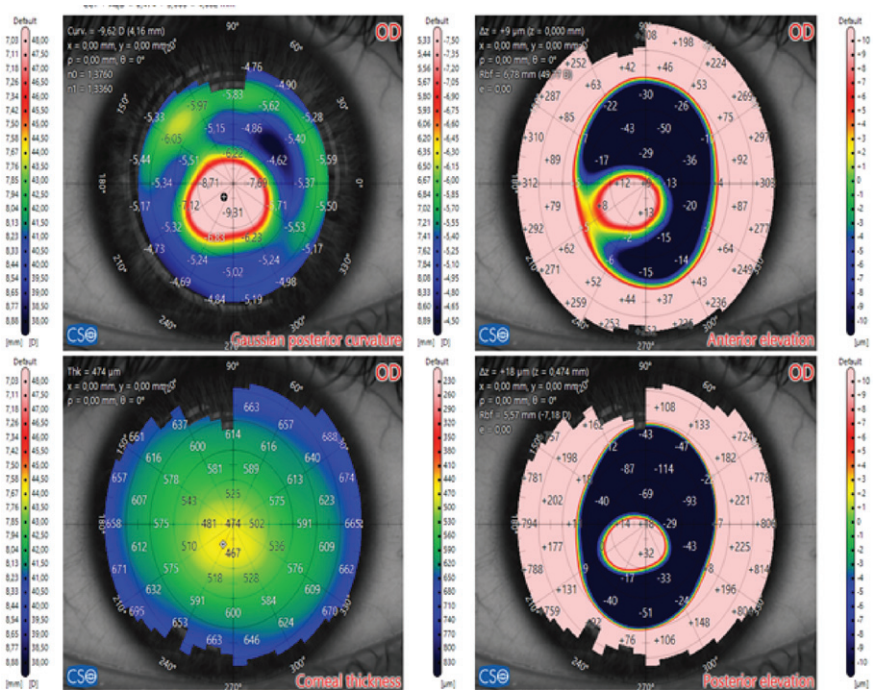


Рис. 2. Корнеотопография правого глаза пациента от 2025 года

Fig. 2. Corneotopography of the patient's right eye from 2025 year

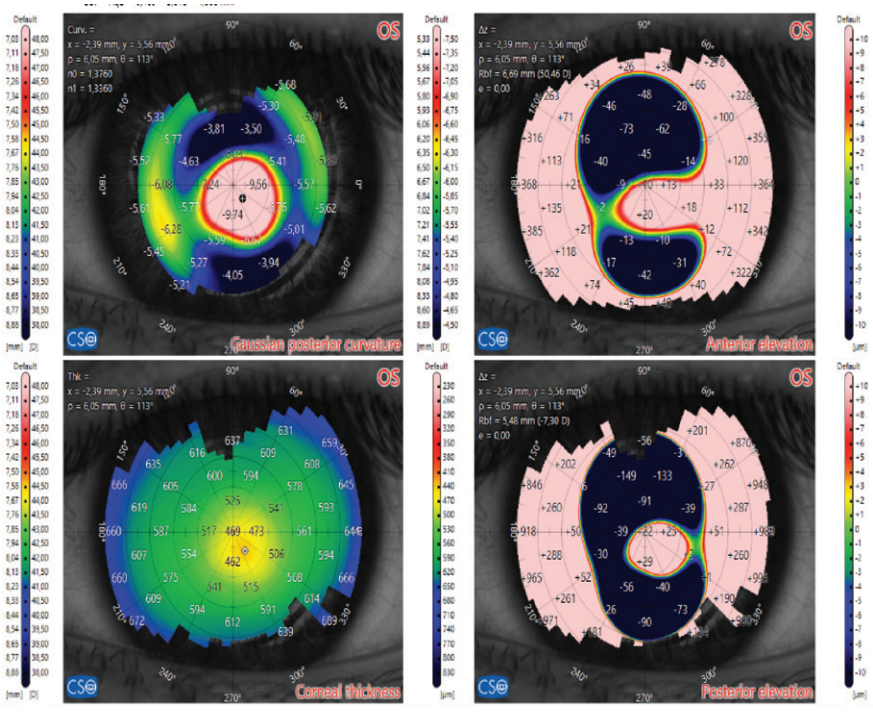


Рис. 3. Корнеотопография левого глаза пациента от 2020 года

Fig. 3. Corneotopography of the patient's left eye from 2020 year

Corneal Resistance Factor (CRF) — фактор резистентности роговицы, условная величина, характеризующая сопротивление собственно роговичной ткани, которое существовало бы при нулевом офтальмотонусе. По данным пациента: OD — 7,3 мм рт. ст. (рис. 5), OS — 4,8 мм рт. ст. (рис. 6) (нормальные показатели ~9,5–11,5 мм рт. ст., уменьшенные значения также указывают на снижение биомеханических свойств роговицы). Таким образом, проведение

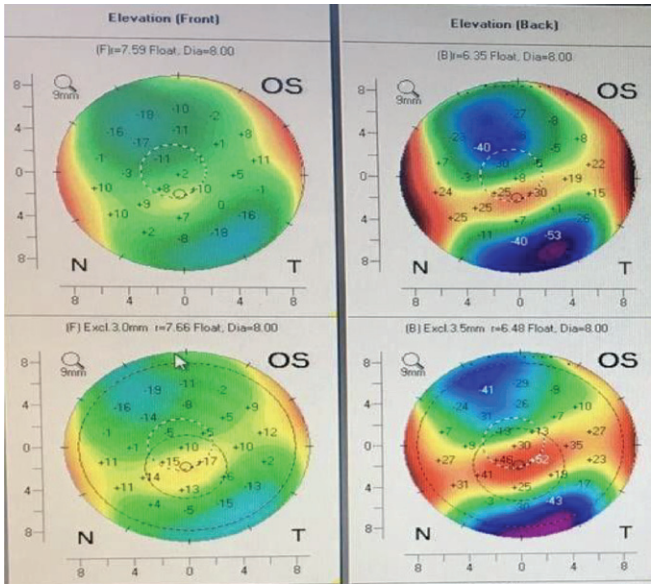


Рис. 4. Корнеотопография левого глаза пациента от 2025 года

Fig. 4. Corneotopography of the patient's left eye from 2025 year

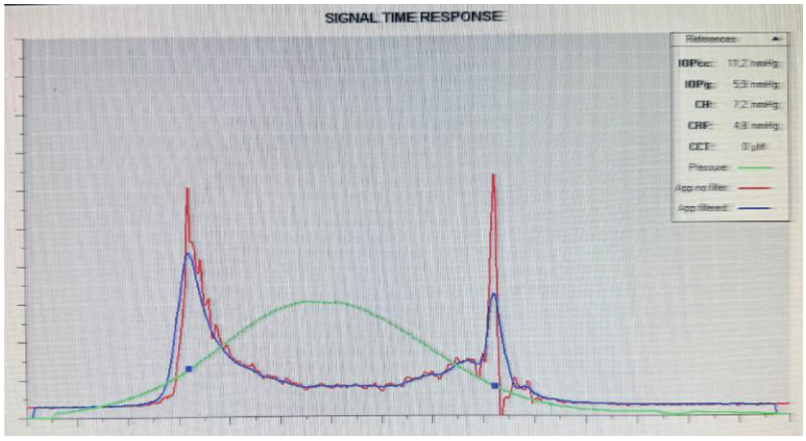


Рис. 5. Исследование на приборе ORA правого глаза пациента

Fig. 5. ORA examination of the patient's right eye

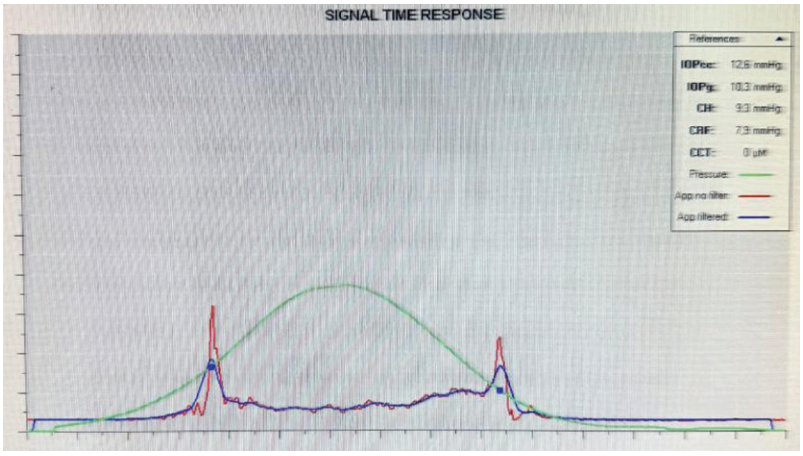


Рис. 6. Исследование на приборе ORA левого глаза пациента

Fig. 6. ORA examination of the patient's left eye

кросслинкинга роговичного коллагена при прогрессирующем кератоконусе у детей положительно повлияло на биомеханические свойства роговицы, что подтверждается данными исследования с применением ORA. Выявлено, что жесткость ранее прооперированной роговицы правого глаза выше, чем левого не оперированного, что указывает на уменьшение опорных свойств роговицы, а следовательно, на ее истончение и снижение вязко-эластических свойств.

При изучении состояния глазной поверхности у детей, страдающих кератоконусом, нами выявлены изменения состояния слезной пленки, что, в свою очередь, может усугубить клиническое течение самого заболевания [17, 18]. Анализ литературных данных, касающихся состояния глазной поверхности у пациентов детского возраста с КК выявил лишь единичные публикации с неоднозначными результатами [19–22]. Слезная пленка крайне важна в поддержании состояния роговицы и обеспечивает ее увлажнение и защиту. При кератоконусе наблюдается не только нарушение стабильности, но и уменьшение объема слезной жидкости, что может привести к сухости глаз и дискомфорту, развитию инфекционных осложнений [23]. Некоторые исследования показывают, что у детей с кератоконусом существенно повышена частота проявления синдрома сухого глаза [24]. При оценке состояния слезной пленки путем бесконтактного метода было определено время разрыва слезной пленки обоих глаз (ВРСП). У пациента с кератоконусом были выявлены следующие изменения: ВРСП правого глаза составило 17 с, (рис. 7), левого глаза — в среднем 6,1 с (рис. 8). Стоит отметить, что состояние слезной пленки правого глаза, на котором был проведен кросслинкинг роговичного коллагена в 2020 году, на данный момент остается стабильным, в отличие от состояния слезной пленки левого глаза, на котором оперативное вмешательство по поводу кератоконуса не проводилось.

На основании полученных нами данных можно говорить о том, что при кератоконусе наблюдается не только нарушение стабильности слезной пленки, но и уменьшение объема слезной жидкости, что может привести к сухости глаз и дискомфорту, а применение кросслинкинга роговичного коллагена улучшает структуру, геометрию роговицы и в дальнейшем нормализует состояние глазной поверхности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере данного клинического случая ребенка с кератоконусом на OU 2–3-й стадии (OD оперирован в 2020 году),

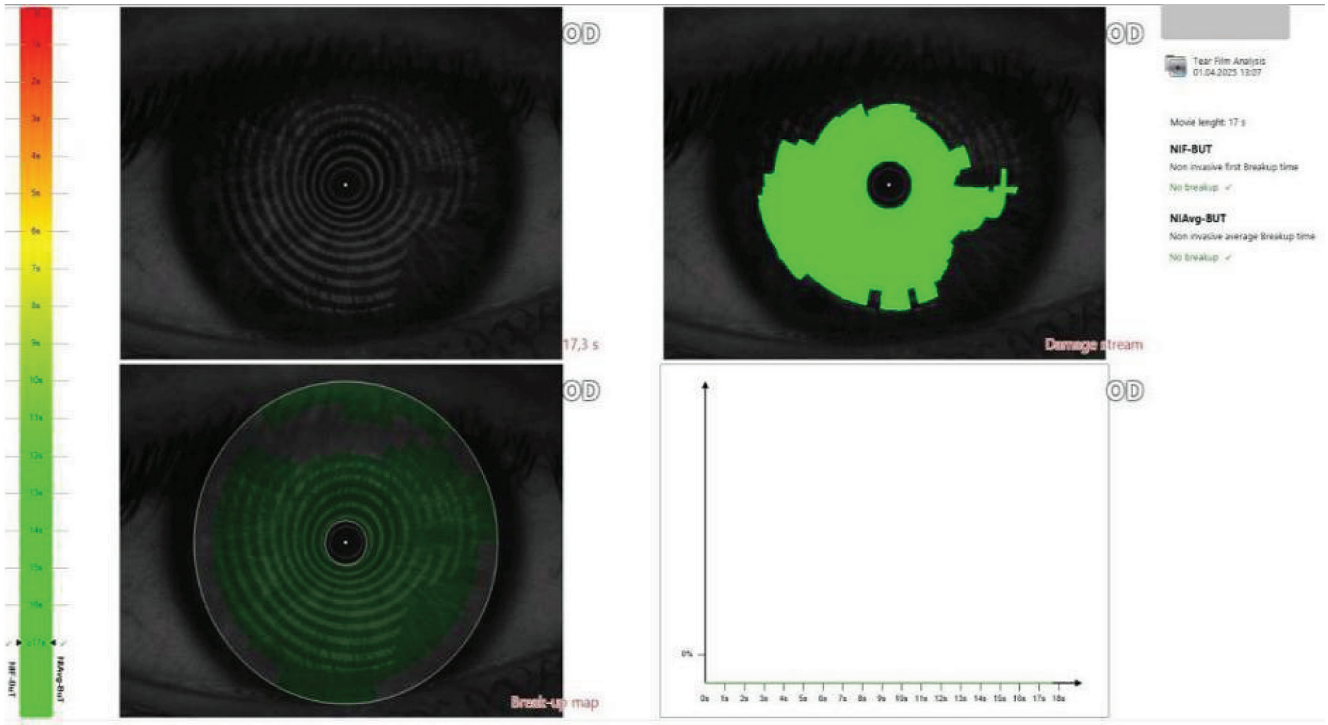


Рис. 7. Исследование состояния слезной пленки правого глаза пациента с диагнозом КК, оперированным (кросслинкинг роговицы) в 2020 году

Fig. 7. Study of the state of the tear film of the right eye of a patient diagnosed with corneal keratoconus, operated on (corneal crosslinking) in 2020 year

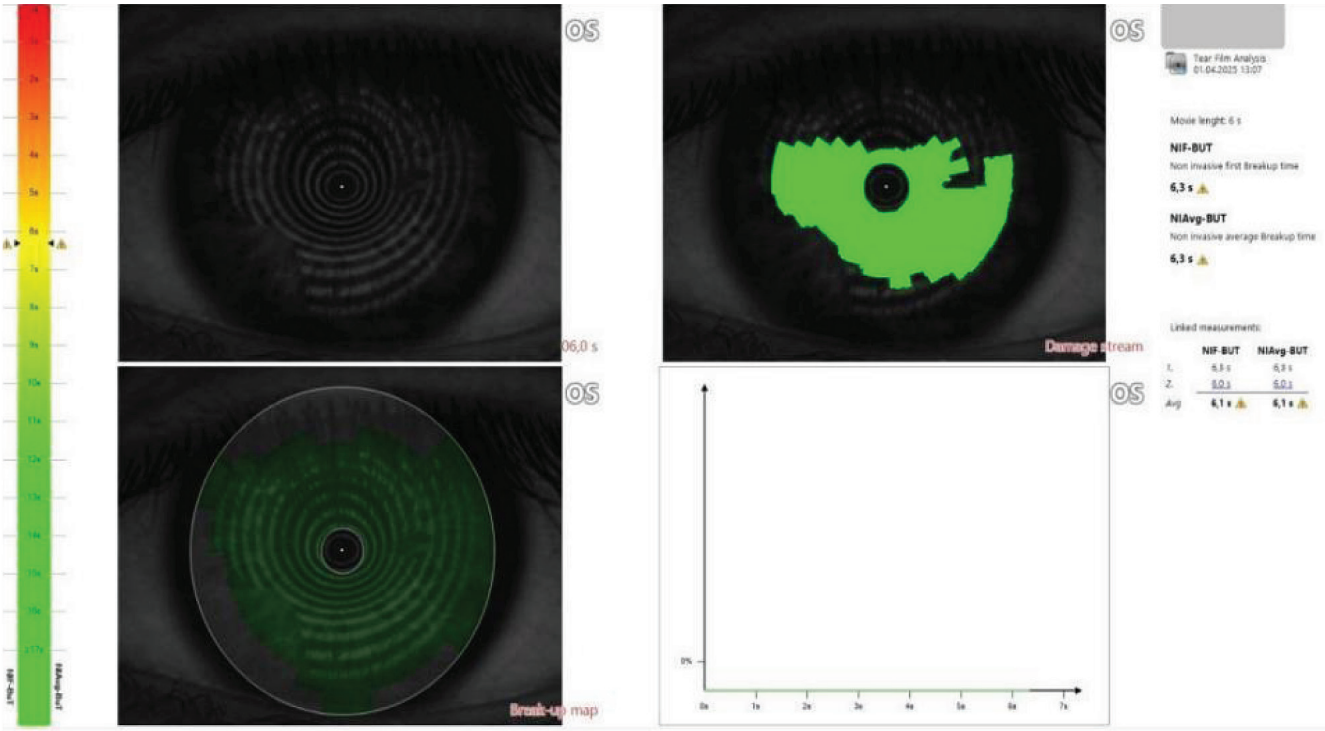


Рис. 8. Исследование состояния слезной пленки левого глаза того же пациента; диагностирован кератоконус

Fig. 8. Examination of the state of the tear film of the left eye of the same patient, keratoconus was diagnosed

миопией высокой степени с миопическим астигматизмом наглядно продемонстрирована эффективность проведения кросслинкинга роговичного коллагена. В катамнезе 5 лет улучшение зрительных функций имело место на OD. Произошло повышение остроты зрения: НКОЗ от 0,01 в 2020 г. до 0,35 в 2025 г., МКОЗ от 0,3 в 2020 до 0,6 в 2025 г., уменьшение показателей кератотопографии: Kmax = 66,9D в 2020, в 2025 году Kmax = 60,85 D, увеличение жесткости роговицы, что подтверждено данными ORA (CH = 9,3 мм рт. ст., CRF = 7,3 мм рт. ст.) и увеличение стабильности слезной пленки по результатом ВРСП на OD — 17 с. В то время как на OS с 2020 года отмечается прогрессирование кератоконуса, что подтверждается данными МКОЗ и НКОЗ, кератотопографии (2020 г. НКОЗ = 0,1, 2025 г. НКОЗ = 0,05, МКОЗ = 0,5 и 0,3 соответственно, Kmax = 49,9D и 60,85D соответственно), уменьшением толщины роговицы с 518 до 438 мкм, снижением вязкоэластических свойств роговицы (CH = 7,2 мм рт. ст., CRF = 4,8 мм рт. ст.). Эти данные свидетельствуют о прогрессировании кератоконуса на OS. По данным ВРСП на левом глазу выявлено нарушение слезной пленки — 6.1 с. В соответствии с полученными данными был поставлен диагноз «кератоконус 2–3-й стадий» и проведен кросслинкинг роговичного коллагена по акселерированной эпи-офф-методике.

Таким образом, применение кросслинкинга роговичного коллагена является методикой, позволяющей замедлить прогрессирование кератоконуса у детей. Однако успех процедуры во многом зависит от своевременной диагностики заболевания и правильного подбора протокола лечения. Применение высокотехнологичных методов диагностики патологии роговицы и слезной пленки позволяет верифицировать диагноз у пациентов детской возраста. Диагностика кератоконуса у детей важна и позволяет своевременно назначить лечение, тем самым создавая условия для коррекции, обеспечивая формирование зрительных функций, что особенно важно у маленьких детей [25].

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Маркова Е.Ю. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Гаврилова Н.А. — существенный вклад в концепцию, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Маркова Е.Ю. Кератоконус у детей. М.: «Офтальмология», 2023. 80 с.
   Markova E.Yu.. Keratoconus in children. Moscow: Ophthalmologiya Publ., 2023. 80 p. (In Russ.).
2. Аверич В.В. Современные методы диагностики и мониторинга кератоконуса. The EYE ГЛАЗ. 2023;25(4):322–330.
   Averich V.V. Modern methods of diagnosis and monitoring of keratoconus. *The EYE GLAZ.* 2023;25(4):322–330 (In Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2023-4-322-330
3. Солодкова ЕГ, Малюгин БЭ, Фокин ВП, Балалин СВ, Лобанов ЕВ, Захаров ИН, Лэ ВХ. Анализ результатов модифицированной персонализированной топографически и томографически ориентированной методики ультрафиолетового кросслинкинга роговичного коллагена. Вестник офтальмологии. 2023;139(3):5–14.
   Solodkova EG, Malyugin BE, Fokin VP, Balalin SV, Lobanov EV, Zakharov IN, Le VH. Analysis of the results of modified personalized topographically and tomographically oriented technique of ultraviolet corneal collagen crosslinking. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2023;139(3):5–14 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma20231390315.
4. Куликова ИЛ, Паштаев НП. Кераторефракционная лазерная хирургия в реабилитации детей и подростков с гиперметропической рефракцией. М.: «Офтальмология», 2012. С, 89–100.
   Kulikova IL, Pashtaev NP. Eradicative laser surgery in the rehabilitation of children and adolescents with hypermetropic refraction. Moscow: Ophthalmology Publ., 2012. P. 89–100.
5. 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. Eye Biomechanics: Theoretical Aspects and Clinical Applications. Ed. by VV Neroev. Moscow: Real Time, 2015. 208 p. (In Russ.)
6. Иомдина ЕН, Петров СЮ, Антонов АА, Новиков ИА, Пахомов ИА, Арчаков АЮ. Корнеосклеральная оболочка глаза: возможности оценки биомеханических свойств в норме и при патологии. Офтальмология. 2016;13(2):62–68.
   Iomdina EN, Petrov SYu, Antonov AA, Novikov IA, Pahomova IA, Archakov AYu. The corneoscleral shell of the eye: potentials of assessing biomechanical parameters in normal and pathological conditions. *Ophthalmology in Russia.* 2016;13(2):62–68 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-62-68.
7. Buzzonetti L, Bohringer D, Liskova P, Lang S, Valente P. Keratoconus in Children: A Literature Review. Cornea. 2020 Dec;39(12):1592–1598. doi: 10.1097/ICO.0000000000002420. PMID: 32740004
8. Soeters N, Van der Lelij A, van der Valk R, Tahzib NG. Corneal crosslinking for progressive keratoconus in four children. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2011;21:48.
9. Маркова ЕЮ, Авакянц ГВ, Кечин ЕВ. Кератоконус у детей, современные возможности лечения. Офтальмология. 2021;18(4):840–844.
   Markova EYu, Avakyants GV, Kechin EV. Keratoconus in Children. Modern Treatment Options. Ophthalmo logy in Russia. 2021;18(4):840–844 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-4-840-844.
10. Olivo-Payne A, Abdala-Figuerola A, Hernandez-Bogantes E, Pedro-Aguilar L, Chan E, GodefrooijD. Optimal management of pediatric keratoconus: challenges and solutions. Clin Ophthalmol. 2019 Jul 10;13:1183–1191. doi: 10.2147/OPTH.S183347. PMID: 31371915; PMCID: PMC6628904.
11. Vinciguerra P, Albé E, Frueh BE, Trazza S, Epstein D. Two-year corneal cross-linking results in patients younger than 18 years with documented progressive keratoconus. Am J Ophthalmol. 2012;154:520–526. doi: 10.1016/j.ajo.2012.03.020.
12. Caporossi A, Mazzotta C, Baiocchi S, Caporossi T, Denaro R, Balestrazzi A. Riboflavin-UVA-induced corneal collagen cross-linking in pediatric patients. Cornea.2012;31:227–231.
13. Chatzis N., Hafezi F. Progression of keratoconus and efficacy of pediatric [corrected] corneal collagen cross-linking in children and adolescents. J Refract Surg. 2012;28:753–758. doi: 10.3928/1081597X-20121011-01.
14. Prasher P, Sharma A, Sharma R, Vig VK, Nirankari VS. Paediatric cornea crosslinking current strategies: A review. Adv Ophthalmol Pract Res. 2022 Nov 25;3(2):55–62. doi: 10.1016/j.aopr.2022.11.002. PMID: 37846374; PMCID: PMC10577868.
15. Zotta PG, Moschou KA, Diakonis VF, Kymionis GD, Almaliotis DD, Karamitsos AP. Corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus in pediatric patients: A feasi-bility study. J RefractSurg. 2012;28:793–799. doi: 10.3928/1081597X-20121011-08.
16. McAnena L, Doyle F, O'Keefe M. Cross-linking in children with keratoconus: a systematic review and meta-analysis. Acta Ophthalmol. 2017 May;95(3):229–239. doi: 10.1111/aos.13224. Epub 2016 Sep 28. PMID: 27678078.
17. Nucci MD, Villani MD. Pediatric Dry Eye. American Academy of Ophthalmology, 15 July 2020, www.aao.org/education/disease-review/pediatric-dry-eye
18. Бржеский ВВ. Синдром «сухого глаза» у детей: современные возможности диагностики и лечения. Российская педиатрическая офтальмология. 2017;12(2):73–81.
   Brzheskiy VV. "Dry eye" syndrome in the children: current possibilities for diagnostics and treatment (the guidelines for practitioners). Russian Pediatric Ophthalmology (Russian pediatric ophthalmology) 2017;12(2):73–81 (In Russ.). doi: l0.18821/1993-1859-2017-12-2-73-81.
19. Бубнова ИА, Саркисова КГ. Изменение состояния прероговичной слезной пленки и глазной поверхности после кросслинкинга роговичного коллагена при кератоконусе. Вестник офтальмологии. 2022;138(3):118–123.
   Bubnova IA, Sarkisova KG. Changes in precorneal tear film and ocular surface in keratoconic patients after corneal collagen cross-linking. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2022;138(3):118–123 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2022138031118.
20. Ковалева ЛА, Кузнецова ТВ, Байсангурова АА, Зайцева АА. Клинические особенности, диагностика и лечение синдрома сухого глаза у детей. Российская педиатрическая офтальмология. 2023;18(2):95–104.
   Kovaleva LA, Kuznecova TV, Bajsangurova AA, Zajceva AA. Clinical Features, Diagnosis, and Treatment of Dry Eye Syndrome in Children// Russian Pediatric Ophthalmology. 2023;18(2):95–104 (In Russ.).
21. Воронцова ОА, Бржеский ВВ. Особенности клинического течения синдрома «сухого глаза» у детей. Российская детская офтальмология. 2013;2:10–17.
   Voroncova OA, Brzheskiy VV. Features of the clinical course of dry eye syndrome in children. Russian ophthalmology of children 2013;2:10–17 (In Russ.).
22. Трубилин АВ, Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Каспарова ЕА. Новая клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 1. Офтальмология. 2024;21(4):709–715.

Trubilin AV, Trubilin VN, Polunina EG, Kasparova EA. New clinical classification of the severity of dry eye syndrome 2024. Part 1. Ophthalmology. 2024;21(4):709–715 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-4-709-715.
23. Бубнова ИА, Егорова ГБ, Аверич ВВ, Митичкина ТС. Медикаментозная коррекция синдрома «сухого глаза» у пациентов с кератоконусом, перенесших процедуру кросслинкинга. Клиническая офтальмология. 2020;20(2):67–71.
Bubnova IA, Egorova GB, Averich VV, Mitichkina TS. Medical treatment for dry eye in patients with keratoconus after corneal cross-linking. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(2):67–71 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-2-67-71.
24. Carracedo G, Recchioni A, Alejandre-Alba N, Martin-Gil A, Crooke A, Morote IJ, Pintor J. Signs and Symptoms of Dry Eye in Keratoconus Patients: A Pilot Study. Curr Eye Res. 2015;40(11):1088–1094. doi: 10.3109/02713683.2014.987871. Epub 2014 Dec 11.
25. Маркова ЕЮ, Костенёв СВ, Григорьева АГ, Перфильева ЕА. Современные тенденции в лечении кератоконуса у детей. Офтальмология. 2017;14(3):188–194.
Markova EYu, Kostenev SV, Grigor'eva AG, Perfileva EA. Modern Trends in the Treatment of Keratokonus in Children. Ophthalmology in Russia. 2017;14(3):188–194 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2017-3-188-194.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Маркова Елена Юрьевна
доктор медицинских наук, профессор кафедры глазных болезней,
врач-офтальмолог высшей категории
https://orcid.org/0000-0002-4981-0755

Гаврилова Наталья Александровна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней
https://orcid.org/0000-0003-0368-296X

ABOUT THE AUTHORS

Markova Elena Yu.
MD, Professor of the Eye Diseases Department,
ophthalmologist of the highest category
https://orcid.org/0000-0002-4981-0755

Gavrilova Natalya A.
MD, Professor, head of the Department of Eye Diseases
https://orcid.org/0000-0003-0368-296X

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-654-663

поступила 01.07.25
was received 01.07.25

Применение препарата на основе натрия гиалуроната 0,21 % для лечения синдрома сухого глаза во время беременности






А.А. Афанасьева[1] И.А. Лоскутов[1] Н.И. Курышева[2,3] А.В. Корнеева[2,3]
Х.М. Плиева[2,3]

[1] ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»
ул. Щепкина, 61/2, Москва, 129110, Российская Федерация

[2] Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ «ГНЦ РФ — Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России
ул. Живописная, 46, корп. 8, Москва, 123098, Российская Федерация

[3] Консультативно-диагностический отдел Центра офтальмологии ФМБА России,
ФГБУ «ГНЦ РФ — ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» ФМБА России
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(3):654–663

Введение. Повышенное внимание врачей к пациентке в состоянии беременности обусловлено двумя основными причинами. Первая заключается в том, что от здоровья и качества жизни будущей мамы зависит и жизнь ее ребенка. Вторая связана с повышенной нагрузкой на все органы и системы женского организма, включая орган зрения. Однако проявлениям синдрома сухого глаза (ССГ) у данного контингента нередко не уделяется должного внимания, и зачастую они остаются без лечения, что оказывает негативное влияние на качество жизни женщины в этот непростой период и может привести к заболеваниям переднего отрезка глаза. **Целью** данного исследования было изучить эффективность применения препарата на основе натрия гиалуроната 0,21 % у беременных с синдромом сухого глаза на фоне дисфункции мейбомиевых желез. **Пациенты и методы.** В исследование были включены 60 пациенток (120 глаз) с ССГ со средним возрастом 31,45 ± 5,98 года и сроком наблюдения 3 месяца, разделенные на 2 группы: основная (беременные с ССГ) и контрольная (небеременные с ССГ). Пациенткам обеих групп проводилось лечение ССГ бесконсервантной формой натрия гиалуроната 0,21 % (Оптинол® Экспресс увлажнение) 3 раза в сутки в течение 3 мес. Выполнялись стандартные методы обследования, оценивались показатели наличия ССГ наряду с объективной оценкой параметров слезной пленки и состояния мейбомиевых желез методом цифровой биомикроскопии на щелевой лампе MediWorks (Precision Instruments Co., Ltd., Китай) на момент обращения и через 1 и 3 месяца наблюдения. **Результаты и обсуждение.** Сравнительный анализ эффективности терапии в основной и контрольной группах дал результаты, что показатели оценки по шкале OSDI (индекс заболеваний глазной поверхности), окрашивания конъюнктивы и роговицы, неинвазивного времени разрыва слезной пленки (NITBUT) и функции мейбомиевых желез улучшились после лечения в обеих группах. Ранняя диагностика и своевременная коррекция проявлений ССГ у беременных в виде проведения слезозаместительной терапии с применением бесконсервантного препарата на основе натрия гиалуроната 0,21 %, а также гигиены век позволяет повысить качество жизни этой группы пациентов и предупредить развитие осложнений, связанных с наличием ССГ. **Заключение.** Подобранная бесконсервантная слезозаместительная терапия гиалуронатом натрия 0,21 % (Оптинол® Экспресс увлажнение) обеспечила сочетание увлажнения глазной поверхности и снижение риска воспалительных поражений с облегчением высвобождения секрета мейбомиевых желез, способствуя повышению эффективности и пролонгированию проводимой терапии.

Ключевые слова: синдром сухого глаза, беременность, натрия гиалуронат, слезозаместительная терапия, препараты искусственной слезы, дисфункция мейбомиевых желез, Оптинол® Экспресс увлажнение

Для цитирования: Афанасьева А.А., Лоскутов И.А., Курышева Н.И., Корнеева А.В., Плиева Х.М. Применение препарата на основе натрия гиалуроната 0,21 % для лечения синдрома сухого глаза во время беременности. *Офтальмология.* 2025;22(3):654–663. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-654-663

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Managing of Dry Eye Disease During Pregnancy: Use of Sodium Hyaluronate 0.21 %

A.A. Afanaseva[1], I.A. Loskoutov[1], N.I. Kurysheva[2,3], A.V. Korneeva[2,3], H.M. Plieva[2,3]

[1] M. F. Vladimirskii Moscow Regional Scientific Research Institute (MONIKI)
Schepkina str., 61/2, Moscow, 129110, Russian Federation

[2] Medical Biological University of Innovations and Continuing Education, Burnazyan Federal Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency
Zhivopisnaya str., 46-8, Moscow, 123098, Russian Federation

[3] Ophthalmological Center, Burnazyan Federal Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):654–663

Introduction. Pregnant women are objects of special attention of physicians due to two main reasons. The first one is that the fetal life depends on the health and quality of life of a future mother. The second is associated with increased load on all organs and systems of the female body, including the organ of vision. However, manifestations of dry eye syndrome (DES) in this contingent are often not given due attention and often remain untreated, which has a negative impact on the quality of life of women during this difficult period and can lead to diseases of the anterior segment of the eye. **The aim** of the study was to evaluate the effectiveness of a drug based on sodium hyaluronate 0.21 % in pregnant women with dry eye syndrome due to dysfunction of the meibomian glands. **Patients and methods.** The study included 60 patients (120 eyes) with dry eye syndrome with an average age of 31.45 ± 5.98 years and a follow-up period of 3 months. There were 2 groups of patients: the main group (pregnant women with DES) and the control group (non-pregnant women with DES). Patients of both groups were administered a preservative-free form of 0.21 % sodium hyaluronate three times a day for 3 months. All studied patients underwent standard methods of examination, indicators of DES were assessed along with an objective valuation of tear film parameters and meibomian glands condition by digital biomicroscopy on a MediWorks slit lamp (Precision Instruments Co., Ltd., Shanghai) at the time of first visit and at 1 and 3 months of follow-up**. Results and discussion.** A comparative analysis of therapy effectiveness in the main and control groups showed that OSDI scores (ocular surface disease index), non-invasive tear breakup time (NITBUT) and meibomian gland function improved after treatment in both groups. Early diagnosis and timely correction of DES manifestations in pregnant women by administration of tear replacement therapy with preservative-free sodium hyaluronate 0.21 %, as well as eyelid hygiene can improve the quality of life of this group of patients and prevent associated with DES complications. **Conclusion.** The selected preservative-free tear replacement therapy with sodium hyaluronate 0.21 % (Optinol® Express moisturizing) provided a combination of ocular surface moisturizing and reducing the risk of inflammatory lesions with facilitating the release of meibomian gland secretion, contributing to the effectiveness and prolongation of therapy.

Keywords: dry eye syndrome, pregnancy, sodium hyaluronate, tear replacement therapy, artificial tear, meibomian gland dysfunction, Optinol® Express moisturizing

For citation: Afanaseva A.A., Loskoutov I .A., Kurysheva N.I., Korneeva A.V., Plieva H.M. Managing of Dry Eye Disease During Pregnancy: Use of Sodium Hyaluronate 0.21 %. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):654–663. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-654-663

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Современные подходы к тактике ведения беременности предполагают комплексное обследование женщин, ожидающих рождения ребенка, с целью ранней диагностики и эффективной терапии возможных осложнений, ассоциированных с изменениями соматического статуса и гормонального фона[1]. В последнее десятилетие в мировой практике при сборе анамнеза у беременных отмечается увеличение частоты встречаемости жалоб на ощущение дискомфорта и «песка» в глазах, снижение четкости зрения[2] [1]. Появление данных жалоб, как правило, связано с нарушением стабильности слезной пленки вследствие синдрома сухого глаза (ССГ), что не только снижает качество жизни беременных, но и может привести к заболеваниям глазной поверхности и переднего отрезка глаза (кератоконъюнктивит, кератит и др.)[3] [1].

В ходе многочисленных исследований была показана тесная взаимосвязь функции слезопродуцирующей системы с гормональным фоном организма [2, 3]. Так, было выявлено, что функция мейбомиевых желез, секретирующих липидный компонент слезной пленки,

[1] Клинические рекомендации. Нормальная беременность. 2023–2024-2025 (15.02.2024). Утверждены Минздравом РФ. https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/288?ysclid=lx28x4d2286490873
Евстигнеева Ю В. Клинико-функциональные особенности проявления синдрома сухого глаза на фоне беременности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 21 с. https://www.medprofedu.ru/upload-files/new_dissertitions/EvDis.pdf?ysclid=lx290xudfg364787648

[2] Евстигнеева Ю В. Клинико-функциональные особенности проявления синдрома сухого глаза на фоне беременности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 21 с. https://www.medprofedu.ru/upload-files/new_dissertitions/EvDis.pdf?ysclid=lx290xudfg364787648

[3] Там же.

регулируется андрогенами, эстрогенами, прогестинами, ретиноевой кислотой и факторами роста [3]. В большей степени изучены изменения функционального состояния мейбомиевых желез при возрастной гормонально-ассоциированной форме ССГ в постменопаузе [4–6]. Однако влияние изменений гормонального фона при беременности на функциональное состояние мейбомиевых желез остается недостаточно изученным, несмотря на то что вероятность возникновения их поражения в виде дисфункции мейбомиевых желез (ДМЖ), мейбомиита, халязиона при беременности повышается. Кроме того, малоизученным остается вопрос о влиянии гормональной терапии при проведении все более популярного экстракорпорального оплодотворения на функциональное состояние слезопродуцирующей системы[1] [1].

Следует отметить, что частота встречаемости ССГ или роговично-конъюнктивального ксероза, которая, по разным статистическим данным, отмечается у 5–50 % населения, достигая в некоторых популяциях 75 % [7, 8], в последние годы увеличилась. Это связано с широким распространением рефракционной эксимерлазерной хирургии, ношением мягких контактных линз, ухудшением экологических условий, использованием компьютерной техники и кондиционированием воздуха, применением инъекций ботулотоксина в параорбитальной области [8, 9]. В связи с тем что средний возраст беременных составляет от 20 до 38 лет, именно эта возрастная группа в наибольшей степени подвержена негативному влиянию вышеуказанных факторов риска развития ССГ. При этом из-за отсутствия научных исследований о влиянии беременности на уровень слезопродукции нет и единого подхода к профилактике и лечению проявлений ССГ, в частности, его водоиспаряемой формы, у данной категории пациентов[2].

Анализ результатов, полученных в ходе исследования Ю.В. Евстигнеевой (2018), а также многолетний опыт наблюдения за пациентами, позволили сделать вывод, что изменения в соматическом, гормональном и иммунном статусах как при физиологической беременности, так и при беременности, наступившей в результате ЭКО, имеют место из-за предрасположенности к возникновению дисфункции мейбомиевых желез (ДМЖ) и ССГ. Так, выявлено достоверное снижение показателей теста Ширмера в группе беременных, что, по мнению автора, требует профилактического контроля: сокращения режима ношения контактных линз как фактора риска развития ССГ. Определено, что экстракорпоральное оплодотворение влияет на состояние глазной поверхности — возникают ДМЖ и ССГ, что сопровождается соответствующими жалобами. Была выявлена прямая корреляционная зависимость между сроком и возрастом гестации, выраженностью жалоб и их связью с беременностью. Установлена прямая корреляционная зависимость при заметной силе связи между приемом тиреотропных препаратов и наличием жалоб на сухость и дискомфорт передней поверхности глаза. Следовательно, отдельное внимание следует уделять беременным пациенткам, принимающим тиреотропные препараты и использующим контактные линзы, так как оба этих фактора провоцируют развитие симптомокомплекса ССГ[3].

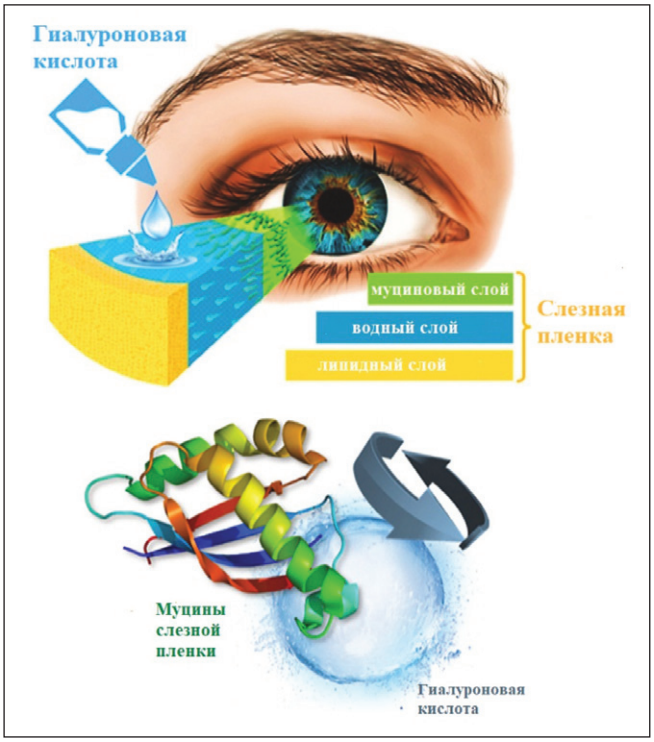


Рис. 1. Терапевтический эффект препарата на основе гиалуроновой кислоты обусловлен ее способностью создавать специфические сильные взаимодействия на поверхности глаза с муциновым слоем [22]

Fig. 1. The therapeutic effect of the HA is correlated with the ability of HA to create specific strong interactions in the ocular surface with the mucus layer [22]

В то же самое время в ряде исследований было выявлено, что применение инстилляций слезозаместительных препаратов приводит к улучшению качества зрения и уменьшению выраженности оптических аберраций у пациентов с ССГ [10]. Применение слезозаместительной терапии при ССГ на фоне ДМЖ продиктовано необходимостью создания постоянной биофизической защиты глазной поверхности, поддерживающей стабильность слезной пленки и нормализующей ее осмолярность, что достигается путем связывания водного и липидного компонентов слезы и облегчения эвакуации более густого и вязкого секрета мейбомиевых желез (рис. 1).

[1] Евстигнеева Ю В. Клинико-функциональные особенности проявления синдрома сухого глаза на фоне беременности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 21 с. https://www.medprofedu.ru/upload-files/new_dissertitions/EvDis.pdf?ysclid=lx290xudfg364787648

[2] Там же.

[3] Евстигнеева Ю В. Клинико-функциональные особенности проявления синдрома сухого глаза на фоне беременности: автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 21 с. https://www.medprofedu.ru/upload-files/new_dissertitions/EvDis.pdf?ysclid=lx290xudfg364787648

Наиболее часто с этой целью применяются слезозаместители на основе природных полисахаридов, лидером среди которых является гиалуроновая кислота (ГК). Молекула ГК по своему механизму действия способна работать как губка, удерживая большое количество воды и отдавая ее в момент моргания [9, 11]. Известно, что терапевтической эффективностью обладают растворы гиалуроновой кислоты 0,1–0,3 %, однако оптимальной по комфорту для пациента является концентрация 0,15–0,20 %, обеспечивающая максимальный комфорт без склеивания ресниц и гипоаллергенность [12, 13], а отсутствие в составе препарата консерванта позволяет избежать дополнительного токсического воздействия на глазную поверхность и обеспечивает возможность длительного использования.

ГК обладает достаточной биосовместимостью, неиммуногенностью, высокой псевдопластичностью (тиксотропностью), гигроскопичностью, мукоадгезивностью и хорошими увлажняющими свойствами [14, 15], а также способностью улучшать регенерацию клеток эпителия глазной поверхности [13, 16, 17]. Дальнейшее совершенствование препаратов искусственной слезы привело к улучшению механических и реологических свойств ГК, ее гигроскопичности, способности к набуханию в водной среде и снижению скорости биодеградации. В ходе ряда исследований показаны хороший профиль безопасности и высокая эффективность при отсутствии побочных эффектов препаратов искусственной слезы, содержащих 0,20 % раствор гиалуроновой кислоты, при всех подтипах ССГ [18–20]. В том числе исследовалась связь между воздействием слезозаменителей на основе ГК при ССГ во время беременности и неблагоприятными исходами для новорожденных (врожденные аномалии, преждевременные роды, низкий вес при рождении и совокупный исход из этих трех факторов). Многомерный статистический анализ показал, что натрия гиалуронат сам по себе не был значимо связан с увеличением числа врожденных аномалий, преждевременных родов, низким весом плода [21].

С учетом имеющихся сведений разработан официальный препарат, основанный на ГК 0,21 %, — «Оптинол® Экспресс увлажнение» (Jadran Galenski Laboratorij, Хорватия), который применялся нами в ходе исследования.

Таким образом, ранняя диагностика, своевременная профилактика и терапия ССГ у беременных остается актуальной задачей, которой зачастую не уделяется должного внимания. В связи с этим **целью** данного исследования было изучить эффективность применения препарата на основе натрия гиалуроната 0,2 % у беременных с ССГ на фоне ДМЖ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования было 2 группы пациенток:

– 1-ю исследуемую (основную) группу составили 30 беременных пациенток (60 глаз), которым был проведен курс слезозаместительной терапии препаратом «Оптинол® Экспресс увлажнение»;

– 2-ю исследуемую группу (контрольную) составили 30 небеременных пациенток фертильного возраста (60 глаз), которым также был проведен курс слезозаместительной терапии препаратом «Оптинол® Экспресс увлажнение».

Средний возраст пациенток, вошедших в исследование, составил 31,45 ± 5,98 года, при этом средний возраст беременных — 31,65 ± 5,42, небеременных — 31,38 ± 6,05, следовательно, группы были сопоставимы по возрасту. Период наблюдения продолжался 3 месяца.

Критериями включения было наличие всех трех следующих критериев: индекс заболеваний глазной поверхности (OSDI) ≥ 13 баллов [23]; время разрыва слезной пленки (ВРСП) < 10 с для обоих глаз [24, 25]; по крайней мере, два клинических признака, связанных с ДМЖ: покраснение или утолщение края века, телеангиоэктазии, уменьшение или отсутствие секреции, морфологические изменения мейбомиевых желез [26, 27].

Критерии невключения: острые воспалительные заболевания переднего и заднего отрезков глаза, глаукома, состояние после офтальмохирургического вмешательства, наличие интраокулярных патологических изменений (гемофтальм, отслойка оболочек глаза, новообразования), заболевания соединительной ткани, сахарный диабет.

Всем пациенткам, вошедшим в исследование, оценивали общий соматический статус (наличие или отсутствие хронических заболеваний). Для оценки состояния органа зрения в ходе исследования был выполнен комплекс офтальмологического обследования, включающий тесты на оценку морфофункционального состояния мейбомиевых желез и уровня слезопродукции (мейбометрия, мейбоскопия, тест Ширмера, определение времени разрыва слезной пленки и др.). Кроме того, дополнительно фиксировали наличие или отсутствие гормональной терапии при подготовке к беременности или во время беременности. Пациентки с беременностью, наступившей в результате экстракорпорального оплодотворения, в исследование не включались ввиду особенностей медикаментозной подготовки будущей матери к наступлению беременности с применением гормональной стимуляции, включая использование эстрогенов, с учетом их возможного влияния на состояние глазной поверхности и симптомокомплекс ССГ.

Обе группы обследованных, как беременных, так и небеременных фертильного возраста, были сопоставимы по частоте использования мягких контактных линз и длительности их ношения в течение дня, а также по субъективной оценке степени выраженности симптомов ССГ, проявлениям воспалительного процесса на глазной поверхности в виде гиперемии, отека век и конъюнктивы ($p > 0,05$). Изменения соматического статуса (сдвиги лабораторных показателей и наличие

в анамнезе хронических заболеваний) чаще встречались в группе беременных по сравнению с группой небеременных фертильного возраста — 64 и 28 % соответственно (p = 0,007). Пациентки с нарушениями функции щитовидной железы в исследование не включались, однако следует отметить, что применение тиреотропных препаратов достоверно чаще (p = 0,081) имело место у беременных с ССГ, а именно в 28 % случаев, в то время как у небеременных с ССГ эти показатели составили только 3 %. Такие данные можно объяснить тем, что женщины во время беременности проходят всестороннее обследование, включая регулярное проведение лабораторной диагностики, что, возможно, выявляет отклонения в соматическом статусе и обусловливает необходимость использования соответствующей терапевтической коррекции.

Исходные параметры были сопоставимы между основной и контрольной группами по возрасту и клинической оценке (табл. 1).

Пациенткам обеих групп для терапии применяли препарат 0,21 % раствора натрия гиалуроната (Оптинол® Экспресс увлажнение) по 1 капле 3 раза в день в течение всего срока наблюдения. При наличии выраженной ДМЖ и/или ССГ тяжелой степени рекомендовано проведение курсов гигиены век начиная с первого триместра беременности, особенно у пациенток, вошедших в группу риска (ежедневное ношение мягких контактных линз, тиреотропные препараты в анамнезе). Гигиену век назначали с использованием специально разработанных средств по уходу за веками по предложенному Г.С. Полуниной и соавт. алгоритму [28] в течение 1,5 месяца со слезозаместительной терапией препаратом «Оптинол® Экспресс увлажнение» на весь период наблюдения.

Таблица 1. Характеристики основной и контрольной групп исследования

Table 1. Demographic data of studied patients

Основные характеристики (среднее ± СО) Main characteristics (mean ± SD)	Основная группа (60 глаз) Main group (60 eyes)	Контрольная группа (60 глаз) Control group (60 eyes)	Значение *P* *P*-value
Возраст / Age	31,65 ± 5,42	31,38 ± 6,05	0,607
МКОЗ / BCVA	0,90 ± 0,20	0,90 ± 0,22	0,725
OSDI	27,58 ± 5,11	27,02 ± 6,02	0,254
NITBUT	7,19 ± 2,65	7,45 ± 1,92	0,690
Тест Ширмера Schirmer test	10,5 ± 5,5	11,1 ± 5,0	0,237
Процент потери мейбомиевых желез Meibomian gland dropout (%)	25,36 ± 6,78	24,89 ± 7,67	0,616
Интенсивность окрашивания конъюнктивы и роговицы Intensity of conjunctival and corneal staining	2,89 ± 1,08	3,02 ± 1,08	0,702

Примечание: МКОЗ — максимально корригированная острота зрения, OSDI — индекс заболеваний поверхности глаза, NITBUT — неинвазивное время разрыва слезной пленки. СО — стандартное отклонение.
Note: BCVA — best-corrected visual acuity, OSDI — ocular surface disease index, NITBUT — non-invasive tear breakup time. SD — standard deviation.

В случае возникновения воспалительного процесса — мейбомиита и/или ячменя, халазиона, помимо гигиены век, назначали местную антибактериальную терапию. В качестве инстилляционной монотерапии рекомендовались закапывания азитромицина 1,5 % по 1 капле 2 раза в день в течение 3 дней, затем по 1 капле 1 раз в день до конца курса. Курс лечения составлял не менее 2-х недель. Следует отметить, что глазные капли на основе азитромицина разрешены к применению во время беременности вне зависимости от срока гестации.

Критериями оценки эффективности были следующие общепринятые методы мониторинга ССГ: субъективная оценка качества жизни на основе опросника «Индекс заболеваний глазной поверхности» (Ocular Surface Disease Index, OSDI), определение неинвазивного времени разрыва слезной пленки (Non-Invasive Tear Break-Up Time, NITBUT), проведение теста Ширмера I и анализ данных мейбографии. При биомикроскопии обращали внимание на такие характерные для ССГ изменения, как уменьшение или отсутствие слезного мениска, медленное «разлипание» тарзальной и бульбарной конъюнктивы, наличие конъюнктивального отделяемого в виде слизистых «нитей», эпителиальных «нитей» на роговице, присутствие «включений» в слезной пленке, дегенеративные изменения эпителия роговицы, наличие параллельных веку конъюнктивальных складок (LIPCOF). Состояние мейбомиевых желез при биомикроскопии оценивали по наличию мейбомиита с измененным густым секретом мейбомиевых желез, неровным краем века, телеангиоэктазиями.

Для объективной оценки неинвазивного времени разрыва слезной пленки (NITBUT), высоты слезного мениска, толщины липидного слоя, осмотра краев век и глазной поверхности, анализа состояния мейбомиевых желез использовали метод цифровой биомикроскопии на щелевой лампе MediWorks (Precision Instruments Co., Ltd., Китай), которая используется для диагностики с возможностью качественной и количественной оценки состояния мейбомиевых желез и определения степени их дисфункции. Пример протокола исследования на щелевой лампе MediWorks представлен на рисунке 2. На рисунке 3 отражены клинически признаки, указывающие на ССГ на фоне ДМЖ.

Статистический анализ проводили с использованием программного пакета Statistical версии 27.0. Все данные представлены в виде средних стандартных отклонений. Для сравнения различий между группами использовали критерий Стьюдента, критерий хи-квадрат и точный критерий Фишера. Значение $p \leq 0,05$ или менее считалось в данном исследовании статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Беременность как особое физиологическое состояние женского организма оказывает существенное

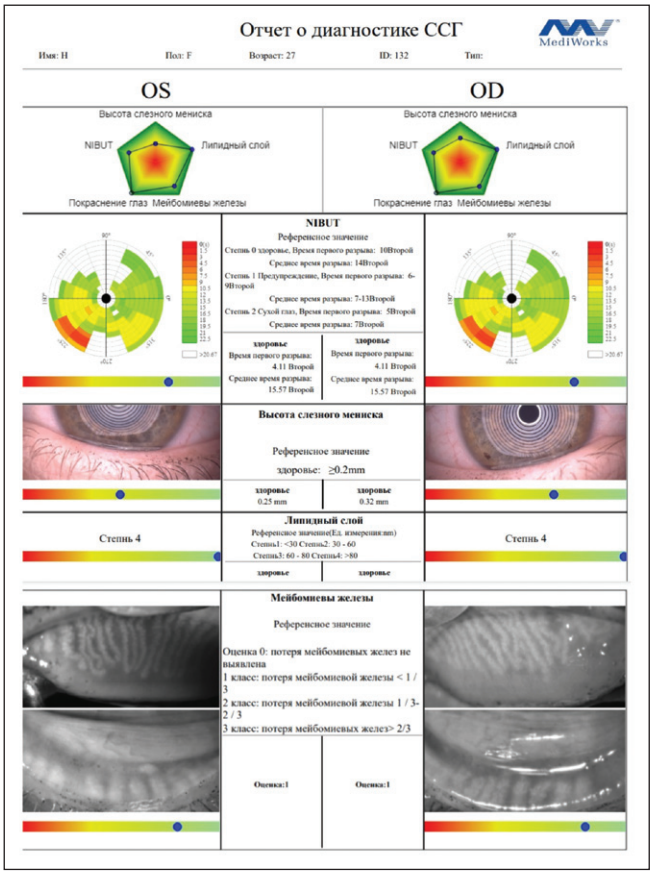


Рис. 2. Пример протокола исследования при синдроме сухого глаза на щелевой лампе MediWorks

Fig. 2. Example of a MediWorks slit lamp dry eye examination protocol

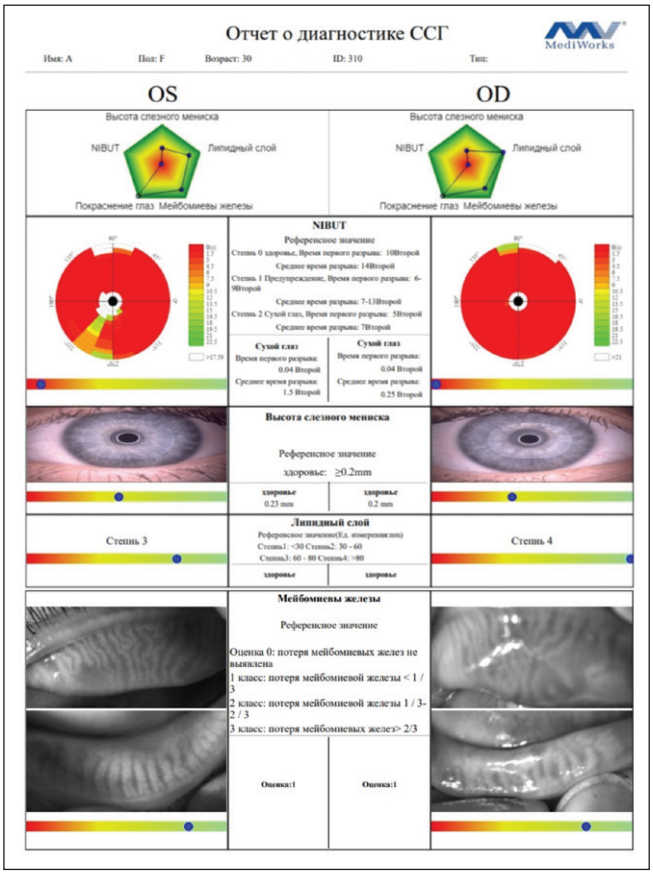


Рис. 3. Клинические признаки ССГ на фоне ДМЖ по данным мейбографии

Fig. 3. Clinical signs of dry eye syndrome with MGD according to meibography

влияние на функцию всех органов и систем, включая орган зрения. Эти изменения хорошо компенсируются, так как они носят физиологический характер. Однако при отягощенном соматическом анамнезе, ношении мягких контактных линз и др. может произойти декомпенсация в функциональном состоянии как всего организма, так и отдельных его систем. Известно, что нарушение слезообразования приводит к возникновению жалоб на ощущение дискомфорта, сухости, усталости в глазах, что снижает качество жизни пациента. Кроме того, снижение стабильности слезной пленки и нарушение функционального состояния мейбомиевых желез может привести не только к появлению жалоб, но и к различного рода осложнениям — возникновению мейбомиита, халязиона, непереносимости контактной коррекции и другим. Следовательно, своевременная диагностика нарушений процесса слезообразования позволит повысить качество жизни пациентов и предотвратить развитие очагов хронической инфекции у беременных. Следует отметить, что за период наблюдения частота возникновения мейбомиита, халязиона и ячменя в группе беременных отмечалась чаще (см. табл. 2)

Таблица 2. Частота возникновения мейбомлита, халязиона и ячменя в основной и контрольной группах за период наблюдения.

Table 2. Incidence of meibomitis, chalazion and hordeolum and in the study and control groups during the observation period.

	Основная группа (%) Main group (%)	Контрольная группа (%) Control group (%)
Мейбомиит / Meibomitis	5 (17 %)	3 (10 %)
Халазион / Chalazion	2 (7 %)	1 (3 %)
Ячмень / Hordeolum	5 (17 %)	1 (3 %)

На рисунке 4 представлены данные динамики четырех основных показателей: теста Ширмера, индекса заболеваний глазной поверхности (OSDI), неинвазивного времени разрыва слезной пленки (NITBUT) и процента выпадения мейбомиевых желез при первичном обращении и через 1 и 3 месяца наблюдения в основной и контрольной группах на фоне проводимой терапии.

На рисунке 4А показаны средние значения индекса заболеваний глазной поверхности (OSDI) до лечения, через 1 и 3 месяца после лечения. В основной и контрольной группах отмечалось значительное улучшение от исходного показателя по сравнению с показателями спустя 1 и 3 месяца после лечения. На рисунке 4В

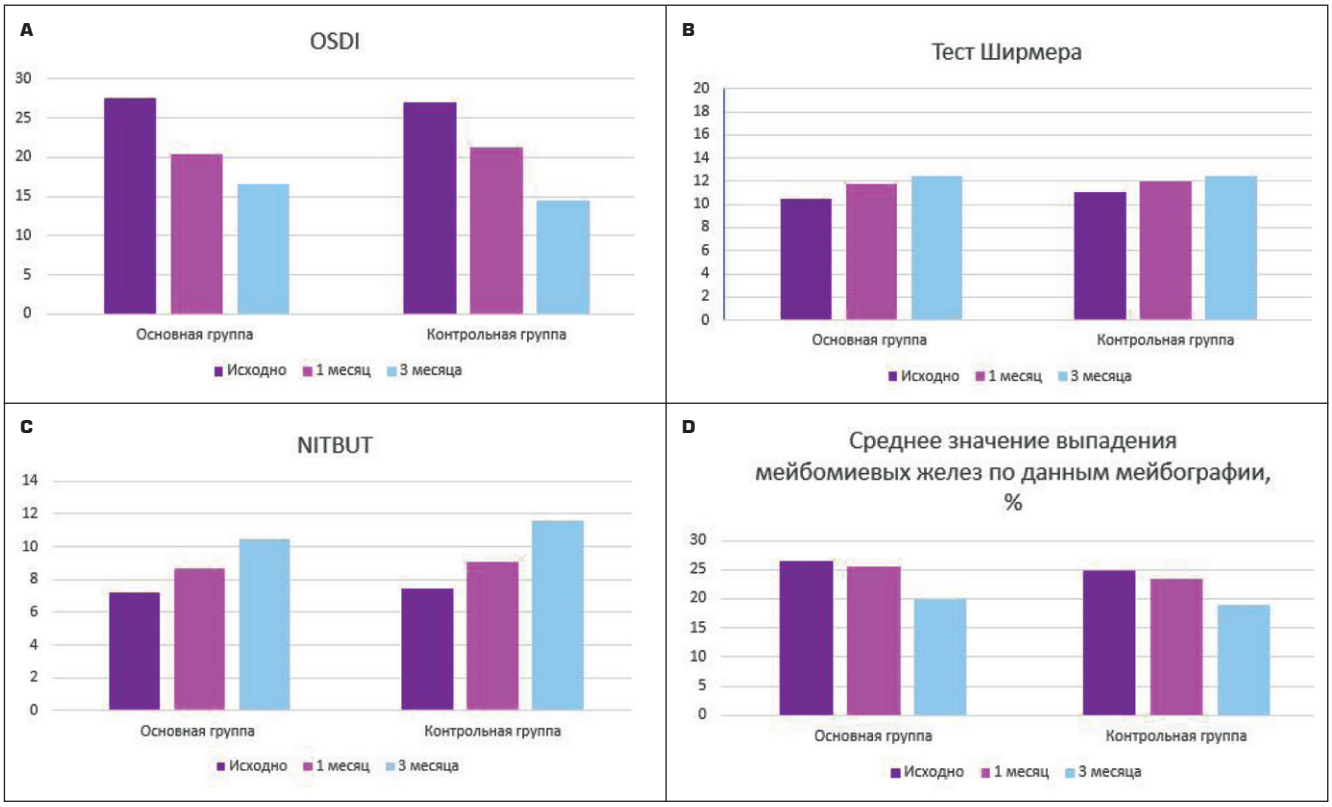


Рис. 4. Данные динамики показателей: OSDI (A), теста Ширмера (B), NITBUT (C) и процента выпадения мейбомиевых желез (D)

Fig. 4. Dynamic data of OSDI (A), Schirmer test (B), NITBUT (C) and meibomian glands dropout percentage (D)

показано среднее значение теста Ширмера до лечения, через 1 и 3 месяца после лечения без существенных изменений по сравнению со значениями до лечения в исследуемой и контрольной группах. На рисунке 4C показаны значения неинвазивного времени разрыва слезной пленки (NITBUT) до лечения, через 1 и 3 месяца после лечения. Значительное улучшение было отмечено как в основной ($p < 0{,}005$), так и в контрольной группе. На рисунке 4D показаны средние значения (в %) выпадения мейбомиевых желез по данным мейбографии до лечения, через 1 и 3 месяца после лечения. Значительное улучшение было отмечено как в основной ($p < 0{,}005$), так и в контрольной группе ($p < 0{,}005$).

Анализ эффективности терапии в основной и контрольной группах выявил, что показатели OSDI, окрашивания конъюнктивы, NITBUT и функции мейбомиевых желез улучшились после лечения в обеих группах. Это в первую очередь проявлялось в положительных изменениях субъективных ощущений пациентов. По результатам исследования субъективные показатели OSDI после терапии улучшились (с 27,58 ± 10,12 до 16,51 ± 9,61 в основной группе, с 27,02 ± 11,12 до 14,48 ± 7,32 — в контрольной) без существенных изменений в показателях теста Ширмера, но с увеличением показателей NITBUT (с 7,19 ± 2,01 до 10,47 ± 2,04 в основной и с 7,45 ± 2,43 до 11,54 ± 2,23 в контрольной группе) и уменьшением процента выпадения мейбомиевых желез (с 26,36 ± 6,12 до 19,76 ± 5,01 в основной группе и с 24,89 ± 5,14 до 18,89 ± 4,98 в контрольной). Кроме того, определено значительное улучшение качества зрения в дополнение к облегчению симптомов ССГ, при этом нечеткость зрения уменьшилась.

При отборе участников групп исследования отмечалось, что в группе небеременных достоверно чаще ($p = 0{,}05$) встречались признаки ССГ — в 66 % случаев, в то время как в группе беременных — в 42 %, объективные показатели признаков ССГ также были ниже в группе беременных. Это может быть связано с тем, что беременные часто направляются в клинику с целью рутинного осмотра, в то время как небеременные обращались в клинику с имеющимися жалобами.

При этом в ходе исследования не было выявлено корреляционной связи между стандартизированными в нашем исследовании параметрами и сроком гестации, но была выявлена связь с возрастом гестации, что совпадает с представленными в литературе данными [33] и свидетельствует о том, что возраст пациентов является фактором риска развития ССГ и необходимости компенсации данного состояния путем проведения слезозаместительной терапии и гигиены век.

Анализ клинических результатов применения препарата на основе ГК 0,21 % «Оптинол® Экспресс увлажнение»

при лечении ССГ показал его высокую эффективность и хорошую переносимость в обеих группах пациенток со значительным улучшением показателей стабильности слезной пленки и снижением выраженности симптомов ССГ. Препарат не содержит консервант, а гиалуроновая кислота, входящая в состав Оптинола® в виде натрия гиалуроната, имеет химическую структуру, молекулярную массу и реологические свойства, подобные муцину. Это обеспечивает высокую степень увлажнения и удержания на поверхности глаза слезы для долговременного облегчения симптомов ССГ и как компенсирует возникшие нарушения слезопродукции, так и профилактирует их появление у пациентов с ССГ, включая беременных.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время отмечается рост выявляемости ССГ, в том числе у беременных, у которых распространенность дисфункции слезного аппарата и признаков ССГ выше, чем у небеременных женщин [29]. В исследовании A. Mircheff и соавт. (2018) было выявлено, что беременность увеличивает популяцию плазмоцитов слезной железы и может способствовать развитию потенциальных предшественников хронических иммуноопосредованных инфильтратов или аутоиммунных инфильтратов различных фенотипов [30].

В исследовании M. Duran и соавт. (2018) изучалось влияние беременности на слезопродукцию посредством измерения осмолярности слезы и теста Ширмера. Было выявлено, что значения осмолярности слезы и теста Ширмера существенно снижаются к концу беременности [31]. Z. Nkiru и соавт. (2019) изучали течение и распространенность ССГ в различных триместрах беременности среди женщин в Нигерии и выявили, что его распространенность была самой высокой в третьем триместре и самой низкой через 6 недель после родов [32]. K. Asiedu и соавт. (2021) также выявили увеличение выраженности проявлений ССГ по мере увеличения срока беременности, но также подчеркивают важность не столько срока беременности, сколько гестационного возраста женщины [33]. M. Kunduracı и соавт. (2023) оценивали признаки и симптомы сухости глаз у здоровых беременных женщин и изучали влияние беременности на потерю мейбомиевых желез с помощью бесконтактной мейбографии и не выявили достоверной разницы между беременными и небеременными женщинами по показателю OSDI и тесту Ширмера, однако показатели времени разрыва слезной пленки были значительно ниже в группе беременных, а потеря мейбомиевых желез на верхних и нижних веках в данной группе были достоверно выше в основной группе [34].

По мнению R. Madike и соавт., ССГ часто встречается во время беременности. К возможным механизмам относятся повышенная иммунная реактивность пролактина, а также эффекты воздействия ростового фактора бета-1 и эпидермального ростового фактора на клетки протоков. Это приводит к повреждению лакримальных ацинарных клеток и нарушению секреции слезных желез. Кроме того, повышенные уровни эстрогена и прогестерона во время беременности могут уменьшать воздействие андрогена на глазную поверхность посредством антагонизма. Следует подчеркнуть, что использование увлажняющих капель у беременных женщин безопасно, поскольку они не оказывают побочных эффектов на новорожденных [35].

Важным является также то, что во время беременности нередко обостряются аутоиммунные заболевания, такие как системная красная волчанка, антифосфолипидный синдром, синдром Шегрена, ревматоидный артрит и аутоиммунный тиреоидит [36], которые оказывают влияние на слезопродукцию. В клинической практике врача-офтальмолога важна ранняя диагностика первичного синдрома Шегрена (ПСШ) у беременных ввиду его доказанного влияния на нормальную репродуктивную функцию. В ходе исследования S. Upala и соавт. было выявлено, что по сравнению со здоровой беременностью пациентки с ПСШ имели значительно более высокий риск неонатальной смертности и потери плода. Представленные данные также подтверждают необходимость мультидисциплинарной помощи этим пациенткам для предотвращения осложнений во время беременности [37]. Своевременная диагностика и последующая профилактика ДМЖ и ССГ в виде проведения слезозаместительной терапии с применением не содержащих консерванты препаратов, а также гигиены век позволяет повысить качество жизни беременных и предотвратить развитие связанных с данным состоянием осложнений. Применение слезозаместительной терапии препаратом на основе натрия гиалуроната 0,21 % без консерванта способствует повышению комфорта пациента и снижению выраженности признаков и симптомов ССГ.

Проведенное исследование имеет ряд ограничений. Прежде всего, не оценивалась связь выраженности симптомокомплекса ССГ с гормональным статусом. Период наблюдения составлял всего 3 месяца, именно поэтому существует необходимость оценки целесообразности выполнения повторных курсов лечения и определения оптимальных временных интервалов для данного вида терапии. Кроме того, исследование было ограничено небольшим количеством участников. В соответствии с этим целесообразным является проведение исследования с большим количеством участников и анализом корреляционной связи с соматическим статусом и гормональным фоном, в том числе у беременных при использовании технологии ЭКО. Необходим также более глубокий анализ совокупности показателей, которые позволяет получить биомикроскопия на щелевой лампе MediWorks для того, чтобы определить наиболее информативные и значимые из них. Таким образом, в ходе офтальмологического осмотра беременных следует обращать особое внимание на состояние глазной

поверхности ввиду того, что проявлениям ССГ у данного контингента нередко не уделяется должного внимания и зачастую они остаются без лечения, в то время как своевременная коррекция имеющихся изменений способствует повышению качества жизни женщины в этот непростой период и позволяет предотвратить воспалительные заболевания переднего отрезка глаза.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Афанасьева А.А. — сбор клинического материала, статистическая обработка, написание статьи;
Лоскутов И.А. — концепция публикации, руководство написанием статьи, редактирование, финальная подготовка статьи к публикации;
Курышева Н.И. — редактирование и критический анализ рукописи, финальная подготовка статьи к публикации;
Корнеева А.В. — изучение источников литературы, сбор клинического материала, статистическая обработка, написание статьи;
Плиева Х.М. — изучение источников литературы, редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Анджелова ДВ, Евстигнеева ЮВ, Чиненова КВ. Влияние беременности на функциональное состояние мейбомиевых желез и слезопродукцию. *Офтальмология.* 2018;15(2):151–159.
Trubilin VN, Polunina EG, Andzhelova DV, Evstigneeva YuV, Chinenova KV. The Functional State of Meibomian Glands and Tear Production in Pregnant Women. *Ophthalmology in Russia.* 2018;15(2):151–159 (In Russ,). doi: 10.18008/1816-5095-2018-2-151-159.
2. Yokoi N, Takehisa Y, Kinoshita S. Correlation of tear lipid layer interference patterns with the diagnosis and severity of dry eye. *Am J Ophthalmol.* 1996;122(6):818–824. doi: 10.1016/s0002-9394(14)70378-2.
3. Worda C, Nepp J, Huber JC, Sator MO. Treatment of keratoconjunctivitis sicca with topical androgen. *Maturitas.* 2001;37(3):209–212. doi: 10.1016/s0378-5122(00)00181-x.
4. Lin Z, Liu Y, Lin L, Zhu B. Hormone replacement therapy benefits meibomian gland dysfunction in perimenopausal women. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(31):e4268. doi: 10.1097/MD.0000000000004268.
5. Sriprasert I, Warren DW, Mircheff AK, Stanczyk FZ. Dry eye in postmenopausal women: a hormonal disorder. *Menopause.* 2016;23(3):343–351. doi: 10.1097/GME.0000000000000530.
6. Golebiowski B, Badarudin N, Eden J, You J, Hampel U, Stapleton F. Does endogenous serum oestrogen play a role in meibomian gland dysfunction in postmenopausal women with dry eye? *Br J Ophthalmol.* 2017 Feb;101(2):218–222. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-308473.
7. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F, Na KS, Schaumberg D, Uchino M, Vehof J, Viso E, Vitale S, Jones L. TFOS DEWS II Epidemiology Report. *Ocul Surf.* 2017;15:334–365. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.003.
8. Gayton JL. Etiology, prevalence, and treatment of dry eye disease. *Clin Ophthalmol.* 2009;3:405–412. doi: 10.2147/OPTH.S5555.
9. Бржеский ВВ, Егорова ГБ, Егоров ЕА. Синдром «сухого глаза» и заболевания глазной поверхности: клиника, диагностика, лечение. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 464 с. ISBN 978-5-9704-3779-7. https://www.fkbook.ru/prod_show.php?object_uid=2209162
Brzheskiy VV, Egorova GB, Egorov EA. Syndrome of "dry eye" and diseases of the eye surface: clinic, diagnosis, treatment. Moscow: GEOTAR-Media; 2016 (In Russ.). 464 p. (In Russ.). ISBN 978-5-9704-3779-7. https://www.fkbook.ru/prod_show.php?object_uid=2209162
10. Montés-Micó R. Role of the tear film in the optical quality of the human eye. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(9):1631–1635. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.06.019.
11. Nichols KK, Foulks GN, Bron AJ, Glasgow BJ, Dogru M, Tsubota K, Lemp MA, Sullivan DA. The international workshop on meibomian gland dysfunction: executive summary. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(4):1922–1929. doi: 10.1167/iovs.10-6997a.
12. Sheppard JD, Nichols KK. Dry Eye Disease Associated with Meibomian Gland Dysfunction: Focus on Tear Film Characteristics and the Therapeutic Landscape. *Ophthalmol Ther.* 2023;12(3):1397–1418. doi: 10.1007/s40123-023-00669-1.
13. Laihia J, Järvinen R, Wylęgała E, Kaarniranta K. Disease aetiology-based design of multifunctional microemulsion eye drops for moderate or severe dry eye: a randomized, quadruple-masked and active-controlled clinical trial. *Acta Ophthalmol.* 2020;98(3):244–254. doi: 10.1111/aos.14252.
14. Guarise C, Acquasaliente L, Pasut G, Pavan M, Soato M, Garofolin G, Beninatto R, Giacomel E, Sartori E, Galesso D. The role of high molecular weight hyaluronic acid in mucoadhesion on an ocular surface model. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;143:105908. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.105908.
15. Бржеский ВВ, Бобрышев ВА, Ким ГГ. Эволюция препаратов искусственной слезы на основе гиалуроновой кислоты. *Медицинский совет.* 2023;17(23):303–309.
Brzhesky VV, Bobryshev VA, Kim GG. The evolution of artificial tears based on hyaluronic acid. Meditsinskiy Sovet. 2023;17(23):303–309 (In Russ.). doi: 10.21518/ms2023-430.
16. Бржеский ВВ. Алгоритм выбора слезозаместительной терапии у пациентов в амбулаторной практике. *РМЖ «Клиническая офтальмология».* 2018;1:13–19.
Brzheskiy VV. Algorithm of selecting the tear replacement therapy in ambulatory practice. *RMJ "Clinical ophthalmology".* 2018;1:13–19 (In Russ,). doi: 10.21689/2311-7729-2018-18-1-13-19.
17. Postorino EI, Rania L, Aragona E, Mannucci C, Alibrandi A, Calapai G, Puzzolo D, Aragona P. Efficacy of eyedrops containing cross-linked hyaluronic acid and coenzyme Q10 in treating patients with mild to moderate dry eye. *Eur J Ophthalmol.* 2018;28(1):25–31. doi: 10.5301/ejo.5001011.
18. Pinto-Fraga J, López-de la RA, Blázquez AF, Urbano RR, González-García MJ. Efficacy and Safety of 0.2% Hyaluronic Acid in the Management of Dry Eye Disease. *Eye Contact Lens.* 2017;43(1):57–63. doi: 10.1097/ICL.0000000000000236.
19. Fogagnolo P, Giannaccare G, Mencucci R, Villani E, Orfeo V, Aragona P. Italian Dry Eye Study Group. Effectiveness of a New Active Tear Substitute Containing 0.2% Hyaluronic Acid and 0.001% Hydrocortisone on Signs and Symptoms of Dry Eye Disease by Means of Low- and High-Tech Assessments. *Ophthalmol Ther.* 2024;13(1):251–266. doi: 10.1007/s40123-023-00833-7.
20. Roberti G, Agnifili L, Berardo F, Riva I, Figus M, Manni G, Quaranta L, Oddone F. Prospective, Randomized, Single Masked, Parallel Study Exploring the Effects of a Preservative-Free Ophthalmic Solution Containing Hyaluronic Acid 0.4% and Taurine 0.5% on the Ocular Surface of Glaucoma Patients Under Multiple Long-Term Topical Hypotensive Therapy. *Adv Ther.* 2018;35(5):686–696. doi: 10.1007/s12325-018-0699-8.
21. Hashimoto Y, Yamana H, Michihata N, Shigemi D, Ishimaru M, Matsui H, Yasunaga H, Aihara M. Eye drops for dry eye disease during pregnancy and adverse neonatal outcomes: high-dimensional propensity score analyses. *Ophthalmic Epidemiol.* 2022;29(4):384–393. doi: 10.1080/09286586.2021.1971263.
22. Guarise C, Acquasaliente L, Pasut G, Pavan M, Soato M, Garofolin G, Beninatto R, Giacomel E, Sartori E, Galesso D. The role of high molecular weight hyaluronic acid in mucoadhesion on an ocular surface model. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;143:105908. doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.105908.
23. Ozcura F, Aydin S, Helvaci MR. Ocular surface disease index for the diagnosis of dry eye syndrome. *Ocul Immunol Inflamm.* 2007;15(5):389–393. doi: 10.1080/09273940701486803.
24. Echieh CI, Etim BA, Echieh CP, Oyeniyi T, Ajewole J. A comparative assessment of dry eye disease among outdoor street sweepers and indoor office cleaners. *BMC Ophthalmol.* 2021;21(1):265. doi: 10.1186/s12886-021-02025-y.
25. Park Y, Kim H, Kim S, Cho KJ. Effect of low-level light therapy in patients with dry eye: a prospective, randomized, observer-masked trial. *Sci Rep.* 2022;12(1):3575. doi: 10.1038/s41598-022-07427-6.
26. Jiang X, Lv H, Song H, Zhang M, Liu Y, Hu X, Li X, Wang W. Evaluation of the Safety and Effectiveness of Intense Pulsed Light in the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction. *J Ophthalmol.* 2016;2016:1910694. doi: 10.1155/2016/1910694.
27. Chen C, Chen D, Chou YY, Long Q. Factors influencing the clinical outcomes of intense pulsed light for meibomian gland dysfunction. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(49):e28166. doi: 10.1097/MD.0000000000028166.
28. Полунин ГС, Забегайло АО, Макаров ИА, Сафонова ТН, Полунина ЕГ. Эффективность терапевтической гигиены век при лечении пациентов с блефароконъюнктивальной формой синдрома сухого глаза. Вестник офтальмологии. 2012;128(1):37–40.
Polunin GS, Zabegajlo AO, Makarov IA, Safonova TN, Polunina EG. Efficacy of lid hygiene in treatment of patients with blepharoconjunctival form of dry eye syndrome. Vestnik oftal'mologii.2012;128(1):37–40 (In Russ.).
29. Skare TL, Gehlen ML, Silveira DM, Uema MM. Gravidez e disfunção lacrimal [Lacrimal dysfunction and pregnancy]. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2012;34(4):170–174. Portuguese. doi: 10.1590/s0100-72032012000400006.
30. Mircheff AK, Wang Y, Li M, Pan BX, Ding C. Pregnancy probabilistically augments potential precursors to chronic, immune-mediated or autoimmune lacrimal gland infiltrates. *Ocul Surf.* 2018;16(1):120–131. doi: 10.1016/j.jtos.2017.09.005.
31. Duran M, Güngör İ. The effect of pregnancy on tear osmolarity. *Cont Lens Anterior Eye.* 2019;42(2):196–199. doi: 10.1016/j.clae.2018.10.007.
32. Nkiru ZN, Stella O, Udeh N, Polycarp UA, Daniel CN, Ifeoma RE. Dry eye disease: A longitudinal study among pregnant women in Enugu, south east, Nigeria. *Ocul Surf.* 2019;17(3):458–463. doi: 10.1016/j.jtos.2019.05.001.
33. Asiedu K, Kyei S, Adanusa M, Ephraim RKD, Animful S, Ali-Baya SK, Akorsah B, Sekyere MA. Dry eye, its clinical subtypes and associated factors in healthy pregnancy: A cross-sectional study. *PLoS One.* 2021;16(10):e0258233. doi: 10.1371/journal.pone.0258233.
34. Kunduracı MS, Koçkar A, Helvacıoğlu Ç, Kırık F, Karakuş HG, Akçay BİS. Evaluation of dry eye and meibomian gland function in pregnancy. *Int Ophthalmol.* 2023;43(11):4263–4269. doi: 10.1007/s10792-023-02836-6.
35. Madike R, Cugati S, Qin Q, Chen C. Pregnancy and the eye: What do we need to watch out for? A review. *Clin Exp Ophthalmol.* 2024; 52(2): 234–247. doi: 10.1111/ceo.14346.
36. Blétry O, Molina V, Somogyi A. Surveillance biologique des pathologies auto-immunes pendant la grossesse [Biological monitoring of autoimmune diseases during pregnancy]. *Gynecol Obstet Fertil.* 2003;31(2):151–156. French. doi: 10.1016/s1297-9589(03)00011-0.
37. Upala S, Yong WC, Sanguankeo A. Association between primary Sjögren's syndrome and pregnancy complications: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rheumatol.* 2016;35(8):1949–1955. doi: 10.1007/s10067-016-3323-9.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Афанасьева Анна Александровна
младший научный сотрудник офтальмологического отделения,
врач-офтальмолог отделения офтальмологии для взрослых
https://orcid.org/0000-0002-6307-5582

Лоскутов Игорь Анатольевич
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой офтальмологии и оптометрии;
главный внештатный специалист офтальмолог Министерства здравоохранения
Московской области
https://orcid.org/0000-0003-0057-3338

Курышева Наталия Ивановна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой, руководитель
консультативно-диагностического отдела
https://orcid.org/0000-0002-2265-6671

Корнеева Алина Владимировна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, ассистент кафедры
https://orcid.org/0000-0002-4435-8114

Плиева Хава Магомедовна
врач-офтальмолог, ассистент кафедры
https://orcid.org/0009-0004-9171-1955

ABOUT THE AUTHORS

Afanaseva Anna A.
junior researcher of the Ophthalmology Department,
ophthalmologist at the Department of Ophthalmology for Adults
https://orcid.org/0000-0002-6307-5582

Loskoutov Igor A.
MD, Professor, head of the Department of Ophthalmology and Optometry;
chief freelance specialist ophthalmologist of the Ministry of Health
of the Moscow Region
https://orcid.org/0000-0003-0057-3338

Kurysheva Natalia I.
MD, Professor, head of the Ophthalmology Department,
head of the Consultative and Diagnostic Department
https://orcid.org/0000-0002-2265-6671

Korneeva Alina V.
PhD, ophthalmologist, department assistant
https://orcid.org/0000-0002-4435-8114

Plieva Hava M.
ophthalmologist, department assistant
https://orcid.org/0009-0004-9171-1955

ОПТИНОЛ® МАКСИМУМ ЗАБОТЫ В КАЖДОЙ КАПЛЕ!

Без консервантов[1] 1 нажатие – 1 капля[1] Для детей и взрослых[1,3,4] Годен 6 мес. после вскрытия[1]



ГЛУБОКОЕ УВЛАЖНЕНИЕ

Самая высокая концентрация натрия гиалуроната 0,4%[2]

- При ССГ средней и тяжелой степени тяжести[3]
- Особо рекомендован для использования в ночное время[1]



ЭКСПРЕСС УВЛАЖНЕНИЕ

Оптимальная концентрация натрия гиалуроната 0,21%

- Для профилактики ССГ[3]
- При ССГ легкой и крайне тяжелой степени тяжести[3]
- При ношении всех типов контактных линз, без их снятия[1]



МЯГКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Натрия гиалуронат 0,15% Декспантенол 2%

- При ССГ любой степени тяжести, особенно осложненном травматический или воспалительной патологией эпителия роговицы[1,5]
- После офтальмологических операций[1]
- При ношении всех типов контактных линз, без их снятия[1]

Реклама

1. Инструкция-вкладыш по применению Оптинол Экспресс увлажнение, Оптинол Глубокое увлажнение, Оптинол Мягкое восстановление
2. По данным ДСМ аудит ретейл в категории увлажняющих офтальмологических капель, сентябрь 2024
3. Бржеский В.В., Голубев С.Ю., Бржеская И.В., Попов В.Ю. Новые возможности слезозамещающей терапии у больных с синдромом сухого глаза различного генеза. Офтальмология. 2019;16(2):244–251.
4. Бржеский В.В, Горбачевская И.Н., Голубев С.Ю. Новые препараты гиалуроновой кислоты в лечении детей с синдромом сухого глаза. Офтальмология. 2021; 18 (1): 129-135.
5. В.В. Бржеский, Е.А. Дроздова и соавт./Новые возможности репаративной терапии синдрома «сухого глаза»/Вестник офтальмологии 2024, Т. 140, №1, с. 57-63.

На основе физиологичной для глаз гиалуроновой кислоты, которая:[1]

- обладает выраженной способностью связывать молекулы воды и удерживать их на поверхности глаза
- создает равномерный, стабильный, защитный слой на роговице глаза, не нарушая остроту зрения.

ООО «ЯДРАН», 119330, Москва, Ломоносовский пр-т, д. 38, оф. VII.
Тел.: +7 (499) 143 3371, www.jadran.ru

www.optinol.ru

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. НЕОБХОДИМО ОЗНАКОМИТЬСЯ С ИНСТРУКЦИЕЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-664-668

поступила 14.04.25
was received 14.04.25

Медикаментозное лечение пресбиопии, практический опыт





М.А. Сушкова И.А. Чернатова О.Г. Бадаева

КГБУЗ «Консультативно-диагностический центр» «Вивея» Министерства здравоохранения Хабаровского края
ул. Запарина, 83, Хабаровск, 680000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):664–668**

Актуальность. Пресбиопия — снижение амплитуды аккомодации, когда она уже не может обеспечивать комфортную работу на требуемом рабочем расстоянии. В условиях прогрессирующего старения населения некорригированная пресбиопия приводит к экономическим потерям из-за снижения производительности труда. Патогенез пресбиопии связан с увеличением толщины и плотности хрусталика, накоплением сшивок между белками кристаллинами и снижением эластичности капсулы, что приводит к потере способности хрусталика изменять форму для обеспечения аккомодации. Фармакологическое лечение пресбиопии может быть альтернативой для тех, кто не хочет пользоваться очками и подвергать себя хирургическому вмешательству. Существуют две основные фармакологические стратегии коррекции пресбиопии: увеличение глубины фокуса (миоптики) и увеличение амплитуды аккомодации (препараты, сохраняющие эластичность хрусталика). Одним из препаратов, способных влиять на сохранение эластичности хрусталика, является пиреноксин. **Цель:** получить собственный опыт использования пиреноксина (Каталина) для профилактики развития и прогрессирования пресбиопии. **Пациенты и методы.** Экспериментальная группа включала 20 пациентов (14 женщин и 6 мужчин), которым Каталин назначали по схеме: 4–5 раз в день. Средний возраст испытуемых составил 45,4 года. Проводилось определение амплитуды абсолютной аккомодации; запаса относительной аккомодации и аддидации двумя способами. Повторное исследование выполняли через 8 месяцев после начала лечения. **Результаты.** Величина объема и запаса аккомодации не снизилась, как и величина аддидации. Полученные данные сопоставимы с результатами других аналогичных исследований. Можно предположить, что на фоне использования пиреноксина сохраняются эластичные свойства хрусталика и аккомодационные возможности в исследованной возрастной группе. **Заключение.** Фармакологическая стратегия лечения и профилактики пресбиопии, направленная на сохранение эластичности хрусталика путем закапывания пиреноксина, является безопасной и перспективной.

Ключевые слова: пресбиопия, лечение, хрусталик, пиреноксин, амплитуда и запас аккомодации

Для цитирования: Сушкова М.А., Чернатова И.А., Бадаева О.Г. Медикаментозное лечение пресбиопии, практический опыт. *Офтальмология.* 2025;22(3):664–668. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-664-668

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Medication Treatment for Presbyopia, Practical Experience

M.A. Sushkova, I.A Chernatova, O.G. Badaeva

"Viveya" Consultative and Diagnostic Center
Zaparina str., 83, Khabarovsk, 680000, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):664–668**

Relevance. Presbyopia is a decrease in the amplitude of accommodation, when it can no longer provide comfortable work at the required working distance. In the context of progressive aging of the population, uncorrected presbyopia leads to economic losses due to decreased labor productivity. The pathogenesis of presbyopia is associated with an increase in the thickness and density of the lens, the accumulation of cross-links between crystallin proteins and a decrease in the elasticity of the capsule, which leads to a loss of the ability of the lens to change shape to provide accommodation. Pharmacological treatment of presbyopia can be an alternative for those who want a scenario without glasses and surgery. There are two main pharmacological strategies for correcting presbyopia: increasing the depth of focus (myoptics) and increasing the amplitude of accommodation (drugs that preserve the elasticity of the lens). One of the drugs that can affect the preservation of the elasticity of the lens is pirenoxine. **Purpose:** to gain experience in using Pirenoxine (Catalin) to prevent the development and progression of presbyopia. Materials and methods: An experimental group of 20 patients (14 women and 6 men) was recruited, to whom Catalin was prescribed according to the scheme: 4–5 times a day. The average age of the subjects was 45.4 years. The amplitude of absolute accommodation was determined; the reserve of relative accommodation was determined and addition was determined in two ways. A repeat study was conducted 8 months after the start of treatment. **Results.** As a result of the study, the volume and reserve of accommodation did not decrease, as did the amount of addition. The data obtained are comparable with the results of other similar studies. It can be assumed that against the background of the use of pirenoxine, the elastic properties of the lens and accommodative capabilities are preserved in the studied age group. **Conclusion.** A pharmacological strategy for the treatment and prevention of presbyopia aimed at maintaining the elasticity of the lens by instilling drops of pirenoxine is safe and promising.

Keywords: presbyopia, treatment, lens, pirenoxine, amplitude and reserve of accommodation

For citation: Sushkova M.A., Chernatova I.A., Badaeva O.G. Medication Treatment for Presbyopia, Practical Experience. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):664–668. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-664-668

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

There is no conflict of interest.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Пресбиопия — снижение амплитуды аккомодации, когда она уже не может обеспечивать комфортную работу на требуемом рабочем расстоянии. Амплитуда аккомодации постепенно снижается в течение всей жизни начиная уже с детского возраста [1]. Заметное снижение объема аккомодации происходит в возрасте 35–39 лет с постепенным выходом на плато к 60 годам [2].

Пресбиопией страдает более 1,5 млрд человек в мире. Некорригированная пресбиопия составляет 34 % в развитых и более 50 % — в развивающихся странах. Пациенты с пресбиопией — это люди, находящиеся на пике профессиональной деятельности, при этом снижение качества зрения вблизи у таких людей неизбежно приводит к снижению работоспособности и финансовым потерям.

По данным исследования 2011 г. K.D. Frick и соавт., более 240 миллионов случаев некорригированной или недостаточно корригированной пресбиопии среди людей в возрасте до 50 лет привели к потере производительности труда в размере 11,023 миллиарда долларов США (0,016 % мирового ВВП) [3].

В условиях прогрессирующего старения населения некорригированная пресбиопия на фоне ухудшения зрения при помутнениях хрусталика может приводить к экономическим потерям из-за снижения производительности труда [2].

Президент Владимир Путин в обращении к Федеральному собранию в январе 2024 году сказал, что средняя продолжительность жизни россиян должна достичь 78 лет к 2030 г., а потом превысить 80 лет. Одной из целей отечественного здравоохранения глава государства назвал продление «деятельной» жизни людей, чтобы у них в солидном возрасте оставались возможности и желание работать, а также быть наставниками и передавать опыт. Этим целям отвечает начатые в России в 2025 году национальные проекты «Продолжительная и активная жизнь» и «Новые технологии сбережения здоровья». Немаловажную роль в сохранении деятельной жизни человека играет сохранение четкого зрения, поэтому и офтальмологическим службам тоже необходимо включаться в национальные программы.

Несмотря на споры относительно точного механизма аккомодации, наиболее убедительные эмпирические данные подтверждают теорию Гельмгольца, согласно которой в ответ на сокращение цилиарной мышцы увеличивается толщина хрусталика, уменьшается его диаметр, увеличиваются передняя и задняя кривизна, что приводит к увеличению оптической силы и, следовательно, аккомодации. В процессе непрекращающегося роста хрусталика в течение жизни происходит увеличение его толщины и плотности, накопление сшивок между белками кристаллинами и снижение эластичности капсулы, что приводит к потере способности хрусталика изменять

форму для обеспечения аккомодации. Такие изменения негативно сказываются и на контрастной чувствительности, особенно в условиях низкого освещения, что проявляется бликами от ярких источников света и ухудшением качества зрения [2].

Развитие возрастных изменений хрусталика также обусловлено нарастающими оптическими аберрациями, возникающими из-за неравномерности преломления света в хрусталике [2]. При этом одним из немаловажных механизмов развития пресбиопии является изменение биохимического состава самого хрусталика [4].

Установлено, что с возрастом происходит изменение микроэлементного и аминокислотного состава хрусталика. Наблюдается скопление в тканях хрусталика натрия, кальция, цинка и воды, уменьшение калия, алюминия, растворимых белков, серосодержащих аминокислот, аскорбиновой кислоты, рибофлавина, цитохрома. Снижается активность АТФазы, пируватфосфокиназы, карбоангидразы и т.д., а окислительно-восстановительные процессы в тканях хрусталика ослабляются, как и гликолиз, обеспечивающий энергией биохимические реакции в тканях хрусталика [5].

Значительный интерес представляет хиноновая теория, которая придает большое значение в патогенезе катаракты и, следовательно, пресбиопии веществам хиноновой группы, которые образуются в результате неправильного метаболизма аминокислот. Хинон, объединяясь с белком хрусталика, приводит к формированию помутнения. Кроме того, хинон способствует окислению сульфгидрильных радикалов капсулы хрусталика, в результате которого образуются дисульфидные связи, токсически воздействующие на хрусталиковые ткани [6].

Проявления этих изменений — уменьшение способности глаза к аккомодации из-за биохимических изменений хрусталика и усиление светорассеяния — рассматриваются как синдром дисфункции хрусталика (СДХ) [2]. В 2024 г. А.Ж. Фурсовой и И.А. Лоскутовым введено понятие «дисфункция хрусталика» в отечественной литературе. Это понятие включает в себя пресбиопию и начальную катаракту, которая еще не приводит к снижению остроты зрения [4].

В настоящее время наиболее популярным методом коррекции пресбиопии является очковая и контактная коррекция. Очковая коррекция монофокальными, бифокальными и прогрессивными линзами проста в использовании, но имеет ряд ограничений: для части пациентов ношение очков является неприемлемым, так как ассоциируется со старостью. Применение контактных линз также имеет ряд ограничений, требует навыков в использовании, что может негативно отразиться на комфорте и удовлетворенности пациентов. В связи с этим поиск новых решений, способных обеспечить более эффективную и комфортную коррекцию у пациентов с пресбиопией, продолжается.

Одним из хирургических методов коррекции пресбиопии является удаление измененного нативного хрусталика с имплантацией различных моделей мультифокальных, аккомодирующих ИОЛ или создание интраокулярной оптической системы по принципу моновидения [7].

Существуют и другие хирургические методы, такие как роговичные рефракционные операции. Установка интрастромальных роговичных имплантов позволяет уменьшить аберрации и увеличить глубину резкости за счет диафрагмирования света [3].

Фармакологическое лечение пресбиопии находится в стадии активного исследования и может быть альтернативой для тех, кто не хочет пользоваться очками и предпринимать хирургическое вмешательство. Существуют две основные фармакологические стратегии коррекции пресбиопии: увеличение глубины фокуса (миоптики) и увеличение амплитуды аккомодации (препараты, сохраняющие эластичность хрусталика за счет профилактики прогрессирования дисфункции хрусталика).

Действие миотиков связано с эффектом точечного отверстия и увеличением глубины зрения. Однако применение миотиков может вызывать хроническое воспаление и фиксированную стимуляцию зрачка, образование задних синехий и спазматическое сокращение радужки.

Действие второй группы препаратов для лечения пресбиопии связано с профилактикой прогрессирования дисфункции хрусталика, то есть как уменьшения объема аккомодации, так и помутнения хрусталика. Формирование начальных изменений в хрусталике, связанных с развитием катаракты, нередко начинается задолго до появления субъективных жалоб на ухудшение зрения, обычно в возрасте 35–50 лет. В это же время наблюдается прогрессирующее снижение аккомодационных возможностей глаза. Комплексное воздействие на биохимические процессы, лежащие в основе подобных изменений, может быть достигнуто на фоне применения пиреноксина. Его действие направлено на замедление увеличения ригидности хрусталика, что может сохранить его аккомодационные способности [2].

В эксперименте на животных показано, что пиреноксин может увеличивать коэффициент эластичности хрусталика и предотвращать ухудшение аккомодации. Кроме того, пиреноксин может способствовать сохранению запаса аккомодации при регулярном применении в возрастной группе 35–50 лет [4]. Предполагаемый механизм действия при этом — уменьшение образования сорбитола из глюкозы за счет антиоксидантного эффекта (ингибирование окисления НАДФ-Н), предотвращение образования дисульфидных связей между кристаллинами за счет связывания пиреноксина с тиоловыми группами этих белков и другие механизмы [8]. Пиреноксин также демонстрирует обнадеживающие результаты в исследованиях по замедлению прогрессирования катаракты. Как показали результаты клинического

Контактная информация: Сушкова Мария Александровна m.sushkova2011@mail.ru

испытания, пиреноксин способен снижать оптическую плотность в слоях коры хрусталика и субкапсулярно [6]. Таким образом, применение пиреноксина (зарегистрирован в Российской Федерации под торговым названием «Каталин®») у пациентов в возрасте 35–50 лет для замедления развития как пресбиопии, так и катаракты представляется обоснованным [2].

Предварительные данные, полученные в результате исследования Каталина у пациентов с пресбиопией, опубликованные в журнале Nature кафедрой офтальмологии Токийского медицинского университета в 2017 г., показали действие глазных капель пиреноксина на эластичность хрусталика и возможности влияния на развитие пресбиопии.

В группах исследования были испытуемые в возрасте от 40 до 60 лет, с периодом наблюдения 6 месяцев. Результаты получены следующие: в группе применения пиреноксина у пациентов до 50 лет амплитуда аккомодации не изменилась, пресбиопия не прогрессировала. В группе контроля объективная амплитуда аккомодации снизилась на 0,16 диоптрии за 6 месяцев, что означало прогрессирование пресбиопии. Заключение было следующим: отсутствие изменения амплитуды аккомодации в таргетной группе у испытуемых от 40 до 50 лет свидетельствует о том, что глазные капли «Пиреноксин» могут предотвратить снижение амплитуды аккомодации, т.е. прогрессирование пресбиопии [9].

Исследование объема аккомодации в условно выделенной группе так называемых «ранних» пресбиопов представляет интерес с точки зрения возможности влияния на развитие пресбиопии в самом начале, в точке формирования условий для ее возникновения [4].

В 2024 г. в России было проведено проспективное многоцентровое исследование остроты зрения, ближайшей точки ясного зрения и объема аккомодации у лиц в возрасте от 40 до 55 лет в режиме реальной клинической практики. Всем пациентам назначали пиреноксин (Каталин) в стандартной схеме — 1 капля 3 раза в день в оба глаза. Повторное исследование проведено через 4 месяца после начала лечения. Было доказано сохранение запаса аккомодации и эластичных свойств хрусталика в исследованной возрастной группе на фоне использования пиреноксина [4].

Цель исследования: получить собственный опыт использования пиреноксина (Каталина) для профилактики развития и прогрессирования пресбиопии.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В группу исследуемых были включены пациенты с выраженной мотивацией обходиться без очков для близи. Как известно, для части людей понятие молодости несовместимо с ношением очков (согласно новой классификации ВОЗ, молодыми считаются люди до 44 лет). Такая группа пациентов будет искать любые способы хорошо видеть вблизи без очков и, следовательно, будет соблюдать комплаенс в лечении. А приверженность к лечению — это, как известно, ключевой фактор эффективной терапии.

Другими критериями включения были: возраст от 40 до 52 лет; отсутствие глазных операций и глазных заболеваний в анамнезе; анизометропии и клинически значимого астигматизма; аметропии выше 2 дптр, глазодвигательных нарушений.

Экспериментальная группа состояла из 20 пациентов (14 женщин и 6 мужчин) со средним возрастом — 45,4 года. Каталин назначали по схеме: 4–5 раз в день. Повторное исследование проведено через 8 месяцев после начала лечения.

Схема проведения исследования: определение остроты зрения с полной коррекцией; амплитуды абсолютной аккомодации (фороптер); запаса относительной аккомодации (ЗОА) (аппарат «Форбис») и аддидации методом кросс-цилиндров и субъективным методом по таблице для близи.

Для исследования относительной аккомодации использовали метод приближающегося теста — «push-up test». При этом пациенту с полной коррекцией с расстояния приближают тестовую аккомодационную мишень до тех пор, пока она не перестанет быть видна, получается ближайшая точка ясного видения. Расстояние от узловой точки (угла глаза) до полученной ближайшей точки ясного зрения, переведенное из сантиметров в диоптрии, и есть амплитуда аккомодации. Измерение проводится монокулярно [10].

Исследование запаса относительной аккомодации (ЗОА) измеряли бинокулярно при расположении текста на расстоянии 33 см в условиях полной коррекции для дали и при наличии бинокулярного зрения.

Определение величины аддидации выполняли двумя способами:

– методом минимальной аддидации: подбор минимальной положительной линзы, позволяющей пресбиопу различать мелкие оптотипы. Исследование проводится бинокулярно при полной коррекции для дали;

– методом бинокулярного кросс-цилиндра с помощью фороптера в условиях полной коррекции для дали.

Результаты исследования фиксировались при первичном обращении и через 8 месяцев лечения.

Результаты исследования приведены в таблице.

Таблица. Показатели аккомодации до и через 8 месяцев лечения

Table. Accommodation indices before and after 8 months of treatment

Показатели Indicators	До лечения Before treatment	Через 8 месяцев после лечения 8 months after treatment
Объем абсолютной аккомодации (дптр) Absolute accommodation volume	3,55	3,60
Запас относительной аккомодации (дптр) Reserve of relative accommodation	0,31	0,32
Аддидация методом кросс-цилиндров (дптр) Addition by the cross-cylinder method	0,97	1,0
Аддидация методом минимальной аддидации (дптр) Addition by the minimum addition method	0,41	0,40

В соответствии с полученными данными, в группе испытуемых величина объема и запаса аккомодации не снизились, как и величина аддидации. Несмотря на малый размер выборки и, следовательно, сомнительность результатов исследования, полученные данные сопоставимы с результатами других аналогичных исследований. Можно предположить, что на фоне использования пиреноксина сохраняются эластичные свойства хрусталика и аккомодационные возможности в исследованной возрастной группе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фармакологическая стратегия лечения и профилактики пресбиопии, направленная на сохранение эластичности хрусталика путем использования капель пиреноксина является безопасной и перспективной.

Для пациентов с выраженной мотивацией обходиться без очков для близи применение Каталина может служить дополнением к уже существующим методам профилактики раннего развития пресбиопии.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Сушкова М.А. — проведение исследований, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, анализ литературы, написание текста;
Чернатова И.А. — редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Бадаева О.Г. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ринская НВ. Настольная книга оптометриста. Алгоритм подбора рефракции: учебное пособие. М.: FARB-IT, 2018.
   Rinskaya NV. Optometrist's Handbook. Algorithm for Selecting Refraction: A Tutorial. Moscow: FARB-IT, 2018. (In Russ.).
2. Борисов ФГ, Лоскутов ИА. Возрастные изменения хрусталика: диагностика и лечение. Эффективная фармакотерапия. 2024;20(47):32–35.
   Borisov FG, Loskutov IA. Age-related changes in the lens: diagnostics and treatment. Effective pharmacotherapy. 2024;20(47):32–35 (In Russ.).
   Frick KD, Joy SM, Wilson DA, Naidoo KS, Holden BA. The Global Burden of Potential Productivity Loss from Uncorrected Presbyopia. Ophthalmology. 2015 Aug; 122(8):1706-10.
3. Фурсова АЖ,Лоскутов ИА, Борисов ФГ. Дисфункциональные изменения хрусталика в реальной клинической практике. Офтальмология. 2024;21(3):617–622.
   Fursova AZh, Loskutov IA, Borisov FG. Dysfunctional changes in the lens in real clinical practice. Ophthalmology. 2024;21(3):617–622 (In Russ.).
4. Агаева ТС. К вопросу о патогенезе катаракты. Российская детская офтальмология 2012;1–2:61–63.
   Agaeva TS. On the pathogenesis of cataract. Russian Children's Ophthalmology 2012;1–2:61–63 (In Russ.).
5. Полунин ГС, Макаров ИА, Бубнова ИА. Изучение терапевтической эффективности Каталина при возрастной катаракте (срок наблюдения 1 год). РМЖ. Клиническая офтальмология. 2012;13(3):110–114.
   Polunin GS, Makarov IA, Bubnova IA. Study of the therapeutic efficacy of Catalin in age-related cataract (observation period of 1 year). RMJ. Clinical ophthalmology. 2012;13(3):110–114 (In Russ.).
6. Мищенко ОП, Юрьева ТН, Розанова ОИ, Сенченко НЯ, Щуко АГ. Сравнительный анализ эффективности коррекции пресбиопии при помощи различных интраокулярных оптических систем: моновидения, аккомодирующей и мультифокальной. Современные технологии в офтальмологии. 2014;3:… https://eyepress.ru/article/sravnitel-nyy-analiz-effektivnosti-korrektsii-presbiopii-pri-pomoshchi-razlichny
   Mishchenko OP, Yuryeva TN, Rozanova OI, Senchenko NYa, Shchuko AG. Comparative analysis of the effectiveness of presbyopia correction using various intraocular optical systems: monovision, accommodating and multifocal. Modern technologies in ophthalmology. 2014;3:… (In Russ.). https://eyepress.ru/article/sravnitel-nyy-analiz-effektivnosti-korrektsii-presbiopii-pri-pomoshchi-razlichny
7. Upaphong P, Thonusin C, Choovuthayakorn J, Chattipakorn N, Chattipakorn SC. The possible positive mechanisms of pirenoxine in cataract formation. Int. J. Mol. Sci. 2022;23(16):9431. doi: 10.3390/ijms23169431.
8. Tsuneyoshi Y, Higuchi A, Negishi K, Tsubota K. Suppression of presbyopia progression with pirenoxine eye drops: experiments on rats and nonblinded, randomized clinical trial of efficacy. Sci Rep. 2017 Jul 28;7(1):6819. doi: 10.1038/s41598017072086.
9. Хватова НВ, Слышалова НН. Доступные методы исследования аккомодации в условиях амбулаторного офтальмологического приема. The EYE ГЛАЗ. 2019;2:59–68.
   Khvatova NV, Slyshalova NN. Available methods for studying accommodation in outpatient ophthalmological settings. The EYE GLAZ. 2019;2:59–68 (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сушкова Мария Александровна
врач-офтальмолог высшей квалификационной категории

Чернатова Инесса Алексеевна
заведующая офтальмологическим отделением

Бадаева Оксана Георгиевна
врач-офтальмолог высшей квалификационной категории

ABOUT THE AUTHORS

Sushkova Maria A.
ophthalmologist of the highest qualification category

Chernatova Inessa A.
head of the Ophthalmology department

Badaeva Oksana G.
ophthalmologist of the highest qualification category

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-669-676

поступила 15.03.25
was received 15.03.25

Моделирование экономического бремени болезни при проведении профилактики синдрома сухого глаза у пациентов после факоэмульсификации катаракты








А.В. Трубилин[1], В.Н. Трубилин[1], Е.Г. Полунина[1], Л.Ю. Безмельницына[2], Е.А. Каспарова[3], С.И. Арабаджян[4], А.В. Филоненко[5]

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

[2] ФГБУ "Федеральный научно-клинический центр детей и подростков» Федерального медико-биологического агентства
ул. Москворечье, 20, Москва, 115409, Российская Федерация

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

[4] ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Чапаевская, 89, Самара, 443099, Российская Федерация

[5] ГБУЗ НО «Городская клиническая больница № 12» Сормовского района г. Нижнего Новгорода
ул. Павла Мочалова, 8, Нижний Новгород 603003, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):669–676**

Изучение экономического бремени болезни является важным аспектом современной медицинской науки, так как подобные исследования ярко иллюстрируют необходимость проведения профилактических мероприятий, направленных не только на улучшение качества жизни пациентов, но и на возможность экономии государственного бюджета, что может стать поводом для дополнительных инвестиций в систему здравоохранения со стороны государства. Проведенный всесторонний анализ влияния профилактического лечения синдрома сухого глаза при подготовке пациентов к факоэмульсификации катаракты в соответствии с разработанным алгоритмом, предполагающим дифференцированный подход, базирующийся на степени тяжести ССГ, позволил определить следующие показатели. При отсутствии профилактического лечения ССГ в предоперационном периоде продлевается срок больничного листа в среднем на 35 %, следовательно, пациент недополучит в месяц 38,64 % денежных средств от прожиточного минимума в городе Москве. На популяционном уровне в рамках допущения, что только 1/3 (33 %) из 14 000 человек, имеющих осложнения в виде тяжелой формы синдрома сухого глаза, работают (т.е. 4620 человек), потери заработной платы составляют до 46 200 000 руб. с позиции пациента. Установлено, что с позиции государства на выплаты по листам временной нетрудоспособности финансовые затраты могут составить до 75 679 800 руб. в год. Проведение курса терапии, направленной на профилактику развития тяжелой формы ССГ в послеоперационном периоде у пациентов с факоэмульсификацией катаракты при их подготовке к оперативному лечению, позволит суммарно сократить бремя болезни (прямые и непрямые затраты) на 115 416 000 руб. в год. Полученные данные свидетельствуют о необходимости акцентировать внимание офтальмологов на важности проведения своевременной диагностики ССГ на этапе абилитации пациента к плановому офтальмохирургическому вмешательству, в частности к факоэмульсификации катаракты, что позволит снизить частоту развития тяжелой формы ССГ, улучшит качество жизни пациентов, а также снизит финансовые затраты как со стороны пациента, так и со стороны государства.

Ключевые слова: офтальмология, экономическое бремя болезни, факоэмульсификация катаракты, синдром сухого глаза

Для цитирования: Трубилин А.В., Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Безмельницына Л.Ю., Каспарова Е.А., Арабаджян С.И., Филоненко А.В. Моделирование экономического бремени болезни при проведении профилактики синдрома сухого глаза у пациентов после факоэмульсификации катаракты. *Офтальмология.* 2025;22(3):669–676. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-669-676

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Modeling the Economic Burden of Disease during Dry Eye Syndrome Prophylaxis in Patients after Cataract Phacoemulsification

V.N. Trubilin[1], E.G. Polunina[1], A.V. Trubilin[1], L.Yu. Bezmel'nitsyna[2], E.A. Kasparova[3], S.I. Arabadzhyan[4], A.V. Filonenko[5]

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

[2] Academy of Postgraduate Education Children and Teenagers of FMBA of Russia
Moskvorechye str., 20, Moscow, 115409, Russian Federation

[3] Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

[4] Samara State Medical University
Chapaevskaya str., 89, Samara, 443099, Russian Federation

[5] City Clinical Hospital No. 12
Pavel Mochalov str., 8, Nizhny Novgorod 603003, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):669–676**

The evaluation the burden of disease is an important aspect of modern medical science, such studies clearly illustrate the need for preventive measures aimed not only at improving the quality of life of patients, but also at the possibility of saving the state budget. It can become a reason for additional investments in the healthcare system from the state. A comprehensive analysis of the preventive treatment's impact on dry eye syndrome for preparing patients for cataract phacoemulsification in accordance with the developed algorithm, which involves a differentiated approach based on the severity of dry eye syndrome, allowed us to determine the following indicators. In the absence of preventive treatment for dry eye syndrome (DES). The duration of the disease is extended by an average of 35 %. It means that the patient will receive 38.64 % less money than the minimum level for living in Moscow. At the population level, assuming that only 1/3 (33 %) of 14,000 patients with severe dry eye syndrome complications are employed, i.e., 4,620 persons, the loss of wages amounts to up to 46,200,000 rubles from the patient's perspective. It has been established that from the government's point of view, financial expenses for temporary disability payments can reach up to 75,679,800 rubles per year. A course of therapy aimed at preventing the development of severe DYS in the postoperative period in patients with cataract phacoemulsification during their preparation for surgical treatment will reduce the total burden of the disease (direct and indirect costs) by 115,416,000 rubles per year. The obtained data indicate the needs of the ophthalmologists' attention to the importance of timely diagnosis of DYS at the stage of patient rehabilitation for planned ophthalmic surgery, in particular, for cataract phacoemulsification. It'll reduce the incidence of severe forms of DES, improve the quality of life of patients, and decrease costs for both the patient and the government.

Keywords: ophthalmology, burden of disease, cataract phacoemulsification, dry eye syndrome

For citation: Trubilin A.V., Trubilin V.N., Polunina E.G., Bezmelnitsyna L.Yu., Kasparova E.A., Arabadzhyan S.I., Filonenko A.V. Modeling the Economic Burden of Disease during Dry Eye Syndrome Prophylaxis in Patients after Cataract Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):669–676. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-669-676

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

There is no conflict of interests.

Изучение экономического бремени болезни является важным аспектом современной медицинской науки, так как подобные исследования ярко иллюстрируют необходимость проведения профилактических мероприятий, направленных не только на улучшение качества жизни пациентов, но и на возможность экономии государственного бюджета, что может стать поводом и следствием для дополнительных инвестиций в систему здравоохранения со стороны государства. В настоящее время появилось значительное число научных публикаций, посвященных изучению бремени болезни в различных областях медицины [1–3].

Анализ данных литературы свидетельствует о том, что бóльшая часть подобных исследований направлена на прогнозирование бремени болезни при хронических заболеваниях, затрагивающих возрастные категории лиц пожилого и старческого возраста, что во многом связано с увеличением средней продолжительности жизни современного человека.

В частности, значительная часть исследований направлена на оценку гуманистического и экономического бремени болезни у пациентов с болезнью Альцгеймера. Авторы исследований приходят к выводу, что проведение профилактического лечения, изменение образа жизни пациента, адекватный уход со стороны опекунов улучшают качество жизни пациента и могут привести к экономии средств со стороны общества. Кроме того, проведенные исследования подтверждают важность

учета полной стоимости прямых и косвенных материальных и нематериальных затрат, которые влияют на пациентов, их партнеров по уходу и систему здравоохранения, так ка эти данные могут повлиять на социальную помощь со стороны государства [4–9].

В офтальмологической практике обращают на себя внимание исследования, направленные на изучение возрастной макулярной дегенерации (ВМД) сетчатки в аспекте прогнозирования бремени болезни в ближайшие десятилетия с учетом неуклонного роста данной патологии. Авторы исследования, проведенного в 2014 году, сообщают, что прогнозируемое число людей с возрастной макулярной дегенерацией в 2020 году составит 196 миллионов (95 % CrI 140–261), а к 2040 году оно увеличится до 288 миллионов [10].

Полученные данные подчеркивают необходимость более строгого контроля при проведении диспансерного наблюдения за пациентами пожилого и старческого возраста, а также проведения профилактики ВМД с акцентом на факторы риска для своевременной диагностики и лечения. Эпидемиологические оценки свидетельствуют о большей распространенности ВМД у европейцев. При этом полученные данные могут способствовать определению эффективной стратегии профилактики не только у европейского населения, но и у пациентов с ВМД во всем мире [11, 12].

Исследования, направленные на изучение распространенности глаукомы и прогнозы бремени глаукомы до 2040 года, свидетельствуют о том, что число людей с глаукомой во всем мире увеличится до 111,8 миллиона в 2040 году, непропорционально затронув людей, проживающих в Азии и Африке [13].

Авторы других исследований также сообщают, что с учетом драматической тенденции старения населения в мире в течение следующих трех десятилетий распространенность и экономическое бремя глаукомы будут продолжать расти. Эти оценки важны для разработки социальных программ скрининга глаукомы, методов лечения данного заболевания, а также стратегического планирования бюджета общественного здравоохранения [14, 15].

Аналогичные тенденции отмечены при анализе распространенности среди населения диабетической ретинопатии — рост числа пациентов с данной патологией, что также подчеркивает необходимость разработки программ скрининговой диагностики [16, 17].

Большой интерес представляют данные популяционного исследования, направленного на изучение основных причин нарушения зрения (снижение способности видеть до такой степени, что вызывает проблемы, не устраняемые обычными способами коррекции, такими как очки или лекарства) у пожилых людей [18].

Установлено, что наиболее распространенной причиной нарушения зрения у пожилых людей является катаракта. Далее по мере убывания следуют открытоугольная глаукома, возрастная макулярная дегенерация и диабетическая ретинопатия. Исследование показало, что нарушение зрения при большинстве глазных заболеваний чаще встречается у женщин, чем у мужчин, из-за большей продолжительности жизни у женщин. Потеря остроты зрения может отрицательно влиять на качество жизни пожилых людей. Трудности с повседневной деятельностью, связанные с нарушением зрения, могут привести к социальной изоляции, депрессии и тревожности. Потеря зрения у пожилых людей связана с повышенным риском падений, перелома шейки бедра, депрессии и низкого качества жизни. Учитывая тот факт, что катаракта является самой частой причиной нарушения зрения, обращает на себя внимание исследование, в котором прогнозируется, что к 2050 году только в Китае число людей (в возрасте 45–89 лет), страдающих катарактой, составит 240,83 миллиона человек (95% ДИ: 206,07–277,35) [19].

При том что катаракта является основной причиной нарушения зрения, а число таких пациентов растет, увеличилось число лиц, которым проводят факоэмульсификацию с рефракционной целью. Данная категория пациентов, как правило, относится к средней возрастной категории (45–59 лет), следовательно, это люди трудоспособного возраста. Важно отметить, что, несмотря на высокий уровень выявления катаракты и своевременное проведение факоэмульсификации катаракты на максимально высоком инструментальном уровне, как и при любом другом хирургическом вмешательстве, сохраняется риск развития связанных с ним осложнений различного генеза, в частности синдрома сухого глаза. Совершенно не случайно в последние годы появилось значительное число исследований, направленных на изучение влияния синдрома сухого глаза на течение послеоперационного периода после факоэмульсификации катаракты [20, 21, 22].

Проведенные исследования свидетельствуют о необходимости выполнения тщательного обследования пациентов с точки зрения нарушения слезопродукции в связи с планируемой факоэмульсификацией катаракты и назначением адекватного объема лечения синдрома сухого глаза с целью профилактики осложнений в послеоперационном периоде, что в значительной степени может повлиять не только на качество жизни пациентов, но и на итоговую остроту зрения [23, 24].

Кроме того, от течения раннего послеоперационного периода зависит срок возвращения пациентов к трудовой деятельности. Увеличение срока больничного листа повышает затраты государства на выплаты по нетрудоспособности, поэтому проведение профилактического лечения может повлиять, в том числе, на снижение затрат государственных средств.

Вышеизложенное послужило предпосылкой для проведения настоящего исследования, направленного на оценку влияния комплекса лечебно-профилактических мероприятий при подготовке пациентов к проведению

факоэмульсификации катаракты на развитие тяжелой формы ССГ в раннем послеоперационном периоде с точки зрения экономического бремени болезни и сроков возвращения к трудовой деятельности.

Цель исследования: проанализировать бремя тяжелой формы ССГ у пациентов после проведения факоэмульсификации катаракты, определить затраты на обучение и проведение профилактики указанного осложнения на популяционном уровне на примере населения г. Москвы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При изучении экономических аспектов проблемы использовались математический, аналитический методы, метод обобщения данных. Формулы расчетов представлены в разделе «Результаты». При проведении исследования применяли комплексную клиническую классификацию степени тяжести синдрома сухого глаза 2024 (А.В. Трубилин и соавт.), разработанную в ходе проведенного исследования. Методы профилактики ССГ в предоперационном периоде основаны на алгоритме лечения ССГ, который разработан экспертами-офтальмологами с использованием метода Дельфи [25, 26]. Оценка распространенности и эффективности проведения факоэмульсификации катаракты проведена в соответствии с клиническими рекомендациями Минздрава России и ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России от 2024 года (http://avo-portal.ru/doc/fkr/re-discussion/item/467-katarakta-starcheskaya) [27]. Выполненное исследование основано на показателях частоты проведения оперативных вмешательств по поводу катаракты в городе Москве (https://www.mos.ru/news/item/138895073/), представленных на сайте Правительства Москвы. Встречаемость тяжелой формы синдрома сухого глаза у пациентов после проведения факоэмульсификации катаракты определяли в ходе проведенного исследования. Средние показатели стоимости лечения пациентов, а также выплаты по листам нетрудоспособности и средние показатели прожиточного минимума в городе Москве сформированы на базе открытых источников, включая аптечные сети, частные клиники, а также положения Правительства в городе Москве за 2024 год (https://dszn.ru/uploads/magic/ru-RU/Document-0-1968-src-1696340356.905.pdf).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На 2024 год в Москве ежегодно проводят около 70 000 операций факоэмульсификации катаракты, из них, по данным нашего исследования, 22,5 % (15 750 человек) — пациенты трудоспособного возраста — 45–65 лет.

Данные проведенного ранее исследования, направленного на оценку состояния слезопродукции у пациентов после факоэмульсификации катаракты, свидетельствуют о том, что частота развития тяжелой формы ССГ в данной возрастной группе в раннем послеоперационном периоде (2 недели после операции) составляет в среднем 35,7 %. Следует отметить, что в данное исследование включены только пациентки женского пола, многие из которых имели в предоперационном периоде факторы риска развития тяжелой формы ССГ, такие как косметологическое воздействие в периорбитальной зоне (блефаропластика, инъекции ботулотоксина, татуаж век, наращивание ресниц), прием антидепрессантов, ношение контактных линз, длительная работа в офисных помещениях с кондиционируемым воздухом, прием заместительной гормональной терапии и др. [25, 26].

Профилактическое лечение ССГ предполагает проведение комплекса процедур, средняя стоимость лечения при этом составила 8100 рублей на одного пациента (табл. 1). Первичный прием предполагал проведение обучения по самостоятельному выполнению процедуры гигиены век.

Стоимость профилактического лечения в год составляет с учетом распространенности тяжелой формы осложнения (8100×15 750) 42 000 000 рублей на пациентов из группы риска.

По данным проведенного исследования, при отсутствии профилактического лечения тяжелая форма ССГ возникает на 21,3 % (14 000 человек) чаще, чем при его проведении на этапе абилитации — подготовки пациентов к факоэмульсификации катаракты. Тяжелая форма в виде ССГ может проявляться в виде следующего симптомокомплекса: выраженная гиперемия, эпителиопатия, слезотечение, ярко выраженные жалобы на ощущения дискомфорта, сухости, инородного тела в глазу. Кроме того, вышеуказанные изменения тканей глазной поверхности могут влиять на итоговую остроту зрения и соответственно степень удовлетворенности результатом проведенного оперативного вмешательства со стороны пациента.

Таблица 1. Алгоритм профилактики синдрома сухого глаза перед проведением факоэмульсификации катаракты с учетом стоимости лечения

Table 1. Algorithm for preventing dry eye syndrome before cataract phacoemulsification, taking into account the cost of treatment

Вид терапии (курс лечения 7 дней) Type of therapy (course of treatment 7 days)	Стоимость, руб. Cost, RUB
Слезозаменитель бесконсервантная форма Tear substitute preservative-free form	700
Гигиена век (гель 1 флакон) Eyelid hygiene (gel 1 bottle)	500
Первичный прием офтальмолога Initial appointment with an ophthalmologist	3300*
Повторный прием офтальмолога Follow-up appointment with an ophthalmologist	2900*
Итого Total	8100

Примечание: * средние цены 5 частных клиник в городе Москве.
Note: * average prices of 5 private clinics in Moscow.

Предложенный в ходе исследования алгоритм лечения тяжелой формы ССГ [25, 26] позволил определить предполагаемые затраты на лечение тяжелой формы ССГ (табл. 2).

Таким образом, предполагаемая стоимость терапии за курс лечения в течение 14 дней может составить 32 050 рублей.

По результатам проведенного исследования построена модель «древо решений», которая использована для расчета затрат на профилактику ССГ перед факоэмульсификацией катаракты, а также лечение пациентов с тяжелой формой ССГ (рис. 1).

Расчет прямых медицинских затрат на ведение пациента без проведения профилактики (с позиции пациента):

CD1 = Спроф + Сопер + P1 × Сосл = 8100 + 32 050 × 0,19 = 14 190 руб.

Прямые медицинские затраты на ведение пациента при проведении профилактики:

CD2 = Сопер + P2 × Сосл = 32 050 × 0,405 = 12 980 руб.

Расшифровка сокращений: Сопер — стоимость операции не учитывалась, так как в обоих случаях это постоянная величина; Спроф — стоимость профилактики; Сосл — стоимость терапии тяжелого осложнения.

В этом случае прямые медицинские затраты на лечение осложнений в виде возникновения тяжелой формы синдрома сухого глаза после проведения факоэмульсификации катаракты только в городе Москве с учетом числа осложнений могут дойти до 448 700 000 руб. в год, что в 10 раз больше, чем стоимость профилактического лечения (42 000 000 рублей).

Важным аспектом при оценке экономического бремени болезни является определение потерь, связанных с более длительным периодом временной нетрудоспособности после оперативного лечения по поводу катаракты, который удлиняется вследствие развития осложнений в послеоперационном периоде. Средний срок листа нетрудоспособности при отсутствии осложнений после проведения факоэмульсификации катаракты — 7 сут., таким образом, потери в заработной плате составляют 1/3 (33 %) за месяц. При наличии осложнений, возникших в послеоперационном периоде, больничный лист продлевается до 10, а в отдельных случаях до 14 суток. В подобной ситуации потери

Таблица 2. Алгоритм профилактики синдрома сухого глаза перед проведением факоэмульсификации катаракты с учетом стоимости лечения

Table 2. Algorithm for preventing dry eye syndrome before cataract phacoemulsification, taking into account the cost of treatment

Вид терапии (курс лечения 14 дней) Type of therapy (course of treatment 14 days)	Стоимость, руб. Cost, RUB
Дексаметазон (капли, 2 флакона) Dexamethasone (drops, 2 bottles)	600
Корнеопротектор бесконсервантная форма (3 упаковки) Corneoprotector preservative-free form (3 packs)	5250
Слезозаменитель бесконсервантная форма Tear substitute preservative-free form	1400
Гигиена век (гель, 2 флакона) Eyelid hygiene (gel, 2 bottle)	1000
Препараты сыворотки крови (2 процедуры) Blood serum preparations (2 procedures)	18 000
Повторный прием офтальмолога (2 раза) Follow-up appointment with an ophthalmologist (2 times)	5800
Итого Total	32 050

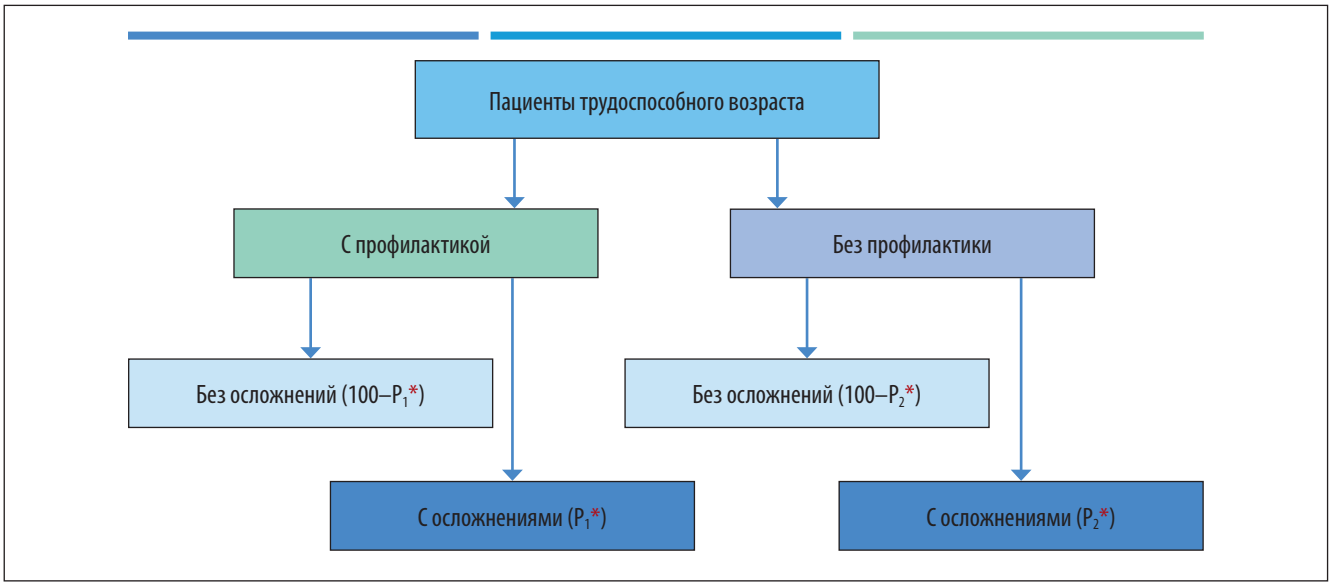


Рис. 1. Модель «древо решений» для пациентов трудоспособного возраста в зависимости от проведения профилактики синдрома сухого глаза при подготовке пациентов к факоэмульсификации катаракты

Fig. 1. The "decision tree" model for working age patients depending on the implementation of dry eye syndrome prevention when preparing patients for cataract phacoemulsification

в заработной плате могут составить 45 % за месяц. Следует учесть, что, как правило, выплаты по больничным листам не полностью компенсируют заработную плату. Так, при уровне заработка 80 000 руб. после вычета налогов, разница в доходах снизится приблизительно на 10 000 рублей в месяц, что является существенной суммой с учетом того, что прожиточный минимум для трудоспособного населения в городе Москве соответствует 25 879 руб. (https://dszn.ru/uploads/magic/ru-RU/Document-0-1968-src-1696340356.905.pdf).

В соответствии с моделью «древо решений» проведен расчет непрямых медицинских затрат с учетом средних и максимальных значений выплат по листам нетрудоспособности (ЛН), в соответствии с этим получены следующие результаты:

Cind1 = 7 × 5673 = 39 711 руб. (среднее значение выплат по ЛН).

Cind2 = 14 × 5673 = 79 422 руб. (максимальное значение выплат по ЛН).

Определено, что прямые медицинские затраты могут составить:

Собщ 1 (пациент) = CD1+ Cind1 = 14 190 + 0,81 × 39 711 + 0,19 × 79 422 = 61 446 руб.

Собщ 2 (пациент) = CD2+ Cind2 = 12 980 + 0,595 × 39 711 + 0,405 × 79 422 = 68 774 руб.

Следовательно, при продлении срока больничного листа, в случае возникновения осложнений в послеоперационном периоде после проведения факоэмульсификации катаракты, до 10–14 дней пациент недополучит в месяц 38,64 % денежных средств от прожиточного минимума в городе Москве. На популяционном уровне в рамках допущения, что только 1/3 (33 %) из 14 000 человек, имеющих тяжелые осложнения, работают, то есть 4620 человек, потери заработной платы составят около 46 200 000 руб.

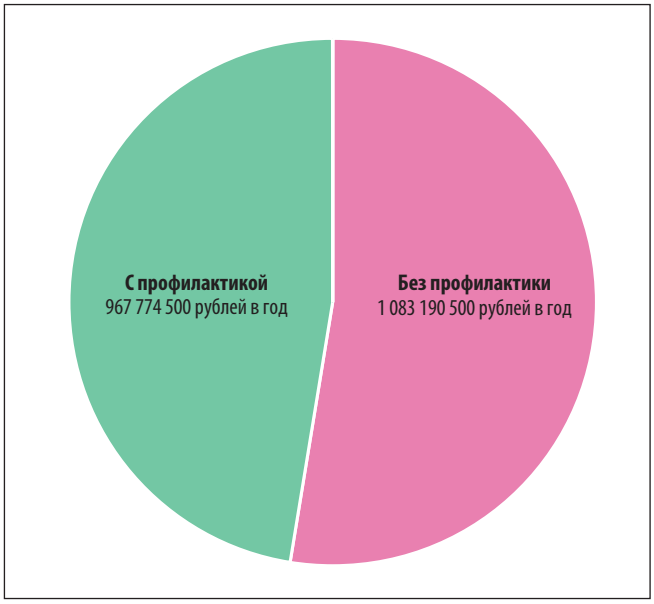


Рис. 2. Бремя болезни при развитии тяжелой формы ССГ после факоэмульсификации катаракты в зависимости от проведения профилактики

Fig. 2. Disease burden in the development of severe dry eye syndrome after cataract phacoemulsification, depending on the implementation of prophylaxis

Если рассматривать затраты **с** позиции государства на выплаты по листам временной нетрудоспособности, то получится, что выплаты 4620 чел., имеющих тяжелые формы осложнений, при максимальной выплате 5673 руб. (для 2025 г.) могут составить до 75 679 800 руб. в год.

Полученные результаты позволили определить бремя болезни на примере Москвы (для работающего населения):

BIA 1 = Собщ 1 (пациент) × N (пациенты работоспособного возраста) = 61 446 × 15 750 = 967 774 500 руб.

BIA 2 = Собщ 2 (пациент) × N (пациенты работоспособного возраста) = 68 774 × 15 750 = 1 083 190 500 руб.

Таким образом, проведение курса терапии, направленной на профилактику развития ССГ в послеоперационном периоде у пациентов с факоэмульсификацией катаракты при их подготовке к оперативному лечению, позволит суммарно сократить бремя болезни (прямые и непрямые затраты) на 115 416 000 руб. в год (рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный всесторонний анализ влияния профилактического лечения синдрома сухого глаза при подготовке пациентов к факоэмульсификации катаракты в соответствии с разработанным алгоритмом, предполагающим дифференцированный подход, базирующийся на степени тяжести ССГ, позволил определить следующие показатели. При отсутствии профилактического лечения ССГ в предоперационном периоде продлевается срок больничного листа в среднем на 35 %, следовательно, пациент недополучит в месяц 38,64 % денежных средств от прожиточного минимума в городе Москве. На популяционном уровне в рамках допущения, что только 1/3 (33 %) из 14 000 человек, имеющих осложнения в виде тяжелой формы синдрома сухого глаза, работают (т.е. 4620 человек), потери заработной платы составят до 46 200 000 руб. с позиции пациента. Установлено, что с позиции государства на выплаты по листам временной нетрудоспособности финансовые затраты могут составить до 75 679 800 руб. в год.

Проведение курса терапии, направленной на профилактику развития тяжелой формы ССГ при подготовке к оперативному лечению у пациентов с факоэмульсификацией катаракты, позволит в послеоперационном периоде суммарно сократить бремя болезни (прямые и непрямые затраты) на 115 416 000 руб. в год.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости акцентировать внимание офтальмологов на важности проведения своевременной диагностики ССГ на этапе

абилитации пациента к плановому офтальмохирургическому вмешательству, в частности к факоэмульсификации катаракты, что позволит снизить частоту развития тяжелой формы ССГ, улучшить качество жизни пациентов, а также снизить финансовые затраты как со стороны пациента, так и со стороны государства.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Трубилин А.В. — сбор и обработка материала, написание текста;
Трубилин В.Н. — научное редактирование;
Полунина Е.Г. — сбор и обработка материала, написание текста;
Безмельницына Л.Ю. — сбор и обработка материала, написание текста;
Каспарова Е.А. — сбор и обработка материала;
Арабаджян С.И. — сбор и обработка материала;
Филоненко А.В. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Chen S, Kuhn M, Prettner K, Yu F, Yang T, Bärnighausen T, Bloom DE, Wang C. The global economic burden of chronic obstructive pulmonary disease for 204 countries and territories in 2020-50: a health-augmented macroeconomic modelling study. Lancet Glob Health. 2023 Aug;11(8):e1183–e1193. doi: 10.1016/S2214-109X(23)00217-6.
2. Li Y, Du X, Wu Y, Xu X, Chen S, Cao Z, Wang J, Huang Y, Rong S, Zhong VW. Estimates and projections in the economic impacts of fifteen dietary risk factors for two hundred four countries and territories from 2020 to 2050: A health-augmented macroeconomic modeling study. Am J Clin Nutr. 2025 May;121(5):1099–1108. doi: 10.1016/j.ajcnut.2025.03.002.
3. Rochmah TN, Rahmawati IT, Dahlui M, Budiarto W, Bilqis N. Economic Burden of Stroke Disease: A Systematic Review. Int J Environ Res Public Health. 2021 Jul 15;18(14):7552. doi: 10.3390/ijerph18147552.
4. Chen S, Cao Z, Nandi A, Counts N, Jiao L, Prettner K, Kuhn M, Seligman B, Tortorice D, Vigo D, Wang C, Bloom DE. The global macroeconomic burden of Alzheimer's disease and other dementias: estimates and projections for 152 countries or territories. Lancet Glob Health. 2024 Sep;12(9):e1534–e1543. doi: 10.1016/S2214-109X(24)00264-X.
5. Tay LX, Ong SC, Tay LJ, Ng T, Parumasivam T. Economic Burden of Alzheimer's Disease: A Systematic Review. Value Health Reg Issues. 2024 Mar;40:1–12. doi: 10.1016/j.vhri.2023.09.008.
6. Tahami Monfared AA, Khachatryan A, Hummel N, Kopiec A, Martinez M, Zhang R, Zhang Q. Assessing Quality of Life, Economic Burden, and Independence Across the Alzheimer's Disease Continuum Using Patient-Caregiver Dyad Surveys. J Alzheimers Dis. 2024;99(1):191–206. doi: 10.3233/JAD-231259.
7. Tahami Monfared AA, Byrnes MJ, White LA, Zhang Q. The Humanistic and Economic Burden of Alzheimer's Disease. Neurol Ther. 2022 Jun;11(2):525–551. doi: 10.1007/s40120-022-00335-x.
8. Stites SD, Karlawish J, Harkins K, Rubright JD, Wolk D. Awareness of Mild Cognitive Impairment and Mild Alzheimer's Disease Dementia Diagnoses Associated With Lower Self-Ratings of Quality of Life in Older Adults. J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci. 2017 Oct 1;72(6):974–985. doi: 10.1093/geronb/gbx100.
9. Martins R, Urbich M, Brännvall K, Gianinazzi M, Ching JE, Khoury CP, El-Hayek YH. Modelling the Pan-European Economic Burden of Alzheimer's Disease. JAR Life. 2022 Nov 15;11:38–46. doi: 10.14283/jarlife.2022.7.
10. Wong WL, Su X, Li X, Cheung CM, Klein R, Cheng CY, Wong TY. Глобальная распространенность возрастной макулярной дегенерации и прогноз бремени болезней на 2020 и 2040 годы: систематический обзор и мета-анализ. Lancet Glob Health. 2014 февр.;2(2):e106–116. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70145-1.
11. Jonas JB. Global prevalence of age-related macular degeneration. Lancet Glob Health. 2014 Feb;2(2):e65–66. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70163-3.
12. Wang Y, Zhong Y, Zhang L, Wu Q, Tham Y, Rim TH, Kithinji DM, Wu J, Cheng C, Liang H, Yu H, Yang X, Liu L. Global Incidence, Progression, and Risk Factors of Age-Related Macular Degeneration and Projection of Disease Statistics in 30 Years: A Modeling Study. Gerontology. 2022;68(7):721–735. doi: 10.1159/000518822.
13. 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 Nov;121(11):2081–2090. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
14. Barkana Y, Dorairaj S. Re: Tham et al.: Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis (Ophthalmology 2014;121:2081-90). Ophthalmology. 2015 Jul;122(7):e40–41. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.11.030.
15. Song P, Wang J, Bucan K, Theodoratou E, Rudan I, Chan KY. National and subnational prevalence and burden of glaucoma in China: A systematic analysis. J Glob Health. 2017 Dec;7(2):020705. doi: 10.7189/jogh.07.020705.
16. Song P, Yu J, Chan KY, Theodoratou E, Rudan I. Prevalence, risk factors and burden of diabetic retinopathy in China: a systematic review and meta-analysis. J Glob Health. 2018 Jun;8(1):010803. doi: 10.7189/jogh.08.010803.
17. Teo ZL, Tham YC, Yu M, Chee ML, Rim TH, Cheung N, Bikbov MM, Wang YX, Tang Y, Lu Y, Wong IY, Ting DSW, Tan GSW, Jonas JB, Sabanayagam C, Wong TY, Cheng CY. Global Prevalence of Diabetic Retinopathy and Projection of Burden through 2045: Systematic Review and Meta-analysis. Ophthalmology. 2021 Nov;128(11):1580–1591. doi: 10.1016/j.ophtha.2021.04.027.
18. Al-Namaeh M. Common causes of visual impairment in the elderly. Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol. 2022 Feb 24;10(4):191–200. doi: 10.51329/mehdiophthal1438.
19. Song P, Wang H, Theodoratou E, Chan KY, Rudan I. The national and subnational prevalence of cataract and cataract blindness in China: a systematic review and meta-analysis. J Glob Health. 2018 Jun;8(1):010804. doi: 10.7189/jogh.08.010804.
20. Villani E, Catania AG, Luccarelli SV, Magnani F, Martone G, Zanzottera E, Lagali N. Dry eye and cataract surgery: Narrative review and recommendations for management. Eur J Ophthalmol. 2023 May 7:11206721231174060. doi: 10.1177/11206721231174060.
21. Sakhnov SN, Yanchenko SV, Malyshev AV, Karapetov GY, Katkhanov TG, Petrosyan LM, Baskakov OA, Dobronosova YA, Kolomiets GL, Lepa TI, Lysov EE, Tseeva AR. Therapeutic hygiene of eyelids in dry eye disease prior to cataract phacoemulsification. Vestn Oftalmol. 2023;139(1):46–54 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313901146.
22. Fan L, He T, Shi J, Ke X, Lu X. Effects of Recombinant Human Epidermal Growth Factor Eye Drops Combined with Phacoemulsification on Short- and Long-Term Visual Acuity Recovery and Related Dry Eye Complications in Patients with Senile Cataract. Comput Math Methods Med. 2022 Jun 28;2022:1041558. doi: 10.1155/2022/1041558. Retraction in: Comput Math Methods Med. 2023 Dec 6;2023:9760932. doi: 10.1155/2023/9760932.
23. Chen WT, Chen YY, Hung MC. Dry Eye Following Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery: A Meta-Analysis. J Clin Med. 2022 Oct 22;11(21):6228. doi: 10.3390/jcm11216228.
24. Lu Q, Lu Y, Zhu X. Dry Eye and Phacoemulsification Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Med (Lausanne). 2021 Jul 8;8:649030. doi: 10.3389/fmed.2021.649030.
25. Трубилин АВ, Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Каспарова ЕА, Анджелова ДВ, Мирзабекова КА, Евстигнеева ЮВ, Чиненова КВ, Лещенко ИА. Новая комплексная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 2. Алгоритм лечения — мнение экспертов-офтальмологов. Офтальмология. 2025;22(1):74–83.
Trubilin AV, Trubilin VN, Polunina EG, Kasparova EA, Andzhelova DV, Mirzabekova KA, Evstigneeva YuV, Chinenova KV, Leshenko IA. New Comprehensive Clinical Classification of the Dry Eye Syndrome Severity 2024. Part 2. Treatment Algorithm — the Opinion of Ophthalmologists. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):74–83 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2025-1-74-83.
26. Трубилин АВ, Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Каспарова ЕА. Новая комплексная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 1. *Офтальмология*. 2024;21(4):709–715.
Trubilin AV, Trubilin VN, Polunina EG, Kasparova EA. New Comprehensive Clinical Classification of Dry Eye Syndrome Severity 2024. Part 1. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(4):709–715 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-4-709-715.
27. Клиническими рекомендации Минздрава России и ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России от 2024 года. http://avo-portal.ru/doc/fkr/re-discussion/item/467-katarakta-starcheskaya
Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation and the Federal State Budgetary Institution "Helmholtz National Medical Research Center of Clinical Hospitals" from 2024. http://avo-portal.ru/doc/fkr/re-discussion/item/467-katarakta-starcheskaya

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

ABOUT THE AUTHORS

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

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

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

Безмельницына Людмила Юрьевна
заведующая отделением дневного стационара Центра детской спортивной медицины ФНКЦ детей и подростков ФМБА России

Каспарова Евгения Аркадьевна
кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник

Арабаджян Сергей Игоревич
доцент кафедры репродуктивной медицины клинической эмбриологии и генетики

Филоненко Александра Вячеславовна
врач-офтальмолог, заведующая офтальмологическим отделением

Bezmelnitsyna Lyudmila Yu.
head of the Day Hospital Department of the Center for Children's Sports

Kasparova Evgeniya A.
PhD, senior research officer

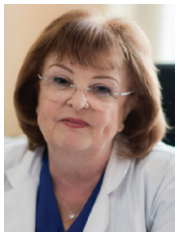
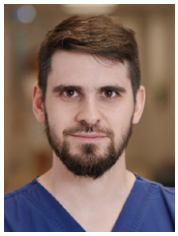
Arabadzhyan Sergey I.
PhD, Associate Professor of the Reproductive Medicine, Clinical Embryology and Genetics Department

Filonenko Alexandra V.
ophthalmic surgeon, head of the Ophthalmology Department

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-677-685

поступила 15.10.24
was received 15.10.24

Диагностическая значимость анкетирования пациентов с облитерацией слезоотводящих путей


Е.Л. Атькова[1] В.Д. Ярцев[1] Т.Е. Борисенко[1]
К.К. Кулиш[1], А.Р. Нурмеева[2], Н.Д. Фокина[2]

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

[2] ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):677–685**

Слезотечение — распространенная жалоба, которая снижает уровень качества жизни и может приводить к социальной дезадаптации пациента. Для объективной оценки состояния пациента и персонификации медицинской помощи необходимо учитывать физиологические, психологические и социальные факторы, определяющие влияние слезотечения на качество жизни. Инструментом для такой оценки является анкетирование. На настоящий момент наиболее широкое распространение для определения влияния слезотечения на качество жизни пациента получили анкеты Lac-Q и WEQOL. Чаще всего их применяют для оценки эффективности проведенного оперативного лечения. Тем не менее данные, связанные с анкетированием пациентов с целью выявления облитерации слезоотводящих путей, в мировой научной литературе отсутствуют. **Цель исследования:** определение диагностической значимости анкетирования пациентов с облитерацией слезоотводящих путей. **Материал и методы.** Проведен опрос двух групп пациентов (93 человека) с помощью переведенных на русский язык анкет Lac-Q и WEQOL. Первая группа пациентов имела подтвержденную облитерацию слезоотводящих путей и составила 55 человек. Вторая группа включала в себя 38 пациентов без облитерации. Были проанализированы результаты анкетирования: проведен ROC-анализ с определением порогового балла для предикции непроходимости слезоотводящих путей, оценка чувствительности и специфичности анкет, корреляционный и сравнительный анализы. Различия считали достоверными при $p \leqslant 0{,}05$. **Результаты.** Анализ полученных результатов показал, что пороговой суммой баллов для включения пациента в группу «облитерация слезоотводящих путей» для обеих анкет является не менее 6 баллов. Анкета WEQOL имеет более высокий уровень корреляции вопросов с общей суммой набранных баллов, а также более высокую чувствительность и специфичность (97,4 и 98,2 %; AUC = 0,993) по сравнению с анкетой Lac-Q (94,7 и 98,2 %; AUC = 0,921). **Заключение.** Анкеты Lac-Q и WEQOL являются пригодными для предикции наличия у пациентов облитерации слезоотводящих путей. Разработка более специфичной и менее избыточной анкеты для диагностики непроходимости слезоотводящих путей требует дальнейших исследований.

Ключевые слова: анкетирование, Lac-Q, WEQOL, слезотечение, диагностика облитерации слезоотводящих путей

Для цитирования: Атькова Е.Л., Ярцев В.Д., Борисенко Т.Е., Кулиш К.К., Нурмеева А.Р., Фокина Н.Д. Диагностическая значимость анкетирования пациентов с облитерацией слезоотводящих путей. *Офтальмология.* 2025;22(3):677–685. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-677-685

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Diagnostic Significance of Questionnaires in Patients with Nasolacrimal Duct Obstruction

E.L. Atkova[1], V.D. Yartsev[1], T.E. Borisenko[1], K.K. Kulish[1], A.R. Nurmeeva[2], N.D. Fokina[2]

[1] M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

[2] I.M. Sechenov First Moscow State Medical University
Malaya Trubetskaya str., 8/2, Moscow, 119991, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):677–685**

Tearing is a common complaint that reduces the quality of life and can lead to social desadaptation of the patient. To objectively assess the patient's condition and personalize medical care, it is necessary to take into account the physiological, psychological and social factors that determine the effect of tearing on the quality of life. The tool for such an assessment is a questionnaire. Currently, the most widely used questionnaires for determining the effect of tearing on the patient's quality of life are the Lac-Q and WEQOL questionnaires. Most often, they are used to evaluate the effectiveness of surgical treatment. However, there is no data related to patient questioning for detection of nasolacrimal duct obstruction. **Purpose:** Determination of the diagnostic significance of questioning patients with nasolacrimal duct obstruction. **Material and methods.** Two groups of patients (93 people) were interviewed using the Lac-Q and WEQOL questionnaires translated into Russian. The first group consisted of 55 patients with confirmed nasolacrimal duct obstruction. The second group included 38 patients with proper tear drainage. The results of interviewing were analyzed: ROC analysis was carried out to determine the threshold score for predicting nasolacrimal duct obstruction, as well as the sensitivity and specificity of the questionnaires. In addition, we performed correlation and comparative analysis. Differences were considered significant at $p \leqslant 0.05$. **Results.** Analysis of the obtained results showed that the threshold score for inclusion of the patient in the "nasolacrimal duct obstruction" group for both questionnaires is at least 6 points. The WEQOL questionnaire demonstrated a higher level of correlation between questions and the total score and higher sensitivity and specificity (97.4 % and 98.2 %; AUC = 0.993) compared to the Lac-Q questionnaire (94.7 % and 98.2 %; AUC = 0.921). **Conclusion.** The Lac-Q and WEQOL questionnaires are admissible to predict the presence of nasolacrimal duct obstruction. Development of a more specific and less excessive questionnaire for prediction of nasolacrimal duct obstruction requires further research.

Keywords: questionnaire, Lac-Q, WEQOL, tearing, prediction of nasolacrimal duct obstruction

For citation: Atkova E.I., Yartsev V.D., Borisenko T.E., Kulish K.K., Nurmeeva A.R., Fokina N.D. Diagnostic Significance of Questionnaires in Patients with Nasolacrimal Duct Obstruction. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(3):677–685. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-677-685

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Слезотечение — одна из часто встречающихся жалоб, отражающих состояние, которое снижает качество жизни пациентов и в некоторых случаях может влиять на их зрительные функции. В современной медицине и, в частности, в офтальмологии отмечается все более широкое использование так называемых «исходящих от пациентов измерений», которые дополняют объективные клинические, лабораторные и инструментальные методы исследования. Это позволяет персонифицировать медицинскую помощь, сосредотачиваясь на тех проблемах, которые больше влияют на состояние пациента. Вероятно, что в ближайшем будущем интерес клинической медицины к таким измерениям будет возрастать еще больше, что связано с распространением систем поддержки принятия решений в медицине, а также основанных на искусственном интеллекте систем установления диагноза, которым часто требуются цифровые данные.

Анкетирование является одним из основных методов, позволяющих проанализировать состояние пациента в этом контексте. Так, например, для оценки качества жизни пациента в связи с нарушением зрительной функции в офтальмологии применяют различные опросники, наиболее известные из которых ADVS, NEIVFQ и VF14 [1–4]. Существуют также анкеты, применяемые для диагностики синдрома сухого глаза и оценки эффективности его лечения, наиболее распространенной из которых является опросник OSDI [5, 6]. За последнее время разработаны несколько анкет для оценки состояния пациента с жалобами на слезотечение, среди которых наиболее часто применяют анкеты Lac-Q и WEQOL [7, 8]. Результаты проведенных к настоящему времени исследований позволяют утверждать, что значения, получаемые при анализе по системам Lac-Q и WEQOL, достоверно различаются у одних и тех же пациентов до и после операции, направленной на восстановление проходимости слезоотводящих путей. Однако сведения, связанные с анкетированием пациентов для выявления облитерации слезоотводящих путей, а не констатация изменений состояния системы слезоотведения после проведенного оперативного лечения, отсутствуют.

Целью настоящего исследования является определение диагностической значимости анкетирования пациентов с облитерацией слезоотводящих путей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено на базе ФГБНУ «НИИ глазных болезней им. М. М. Краснова» после одобрения дизайна исследования Локальным комитетом по биомедицинской этике. Во всех случаях было получено информированное добровольное согласие пациентов на участие в исследовании.

В рамках исследования были проанкетированы 93 человека. Из них первую группу составили 55 пациентов с облитерацией слезоотводящих путей, которая была подтверждена клинико-инструментальными методами исследования и данными компьютерной томографии слезоотводящих путей с контрастированием. Во вторую группу вошли 38 пациентов после дакриоцисториностомии с отсутствием жалоб на слезотечение из обоих глаз. Пациенты субъективно оценивали результат хирургического лечения как «успешное», и у них была выявлена свободная проходимость слезоотводящих путей по данным их промывания. Анкетирование пациентов осуществляли не ранее чем через 12 месяцев после хирургического вмешательства.

Всем пациентам проводили анкетирование по анкетам Lac-Q и WEQOL, которые были переведены на русский язык. Вопросы, входившие в состав анкет, приведены в таблицах 1, 2. С методологической целью вопросы анкеты Lac-Q и WEQOL были объединены в «социальный» и «клинический» блоки. Дополнительно в анкете WEQOL были выделены: «блок качества жизни» и «визуальная аналоговая шкала» (ВАШ). Далее в тексте для обозначения конкретного вопроса указан номер строки в соответствующей таблице или название соответствующего блока вопросов.

При анализе результатов опроса пользовались стандартной системой подсчета баллов, предусмотренной разработчиками анкет, таким образом что максимально высокой суммой баллов, соответствующей максимальной степени слезотечения, было 33 балла (при подсчете результатов анкеты Lac-Q) и 39 баллов (при подсчете результатов анкеты WEQOL).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью программного обеспечения SPSS Statistics (IBM, США) версии 26.0.0.1. и GraphPad Prism 10.2.0.39 (GraphPad Software, Inc). Характер распределения оценивали методом Шапиро — Уилка. Сравнивали средние значения суммы баллов, полученных при использовании анкет. Был проведен ROC-анализ. Корреляционный анализ осуществляли с помощью метода Спирмена, регрессионный анализ — с помощью метода линейной регрессии. С целью сравнения точности анкет между собой рассчитывали отношения шансов, при котором, во избежание деления на ноль, каждую группу в таблице сопряженности увеличили на 1 наблюдение. Полученные показатели для анкет сравнивали между собой с учетом их доверительных интервалов. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение общей суммы баллов, полученных при опросе пациентов с помощью обеих анкет у пациентов с облитерацией слезоотводящих путей, было ненормальным (статистическая значимость критерия Шапиро — Уилка для анкеты *Lac-Q* $p = 0,138$, для *WEQOL* $p = 0,558$), а у обследуемых без нарушения слезоотведения

Таблица 1. Анкета Lac-Q на русском языке

Table 1. The Lac-Q questionnaire in Russian

Блок Unit	№ вопроса № of question	Формулировка вопроса Question wording
Социальный блок Social unit	1	Друзья и знакомые говорили о Вашем слезотечении за последние 8 недель? Did friends or family have commented about the watery eye problem over last 8 weeks?
	2	Слезотечение вызывало недопонимание в компании за последние 8 недель? Did the watery eye problem has caused embarrassment in company over last 8 weeks?
	3	Слезотечение мешало выполнять повседневные дела за последние 8 недель? Did the watery / sticky eye problem has interfered with everyday activity over last 8 weeks?
	4	Ваше зрение бывает затуманено из-за слез за последние 8 недель? Did the vision is sometimes blurred because of the watery / sticky eye problem over last 8 weeks?
	5	Вам приходилось обращаться к врачу по поводу слезотечения за последние 8 недель? Did you attend to the family doctor's surgery or visit the hospital eye clinic because of tear duct problem over last 8 weeks?
Клинический блок Clinical unit	6	Вы испытываете слезотечение? (для правого и левого глаза по отдельности) Did you have the watery eye over last 8 weeks? (separately for the right and left eyes)
	7	Вы испытываете болезненность в глазу и вокруг него? (для правого и левого глаза по отдельности) Did you have pain in or around the eye over last 8 weeks? (separately for the right and left eyes)
	8	Вас беспокоит отделяемое на поверхности глаза? (для правого и левого глаза по отдельности) Did you have the sticky eye over last 8 weeks? (separately for the right and left eyes)
	9	Вас беспокоит уплотнение во внутреннем углу глазной щели? (для правого и левого глаза по отдельности) Did you have swelling or lump at the medial canthus over last 8 weeks? (separately for the right and left eyes)

Таблица 2. Анкета WEQOL на русском языке.

Table 2. The WEQOL questionnaire in Russian

Блок Unit	№ вопроса № of question	Формулировка вопроса Question wording
Клинический блок Clinical unit	1	Когда глаз слезится, сколько раз в день приходится его вытирать? On days when your eye(s) waters, on average how many times a day do you have to dab your eye(s) with a tissue / handkerchief?
	2	Слеза раздражает кожу вокруг глаз? Does the watering make the skin around your eye(s) sore?
Социальный блок Social unit	3	Слезотечение мешает контакту с людьми? Does the watering make you embarrassed when with other people?
	4	Вы переживаете оттого, что глаз слезится? Do you feel frustrated or fed up because of the watering?
	5	Слезотечение влияет на ваше настроение? Does the watering negatively affect your mood?
	6	Вам кажется, что слезотечение — это проблема, которую другие недооценивают? Do you feel that the watering is a problem that other people do not understand?
Блок качества жизни Quality of life unit	7	Испытываете ли вы проблемы с чтением из-за того, что глаз слезится? Due to the watering, how much difficulty do you have with reading?
	8	Испытываете ли вы проблемы с просмотром ТВ из-за того, что глаз слезится? Due to the watering, how much difficulty do you have with watching television?
	9	Испытываете ли вы проблемы с вождением из-за того, что глаз слезится? Due to the watering, how much difficulty do you have with driving?
	10	Испытываете ли вы проблемы с обычными делами из-за того, что глаз слезится? Due to the watering, how much difficulty do you have with daily activities?
	11	Испытываете ли вы проблемы с ходьбой из-за того, что глаз слезится? Due to the watering, how much difficulty do you have with walking?
ВАШ Visual analog scale	12	По шкале от 0 до 10 оцените, насколько слезотечение влияет на качество вашей жизни. On a scale of 0 to 10 how severely does the watering affect your overall quality of life?

Таблица 3. Значения общей суммы баллов анкеты у обследуемых обеих групп

Table 3. Total score for the questionnaires for both groups respondents

Группа Group	Анкета Questionnaire	Диапазон, баллы Range, points	Среднее значение ± стандартное отклонение, баллы Mean ± SD, points	Медиана [1; 3 квартиль], баллы Median [1; 3 quartiles], points
С облитерацией слезоотводящих путей With nasolacrimal duct obstruction	Lac-Q	4–23	11,24 ± 4,264	—
	WEQOL	5–37	21,53 ± 7,482	—
Без нарушения слезоотведения Without disruption of lacrimal drainage	Lac-Q	0–7	—	1 [0; 2]
	WEQOL	0–6	—	2 [1; 2]

было нормальным (статистическая значимость критерия Шапиро — Уилка $p < 0,0001$).

В таблице 3 приведена описательная статистика, характеризующая общую сумму баллов, полученную при опросе по каждой из анкет.

На рисунке 1 представлены результаты проведенного ROC-анализа, характеризующие чувствительность и специфичность анкет в плане предикции облитерации слезоотводящих путей. Площадь под ROC-кривой (AUC) для анкеты Lac-Q составила 0,921, а для WEQOL — 0,993. Показатели чувствительности и специфичности значения общей суммы баллов, полученной по каждой из анкет, представлены в таблице 4.

С учетом результатов оценки чувствительности и специфичности анкет было определено, что оптимальными с исследованных позиций значениями суммы баллов для зачисления конкретного пациента в одну из групп являются не менее 6 для анкет Lac-Q и WEQOL. При использовании этих критериев чувствительность и специфичность анкет составляет 94,7, 98,2 % и 97,4, 98,2 % соответственно.

Для оценки статистического «веса» каждого из вопросов, а также блоков вопросов был проведен корреляционный анализ значений в баллах, полученных за конкретный вопрос, или сумм баллов, полученных за конкретный блок, с общей суммой баллов, полученной при оценке результатов опроса. Результаты этого анализа приведены в таблицах 5 и 6.

В анкете Lac-Q прямая корреляция средней силы была выявлена с «социальным блоком» вопросов слезотечения ($\rho = 0,422$; $p = 0,008$), в частности с вопросами о затуманенности зрения (№ 4; $\rho = 0,467$; $p = 0,003$) и о необходимости обращения к врачу (№ 5; $\rho = 0,379$; $p = 0,019$). Более выраженную связь наблюдали с «клиническим блоком»

Таблица 4. Значения чувствительности и специфичности анкет при предикции облитерации слезоотводящих путей

Table 4. Sensitivity and specificity values of questionnaires for predicting lacrimal duct obliteration

Общая сумма баллов Total score	Lac-Q		Общая сумма баллов Total score	WEQOL	
	Чувствительность Sensitivity	Специфичность Specificity		Чувствительность Sensitivity	Специфичность Specificity
0,5	1	0,473	0,5	1	0,109
1,5	1	0,6	1,5	1	0,4
3	1	0,836	2,5	1	0,782
4,5	0,947	0,964	3,5	1	0,891
5,5	**0,947**	**0,982**	4,5	1	0,964
6,5	0,868	0,982	**5,5**	**0,974**	**0,982**
7,5	0,842	1	8,5	0,974	1
8,5	0,711	1	11,5	0,947	1
9,5	0,658	1	12,5	0,842	1
10,5	0,579	1	13,5	0,816	1
11,5	0,342	1	14,5	0,763	1
12,5	0,289	1	15,5	0,737	1
13,5	0,263	1	16,5	0,684	1
14,5	0,237	1	18	0,658	1
15,5	0,184	1	19,5	0,632	1
16,5	0,132	1	20,5	0,605	1
18,5	0,053	1	21,5	0,579	1
21,5	0,026	1	22,5	0,474	1
24	0	1	23,5	0,447	1

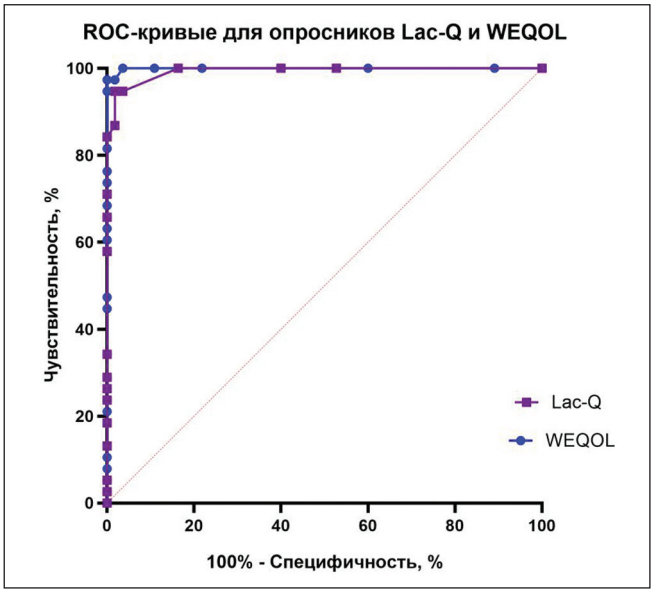


Рис. Результаты ROC-анализа общей суммы баллов при опросе по анкетам LAC-Q и WEQOL

Fig. Results of ROC analysis of the total scores for the LAC-Q and WEQOL questionnaires

Таблица 5. Результаты корреляционного анализа Lac-Q

Table 5. Results of correlation analysis for the Lac-Q questionnaire

Анкета Lac-Q Lac-Q questionnaire	Общая сумма баллов Total score	
Балл за отдельный вопрос (№) или блок вопросов Score for the single question (№) or unit of questions	Коэффициент корреляции Спирмена, ρ Spearman correlation coefficient, ρ	Критерий значимости, *p* Probability value, *p*
1	0,091	0,586
2	0,130	0,436
3	-0,063	0,706
4	0,467**	0,003
5	0,379*	0,019
Социальный блок Social unit	0,422**	0,008
6	0,518**	0,001
7	0,728**	<0,001
8	0,584**	<0,001
9	0,487**	0,002
Клинический блок Clinical unit	0,960**	<0,001

Примечание: * критерий значимости p на уровне 0,05 (двухсторонняя значимость); ** критерий значимости p на уровне 0,01 (двухсторонняя значимость).
Note: * *p*-value is less than 0.05 (bilateral); ** *p*-value is less than 0,01 (bilateral).

Таблица 6. Результаты корреляционного анализа WEQOL

Table 6. Results of correlation analysis for the WEQOL questionnaire

Анкета WEQOL WEQOL questionnaire	Общая сумма баллов Total score	
Балл за отдельный вопрос (№) или блок вопросов Score for the single question (№) or unit of questions	Коэффициент корреляции Спирмена, ρ Spearman correlation coefficient, ρ	Критерий значимости, *p* Probability value, *p*
1	0,344*	0,034
2	0,564**	<0,001
Клинический блок Clinical unit	0,552**	<0,001
3	0,751**	<0,001
4	0,667**	<0,001
5	0,755**	<0,001
6	0,443**	0,005
Социальный блок Social unit	0,894**	<0,001
7	0,375*	0,020
8	0,527**	0,001
9	0,170	0,308
10	0,692**	<0,001
11	0,751**	<0,001
Блок качества жизни Quality of life unit	0,788**	<0,001
12 (ВАШ) (visual analog scale)	0,880**	<0,001

Примечание: * критерий значимости p на уровне 0,05 (двухсторонняя значимость); ** критерий значимости p на уровне 0,01 (двухсторонняя значимость).
Note: * *p*-value is less than 0,05 (bilateral); ** *p*-value is less than 0,01 (bilateral).

Таблица 7. Таблица сопряженности для анкеты Lac-Q

Table 7. Contingency table for the Lac-Q questionnaire

Анкета Lac-Q Lac-Q questionnaire	Общая сумма баллов < 6 Total score <6 points	Общая сумма баллов ≥ 6 Total score ≥ 6 points	Всего Total number
Пациенты с облитерацией слезоотводящих путей Group with nasolacrimal duct obstruction	6	55	61
Группа без нарушения слезоотведения Group without disruption of lacrimal drainage	34	2	36
Всего Total number	40	57	97

Таблица 8. Таблица сопряженности для анкеты WEQOL

Table 8. Contingency table for the WEQOL questionnaire

Анкета WEQOL WEQOL questionnaire	Общая сумма баллов < 6 Total score < 6 points	Общая сумма баллов ≥ 6 Total score < 6 points	Всего Total number
Пациенты с облитерацией слезоотводящих путей Group with nasolacrimal duct obstruction	2	56	58
Группа без нарушения слезоотведения Group without disruption of lacrimal drainage	38	1	39
Всего Total number	40	57	97

вопросов (ρ = 0,960; $p < 0,001$), в частности с вопросами о выраженности слезотечения (№ 7; ρ = 0,518; $p = 0,001$), болезненности (№ 8; ρ = 0,728; $p < 0,001$), наличия отделяемого (№ 9; ρ = 0,584; $p < 0,001$) и уплотнения в медиальном углу глаза (№ 10; ρ = 0,487; $p = 0,002$). Тем не менее большинство вопросов анкеты Lac-Q имели более низкий уровень корреляции, чем вопросы анкеты WEQOL. Для оптимизации анкеты Lac-Q при использовании с целью предикции облитерации слезоотводящих путей возможно исключение вопросов № 1–3 в связи с их низким уровнем корреляции с состоянием пациента.

В анкете WEQOL баллы, полученные за все вопросы, кроме одного (№ 9), имели прямую корреляцию с общей суммой полученных баллов. Исключение составил вопрос о затруднениях из-за слезотечения во время вождения автомобиля, что могло быть связано с низкой релевантностью данного вопроса. Наиболее сильную корреляционную связь обнаружили с общей суммой баллов за социальный блок вопросов (ρ = 0,894; $p < 0,001$), с результатами оценки влияния слезотечения на качество жизни по визуально-аналоговой шкале (№ 12; ρ = 0,880; $p < 0,001$) и с блоком вопросов о качестве жизни (ρ = 0,788; $p < 0,001$), в частности с вопросом о затруднениях во время выполнения бытовых задач (№ 11; ρ = 0,692; $p < 0,001$) и при ходьбе (№ 10; ρ = 0,751; $p < 0,001$), а также с вопросами, касающимися проблем контакта с людьми (№ 3; ρ = 0,751; $p < 0,001$), личных переживаний (№ 4; ρ = 0,667; $p < 0,001$) и пониженного настроения (№ 5; ρ = 0,755; $p < 0,001$).

С целью определения возможности оптимизации системы подсчета баллов за вопросы по исследуемым анкетам был проведен линейный регрессионный анализ, при этом ранее упомянутые вопросы, имеющие низкий уровень корреляции, были исключены из анализа. (вопросы № 1–3 анкеты Lac-Q и № 9 анкеты WEQOL). По полученным данным статистически значимые коэффициенты для исследуемых вопросов находились в диапазоне от 0,897 до 1,537 для анкеты Lac-Q и от 0,744 до 1,23 для анкеты WEQOL.

Таблицы сопряженности для каждой из анкет представлены в таблицах 7 и 8. Отношение шансов для анкеты Lac-Q составило 155,833 (95 % ДИ: 29,735; 816,69) а для WEQOL — 1064 (95 % ДИ: 93,149; 12153,59). Отношение шансов в данном случае отражает вероятность выявления облитерации слезоотводящих путей при получении пациентом общей суммы баллов выше порогового значения за соответствующую анкету. При сравнении между собой этих показателей для анкет Lac-Q и WEQOL достоверных различий выявлено не было, коэффициент достоверности p составил 0,846.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время диагностика с использованием визуализирующих методов и лабораторных исследований в медицине достигла значительных успехов, особенно в области дакриологии, в которой инструментальные исследования позволяют получать ценную информацию об индивидуальных анатомических характеристиках и изменениях в функционировании слезоотводящих путей. Однако в дакриологии, как и в медицине в целом, технологии, предоставляющие возможность оценивать зависящее от состояния здоровья качество жизни пациента, развиты недостаточно, хотя этот аспект является не менее важным для объективного анализа состояния больного и оценки адекватности проводимого лечения. Оценивая физиологические, психологические, эмоциональные и социальные факторы, определяющие влияние заболевания на качество жизни пациента, возможно определять степень страдания пациента в каждом конкретном случае и персонифицировать медицинскую помощь. Кроме того, личная, исходящая от пациента оценка его персональной адаптации, так называемое «исходящее от пациента измерение», позволяет минимизировать влияние мнения врача о тяжести заболевания и об эффективности лечения. Главным инструментом для такой оценки являются различные анкеты, шкалы и опросники.

В 2015 году Е.Л. Атьковой и соавт. было проведено исследование зависящего от состояния здоровья качества жизни пациентов со слезотечением [9]. Пациентам, которым предстояло оперативное вмешательство по поводу дакриостеноза, была проведена оценка зависящего от здоровья качества жизни пациента при помощи анкеты SF-36 (отдельно интегральные показатели физического (PH) и психологического компонента (MH) здоровья). В результате авторы выявили, что качество жизни пациентов изменяется в зависимости от состояния слезоотводящих путей. Так, в группе пациентов, подвергшихся баллонной дакриопластике, отмечали среднее изменение показателей физического и психологического здоровья на 12,81 ± 8,29 и 18,06 ± 3,35 балла, а в группе пациентов, которым провели реканализацию слезоотводящих путей с биканаликулярной интубацией по способу Ritleng, отмечали среднее изменение данных показателей на 12,63 ± 5,21 и 18,79 ± 4,50 балла соответственно.

В другом исследовании для оценки эффективности операций на слезоотводящих путях применяли формализованную анкету, включающую рейтинговую систему изучения жалоб, что является еще одним подходом к оценке качества жизни пациентов со слезотечением [10]. Рейтинг жалоб определяли в зависимости от наибольшего количества одинаковых баллов, указанных в анкете. По изменению суммарного рейтинга жалоб возможно было судить об эффективности лечения и проводить статистическую обработку данных. Однако, будучи субъективным, этот показатель не всегда коррелировал с тяжестью заболевания.

На современном этапе в мировой практике наиболее часто используют две анкеты: Lac-Q (Lacrimal Questionnaire), подразумевающую оценку состояния пациента по двум шкалам, которые характеризуют выраженность офтальмологических симптомов и степень социальной дезадаптации, и анкету WEQOL (The watery eye quality of life), разработанную для оценки качества жизни пациентов с облитерацией слезоотводящих путей.

Анкета Lac-Q была разработана с целью оценки тяжести основных симптомов облитерации слезоотводящих путей у взрослых пациентов до и после дакриоцисториностомии [7, 11–17]. Однако она успешно используется исследователями и для оценки и сравнения эффективности других оперативных вмешательств по поводу слезотечения, таких как реканализация слезоотводящих путей с установкой лакримального имплантата, пунктопластика, латеральная кантопластика и инъекции ботулотоксина А в пальпебральную долю слезной железы [18–21]. Русскоязычный вариант данной анкеты представлен в таблице 1. Авторы данной анкеты провели исследование на 17 пациентах (22 случая), перенесших дакриоцисториностомию, и сделали вывод, что использование данной анкеты адекватно для мониторинга результатов проведенного вмешательства. До операции значение суммы баллов было как минимум 8 из возможных 33, после операции сумма баллов составляла 8 баллов и менее у «удовлетворенных» исходом операции пациентов. «Удовлетворенность» операцией была ассоциирована со снижением как минимум на 5 баллов по сравнению с суммой до операции (p = 0,0002). Послеоперационные значения были значительно ниже, чем первичные показатели (p = 0,02). Кроме того, было обнаружено, что произошло значительное снижение медианы суммы баллов после операции с 6 до 0,5 балла за клинический блок вопросов (p = 0,01) и с 4 до 0 баллов за социальный блок вопросов (p = 0,07). Тем не менее результаты данного исследования, по мнению авторов, были ограничены малым размером выборки. Кроме того, нарушение слезоотведения может иметь минимальные симптомы либо протекать бессимптомно, поэтому возможности применения данной анкеты для установки диагноза ограничены.

Анкета WEQOL, представленная в таблице 2, была разработана для оценки качества жизни пациентов с облитерацией слезоотводящих путей [8]. В данное исследование вошел 201 пациент, которым было предложено хирургическое вмешательство на слезоотводящих путях. Опрос проводили до и через 3 месяца после операции. Анкетирование по системе WEQOL обнаружило тенденцию к снижению общей суммы полученных баллов: в среднем на 28,1 балла в случаях «успешного» хирургического вмешательства и на 6,1 балла в случаях «частично успешного». Между пациентами с полной и частичной облитерацией слезоотводящих путей различий в показателях WEQOL при сравнении баллов до и после операции обнаружено не было (p = 0,4). Не было также значительной

разницы в показателях WEQOL между односторонней и двусторонней облитерацией слезоотводящих путей (p = 0,4) при сравнении баллов до и после вмешательства. По данным авторов, анкета WEQOL обладает достаточной надежностью при повторном тестировании у пациентов до и после лечения, а также достаточной чувствительностью. В рамках этого исследования у 103 участников было также проведено анкетирование по шкале Lac-Q до и через 3 месяца после операции. Авторы исследования отметили, что Lac-Q является чувствительным инструментом для выявления «успешности» операции, тем не менее в данной выборке пациентов чувствительность анкеты была недостаточной для обнаружения каких-либо значимых изменений у пациентов, операция которых была признана «частично успешной».

При сравнении результатов, полученных при использовании двух анкет, было выявлено, что WEQOL умеренно коррелировал с Lac-Q. Отсутствие высокой корреляции между результатами двух анкет до операции авторы связывают с тем, что при опросе исследуют принципиально различные жалобы. Так, Lac-Q преимущественно направлена на оценку тяжести симптомов и социальной значимости, в то время как WEQOL была разработана для оценки физических, социальных и психических аспектов. Кроме того, такой результат обусловлен тем, что WEQOL включает в себя более широкую целевую популяцию (пациенты с эпифорой различного генеза, которым было проведено соответствующее хирургическое лечение), по сравнению с Lac-Q, которая предназначена только для оценки динамики состояния пациентов, перенесших дакриоцисториностомию.

Вышеупомянутые анкеты, очевидно, содержат избыточность, в связи с этим в 2022 году авторами анкеты WEQOL также была предложена шкала TEARS, обладающая сопоставимой с данными анкетами чувствительностью и специфичностью и позволившая сократить количество вопросов анкеты [22]. Однако вопросы шкалы TEARS прицельно ориентированы на динамическую оценку успешности хирургического вмешательства. В настоящем исследовании мы не применяли данную шкалу, так как с методологической точки зрения такая система оценки принципиально не подходит для предикции наличия облитерации слезоотводящих путей.

В настоящем исследовании нами была впервые предпринята попытка применения анкет в качестве самостоятельного диагностического инструмента для установления облитерации слезоотводящих путей, а не для мониторинга состояния одного и того же пациента до и после операции. Было определено, что использование обеих анкет подходит для решения этой задачи, при этом их чувствительность и специфичность превышают 90 % при принятии за критическое значение сумму в 6 и более баллов по каждой из анкет. Кроме того, было выявлено, что в обеих анкетах есть нерелевантные вопросы (№ 1–3 в анкете Lac-Q и № 9 в анкете WEQOL), ответы на которые не повышают диагностическую ценность анализируемых анкет. Несмотря на то что формальная статистическая оценка не выявила значимых преимуществ ни одной из анкет, было обнаружено, что оценка состояния пациента по шкале WEQOL на уровне тенденции более точная, чем при использовании анкеты Lac-Q. Кроме того показано, что наибольший статистический «вес» в анкете Lac-Q имел «клинический блок» вопросов, а в анкете WEQOL — «социальный блок» и блок вопросов о «качестве жизни».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показало проведенное исследование, обе анкеты являются адекватными для предикции облитерации слезоотводящих путей у пациентов. В соответствии с полученными результатами пороговым значением для включения пациента в группу пациентов с облитерацией слезоотводящих путей для обеих анкет является суммарно 6 и более баллов. Была выявлена более высокая чувствительность и специфичность (97,4 и 98,2%; AUC = 0,993) у анкеты WEQOL по сравнению с Lac-Q (94,7 и 98,2%; AUC = 0,921). Кроме того, анкета WEQOL была более информативна, так как большинство ее вопросов имели высокую степень корреляции с набранной за анкету общей суммой баллов. Создание более специфичной и менее избыточной анкеты для диагностики непроходимости слезоотводящих путей требует дальнейших исследований.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Аткова Е.Л. — концепция и дизайн исследования; редактирование текста; окончательное утверждение рукописи;
Ярцев В.Д. — концепция и дизайн исследования; редактирование текста;
Борисенко Т.Е. — консультирование по медицинской статистике; редактирование текста;
Кулиш К.К. — сбор и обработка материала; статистическая обработка; написание текста; подготовка иллюстраций;
Нурмеева А.Р. — сбор и обработка материала; написание текста;
Фокина Н.Д. — редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM, Lawrence MG, Cook EF, Dailey R, Goldman L. Development of the 'Activities of Daily Vision Scale'. A measure of visual functional status. Med Care. 1992 Dec;30(12):1111–1126. doi: 10.1097/00005650-199212000-00004.
2. Boisjoly H, Gresset J, Fontaine N, Charest M, Brunette I, LeFrançois M, Deschênes J, Bazin R, Laughrea PA, Dubé I. The VF-14 index of functional visual impairment in candidates for a corneal graft. Am J Ophthalmol. 1999 Jul;128(1):38–44. doi: 10.1016/s0002-9394(99)00071-9.
3. Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, Spritzer K, Berry S, Hays RD; National Eye Institute Visual Function Questionnaire Field Test Investigators. Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. Arch Ophthalmol. 2001 Jul;119(7):1050–1058. doi: 10.1001/archopht.119.7.1050.
4. Шелудченко ВМ, Осипян ГА, Арестова ОН, Джалили РА, Храйстин Х. Сравнительная оценка качества жизни до и после интрастромальной кератопластики при кератоконусе. Вестник офтальмологии. 2021;137(5):40–46.
Sheludchenko VM, Osipyan GA, Arestova ON, Djalili RA, Khraystin Kh. Comparative assessment of the quality of life of keratoconus patients before and after intrastromal keratoplasty. Russian Annals of Ophthalmology. 2021;137(5):40–46 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202113705140.
5. Schiffman RM, Christianson MD, Jacobsen G, Hirsch JD, Reis BL. Reliability and validity of the Ocular Surface Disease Index. Arch Ophthalmol. 2000 May;118(5):615–621. doi: 10.1001/archopht.118.5.615. PMID: 10815152.
6. Макашова НВ, Васильева АЕ, Колосова ОЮ. Влияние слезозаменителей на состояние поверхности глаза при длительном использовании гипотензивных средств с консервантами. Вестник офтальмологии. 2018;134(2):59–65.

Makashova NV, Vasil'eva AE, Kolosova OYu. Effects of artificial tears on ocular surface in glaucomatous patients with long-term instillation of preserved antiglaucoma eye drops. Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(2):59–65 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2018134259-65.
7. Mistry N, Rockley TJ, Reynolds T, Hopkins C. Development and validation of a symptom questionnaire for recording outcomes in adult lacrimal surgery. Rhinology. 2011 Dec;49(5):538–545. doi: 10.4193/Rhino11.042.
8. Schulz CB, Rainsbury P, Hoffman JJ, Ah-Kye L, Yang E, Malhotra R, Rogers S, Fayers P, Fayers T. The watery eye quality of life (WEQOL) questionnaire: a patient-reported outcome measure for surgically amenable epiphora. Eye (Lond). 2022 Jul;36(7):1468–1475. doi: 10.1038/s41433-021-01674-z. Erratum in: Eye (Lond). 2022 Jul;36(7):1521. doi: 10.1038/s41433-021-01733-5.
9. Атькова ЕЛ, Ярцев ВД, Краховецкий НН, Роот АО, Резникова ЛВ. Первые результаты баллонной дакриопластики при дакриостенозе. Офтальмологические ведомости. 2015;8(2):35–40.
At'kova EL, Yartsev VD, Krakhovetskiy NN, Root AO, Reznikova LV. First results of balloon dacryoplasty in dacryostenosis. Ophthalmology Reports. 2015;8(2):35–40 (In Russ.). doi: 10.17816/OV2015235-40.
10. Школьник ГС, Школьник СФ. Новый метод имплантации силиконового дренажа в слезные пути. Сибирский научный медицинский журнал. 2019;39(3):90–94.
Shkolnik GS, Shkolnik SF. A new method of silicone intubation of the lacrimal pathways. Siberian scientific medical journal. 2019;39(3):90–94 (In Russ.). doi: 10.15372/SSMJ20190314.
11. Sipkova Z, Vonica O, Olurin O, Obi EE, Pearson AR. Assessment of patient-reported outcome and quality of life improvement following surgery for epiphora. Eye (Lond). 2017 Dec;31(12):1664–1671. doi: 10.1038/eye.2017.120.
12. Ali MJ, Iram S, Ali MH, Naik MN. Assessing the Outcomes of Powered Endoscopic Dacryocystorhinostomy in Adults Using the Lacrimal Symptom (Lac-Q) Questionnaire. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2017 Jan/Feb;33(1):65–68. doi: 10.1097/IOP.0000000000000660.
13. Wong WK, Dean S, Nair S. Comparison between endoscopic and external dacryocystorhinostomy by using the Lacrimal Symptom Questionnaire: A pilot study. Am J Rhinol Allergy. 2018 Jan 1;32(1):46–51. doi: 10.2500/ajra.2018.32.4494.
14. Purevdorj B, Dugarsuren U, Tuvaan B, Jamiyanjav B. Anatomy of lacrimal sac fossa affecting success rate in endoscopic and external dacryocystorhinostomy surgery in Mongolians. Anat Cell Biol. 2021 Dec 31;54(4):441–447. doi: 10.5115/acb.21.081.
15. Pirola F, Spriano G, Ferreli F, Russo E, Di Bari M, Giannitto C, De Virgilio A, Mercante G, Vinciguerra P, Di Maria A, Malvezzi L. Clinical outcome and quality of life of lacrimal sac mucocele treated via endoscopic posterior approach. Am J Otolaryngol. 2022 Jan-Feb;43(1):103244. doi: 10.1016/j.amjoto.2021.103244. Epub 2021 Sep 17.
16. Kaptı HB, Korkmaz H. Evaluation of the efficacy of postoperative triamcinolone in endoscopic dacryocystorhinostomy using lacrimal symptom questionnaire. Int Ophthalmol. 2022 Aug;42(8):2573–2580. doi: 10.1007/s10792-022-02305-6.
17. Torabi P, Stenstrom B, Larsson AM, Bjornberg P, Svensson C, Engelsberg K. Outcomes of external and endonasal dacryocystorhinostomy according to a modified Lacrimal Symptom Questionnaire (Lac-Q). Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol. 2023 Dec 31;12(2):55–61. doi: 10.51329/mehdiophthal1470.
18. Gupta S, Ali MJ, Ali MH, Naik MN. Assessing the outcomes of mini-Monoka stent dilatation for primary punctal stenosis using the lacrimal symptom questionnaire. Indian J Ophthalmol. 2018 Feb;66(2):269–271. doi: 10.4103/ijo.IJO_799_17.
19. Nesaratnam N, Emeriewen K, Smith J, David B, Wawrzynski J, Sharma A, Saleh GM. Scaling the punctum and canaliculus in patients undergoing punctoplasty surgery: A prospective cohort study. Orbit. 2017 Dec;36(6):436–440. doi: 10.1080/01676830.2017.1343857. Epub 2017 Aug 16. Erratum in: Orbit. 2018 Feb;37(1):xi. doi: 10.1080/01676830.2017.1374915.
20. Meduri A, Tumminello G, Oliverio GW, Inferrera L, Delia G, Aragona P, Cicciù M. Use of Lacrimal Symptoms Questionnaire After Punctoplasty Surgery: Retrospective Data of Technical Strategy. J Craniofac Surg. 2021 Nov-Dec 01;32(8):2848–2850. doi: 10.1097/SCS.0000000000007813.
21. Lima-Fontes M, Leuzinger-Dias M, Falcão-Reis F, Sousa C. Injection of Botulinum Toxin A in the Lacrimal Gland for Treatment of Epiphora in Crocodile Tears Syndrome — A Case Report. Int Med Case Rep J. 2022 Sep 22;15:537–542. doi: 10.2147/IMCRJ.S379024.
22. Schulz CB, Malhotra R. The 'tears' score: A tool for grading and monitoring epiphora. Eur J Ophthalmol. 2022 Jul;32(4):2108–2115. doi: 10.1177/11206721221104550.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Атькова Евгения Львовна
доктор медицинских наук, заведующая отделением патологии слезного аппарата
https://orcid.org/0000-0001-9875-6217

Ярцев Василий Дмитриевич
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0003-2990-8111

Борисенко Татьяна Евгеньевна
консультант по статистике
https://orcid.org/0000-0002-5016-5677

Кулиш Кристина Константиновна
ординатор 2-го года
https://orcid.org/0000-0001-7412-0994

Нурмеева Азалия Рустамовна
студентка 6-го курса
https://orcid.org/0009-0001-3170-5826

Фокина Наталья Дмитриевна
кандидат медицинских наук, доцент

ABOUT THE AUTHORS

Atkova Eugenia L.
MD, chief of Nasolacrimal duct and lacrimal gland pathology department
https://orcid.org/0000-0001-9875-6217

Yartsev Vasily D.
MD, principal research officer
https://orcid.org/0000-0003-2990-8111

Borisenko Tatyana E.
statistic consultant
https://orcid.org/0000-0002-5016-5677

Kulish Kristina K.
the 2nd year resident in Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0001-7412-0994

Nurmeeva Azaliia R.
student of Sechenov University
https://orcid.org/0009-0001-3170-5826

Fokina Natalya D.
PhD, Associate Professor

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-686-691

поступила 29.04.25
was received 29.04.25

Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности больных и инвалидов с пресбиопией





Ю.А. Коровянский[1] А.М. Разумовская[2] С.Р. Кидралеева[3]

[1] Центр медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению
пер. Джамбула, 3, Санкт-Петербург, 191180, Российская Федерация

[2] Институт дополнительного профессионального образования Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации им. Г.А. Альбрехта Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации
ул. Бестужевская, 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

[3] ООО «ПРОФИТ-ФАРМ»
Карамышевская наб., 44, Москва, 123423, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):686–691**

Цель исследования: проанализировать лечебный эффект препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев больным с пресбиопией для определения его влияния на развитие нарушений рефракции у данной категории пациентов. **Пациенты и методы.** Лечение было проведено 60 пациентам со средним возрастом 43 ± 2 года с пресбиопией. При этом основную группу составили 30 пациентов, которых лечили препаратом «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев. Группа сравнения — 30 человек, которым лечение пресбиопии проводилось другими консервативными методами. Каждому пациенту было проведено офтальмологическое обследование, которое включало визометрию, периметрию, рефрактометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, исследование зрительной работоспособности, темновой адаптации, а также анализировались предъявляемые жалобы с целью установления влияния их на качество жизни больных и инвалидов с катарактой и пресбиопией. **Результаты.** Результаты исследования показали эффективность применения препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев, при этом была показана стабилизация изменений остроты зрения и поля зрения на белый, красный и зеленый цвета, снижение зрительной утомляемости за счет уменьшения бликов, стабилизации темновой адаптации и улучшения рефракции. **Заключение.** Из приведенных данных следует, что лечение с помощью капель «Квинакс» дает положительные результаты как в функциональном, так и в субъективном отношении. Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, дают основание для рекомендации препарата «Квинакс» всем пациентам с пресбиопией. Среди пациентов, которым проводили инстилляции препарата «Квинакс», побочных эффектов не наблюдалось.

Ключевые слова: пресбиопия, «Квинакс», инстилляции, эргономические показатели

Для цитирования: Коровянский Ю.А., Разумовская А.М., Кидралеева С.Р. Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности больных и инвалидов с пресбиопией. *Офтальмология.* 2025;22(3):686–691. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-686-691

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Clinical and Functional Criteria for the Vital Activity of Patients and Disabled People Suffering from Presbyopia

Yu.A. Korovyansky[1], A.M. Razumovskaya[2], S.R. Kidraleeva[3]

[1] Center for Medical and Social Rehabilitation of the Visually Impaired
Dzhambul lane, 3, St. Petersburg, 191180, Russian Federation

[2] Institute of Additional Professional Education of the Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G.A. Albrecht
Bestuzhevskaya str., 50, St. Petersburg, 195067, Russian Federation

[3] PROFIT-PHARM LLC
Karamyshevskaya emb., 44, Moscow, 123423, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):686–691**

The purpose: to evaluate the therapeutic effect of Quinax, administered by the method of triple instillations for 6 months to patients with presbyopia in order to determine its effect on the development of refractive errors in this category of patients. **Patients and methods.** The treatment was carried out in 60 patients with an average age of 43 ± 2 years, suffering from presbyopia. At the same time, the main group consisted of 30 patients who were treated with Quinax when it was administered by the method of triple instillations for 12 months. The comparison group consisted of 30 people who underwent treatment of presbyopia by other conservative methods. Each patient underwent an ophthalmological examination, which included: visometry, perimetry, refractometry, biomicroscopy, ophthalmoscopy, visual performance study, dark adaptation, and complaints were analyzed in order to establish their impact on the quality of life in patients and disabled people with cataracts and presbyopia. **Results.** The results of the study showed the effectiveness of the use of Quinax when administered by the method of three instillations for 12 months and revealed stabilization of changes in visual acuity and visual field to white, red and green colors, reduction of visual fatigue due to reduction of glare, stabilization of dark adaptation and refraction. **Conclusion.** From the above research data, it can be seen that treatment with Quinax drops gives positive results both functionally and subjectively. The results obtained during the study provide the basis for the recommendation of the drug "Quinax" to all patients with presbyopia.

Keywords: presbyopia, Quinax, instillations, ergonomic indicators

For citation: Korovyansky Yu.A., Razumovskaya A.M., Kidraleeva S.R. Clinical and Functional Criteria for the Vital Activity of Patients and Disabled People Suffering from Presbyopia. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):686–691. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-686-691

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

There is no conflict of interests.

Заболевания хрусталика являются частой причиной значительного снижения зрительных функций. Наиболее серьезной, социально значимой проблемой снижения качества жизни пациентов с офтальмопатологией являются изменения рефракции при начинающихся помутнениях хрусталика. В связи с увеличением продолжительности жизни населения очень важной задачей является поддержание профессионального долголетия граждан. С другой стороны, современные условия труда увеличивают необходимость в повышенной зрительной нагрузке, и это отражается на возрастной категории тех, кто обратился с жалобами на минимально значимые нарушения зрения. Это пациенты, находящиеся в возрасте 40 лет и старше, когда у них имеется достаточная квалификация, трудовой стаж и рост профессиональной карьеры и т.д., но они не справляются со зрительной нагрузкой из-за нарушения рефракции. При обследовании чаще всего у них имеют место расстройства аккомодации, обусловленные изменениями состояния хрусталика.

На основании того, что с возрастом увеличивается жесткость и количество дисульфидов в хрусталике, возникает вопрос, можно ли повысить эластичность хрусталика с помощью лекарственных препаратов. Фармакологическое лечение пресбиопии может стать альтернативой для тех пациентов, кто хочет отказаться от очков. В качестве средств для фармакологического лечения пресбиопии исследуются два основных направления: миотики и средства для повышения эластичности хрусталика. Миотики лечат пресбиопию, создавая эффект точечного фокуса, который может увеличить глубину фокуса на всех рабочих расстояниях. Миотики изучались для применения только на одном глазу при моновидении или на обоих глазах. Их действие носит временный характер и сопровождается распространенными побочными эффектами, такими как головная боль и ухудшение зрения в ночное время, при этом долгосрочная безопасность и эффективность не установлены. Были проведены исследования миотических средств в сочетании с другими средствами для достижения аддитивного эффекта лечения или уменьшения побочных эффектов, однако эти комбинированные эффекты неясны.

Возможно применение капель, которые повышают эластичность хрусталика, воздействуя на один из этиологических механизмов пресбиопии [1]. В инструкции к лекарственному препарату «Квинакс» (ООО «ПРОФИТ-ФАРМ») указано, что препарат «Квинакс» предохраняет сульфгидрильные группы растворимых протеинов хрусталика от окисления и дальнейшей деградации [2], а следовательно, замедляет прогрессирование процесса, приводящего к уплотнению хрусталика и утрате им эластичности. Исследований об эффективности применения препарата «Квинакс» при пресбиопии не проводилось.

Целью исследования было проанализировать лечебный эффект препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев больным с пресбиопией для определения влияния его на развитие нарушений рефракции у данной категории пациентов.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе офтальмологического кабинета Центра медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению (г. Санкт-Петербург).

В основной группе всем пациентам с установленным диагнозом пресбиопии был назначен Квинакс по 2 капли в конъюнктивальный мешок 3 раза в день в течение длительного времени в оба глаза.

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов с пресбиопией

Table 1. Clinical characteristics of patients with presbyopia

	Основная группа Main group	Контрольная группа Control group
Количество пациентов Number of patients	30	30
Количество глаз Number of eyes	60	60
Средний возраст, годы Average age, years	43,3 ± 5,2	43,1 ± 4,7
Длительность заболевания, годы Duration of disease years	1,3 ± 0,1	1,3 ± 0,2

Контрольную группу составили пациенты с установленным диагнозом пресбиопии, которым назначали другие капли, являющиеся средством лечения катаракты.

Офтальмологическое обследование остроты и поля зрения проводилось традиционными и контрольными методами.

Офтальмологическое обследование остроты и поля зрения проводилось традиционными и контрольными методами. Использовался опросник (со слов пациента): жалобы на появление бликов, нарушение темновой адаптации, изменение рефракции оценивались по принципу да/нет.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты исследования показали эффективность применения препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 12 месяцев и выявили стабилизацию изменений остроты зрения и поля зрения на белый, красный и зеленый цвета, снижение зрительной утомляемости за счет уменьшения бликов, стабилизации темновой адаптации и рефракции.

Острота зрения вдаль без коррекции у пациентов основной группы в течение всего срока наблюдения практически не изменилась и составляла от 0,4 до 0,7, в среднем 0,6 ± 0,1, тогда как у пациентов контрольной группы острота несколько снизилась: если до начала наблюдения она составляла 0,4–0,7, в среднем 0,6 ± 0,1, то через 12 месяцев — от 0,3 до 0,6, в среднем 0,5 ± 0,1.

Острота зрения вблизи без коррекции в основной группе составляла до лечения 0,4–0,6, в среднем 0,5 ± 0,1, и не изменилась через 6 месяцев, но через 12 месяцев острота зрения вблизи без коррекции составляла от 0,3 до 0,7, в среднем 0,5 ± 0,2. В контрольной группе острота зрения вблизи без коррекции до лечения составляла 0,4–0,6, в среднем 0,5 ± 0,1, через 6 месяцев — от 0,3 до 0,7, в среднем 0,5 ± 0,2, через 12 месяцев — 0,2–0,6, в среднем 0,4 ± 0,2. Изменение остроты зрения вблизи мы связываем в основном с изменением рефракции у этих пациентов.

Таблица 2. Результаты обследования пациентов с пресбиопией до лечения, через 6 и 12 месяцев после начала лечения

Table 2. Results of examination of patients with presbyopia before treatment, 6 and 12 months after the start of treatment

	Основная группа / Main group						Контрольная группа / Control group					
	До лечения Before treatment		Через 6 месяцев After 6 months		Через 12 месяцев After 12 months		До лечения Before treatment		Через 6 месяцев After 6 months		Через 12 месяцев After 12 months	
Количество пациентов Number of patients	30		30		30		30		30		30	
Количество глаз Number of eyes	60		60		60		60		60		60	
Острота зрения вдаль без коррекции Distant visual acuity without correction	0,6 ± 0,1		0,6 ± 0,1		0,6 ± 0,1		0,6 ± 0,1		0,6 ± 0,1		0,5 ± 0,1	
Острота зрения вблизи без коррекции Near visual acuity without correction	0,5 ± 0,1		0,5 ± 0,1		0,5 ± 0,2		0,5 ± 0,1		0,5 ± 0,2		0,4 ± 0,2	
Суммарное поле зрения Total visual field	525 ± 15		525 ± 15		520 ± 15		525 ± 15		520 ± 15		515 ± 15	
Появление бликов Appearance of glare	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет
	30 %	70 %	30 %	70 %	30 %	70 %	23 %	77 %	33 %	67 %	40 %	60 %
Снижение темновой адаптации Decreased dark adaptation	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет	да	нет
	70 %	30 %	70 %	30 %	73 %	27 %	70 %	30 %	80 %	20 %	83 %	17 %

У пациентов контрольной группы уже через 6 месяцев отмечалось сужение суммарных полей зрения, что мы связываем с возможным прогрессированием патологического процесса. У пациентов основной группы сужение суммарного поля зрения через 6 месяцев не наблюдалось, незначительное сужение поля зрения отмечалось через 1 год.

По данным анкетирования, в основной группе из 30 пациентов появление бликов до начала лечения предъявляли 9 человек (30 %), через 6 и 12 месяцев закапывания препарата «Квинакс» появление бликов наблюдали те же 9 человек (30 %), в контрольной группе за это же время появление бликов отмечали 7 человек (23 %) до начала лечения и 10 человек (33 %) через 6 месяцев, 12 человек (40 %) через 12 месяцев после лечения.

По данным анкетирования, в основной группе снижение темновой адаптации до начала лечения отмечал 21 человек (70 %), 9 человек (30 %) не свидетельствовали об ухудшении состояния. Через 6 месяцев наблюдения отрицательной динамики не было, через 12 месяцев 22 человека (74 %) отмечали снижение темновой адаптации. В контрольной группе снижение темновой адаптации до начала лечения отмечал 21 человек (70 %), 9 человек (30 %) не фиксировали ухудшение состояния. Через 6 месяцев наблюдения снижение темновой адаптации отмечали 24 пациента (80 %), 6 человек (20%) изменений не наблюдали, через 12 месяцев снижение темновой адаптации имели 25 человек (83 %), у 5 человек (17 %) ухудшения темновой адаптации не наблюдалось.

Через 6 месяцев на 6 глазах в основной группе произошло усиление рефракции от 0,25 до 0,75 дптр, в среднем на 0,5 ± 0,2 дптр, ослабление рефракции было замечено на 3 глазах от 0,25 до 0,5 дптр, в среднем 0,4 ± 0,1 дптр, на 51 глазу рефракция не изменилась, аддидация увеличилась от 0 до 0,25 дптр и в среднем составила 0,15 ± 0,1 дптр. Через 12 месяцев в основной группе усиление рефракции в 6 глазах составляло от 0,25 до 1,0 дптр, в среднем 0,7 ± 0,1 дптр, ослабление рефракции было замечено на 6 глазах от 0,25 до 0,75 дптр, в среднем 0,6 ± 0,2 дптр, на 48 глазах рефракция не изменилась, аддидация увеличилась от 0 до 0,5 дптр и в среднем составила 0,34 ± 0,2 дптр.

В контрольной группе усиление рефракции через полгода отмечалось на 18 глазах от 0,5 до 1,25 дптр, ослабление рефракции от 0,5 до 1,5 дптр — на 12 глазах, на 30 глазах рефракция не изменилась, аддидация увеличилась от 0 до 0,5 дптр. Через 12 месяцев усиление рефракции на 18 глазах было от 0,75 до 1,25 дптр, ослабление на 21 глазу от 1,0 до 2,5 дптр, без изменений рефракция осталась на 21 глазу, изменение аддидации составляло от 0,5 до 1,0 дптр.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многими авторами отмечено, что изменения при пресбиопии вызваны нарушением консистенции, веса, размера, цвета, формы хрусталика из-за особенностей роста и биохимических сдвигов.

Аккомодация включает в себя едва уловимые движения структур внутри глаза. Изменения формы хрусталика, отвечающие за аккомодацию, регулируются цилиарной мышцей через связки, называемые зонулами (зонулы Цинна спереди; зонулы стекловидного тела сзади) [3]. Парасимпатическая иннервация, берущая начало в ядре Эдингера — Вестфаля, осуществляется глазодвигательным нервом (черепной нерв 3) через цилиарный ганглий, регулирует цилиарную мышцу. Хотя с возрастом изменения происходят в каждом из этих компонентов аккомодации, возрастные изменения хрусталика наилучшим образом коррелируют с возрастным снижением амплитуды аккомодации [4–7].

Хрусталик растет в течение всей жизни, более старые волокна одноклеточного эпителия, расположенные на внутренней поверхности передней капсулы хрусталика, постепенно смещаются к центру, образуя плотное ядро [8].

Таблица 3. Результаты изменения рефракции у пациентов с пресбиопией через 6 и 12 месяцев после лечения

Table 3. Results of refractive changes in patients with presbyopia after 6 and 12 months of treatment

	Основная группа / Main group			Контрольная группа / Control group		
	Усиление Increased refraction	Ослабление Weakening refraction	Без изменений No change	Усиление Increased refraction	Ослабление Weakening refraction	Без изменений No change
Изменение характера рефракции через 6 месяцев Change in the nature of refraction after 6 months	10 %	5 %	85 %	30 %	20 %	50 %
Средняя величина изменения рефракции через 6 месяцев, дптр Average value of change in refraction after 6 months, D	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0	0,8 ± 0,3	1,2 ± 0,2	0
Изменение аддидации через 6 месяцев, дптр Change in addition after 6 months, D	0,15 ± 0,1			0,5 ± 0,1		
Изменение характера рефракции через 12 месяцев Change in the nature of refraction after 12 months	10 %	10 %	80 %	30 %	35 %	35 %
Средняя величина изменения рефракции через 12 месяцев, дптр Average value of change in refraction after 12 months, D	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0	1,0 ± 0,2	1,8 ± 0,4	0
Изменение аддидации через 12 месяцев, дптр Change in addition after 12 months, D	0,34 ± 0,2			0,8 ± 0,3		

Аккомодация достигается за счет разницы зонулярного натяжения капсулы. В несогласованном состоянии (цилиарная мышца расслаблена) тугие волокна цинновой связки увеличивают натяжение капсулы хрусталика, в результате этого волокна прилегают друг к другу вплотную к переднему и заднему швам. Это приводит к уменьшению толщины хрусталика и увеличению экваториального диаметра. В состоянии аккомодации (сокращение цилиарной мышцы) расслабленные волокна цинновой связки уменьшают натяжение капсулы, вызывая увеличение толщины хрусталика и уменьшение экваториального диаметра. Концы волокон в приспособленном состоянии соприкасаются друг с другом в области шва, а не прилегают конец к концу [9].

В течение жизни форма и эластичность хрусталика меняются из-за непрерывного образования вторичных волокон хрусталика, и механизм волоконной пружины становится менее эффективным. Во-первых, хотя соотношение толщины передней и задней частей хрусталика постоянно, отношение толщины в сагиттальной плоскости к экваториальному диаметру увеличивается с возрастом. В идеале передняя поверхность становится более плоской, а радиус кривизны увеличивается, но радиус кривизны задней поверхности с возрастом существенно не увеличивается и не уменьшается. Эти изменения формы и размера хрусталика коррелируют с возрастным снижением способности к аккомодации. По мере роста хрусталика он становится менее эластичным, особенно его ядро. Чем больше увеличивается хрусталик и чем менее эластичным он становится, тем больше теряется амплитуда аккомодации в возрасте до 55 лет [10].

В хрусталике человека наблюдается значительное возрастное увеличение количества дисульфидов белков. В хрусталике человека уровень глутатиона снижается с возрастом как в коре, так и в ядре хрусталика. С возрастом происходит образование смешанных дисульфидов между сульфгидрильными группами белков и сульфгидрильными группами глутатиона, а также между сульфгидрильными группами белков и цистеином [11, 12].

Изменение аккомодационной способности объясняется также и дегенеративными изменениями цинновой связки и уменьшением сократительной способности цилиарной мышцы. Признаки дистрофического инволюционного процесса в цилиарной мышце появляются уже в возрасте 35–40 лет, то есть тогда, когда прекращается образование мышечных волокон, происходит замещение их соединительной тканью и жировая дегенерация [13].

Недостаточность цилиарной мышцы усугубляется тем, что вследствие уменьшения эластичности слоев хрусталика мышце приходится напрягаться сильнее, что приводит к еще большему нарушению аккомодационной способности.

Следовательно, основной причиной уменьшения объема аккомодации является процесс уплотнения вещества хрусталика и утраты им эластичности.

Именно таким представляется механизм развития пресбиопии, проявление которой наблюдается тогда, когда удаление ближайшей точки ясного видения от глаза значительно, и эта точка приближается к среднему рабочему расстоянию до необходимого зрительного объекта.

При гиперметропии пресбиопия наступает раньше, чем у пациентов с миопической рефракцией. Э.С. Аветисов отмечал, что все, вызывающее хотя бы кратковременное удаление ближайшей точки ясного видения от глаз и ухудшающее возможность различать объекты зрительной работы, способствует большей выраженности симптомов пресбиопии и проявляется ранее [14]. Пресбиопия появляется раньше у людей, у которых бытовая или профессиональная деятельность связана с рассматриванием мелких объектов[1]. Основные зрительные симптомы пресбиопии включают в себя трудности с чтением вблизи, с чтением вблизи при слабом освещении, с фокусировкой на близких расстояниях и с чтением вблизи при ярком свете, кроме того, пациенты предъявляют жалобы на сухость глаз и головные боли. Из-за этих симптомов затруднено чтение вблизи (как печатного текста, так и рукописного), и ухудшается видимость предметов вблизи. В результате пациенты с пресбиопией сообщают о ряде других трудностей в повседневной жизни (в том числе при использовании смартфона или компьютера), а также о влиянии пресбиопии на эмоциональные, рабочие, финансовые и социальные аспекты их жизни [15]. У инвалидов по зрению пресбиопия усугубляет имеющиеся проблемы со зрением и снижает эффективность реабилитационных мероприятий.

Из приведенных данных следует, что лечение с помощью капель «Квинакс» дает положительные результаты как в функциональном, так и в субъективном отношении. В течение 12 месяцев у пациентов основной группы не было отмечено снижения остроты зрения вблизи, у 70 % основной группы отсутствовали блики, у 80 % не наблюдалось изменения рефракции, а изменение аддидации в течение 1 года составило 0,34 ± 0,2 дптр. В контрольной группе изменение аддидации составило 0,8 ± 0,3 дптр, что является значимым в реабилитации инвалидов по зрению и связано с подбором новых очков для работы вблизи.

ВЫВОДЫ

Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, дают основание для рекомендации препарата «Квинакс» всем пациентам с пресбиопией. Лекарственный препарат «Квинакс», вводимый методом инстилляций, отличается достаточной комфортностью для пациента, простотой выполнения процедуры, не требующей

[1] Корнюшина Т.А. Физиологические механизмы развития зрительного утомления и перенапряжения и меры их профилактики: автореф. дис. … д-ра биол. наук. М., 1999. 46 с.

специальных условий для проведения, а также экономичностью, быстрым и стойким положительным эффектом. Препарат целесообразно применять в широкой практике, как в стационарных, так и амбулаторных, а также домашних условиях пациентам с пресбиопией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Разумовская А.М. — разработка и дизайн исследования, написание текста, клиническая часть, окончательное утверждение рукописи;
Коровянский Ю.А. — сбор и обработка материала, получение и анализ данных;
Кидралеева С.Р. — написание текста (раздел фармакокинетика); редактирование текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Grzybowski A, Ruamviboonsuk V. Pharmacological Treatment in Presbyopia. J Clin Med. 2022 Mar 3;11(5):1385. doi: 10.3390/jcm11051385.
2. Инструкция к лекарственному препарату Квинакс ЛП-008536.
Instructions for the medicinal product Quinax LP-008536 (In Russ.).
3. Fisher RF. The significance of the shape of the lens and capsular energy changes in accommodation. J Physiol. 1969 Mar;201(1):21–47. doi: 10.1113/jphysiol.1969.sp008740.
4. Glasser A, Campbell MC. Biometric, optical and physical changes in the isolated human crystalline lens with age in relation to presbyopia. Vision Res. 1999 Jun; 39(11):1991–2015. doi: 10.1016/s0042-6989(98)00283-1.
5. Strenk SA, Semmlow JL, Strenk LM, Munoz P, Gronlund-Jacob J, DeMarco JK. Age-related changes in human ciliary muscle and lens: a magnetic resonance imaging study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1999 May;40(6):1162–1169.
6. Judge SJ, Burd HJ. Modelling the mechanics of accommodation and presbyopia. Ophthalmic Physiol Opt. 2002 Sep;22(5):397–400. doi: 10.1046/j.1475-1313.2002.00065.x.
7. Fisher RF. The elastic constants of the human lens. J Physiol. 1971 Jan;212(1):147–180. doi: 10.1113/jphysiol. 1971. sp009315.
8. Heys KR, Cram SL, Truscott RJ. Massive increase in the stiffness of the human lens nucleus with age: the basis for presbyopia? Mol Vis. 2004 Dec 16;10:956–963.
9. Kuszak JR, Zoltoski RK.The mechanism of accommodation at the lens fiber level. In Ioselaini OR ed. *Focus on Eye Research*. New York, NY: Nova Science Publishers, Inc.; 2005:117–133.
10. Garner WH, Garner MH. Protein Disulfide Levels and Lens Elasticity Modulation: Applications for Presbyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 May 1;57(6):2851–2863. doi: 10.1167/iovs.15-18413.
11. Lou MF, Dickerson JE. Protein-thiol mixed disulfides in human lens. Exp Eye Res. 1992;55:889–896.
12. Bova LM, Sweeney MH, Jamie JF, Truscott RJ. Major changes in human ocular UV protection with age. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001 Jan;42(1):200–205.
13. Zuo H, Cheng H, Lin M, Gao X, Xiang Y, Zhang T, Gao N, Du M, Chen Y, Zheng S, Huang R, Wan W, Hu K. The effect of aging on the ciliary muscle and its potential relationship with presbyopia: a literature review. PeerJ. 2024 Dec 24;12:e18437. doi: 10.7717/peerj.18437.
14. Аветисов СЭ, Шитикова АВ, Аветисов КС. Анатомо-морфологические и биомеханические аспекты аккомодации. Вестник офтальмологии. 2022;138(4): 117–125.
Avetisov SE, Shitikova AV, Avetisov KS. Anatomical, morphological and biomechanical aspects of accommodation. Russian Annals of Ophthalmology. 2022;138(4):117–125 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2022138041117.
15. Bentley S, Findley A, Chiva-Razavi S, Naujoks C, Patalano F, Johnson C, Arbuckle R, Wolffsohn JS. Understanding the visual function symptoms and associated functional impacts of phakic presbyopia. J Patient Rep Outcomes. 2021 Nov 3; 5(1):114. doi: 10.1186/s41687-021-00383-1.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Коровянский Юрий Алексеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Разумовская Анна Михайловна
доктор медицинских наук, профессор курса «Офтальмология»

Кидралеева Светлана Римовна
кандидат медицинских наук, медицинский советник

ABOUT THE AUTHORS

Korovyansky Yuri A.
PhD, ophthalmologist

Razumovskaya Anna M.
MD, Professor of the course “Ophthalmology”

Kidraleeva Svetlana R.
PhD, medical adviser

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-692-696

поступила 08.05.25
was received 08.05.25

Инновационные подходы в регенерации роговичной поверхности: клиническая оценка использования культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки полости рта при лечении дефицита лимбальных стволовых клеток

П.Б. Авкаева[1], А.А. Загидуллин[1], Л.Р. Эльжуркаева[2], Г.Х. Атаева[1]

[1] ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
пл. им. Ленина, 1, Махачкала, 367000, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», Медицинский институт
ул. А. Шерипова, 32, Грозный, 364024, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):692–696**

Цель: проанализировать эффективность и безопасность метода трансплантации культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки рта для терапии дефицита лимбальных стволовых клеток. **Материалы и методы**. Исследование проводилось на базе Центра медицины высоких технологий им. И.Ш. Исмаилова с февраля 2023 по октябрь 2024 года. В исследовании приняли участие 10 пациентов, у которых выполнена трансплантация культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки полости рта (CAOMECS). Эффективность оценивалась на основании состояния эпителия и параметров роговицы через 180 дней после процедуры. **Результаты.** У 75 % участников наблюдалось клиническое улучшение состояния роговицы. В то же время у троих пациентов были выявлены серьезные побочные эффекты, требующие модификации терапевтических подходов. **Выводы.** Метод CAOMECS продемонстрировал обнадеживающие результаты в лечении дефицита лимбальных стволовых клеток (LSCD), что позволяет рекомендовать его как перспективное направление в офтальмологической терапии. Основные выводы исследования подчеркивают значительное клиническое улучшение состояния роговицы у большинства пациентов, прошедших курс терапии с использованием культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки полости рта.

Ключевые слова: дефицит лимбальных стволовых клеток, трансплантация, эпителиальные клетки слизистой оболочки полости рта, CAOMECS, роговица

Для цитирования: Авкаева П.Б., Загидуллин А.А., Эльжуркаева Л.Р., Атаева Г.Х. Инновационные подходы в регенерации роговичной поверхности: клиническая оценка использования культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки полости рта при лечении дефицита лимбальных стволовых клеток. *Офтальмология.* 2025;22(3):692–696. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-692-696

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Innovative Approaches in Corneal Surface Regeneration: Clinical Evaluation of the Use of Cultured Epithelial Cells of the Oral Mucosa in the Treatment of Limbal Stem Cell Deficiency

P.B. Avkaeva[1], A.A. Zagidullin[1], L.R. Elzhurkaeva[2], G.H. Ataeva[1]

[1] Dagestan State Medical University
Lenin sq., 1, Makhachkala, 367000, Russian Federation

[2] Kadyrov Chechen State University Medical Institute
Sheripova str., 32, Grozny, 364024, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):692–696**

Purpose. To evaluate the effectiveness and safety of the transplantation of cultured epithelial cells of the oral mucosa for the treatment of limbal stem cell deficiency. **Materials and methods:** The study was conducted at the Ismailov Center for High Technology Medicine from February 2023 to October 2024. The study involved 10 patients who underwent CAOMECS transplantation. Efficacy was assessed based on the condition of the epithelium and corneal parameters 180 days after the procedure. **Results.** 75 % of the participants had a clinical improvement in the condition of the cornea. At the same time, three patients had serious side effects requiring modification of therapeutic approaches. **Conclusions.** The CAOMECS method has demonstrated encouraging results in the treatment of limbal stem cell deficiency (LSCD), which allows it to be recommended as a promising direction in ophthalmic therapy. The main conclusions of the study emphasize a significant clinical improvement in the condition of the cornea in the majority of patients who underwent therapy using cultured epithelial cells of the oral mucosa.

Keywords: limbal stem cell deficiency, transplantation, epithelial cells of the oral mucosa, CAOMECS, cornea

For citation: Avkaeva P.B., Zagidullin A.A., Elzhurkaeva L.R., Ataeva G.H. Innovative Approaches in Corneal Surface Regeneration: Clinical Evaluation of the Use of Cultured Epithelial Cells of the Oral Mucosa in the Treatment of Limbal Stem Cell Deficiency. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):692–696. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-692-696

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Роговица является ключевым элементом для четкости зрения и должна оставаться прозрачной. Роговица состоит из пяти слоев: эпителия, боуменовой мембраны, стромы, десцеметовой мембраны и эндотелия. Каждый слой имеет свои уникальные функции и является критически важным для поддержания здоровья глаза [1]. Боуменова мембрана находится между эпителием и стромой, и, хотя ее конкретная функция не ясна, удаление ее не оказывает негативного влияния на глазную функцию [2]. Строма, занимающая 80 % толщины роговицы, состоит в основном из воды и белков и поддерживает прозрачность роговицы. Эндотелий, состоящий из одного слоя клеток, регулирует водный баланс, обеспечивая прозрачность роговицы [3–5].

Лимбальные стволовые клетки поддерживают обновление эпителия роговицы и действуют как барьер, предотвращая конъюнктивализацию и неоваскуляризацию [6]. Повреждение этого барьера приводит к дефициту лимбальных стволовых клеток (LSCD), что вызывает зрительные нарушения. LSCD может быть вызван внешними травмами или болезнями глаза, такими как синдром Стивенса — Джонсона, и приводит к ухудшению зрения из-за проникновения конъюнктивальных клеток на роговицу и образования сосудов. Это требует разработки новых методов лечения [7].

Существующие методы лечения, включая трансплантацию роговицы, не всегда эффективны для восстановления лимбальных стволовых клеток [8]. Ауто- и аллотрансплантация лимбальных стволовых клеток имеют свои ограничения, включая нехватку донорских тканей и риск иммунного отторжения [9–12].

Актуальность исследования заключается в необходимости более эффективных решений для устранения LSCD.

Целью исследования явилось изучение и разработка новых методов стимуляции регенерации роговицы, которые эффективнее восстанавливают функции лимбальных стволовых клеток и обеспечивают долгосрочную стабильность и прозрачность эпителия.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено на основе данных Центра медицины высоких технологий им. И.Ш. Исмаилова г. Махачкалы в период с февраля 2023 по октябрь 2024 года. Это проспективное исследование, не предполагающее сравнения с другими группами, проводилось в рамках медицинского учреждения и строилось на двухэтапном подходе по протоколу Gehan. Нижняя

граница терапевтической эффективности была определена как 30 %, что является клинически значимым, с допустимой погрешностью в 7 %. На первом этапе у пяти пациентов была проведена оценка с целью определения требований ко второму этапу исследования, в котором предполагалось вовлечение 10–12 участников.

Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации с участием лиц старше 18 лет, у которых диагностировали двусторонний LSCD. Те, у кого были системные инфекции, глазное воспаление, онкологические заболевания, глаукома или аллергия, не были включены в группу. Терапия проводилась на более пораженном глазу каждого пациента.

Эпителиальные клетки для лечения получали из слизистой оболочки полости рта, культивировали и проверяли на стерильность с целью предотвратить инфекцию. Перед трансплантацией поврежденные ткани удаляли, и клеточные пластинки накладывали без швов, фиксировали контактными линзами, также назначали антибиотики и стероиды для предотвращения воспаления. Эффективность процедуры оценивали через 180 дней офтальмологом на основе состояния эпителия, параметров плотности эпителиальных клеток (ПЭК), наличия конъюнктивализации, а также количества и активности дополнительных сосудов. Лечение считалось успешным, если показатели улучшались или оставались стабильными.

Для вторичной оценки учитывались такие функциональные признаки, как светобоязнь, слезотечение и болевой синдром, а также изменения, касающиеся прозрачности роговицы и остроты зрения. Безопасность процедуры оценивали путем регистрации всех глазных побочных эффектов в течение года наблюдения, которое включало семь запланированных визитов к врачу. Пациенты были разделены на группы для оценки безопасности и эффективности лечения. Процедура считалась успешной при отсутствии серьезных нежелательных явлений с анализом результатов в 95 % доверительном интервале.

Таблица 1. Демографические характеристики пациентов

Table 1. Demographic characteristics of patients

№	Пол Gender	Возраст Age	Исходное заболевание The initial disease	Хирургическое вмешательство перед CAOMECS Surgical intervention before CAOMECS
1	Мужской Male	57	Ожог роговицы Corneal damage due to computer vision syndrome	CG
2	Женский Female	52	Гипоксия из-за контактных линз Hypoxia of contact persons	LK
3	Мужской Male	42	Тяжелая трахома Heavy trachoma	LK + AM
4	Мужской Male	48	Синдром Лайелла Lyell's syndrome	CG
5	Женский Female	59	Тяжелая трахома Heavy trachoma	LK
7	Женский Female	61	Гипоксия из-за контактных линз Hypoxia of contact persons	—
8	Мужской Male	57	Ожог роговицы Corneal damage due to computer vision syndrome	—
9	Женский Female	53	Синдром Лайелла Lyell's syndrome	CG
10	Мужской Male	55	Ожог роговицы Corneal damage due to computer vision syndrome	—

Примечание: CG — роговичный трансплантат; ЛК — ламеллярная кератопластика; AM — амниотическая мембрана.
Note: CG — corneal graft; LC — lamellar keratoplasty; AM — amniotic membrane.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первоначально в исследование были включены 10 пациентов. Один пациент выпал из наблюдения через 20 дней, и его заменили, в результате этого общее число участников составило 10. Всем пациентам провели трансплантацию CAOMECS в период с 15 марта 2023 по 17 сентября 2024 года. Средний возраст участников составил 55 лет. Дополнительные данные о характеристиках и истории болезни участников представлены в таблице 1.

Приблизительно через две недели культивирования из клеток слизистой оболочки полости рта пациента были получены прозрачные клеточные пласты, пригодные для трансплантации. Во всех образцах клеток и клеточных пластах наблюдалась экспрессия K3/76, что свидетельствует о морфологическом сходстве трансплантатов с нормальным эпителием роговицы.

Контроль качества CAOMECS включал оценку прозрачности с использованием текста размером Arial 10 и анализ колониеобразования. Иммуноокраска показала присутствие кератина 3/76 в клетках и конечном продукте, а также наличие предполагаемых стволовых клеток путем окрашивания на анти-p63, анти-β1-интегрин и антиламинин 5 как маркер базальной мембраны. Масштабная линейка составляла 5 мкм.

Экспрессия p63 и β1-интегрина указывала на присутствие предполагаемых эпителиальных стволовых клеток, а CFE составило 3,10 ± 2,04 % в присутствии голоклонов. Внеклеточная экспрессия ламинина 5 подтвердила сохранность внеклеточного матрикса базальной мембраны.

У пяти пациентов наблюдались побочные эффекты (табл. 2), из которых три случая классифицировались как серьезные. Один из них связан с воспалением,

Таблица 2. Побочные эффекты со стороны органа зрения

Table 2. Side effects from the organ of vision

№	Описание / Description	Дата начала Start date	Дата окончания End date
1	Повышенное внутриглазное давление Increased intraocular pressure	06.05.2023	10.08.2023
2	Воспаление после трансплантации амниотической оболочки Inflammation after amniotic membrane transplantation	12.09.2023	01.12.2023
3	Кератит / Keratitis	01.01.2024	03.04.2024
4	Боль и рецидив на роговице Pain and recurrence in the cornea	12.05.2024	11.07.2024
5	Отторжение трансплантата роговицы Corneal transplant Rejection	18.08.2024	07.09.2024

которое сохранялось через месяц после трансплантации, что привело к неоваскуляризации. В результате у пациента через 6 месяцев произошла перфорация роговицы, что объяснялось операцией по удалению рубцовой ткани. Перфорация также произошла в глазу без трансплантации лимбальных стволовых клеток.

Два других случая серьезного побочного эффекта были связаны с массивным отторжением стромального трансплантата через 3,5 месяца после одновременной трансплантации CAOMECS и стромальной трансплантации роговицы, несмотря на использование местных кортикостероидов для иммуносупрессии. Это привело к язве донорского трансплантата и выраженной васкуляризации, потребовавшей операции с использованием амниотической мембраны.

У трех пациентов побочные эффекты были вызваны гипоксией из-за длительного ношения контактных линз или воспалительной реакцией. При этом у одного из них ситуация усугубилась существующими заболеваниями: лечение кортикостероидами привело к повышенному артериальному давлению, что, в свою очередь, вызвало глаукому и атрофию зрительного нерва.

Переходя к вопросу эффективности лечения, необходимо отметить результаты промежуточного анализа. Согласно плану Гехана этот анализ проводился через три месяца после трансплантации у первых пяти пациентов. Результаты показали неэффективность лечения CAOMECS, несмотря на наличие трех успешных случаев. Пациенты оставались под наблюдением еще четыре месяца, после этого в исследование были включены 6 новых пациентов, которые наблюдались в течение полугода.

В рамках окончательного анализа по основным критериям было оценено состояние 10 пациентов. У 8 из них результаты через 180 дней были признаны успешными (составляющие 75 %, 95 % ДИ: 45–70). Однако три пациента с серьезными побочными эффектами не прошли оценку, и их трансплантаты были признаны неудачными. Из 9 обследованных пациентов наблюдалось значительное улучшение по различным параметрам: по показателю РЕК у 4 человек, по количеству дополнительных сосудов у 2, по активности сосудов у 3. Также у 8 из 9 пациентов с язвой роговицы состояние заметно улучшилось, как и у 7 из 9 пациентов с конъюнктивализацией роговицы.

Помимо этого, анализ вторичных критериев, проведенный спустя 180 дней, показал положительные изменения в отношении светобоязни, слезотечения и боли у 7 пациентов и улучшение остроты зрения у 9. Среди пациентов с помутнением роговицы у 6 были умеренные изменения, частично скрывающие детали радужки, в двух случаях состояние оставалось прежним, у одного пациента улучшилось; а у пациента с прозрачной роговицей изменения не наблюдались.

ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование подтверждает эффективность и безопасность метода CAOMECS в лечении синдрома дефицита лимбальных стволовых клеток (LSCD) на примере группы из 10 пациентов. В наших исследованиях, проводимых в Центре медицины высоких технологий им. И.Ш. Исмаилова, успешные результаты через 180 дней были получены у 8 из 10 участников (75 %, с 95 % ДИ от 45 до 70 %), что превосходит результаты, отмеченные в некоторых предыдущих исследованиях, таких, как описанных Zhao и Ma [1], в которых успешность лечения отмечалась в диапазоне 68–70 %.

В наших исследованиях, как и в работе Kolli и соавт. [3], наблюдалось значительное улучшение состояния эпителия, и у 4 из 9 пациентов были улучшения по показателям РЕК. Однако, в отличие от данных Baradaran-Rafii и соавт. [4], в которых улучшения наблюдались в основном по показателям зрительных функций, в нашем исследовании значительное улучшение отмечалось также по количеству дополнительных сосудов у 2 пациентов и по активности сосудов у 3 пациентов.

Полученные результаты сопоставимы с данными Kim и соавт. [10], в частности в аспекте лечения язвы роговицы и конъюнктивализации роговицы: улучшение состояния было замечено в 8 из 9 случаев с язвой роговицы и у 7 из 9 пациентов с конъюнктивальными изменениями. Это демонстрирует согласованность с методами, применяемыми в различных исследованиях, несмотря на разнообразие подходов к трансплантации и послеоперационному уходу, что подчеркивается в метаанализе Wang и соавт. [6].

Тем не менее, как и в исследовании Oliva и соавт. [7], в нашем исследовании выявлены некоторые побочные эффекты. У трех пациентов возникли серьезные осложнения, включая неоваскуляризацию, отторжение трансплантата, что соотносится с рисками, описанными в литературе.

Таким образом, мониторинг побочных эффектов играет ключевую роль, и необходимость тщательной доработки подходов к трансплантации отмечается в межнациональных исследованиях и обзорах [2]. Включение унифицированных подходов к предоперационной диагностике и стандартизированной оценке результатов может повысить объективность и сопоставимость подобных исследований в будущем, как это предлагается в ряде работ [3, 4].

Несмотря на полученные результаты, наши исследования подчеркивают необходимость дополнительных многоцентровых исследований для уточнения протоколов и минимизации побочных эффектов, что будет способствовать улучшению качества жизни пациентов с LSCD.

Таким образом, для улучшения методов и протоколов лечения пациентов с дефицитом лимбальных стволовых клеток (LSCD) целесообразно развивать сотрудничество и обмен информацией между исследовательскими центрами. В рамках нашего исследования акцент сделан на стандартизацию процесса создания пластов эпителиальных клеток из слизистой оболочки полости рта,

что способствует точному определению их характеристик и сопоставимости результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование демонстрирует эффективность и безопасность метода трансплантации культивированных эпителиальных клеток слизистой оболочки рта (CAOMECS) для коррекции дефицита лимбальных стволовых клеток (LSCD). Изучение результатов трансплантации у 10 пациентов показало, что у 75 % участников наблюдалось значительное улучшение состояния роговицы, что подтверждается объективными клиническими показателями. Тем не менее выявленные побочные эффекты у нескольких участников подчеркивают необходимость оптимизации протоколов и тщательного мониторинга. Практическая значимость работы заключается в предоставлении клиницистам и исследователям данных для улучшения подходов к лечению LSCD с использованием аутологичных клеток, что в итоге может повысить качество жизни пациентов с данной патологией.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Авкаева П.Б. — разработка концепции исследования, целей и задач;
Загидуллин А.А. — математическое моделирование, программные графические и табличные материалы;
Эльжуркаева Л.Р. — сбор и анализ исходных данных, редактирование текста;
Атаева Г.Х. — координация исследования, редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Zhao Y, Ma L. Systematic review and meta-analysis on transplantation of ex vivo cultivated limbal epithelial stem cell on amniotic membrane in limbal stem cell deficiency. Cornea. 2015;34(5):592–600. doi: 10.1097/ICO.0000000000000398.
2. Satake Y, Dogru M, Yamane G-Y, Kinoshita S, Tsubota K, Shimazaki J. Barrier function and cytologic features of the ocular surface epithelium after autologous cultivated oral mucosal epithelial transplantation. Arch Ophthalmol. 2008;126(1):23–28. doi: 10.1001/archopht.126.1.23.
3. Kolli S, Ahmad S, Mudhar HS, Meeny A, Lako M, Figueiredo FC. Successful application of ex vivo expanded human autologous oral mucosal epithelium for the treatment of total bilateral limbal stem cell deficiency. Stem Cells. 2014;32(8):2135–2146. doi: 10.1002/stem.1694.
4. Baradaran-Rafii A, Delfazayebaher S, Aghdami N, Taghiabadi E, Bamdad S, Roshandel D. Midterm outcomes of penetrating keratoplasty after cultivated oral mucosal epithelial transplantation in chemical burn. Ocul Surf. 2017;15(4):789–794. doi: 10.1016/j.jtos.2017.08.006.
5. Kim YJ, Lee HJ, Ryu JS, Kim YH, Jeon S, Oh JY, Choung HK, Khwarg SI, Wee WR, Kim MK. Prospective Clinical Trial of Corneal Reconstruction With Biomaterial-Free Cultured Oral Mucosal Epithelial Cell Sheets. Cornea. 2018 Jan;37(1):76–83. doi: 10.1097/ICO.0000000000001409.
6. Wang J, Qi X, Dong Y, Cheng J, Zhai H, Zhou Q, Xie L. Comparison of the efficacy of different cell sources for transplantation in total limbal stem cell deficiency. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2019 Jun;257(6):1253–1263. doi: 10.1007/s00417-019-04316-z.
7. Oliva J, Bardag-Gorce F, Niihara Y. Clinical Trials of Limbal Stem Cell Deficiency Treated with Oral Mucosal Epithelial Cells. Int J Mol Sci. 2020 Jan 9;21(2):411. doi: 10.3390/ijms21020411.
8. Burillon C, Huot L, Justin V, Nataf S, Chapuis F, Decullier E, Damour O. Cultured autologous oral mucosal epithelial cell sheet (CAOMECS) transplantation for the treatment of corneal limbal epithelial stem cell deficiency. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012 Mar 13;53(3):1325–1331. doi: 10.1167/iovs.11-7744.
9. Fernandez-Buenaga R, Aiello F, Zaher SS, Grixti A, Ahmad S. Twenty years of limbal epithelial therapy: An update on managing limbal stem cell deficiency. BMJ Open Ophthalmol. 2018;3:e000164. doi: 10.1136/bmjophth-2018-000164.
10. Kim YJ, Lee HJ, Ryu JS, Kim YH, Jeon S, Oh JY, Choung HK, Khwarg SI, Wee WR, Kim MK. Prospective Clinical Trial of Corneal Reconstruction with Biomaterial-Free Cultured Oral Mucosal Epithelial Cell Sheets. Cornea. 2018;37:76–83. doi: 10.1097/ICO.0000000000001409.
11. Kim YH, Kim DH, Shin EJ, Lee HJ, Wee WR, Jeon S, Kim MK. Comparative Analysis of Substrate-Free Cultured Oral Mucosal Epithelial Cell Sheets from Cells of Subjects with and without Stevens-Johnson Syndrome for Use in Ocular Surface Reconstruction. PLoS ONE. 2016;11:e0147548. doi: 10.1371/journal.pone.0147548.
12. Bogerd BVD, Ni Dhubhghaill S, Koppen C, Tassignon MJ, Zakaria N. A review of the evidence for in vivo corneal endothelial regeneration. Surv. Ophthalmol. 2018;63:149–165. doi: 10.1016/j.survophthal.2017.07.004.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Авкаева Патимат Буттаевна
студентка 6-го курса

Загидуллин Айдар Айдарович
студент 6-го курса

Эльжуркаева Лидия Раисовна
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры «Нормальная и топографическая анатомия с оперативной хирургией»

Атаева Гуляйбат Хизриевна
студентка 6-го курса

ABOUT THE AUTHORS

Avkaeva Patimat B.
6th-year student

Zagidullin Aidar A.
6th-year student

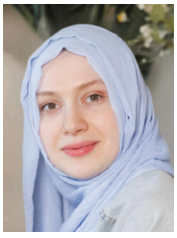
Elzhurkaeva Lidiya R.
PhD, Assistant Professor of the Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery Department

Atayeva Gulaybat K.
6th-year student

ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)
https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-697-703

поступила 08.05.25
was received 08.05.25

Исследование потенциала стволовых клеток в регенерации поврежденных структур глаза. Обзор



М.Ш. Абдулаева П.М. Абдулаева Х.С. Идрисова А.Ш. Асельдерова

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
пл. им. Ленина, 1, Махачкала, 367000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ **Офтальмология. 2025;22(3):697–703**

Цель данного исследования заключалась в анализе роли стволовых клеток в терапии офтальмологических заболеваний с акцентом на регенерацию роговицы и лечение дегенеративных состояний сетчатки. Для этого был проведен всесторонний обзор публикаций из ряда баз данных, таких как MEDLINE, PubMed, и Web of Science. **Материалы и методы.** Основное внимание уделялось критическому анализу научных работ, связанных с использованием стволовых клеток в офтальмологии. Были сформулированы критерии включения, охватывавшие различные типы научных публикаций, включая клинические испытания и метаанализы. **Результаты.** Анализ показал, что стволовые клетки, особенно лимбальные, обладают высоким регенеративным потенциалом в восстановлении эпителия роговицы. Мезенхимальные стволовые клетки также демонстрируют возможность трансформации в эпителиальные клетки, хотя механизм остается до конца не ясным. Исследование показало, что различные типы стволовых клеток повышают прозрачность роговицы и улучшают зрение пациентов. **Выводы.** Несмотря на обнадеживающие результаты, остаются вопросы, связанные с этическими и технологическими аспектами применения стволовых клеток, особенно в контексте аллогенных трансплантаций. Результаты исследования подчеркивают необходимость дальнейших исследований для улучшения методов трансплантации и дифференцировки стволовых клеток. Это может привести к разработке более безопасных и эффективных видов лечения пациентов с офтальмологической патологией.

Ключевые слова: регенерация, роговица, мезенхимальные стволовые клетки, дегенеративные заболевания сетчатки, иммунотерапия

Для цитирования: Абдулаева М.Ш., Абдулаева П.М., Идрисова Х.С., Асельдерова А.Ш. Исследование потенциала стволовых клеток в регенерации поврежденных структур глаза: литературный обзор. *Офтальмология.* 2025;22(3):697–703. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-697-703

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

Конфликт интересов отсутствует.

CC BY 4.0

Investigation of the Stem Cells Potential in the Regeneration of Damaged Eye Structures. Review

M.Sh. Abdulaeva, P.M. Abdulaeva, H.S. Idrisova, A.Sh. Aselderova

Dagestan State Medical University
Lenin sq., 1, Makhachkala, 367000, Russian Federation

ABSTRACT **Ophthalmology in Russia. 2025;22(3):697–703**

The purpose of this study was to analyze the role of stem cells in the treatment of ophthalmic diseases, with an emphasis on corneal regeneration and treatment of retinal degenerative conditions. For this purpose, a comprehensive review of publications from a number of databases, such as MEDLINE, PubMed, and Web of Science, was conducted. **Materials and methods.** The main focus was on a critical analysis of scientific papers related to the use of stem cells in ophthalmology. Inclusion criteria were formulated that covered various types of scientific publications, including clinical trials and meta-analyses. **Results.** The analysis showed that stem cells, especially limbal stem cells, have a high regenerative potential in restoring the corneal epithelium. Mesenchymal stem cells also demonstrate the possibility of transformation into epithelial cells, although the mechanism remains unclear. The study showed that LMSC and other types of stem cells increase corneal transparency and improve patients' eyesight. **Conclusions.** Despite the encouraging results, questions remain about the ethical and technological aspects of stem cell use, especially in the context of allogeneic transplants. The results of the study highlight the need for further research to improve stem cell transplantation and differentiation methods. This may lead to the development of safer and more effective therapies for patients with ophthalmological pathologies.

Keywords: eye regeneration, mesenchymal stem cells, retinal degenerative diseases, immunotherapy, corneal cells

For citation: Abdulayeva M.Sh., Abdulayeva P.M., Idrisova H.S., Aselderova A.S. Investigation of the Stem Cells Potential in the Regeneration of Damaged Eye Structures. Review. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(3):697–703. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-3-697-703

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Человеческий глаз — это сложное устройство, состоящее из множества нейронных и тканевых контактов, которое, несмотря на свое уникальное строение, остается подверженным повреждениям из-за различных заболеваний и нарушений [1]. Примерно два миллиарда людей в мире страдают от ухудшения зрения по причине таких заболеваний, как возрастная макулярная дегенерация (ВМД), глаукома, катаракта, диабетическая ретинопатия и инфекции. Хотя традиционные методы лечения могут уменьшить некоторые проявления этих заболеваний, они не обеспечивают значительного терапевтического эффекта [2–4].

Современные инновационные подходы, такие как использование наноматериалов и внедрение стволовых клеток, значительно изменили подходы к лечению глазных болезней. В данном обзоре анализируются тенденции и достижения в области лечения глазных заболеваний с использованием стволовых клеток с акцентированием внимания на разнообразии типов клеток, механизмах их действия, сферах применения и преимуществах. Мезенхимальные стволовые клетки, которые могут быть получены как из эмбрионов, так и из тканей взрослых индивидуумов, обладают иммуномодулирующими свойствами, что повышает их терапевтическую ценность и снижает риск отторжения. Однако их неконтролируемый рост остается проблемой, так как может привести к нежелательным последствиям [5].

Использование эмбриональных стволовых клеток также сталкивается с религиозными и этическими возражениями, что тормозит их клиническое применение [6]. Несмотря на это, использование стволовых клеток является эффективным методом восстановления зрения при дегенеративных заболеваниях сетчатки и обозначает новые пути для лечения тяжелой глазной патологии [7–10].

Актуальность данной работы обусловлена значительным числом пациентов, страдающих от различных форм утраты зрения, а также недостаточной эффективностью традиционных методов лечения. Инновационные исследования в области стволовых клеток открывают перспективы для разработки новых терапевтических стратегий и технологий.

Цель данного исследования — обобщить существующие знания и определить направления для дальнейших исследований на пути к более эффективной регенерации поврежденных структур глаза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данного исследования был проведен всесторонний поиск научной информации в ряде баз данных, включая MEDLINE, PubMed, Киберленинка, Mendeley, Web of Science и EMBASE. В процессе поиска были использованы ключевые слова и их комбинации: «стволовые клетки», «регенерация глаз», «мезенхимальные стволовые клетки», «дегенеративные заболевания сетчатки», «иммунотерапия» и «этические вопросы». Критерии

включения охватывали клинические исследования, статьи с консенсусом специалистов, обзорные публикации и метаанализы, которые сосредоточены на применении стволовых клеток у пациентов с офтальмологическими заболеваниями как генетического, так и приобретенного характера.

Методы исследования включали систематический обзор и критический анализ научных публикаций, направленных на выявление текущих тенденций, результатов и перспектив использования стволовых клеток в терапии различных глазных патологий. Особое внимание уделялось обзору современных подходов и технологических инноваций, способных повысить эффективность и безопасность стволовых клеток, а также анализу этических и регуляторных аспектов их применения.

В таблице 1 перечислены все демографические и технические данные. Среди 43 отобранных исследований были рассмотрены как рандомизированные контролируемые исследования, так и метаанализы, систематические обзоры. Особое внимание уделялось качеству методологии и применяемым в исследованиях подходам. Полученные результаты позволили сделать обоснованные выводы о влиянии изучаемых факторов, а также выделить области, требующие дальнейших исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Зрение является одним из важнейших органов чувств, через которое человек получает около 80 % информации об окружающей среде [11–15]. Защитную функцию для глаза выполняет роговица, которая отвечает за преломление и передачу световых лучей к сетчатке. Нарушение прозрачности роговицы по причине различных повреждений или заболеваний может привести к ухудшению зрения и в тяжелых случаях к слепоте. В связи с этим исследования в области регенерации роговицы и восстановления ее эпителиального слоя интенсивно продолжаются с целью разработки методов, которые могли бы стать альтернативой трансплантации роговицы или лимбальных тканей. Одним из возможных решений является восстановление эпителия роговицы с помощью трансплантации стволовых клеток, которые можно получить непосредственно у пациента, что помогает избежать осложнений, связанных с применением донорских тканей и необходимостью иммуносупрессии из-за частых побочных эффектов [14].

РОЛЬ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

Стволовые клетки — это недифференцированные клетки, обладающие способностью к медленному делению, высокой пролиферативной активностью, бесконечному клеточному делению и возможностью создавать специализированные клетки. Между стволовыми клетками и полностью дифференцированными клетками часто существуют промежуточные этапы, на которых происходит ограниченная пролиферация и дифференцировка [16].

Стволовые клетки делятся на несколько категорий, включая эмбриональные стволовые клетки и клетки

Таблица 1. Демографическая и техническая информация по исследованиям, использующим стволовые клетки в офтальмологии

Table 1. Demographic and technical information on research using stem cells in ophthalmology

Ссылка / Link	Страна / Country	Категория / Category	Метод визуализации Visualization method
Park S.H. et al. [1]	Южная Корея / South Korea	Дегенеративные заболевания сетчатки / Degenerative diseases of the retina	Мезенхимальные / Mesenchymal
Joyce N.C. et al. [2]	США / USA	Повреждение эндотелия роговицы / Damage to the corneal endothelium	Мезенхимальные / Mesenchymal
Liu X.W. et al. [3]	Китай / China	Повреждение эндотелия роговицы (кролики) / Damage to the corneal endothelium (rabbits)	Костный мозг / Bone marrow
Holan V. et al. [6]	Чехия / Czech	Поверхностные заболевания глаза / Superficial eye diseases	Лимбальные эпителиальные и мезенхимальные / Limbal epithelial and mesenchymal
Zhao Y., Ma L. [8]	Китай / China	Дефицит лимбальных стволовых клеток / Limbal stem cell deficiency	Лимбальные эпителиальные / Limbal epithelial
Moreira B.B. et al. [9]	Бразилия / Brazil	Лимбальная трансплантация / Limbal transplantation	Лимбальные эпителиальные / Limbal epithelial
Seipal K. et al. [13]	Индия / India	Повреждения роговицы у детей / Corneal damage in children	Лимбальные эпителиальные / Limbal epithelial
Beyazyildiz E. et al. [14]	Турция / Türkiye	Синдром сухого глаза / Dry eye syndrome	Мезенхимальные / Mesenchymal
Muguruma Y. et al. [15]	Япония / Japan	Восстановление гематопоэтической среды / Restoration of the hematopoietic environment	Мезенхимальные / Mesenchymal
Lin N. et al. [16]	Китай / China	Паракринная регуляция по фактору роста / Paracrine regulation by growth factor	Мезенхимальные / Mesenchymal
Sotozono C. et al. [19]	Япония / Japan	Трансплантация культивированной слизистой / Transplantation of cultured mucosa	Оральные эпителиальные / Oral epithelial
Svobodova E. et al. [21]	Чехия / Czech	Модуляция воспалительных реакций / Modulation of inflammatory reactions	Мезенхимальные / Mesenchymal
Zhu H. et al. [23]	Китай / China	Дедифференцировка зрелых эпителиальных клеток / Dedifferentiation of mature epithelial cells	Лимбальные ниши / Limbal niches
Utheim T.P. [26]	Норвегия / Norway	Трансплантация оральных эпителиальных клеток / Transplantation of oral epithelial cells	Оральные эпителиальные / Oral epithelial
Xie H.T. et al. [33]	Китай / China	Выделение и действие лимбальных клеток / Isolation and expansion of limbal cells	Лимбальные стромальные / Limbal stromal
Park M. et al. [36]	Австралия / Australia	Дефицит лимбальных стволовых клеток / Limbal stem cell deficiency	Мурины (мыши) / Murines (mice)
Mekonnen T. et al. [37]	США / USA	Воздействие ожога на биомеханику роговицы / The effect of a burn on the biomechanics of the cornea	ОКТ (оптическая когерентная томография) / OCT (optical coherence tomography)

взрослых организмов. Существуют также стволовые клетки, выделенные из пуповинной крови новорожденных, индуцированные плюрипотентные стволовые клетки, которые создают в лабораторных условиях, вводя специфические гены в соматические клетки.

РОЛЬ ЛИМБАЛЬНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК В ОБНОВЛЕНИИ ЭПИТЕЛИЯ РОГОВИЦЫ

Роговица как поверхностная ткань глаза подвергается различным неблагоприятным воздействиям, включая обезвоживание, инфекции и механические или химические повреждения.

Обновление эпителия роговицы осуществляется лимбальными стволовыми клетками (ЛСК), которые расположены в базальном слое лимбального эпителия в так называемых палисадах Фогта. Эта структура обеспечивает защитную микросреду для ЛСК, предохраняя их от негативных воздействий внешней среды и ультрафиолетового излучения. В то же время кровоснабжение обеспечивает ЛСК необходимыми питательными веществами и ростовыми факторами [17]. Лимбальные стволовые клетки характеризуются медленным клеточным циклом и высокой способностью к пролиферации, особенно в ответ на повреждения роговицы. В отсутствие специфического маркера идентификацию ЛСК обычно определяют по набору признаков, таких как транскрипционный фактор p63, рецептор Lgr5 и транспортер ABCG2. Клетки с признаками дифференцировки, такими как кератины 3 и 12, исключаются из учета. Для выделения ЛСК часто используют методы центрифугирования в градиенте плотности или выделение с помощью флуоресцентного красителя Hoechst 33342. Лимбальные стволовые клетки (ЛСК) обеспечивают восстановление эпителия роговицы, помогая заживлять мелкие повреждения, вызванные повседневным воздействием окружающей среды. Однако при серьезном повреждении, затрагивающем лимбальную зону, может возникнуть дефицит ЛСК, что серьезно нарушает процесс регенерации роговицы [18–23].

ЭПИТЕЛИАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ РОГОВИЦЫ

Эпителий роговицы формируется из поверхностной эктодермы в процессе развития. Исследователи изучили возможность перепрограммирования мезенхимальных стволовых клеток (МСК) для получения клеток эктодермального происхождения. Первоначально сообщалось, что *in vivo* не происходит трансдифференциация МСК в эпителиальные клетки роговицы. В частности, в эксперименте, в котором человеческие МСК высевали на амниотическую оболочку и помещали на поврежденную химикатами роговицу крысы, МСК выживали и снижали воспаление, но не дифференцировались в эпителий [20].

Однако более поздние исследования на кроликах показали положительные результаты: меченные BrdU МСК принимали участие в регенерации роговицы и начинали экспрессировать CK3, что указывает на их дифференцировку в эпителиальные клетки [21].

Исследования о дифференцировке МСК в эпителиальные клетки роговицы

Многие эксперименты *in vitro* дали возможность предположить, что МСК могут превращаться в эпителиальные клетки роговицы при соответствующих условиях. Один из первых экспериментов показал, что МСК кролика способны изменять свою морфологию, превращаясь в эпителиоподобные клетки при совместном культивировании с лимбальными клетками или в кондиционированной среде. МСК на время повышали экспрессию CK3 [22].

В дальнейшем было показано, что стромальные клетки роговицы могут индуцировать подобную трансформацию. После помещения на амниотическую мембрану они снижали неоваскуляризацию роговицы, и эпителий из МСК оказался более эффективным, чем прямая пересадка МСК.

МСК, полученные из жировой ткани, после 15 дней нахождения в кондиционированной среде приобретали эпителиоподобную форму и повышали экспрессию Krt12. Хотя различные группы авторов подтвердили возможность дифференцировки МСК в эпителиальные клетки роговицы, механизм этого процесса остается неясным [23–26].

ФАКТОРЫ, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ТРАНСДИФФЕРЕНЦИРОВКЕ МСК

В недавнем исследовании выявлены факторы, способствующие трансдифференцировке МСК в эктодермальные клетки в присутствии ретиноевой кислоты, BMP-4 и EGF [27]. Экспрессия p63 и CK8 указывала на успешную трансдифференцировку. МСК, положительные по маркеру SSEA4, и больший потенциал к дифференцировке в эпителиальные клетки, демонстрируя более высокие уровни маркеров стволовых клеток, улучшенную морфологию и молекулярные свойства эпителия роговицы.

Хотя МСК с маркером SSEA4 продемонстрировали улучшение целостности эпителиального барьера, дальнейшая оптимизация условий их индукции и наблюдение за ними могут подтвердить их способность формировать функционирующий эпителий.

Стволовые клетки лимбального эпителия

Около трех десятилетий назад механизмы обновления эпителия роговицы и причины его дисфункций, известные как заболевания глазной поверхности, были недостаточно изучены. В 2007 году Parr и соавт. высказали предположение о наличии стволовых клеток на периферии лимбальных структур, известных как палисады Фогта [17]. Тогда же стало очевидно, что при тяжелых поражениях глазной поверхности трансплантация роговицы не всегда эффективна. Как альтернативу Wang предложил трансплантацию

периферической конъюнктивы, что показало лучшие результаты у пациентов с химическими ожогами глаз, чем традиционная кератопластика [24]. Существовало мнение, что эпителий роговицы восстанавливается за счет клеток конъюнктивы.

Однако последующие исследования Wang и соавт. указали на более тесное сходство лимбального эпителия с эпителием роговицы, что привело к созданию гипотезы x-y-z гомеостаза. Согласно этой модели эпителиальные клетки из лимбальной зоны мигрируют и дифференцируются, заменяя старые клетки в центре роговицы. В 2014 году работа Meinhardt и соавт. показала, что в базальных слоях лимбального эпителия находятся медленно делящиеся стволовые клетки, способные к пролиферации *in vitro* [28]. Эти клетки превращаются в промежуточные клетки-амплификаторы, которые впоследствии дифференцируются в эпителий роговицы. Дополнительные исследования Gouveia и соавт. установили, что повреждение центральной роговицы активирует быстрое деление лимбальных стволовых клеток [29]. Эти открытия подтвердили концепцию, согласно которой лимб является центром регенерации эпителия роговицы, и с тех пор термин «лимбальные стволовые клетки» стал использоваться для обозначения стволовых клеток эпителия роговицы, а их недостаточность получила название «дефицит лимбальных стволовых клеток».

Дефицит стволовых клеток лимбального эпителия

Дефицит стволовых клеток лимбального эпителия (LSCD) происходит из-за повреждения самих стволовых клеток или их микросреды [30–38]. Это ведет к неспособности роговицы регенерировать, и ее поверхность начинает замещаться конъюнктивальным эпителием, что сопровождается неоваскуляризацией и рубцеванием, приводящими к потере прозрачности роговицы и ухудшению зрения. Поврежденная роговица при LSCD также более уязвима в отношении инфекций и стойких дефектов эпителия, которые могут привести к расплавлению и перфорации стромы. Диагностика LSCD в клинической практике часто проводится с помощью биомикроскопии с щелевой лампой. Характерными признаками LSCD являются: поверхностная неоваскуляризация роговицы, диффузное окрашивание флуоресцеином, конъюнктивализация роговицы, а также отсутствие лимбальных палисадов Фогта [36].

Клиническое применение лимбальных стромальных клеток

В пилотном исследовании под руководством Mekonnen и соавт. изучалась безопасность и эффективность как аутологичных, так и аллогенных лимбальных стромальных клеток (LMSC) для регенерации стромы роговицы при различных повреждениях, таких как рубцы и ожоги [37]. LMSC были получены из биоптатов лимба человека с использованием методики культивирования *ex vivo*. Из трупной роговицы извлекали лимбальное кольцо, которое затем измельчали и обрабатывали ферментами. Клетки культивировали в среде с низким содержанием сыворотки и несколько раз пассировали для удаления эпителиальных клеток. Эти LMSC переносили с помощью фибринового клея после удаления эпителия роговицы [39]. Пациенты после операции проходили обследования, включая ОКТ и биомикроскопию. Через год после трансплантации было отмечено улучшение остроты зрения и прозрачности роговицы. LMSC имеют преимущества над клетками из других источников, так как процедуры их извлечения менее инвазивны.

Противоречия и будущие вызовы

Несмотря на длительное изучение роли лимбальных эпителиальных стволовых клеток (LESC), остаются нерешенные вопросы. Клиницисты отмечают случаи, когда роговица сохраняет прозрачность, несмотря на признаки дефицита LESC [40]. Это вызывает сомнения относительно их роли в поддержании нормального состояния эпителия. Появилась концепция стволовых клеток роговицы как возможного альтернативного источника регенерации. Исследователи, такие как W. Nasser и соавт., сообщили, что клетки роговицы могут дедифференцироваться и восстанавливать лимбальные структуры, если строма остается неповрежденной [31].

Кроме того, сложность и стоимость метода трансплантации культивированного лимбального эпителия (CLET) для трансплантации лимбальных стволовых клеток (ЛСК) указывает на ограниченные преимущества по сравнению с альтернативными методами, такими как конъюнктивально-лимбальная аутотрансплантация (CLAU) и простая лимбальная эпителиальная трансплантация (SLET). Возможно, открытие специфического маркера для LESC окажется полезным. Поиск точных маркеров для LMSC продолжается, рекомендуемые комбинации включают такие маркеры, как ABCG2 и CD90 или CD73 [36]. Основное преимущество лимбальных стволовых клеток заключается в их потенциальном использовании для аутологичной трансплантации со снижением риска отторжения и этических вопросов. Однако использование аллогенных тканей требует внимательного рассмотрения и специализированных рекомендаций [41–43].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном исследовании проведен всесторонний анализ научной литературы, включая исследования о применении мезенхимальных стволовых клеток (МСК) и лимбальных стромальных клеток (LMSC) для регенерации роговицы. Основное внимание уделяется их терапевтическому потенциалу, а также этическим и регуляторным аспектам. В ходе анализа было выявлено, что стволовые клетки, особенно лимбальные, могут в значительной степени улучшать состояние роговицы, заменять поврежденные эпителиальные

клетки и сокращать необходимость в более инвазивных процедурах. Однако оставшиеся нерешенные вопросы требуют дополнительных исследований для оптимизации методик и повышения их эффективности.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Абдулаева М.Ш. — сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста;
Абдулаева П.М. — сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста;
Идрисова Х.С. — сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста;
Асельдерова А.Ш. — редактирование статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Park SH, Kim KW, Chun YS, Kim JC. Human mesenchymal stem cells differentiate into keratocyte-like cells in keratocyte-conditioned medium. Exp Eye Res. 2012;101:16–26. doi: 10.1016/j.exer.2012.05.009.
2. Joyce NC, Harris DL, Markov V, Zhang Z, Saitta B. Potential of human umbilical cord mesenchymal stem cells to heal damaged corneal endothelium. Mol Vis. 2012;18: 547–564.
3. Liu XW, Zhao JL. [Transplantation of autologous bone marrow mesenchymal stem cells for the treatment of corneal endothelium damages in rabbits]. Zhonghua Yan Ke Za Zhi. 2007;43(6):540–545.
4. Krampera M, Franchini M, Pizzolo G, Aprili G. Mesenchymal stem cells: from biology to clinical use. Transfus. 2007;5(3):120–129. doi: 10.2450/2007.0029-07.
5. Javorková E, Holáň V. Perspektivy buněčné terapie v oftalmologii1. Využití kmenových buněk v regeneraci poškozeného povrchu oka [Perspectives of the Cell Therapy in Ophthalmology1. The Application of Stem Cells in the Regeneration of Damaged Surface of the Eye]. Cesk Slov Oftalmol. 2016 Feb;72(1):268–271. Czech.
6. Holan V, Trosan P, Cejka C, Javorkova E, Zajicova A, Hermankova B, Chudickova M, Cejkova J. A Comparative Study of the Therapeutic Potential of Mesenchymal Stem Cells and Limbal Epithelial Stem Cells for Ocular Surface Reconstruction. Stem Cells Transl Med. 2015 Sep;4(9):1052–1063. doi: 10.5966/sctm.2015-0039.
7. Javorkova E, Trosan P, Zajicova A, Krulova M, Hajkova M, Holan V. Modulation of the early inflammatory microenvironment in the alkali-burned eye by systemically administered interferon-γ-treated mesenchymal stromal cells. Stem Cells Dev. 2014 Oct 15;23(20):2490–2500. doi: 10.1089/scd.2013.0568.
8. Zhao Y, Ma L. Systematic review and meta-analysis on transplantation of ex vivo cultivated limbal epithelial stem cell on amniotic membrane in limbal stem cell deficiency. Cornea. 2015;34:592–600. doi: 10.1097/ICO.0000000000000398.
9. Moreira BB, Magallanes RS, Pereira NK, Oliveira LA, Souza LB. Limbal transplantation in a tertiary hospital in Brazil: In retrospect, we are currently conducting research and conducting Arq Bras Oftalmol in this area. 2015;78(4):207–211. doi: 10.5935/0004-2749.20150054.
10. Kheirkha A, Raju VK, Tseng SK. Minimal conjunctival limbal autograft with complete limbal stem cell deficiency. The cornea. 2008;27(6):730–733. doi: 10.1097/QAI.0b013e31815cea8b.
11. Sangwan VS, Basu S, Vemuganti GK, Sejpal K, Subramaniam SV, Bandyopadhyay S, Krishnaiah S, Gaddipati S, Tiwari S, Balasubramanian D. Clinical outcomes of xeno-free autologous cultivated limbal epithelial transplantation: a 10-year study. Br J Ophthalmol. 2011 Nov;95(11):1525–1529. doi: 10.1136/bjophthalmol-2011-300352.
12. Prabhasavat P, Ekpo P, Viprasertkul M, Khotikavanich S,Tesavibul N. Efficacy of cultured corneal epithelial stem cells for ocular surface reconstruction. Klin Ophthalmol. 2012;6:1483–492. doi: 10.2147/OPTH. C33951.
13. Seipal K, Ali MH, Maddileti S, Basu S, Ramappa M, Kekunnaya R, Vemuganti GK, Sangwan VS. Cultured limbal epithelial transplant-Treatment in children with burns of the eye surface. JAMA Ophthalmol. 2013;131(6):731–736. doi: 10.1001/Jamaophthalmol.2013.2308.
14. Beyazyıldız E, Pınarlı FA, Beyazyıldız O, Hekimoğlu ER, Acar U, Demir MN, Albayrak A, Kaymaz F, Sobacı G, Delibaşı T. Efficacy of topical mesenchymal stem cell therapy in the treatment of experimental dry eye syndrome model. Stem Cells Int. 2014;2014:250230. doi: 10.1155/2014/250230.
15. Muguruma Y, Yahata T, Miyatake H, Sato T, Uno T, Itoh J, Kato S, Ito M, Hotta T, Ando K. Reconstitution of the functional human hematopoietic microenvironment derived from human mesenchymal stem cells in the murine bone marrow compartment. Blood. 2006 Mar 1;107(5):1878–1887. doi: 10.1182/blood-2005-06-2211.
16. Lin N, Hu K, Chen S, Xie S, Tang Z, Lin J, Xu R. Nerve growth factor-mediated paracrine regulation of hepatic stellate cells by multipotent mesenchymal stromal cells. Life Sci. 2009 Aug 12;85(7–8):291–295. doi: 10.1016/j.lfs.2009.06.007.
17. Parr AM, Tator CH, Keating A. Bone marrow-derived mesenchymal stromal cells for the repair of central nervous system injury. Bone Marrow Transplant. 2007;40(7):609–619. doi: 10.1038/sj.bmt.1705757.
18. Dasari VR, Spomar DG, Cady C, Gujrati M, Rao JS, Dinh DH. Mesenchymal stem cells from rat bone marrow downregulate caspase-3-mediated apoptotic pathway after spinal cord injury in rats. Neurochem Res. 2007;32(12):2080–2093. doi: 10.1007/s11064-007-9368-z.
19. Sotozono C, Inatomi T, Nakamura T, Koizumi N, Yokoi N, Ueta M, Matsuyama K, Miyakoda K, Kaneda H, Fukushima M, Kinoshita S. Visual improvement after cultivated oral mucosal epithelial transplantation. Ophthalmology. 2013 Jan;120(1):193–200. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.07.053.
20. Sotozono C, Inatomi T, Nakamura T, Koizumi N, Yokoi N, Ueta M, Matsuyama K, Kaneda H, Fukushima M, Kinoshita S. Cultivated oral mucosal epithelial transplantation for persistent epithelial defect in severe ocular surface diseases with acute inflammatory activity. Acta Ophthalmol. 2014 Sep;92(6):e447–453. doi: 10.1111/aos.12397.
21. Svobodova E, Krulova M, Zajicova A, Pokorna K, Prochazkova J, Trosan P, Holan V. The role of mouse mesenchymal stem cells in differentiation of naive T-cells into anti-inflammatory regulatory T-cell or proinflammatory helper T-cell 17 population. Stem Cells Dev. 2012 Apr 10;21(6):901–910. doi: 10.1089/scd.2011.0157.
22. Uccelli A, Moretta L, Pistoia V. Mesenchymal stem cells in health and disease. Nat Rev Immunol. 2008;8:726–736. doi: 10.1038/nri2395.
23. Zhu H, Wang W, Tan Y, Su G, Xu L, Jiang ML, Li S, Meir YJ, Wang Y, Li G, Zhou H. Limbal Niche Cells and Three-Dimensional Matrigel-Induced Dedifferentiation of Mature Corneal Epithelial Cells. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2022 May 2;63(5):1. doi: 10.1167/iovs.63.5.1.
24. Wang J, Qi X, Dong Y, Cheng J, Zhai H, Zhou Q, Xie L. Comparison of the efficacy of different cell sources for transplantation in total limbal stem cell deficiency. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2019 Jun;257(6):1253–1263. doi: 10.1007/s00417-019-04316-z.
25. Utheim TP. Concise review: transplantation of cultured oral mucosal epithelial cells for treating limbal stem cell deficiency-current status and future perspectives. Stem Cells. 2015;33:1685–1695. doi: 10.1002/stem.1999.
26. Utheim TP, Utheim OA, Khan QE, Sehic A. Culture of oral mucosal epithelial cells for the purpose of treating limbal stem cell deficiency. J Funct Biomater. 2016;7(1):5. doi: 10.3390/jfb7010005.
27. Cabral JV, Jackson CJ, Utheim TP, Jirsova K. Ex vivo cultivated oral mucosal epithelial cell transplantation for limbal stem cell deficiency: a review. Stem Cell Res Ther. 2020;11:301. doi: 10.1186/s13287-020-01783-8.
28. Kheirkhah A, Raju VK, Tseng SC. Minimal conjunctival limbal autograft for total limbal stem cell deficiency. Cornea. 2008 Jul;27(6):730–733. doi: 10.1097/QAI.0b013e31815cea8b.
29. Efraim Y, Chen FYT, Stashko C, Cheong KN, Gaylord E, McNamara N, Knox SM. Alterations in corneal biomechanics underlie early stages of autoimmune-mediated dry eye disease. J Autoimmun. 2020 Nov;114:102500. doi: 10.1016/j.jaut.2020.102500.
30. Tata PR, Mou H, Pardo-Saganta A, Zhao R, Prabhu M, Law BM, Vinarsky V, Cho JL, Breton S, Sahay A, Medoff BD, Rajagopal J. Dedifferentiation of committed epithelial cells into stem cells in vivo. Nature. 2013 Nov 14;503(7475):218–223. doi: 10.1038/nature12777.
31. Nasser W, Amitai-Lange A, Soteriou D, Hanna R, Tiosano B, Fuchs Y, Shalom-Feuerstein R. Corneal-Committed Cells Restore the Stem Cell Pool and Tissue Boundary following Injury. Cell Rep. 2018 Jan 9;22(2):323–331. doi: 10.1016/j.celrep.2017.12.040.
32. Polisetti N, Giessl A, Li S, Sorokin L, Kruse FE, Schlotzer-Schrehardt U. Laminin-511-E8 promotes efficient in vitro expansion of human limbal melanocytes. Sci Rep. 2020;10:11074. doi: 10.1038/s41598-020-68120-0.
33. Xie HT, Chen SY, Li GG, Tseng SC. Isolation and expansion of human limbal stromal niche cells. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012 Jan 25;53(1):279–286. doi: 10.1167/iovs.11-8441.
34. Satake Y, Higa K, Tsubota K, Shimazaki J. Long-term outcome of cultivated oral mucosal epithelial sheet trans plantation in treatment of total limbal stem cell deficiency. Ophthalmology. 2011;118:1524–1530. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.01.039.
35. Meinhardt A, Eberle D, Tazaki A, Ranga A, Niesche M, Wilsch-Bräuninger M, StecA, Schackert G, Lutolf M, Tanaka EM. 3D reconstitution of the patterned neural tube from embryonic stem cells. Stem Cell Reports. 2014 Dec 9;3(6):987–999. doi: 10.1016/j.stemcr.2014.09.020.
36. Park M, Zhang R, Pandzic E, Sun M, Coulson-Thomas VJ, Di Girolamo N. Plasticity of ocular surface epithelia: using a murine model of limbal stem cell deficiency to delineate metaplasia and transdifferentiation. Stem Cell Reports. 2022;17:2451–2466. doi: 10.1016/j.stemcr.2022.09.011.
37. Mekonnen T, Lin X, Zevallos-Delgado C, Singh M, Aglyamov SR, Coulson-Thomas VJ, Larin KV. Longitudinal assessment of the effect of alkali burns on corneal biomechanical properties using optical coherence elastography. J Biophotonics. 2022 Aug;15(8):e202200022. doi: 10.1002/jbio.202200022.
38. Kastan N, Gnedeva K, Alisch T, Petelski AA, Huggins DJ, Chiaravalli J, Aharanov A, Shakked A, Tzahor E, Nagiel A, Segil N, Hudspeth AJ. Small-molecule inhibition of Lats kinases may promote Yap-dependent proliferation in postmitotic mammalian tissues. Nat Commun. 2021 May 25;12(1):3100. doi: 10.1038/s41467-021-23395-3.
39. Lin B, Srikanth P, Castle AC, Nigwekar S, Malhotra R, Galloway JL, Sykes DB, Rajagopal J. Modulating Cell Fate as a Therapeutic Strategy. Cell Stem Cell. 2018 Sep 6;23(3):329–341. doi: 10.1016/j.stem.2018.05.009.
40. Merrell AJ, Stanger BZ. Adult cell plasticity in vivo: de-differentiation and transdifferentiation are back in style. Nat Rev Mol Cell Biol. 2016;17:413–425. doi: 10.1038/nrm.2016.24.
41. Bhattacharya S, Mukherjee A, Pisano S, Dimri S, Knaane E, Altshuler A, Nasser W, Dey S, Shi L, Mizrahi I, Blum N, Jokel O, Amitai-Lange A, Kaganovsky A, Mimouni M, Socea S, Midlij M, Tiosano B, Hasson P, Feral C, Wolfenson H, Shalom-Feuerstein R. The biophysical property of the limbal niche maintains stemness through YAP. Cell Death Differ. 2023 Jun;30(6):1601–1614. doi: 10.1038/s41418-023-01156-7.
42. Moreira BB, Magallanes RS, Pereira NK, Oliveira LA, Souza LB. Limbal transplantation in a tertiary hospital in Brazil: In retrospect, we are currently conducting research and conducting Arq Bras Oftalmol in this area. 2015;78(4):207–11. doi: 10.5935/0004-2749.20150054.
43. Prabhasawat P, Ekpo P, Uiprasertkul M, Chotikavanich S, Tesavibul N. Efficacy of cultivated corneal epithelial stem cells for ocular surface reconstruction. Clin Ophthalmol. 2012;6:1483–1492. doi: 10.2147/OPTH.S33951.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Абдулаева Мадина Шамилевна
студентка 6-го курса
https://orcid.org/0009-0001-0100-4607

Абдулаева Патимат Магомедовна
студентка 6-го курса
https://orcid.org/0009-0006-6713-4320

Идрисова Хадижат Саадуевна
студентка 6-го курса
https://orcid.org/0009-0000-6233-5138

Асельдерова Аида Шамсутдиновна
кандидат медицинских наук, доцент, заведующая учебной частью
https://orcid.org/0009-0008-7334-6965

ABOUT THE AUTHORS

Abdulayeva Madina Sh.
6th-year student
https://orcid.org/0009-0001-0100-4607

Abdulayeva Patimat M.
6th-year student
https://orcid.org/0009-0006-6713-4320

Idrisova Khadizhat S.
6th-year student
https://orcid.org/0009-0000-6233-5138

Aselderova Aida Sh.
PhD, Associate Professor, head the educational part
https://orcid.org/0009-0008-7334-6965

КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА

DELPHANTO®

Дельфанто® 60мг* капсулы для приема внутрь

Содержит экстракт **MAQUIBRIGHT®**, который:

- Способствует восстановлению нормальной слезопродукции пациента[1,2,3,4]
- Способствует уменьшению испаряемости слезной жидкости за счет нормализации функции мейбомиевых желез[3]







Дельфанто® салфетки влажные стерильные для ухода за веками

Содержат масло чайного дерева[6]

Дельфанто® теплый аппликатор для глаз (многоразовое медицинское изделие)

Нагревается до безопасной температуры +43°С и держит тепло в течение 10-15 минут[5]

1. S. Hitoe, J. Tfnaka, H. Shimoda MaquiBright rM standardized maqui berry extractsignificantly increases tear fluid production and ameliorates dry eye-related symptoms in a clinical pilot trial, PANMINERVAMED 2014;56(Supp1.1 to No.3 2014):1-6

2. Yamashita Si, Suzuki N, Yamamoto K, Iio Si, Yamada T, Effects of MaquiBright® on improving eye dryness and fatigue in humans: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial, Journal of Traditional and Complementary Medicine (2018)

3. Бржеский В.В., Голубев С.Ю., Лебедев О.И., Милюдин Е.С., Апостолова А.С., Суров А.В., Ефимова Е.Л., Варлашина Е.В., Горбачевская И.Н., Кириченко В.О. Новые возможности комплексной терапии больных с синдромом сухого глаза различной этиологии. Офтальмология. 2020;17(3):481–489

4. Майчук Д.Ю., Лошкарева А.О., Тарханова А.А. Оценка эффективности применения антиоксиданта в комплексной терапии для снижения степени выраженности синдрома сухого глаза у пациентов с сопутствующим токсико-аллергическим компонентом и тяжёлой формой роговично-конъюнктивального ксероза. Офтальмология. 2021; 18(4): 938–945

5. Инструкция к Дельфанто® теплый аппликатор для глаз

6. Упаковка Дельфанто® салфетки влажные стерильные для гигиены век

РЕКЛАМА

delphanto.ru

*БАД. НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВОМ

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

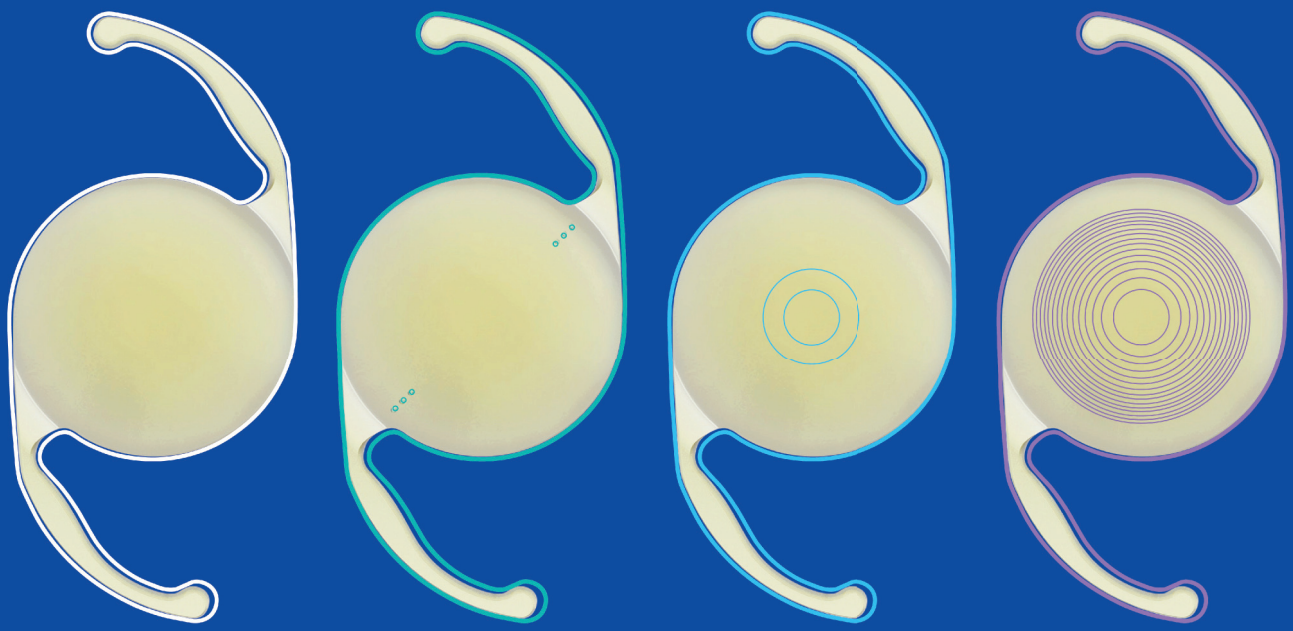
РЕКЛАМА

CLAREON®
COLLECTION



MONOFOCAL | TORIC | VIVITY | PANOPTIX

Непревзойденная прозрачность нового материала **Clareon®** в четырех дизайнах оптики[1-4]



1. Вернер Л., Тхаттамла И., Онг М. и др. Журнал «Катарактальная и рефракционная хирургия», 2019 г.; 45:1490–1497. 2. Ошика Т., Фудзита Й., Инамура М., Мията К. Журнал «Катарактальная и рефракционная хирургия», 2020 г.; 46:682–687. 3. Леманн Р., Максвелл А., Любек Д.М., и др. Эффективность и безопасность монофокальной интраокулярной линзы Clareon: результаты 12-месячного неконтролируемого клинического исследования на большой выборке. Журнал «Клиническая офтальмология», 2021 г.: 15:1647-1657. 4. Инструкции по применению ИОЛ Clareon®, Clareon® Toric, Clareon® Vivity, Clareon® PanOptix.

РЕКЛАМА

Предназначено для медицинских и фармацевтических работников.
ООО «Алкон Фармацевтика» 125315, г.Москва, просп. Ленинградский, д. 72, корп. 3. Тел.: (495) 961-13-33, факс (495) 961-13-39.
RU-CLI-2500011

Alcon

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

R-OPTICS

Реклама
ООО «Эр Оптикс» – официальный представитель компании Quantel Medical в России

Quantel medical

easyret®

577 нм желтый лазер



Уникальная комбинация паттерн-системы и субпорогового лазерного воздействия

Виды паттернов:

- Единичный
- Квадратный
- Круглый
- Тройная дуга
- Макулярная сетка

info@r-optics.ru
WWW.R-OPTICS.RU



ПИКЛОСЕПТ:

для чистого взгляда на большой мир



- Антисептик пиклоксидин: бережная защита глаз от инфекции с первых дней и на всю жизнь[1,5]
- Европейское качество по доступной цене[2,3]
- От компании-производителя – лидера назначений офтальмологами РФ: доверие, проверенное временем[4]

РЕКЛАМА

1. Листок-вкладыш лекарственного препарата Пиклосепт. Государственный реестр лекарственных средств. https://grls.minzdrav.gov.ru/GRLS.aspx.
2. По данным ГРЛС от 10.06.2025, субстанция пиклоксидин производства Испания. https://grls.minzdrav.gov.ru/GRLS.aspx
3. По данным Alpharm sell-out' от 10.06.2025.
4. Ipsos Comcon 2025, мониторинг назначений врачей-офтальмологов РФ от 10.06.2025.
5. Александер-Синклер Э.И., Околов И.Н., Переплетчикова Д.А., Гречаная Ю.С., Журенков К.Э., Блинова М.И. Воздействие антисептиков на эпителиальные клетки роговицы и конъюнктивы человека in vitro. Вестник офтальмологии. 2021;137(5):86-92.

115432, МОСКВА, ПРОЕКТИРУЕМЫЙ 4062-Й ПРОЕЗД, Д. 6, СТР. 16, ЭТАЖ 4, КОМ. 12 WWW.SENTISS.RU
ТЕЛ.: +7 (495) 229-7663 E-MAIL: SENTISS@SENTISS.RU

SENTISS

ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ

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

КВИНАКС

СРЕДСТВО ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ КАТАРАКТЫ
КАПЛИ ГЛАЗНЫЕ 0,015%

Основные показания к применению

Катаракты: старческая, травматическая, врожденная, вторичная.

Условия отпуска препарата в аптеках

По рецепту

Фармакотерапевтическая группа

Средство для лечения катаракты

Документ о регистрации

ЛП-№(007560)-(РГ-RU)

КВИНАКС.РФ



Квинакс 0,015% капли глазные 5 мл с крышкой-капельницей

Квинакс 0,015% капли глазные 10 мл с дозатором

РЕКЛАМА

КВИНАКС - российский лекарственный препарат в форме глазных капель, содержащих 0,015% Азапентацена, разработанный для лечения катаракты.
КВИНАКС обеспечивает защиту белков хрусталика от окисления и деградации[1], препятствуя образованию непрозрачных комплексов, вызывающих помутнение хрусталика.
КВИНАКС активирует протеолитические ферменты водянистой влаги[1].

[1]- ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕДИЦИНСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА КВИНАКС

pph.group ПРОФИТ-ФАРМ

ООО "ПРОФИТ-ФАРМ" 123423, Москва, Карамышевская набережная, дом 44, 8 этаж

www.pph.group

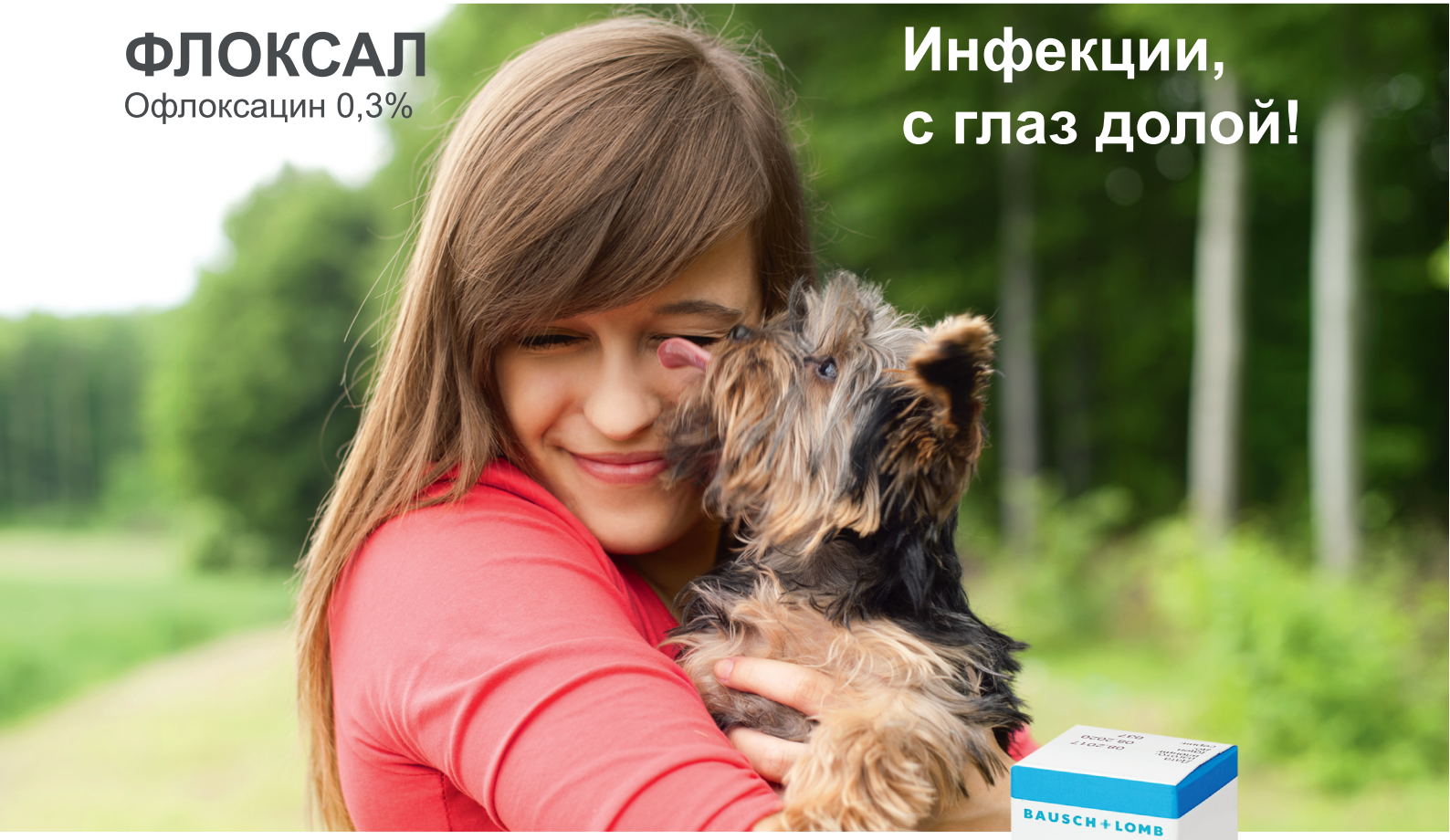
ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

BAUSCH+LOMB

ФЛОКСАЛ

Офлоксацин 0,3%

Инфекции, с глаз долой!



99,8% *H. influenzae* и 99,5% *S. pneumoniae* имеют высокую чувствительность к офлоксацину по данным исследования[1]

Назначение с 1 года жизни[2]

Удобство в назначении: капли + мазь, можно комбинировать лечение[3]



Капли: лекарственное средство. РУ: П N 015920/02 от 16.11.2009.

Мазь: лекарственное средство. РУ: П N 015920/01 от 16.11.2009.

Ссылки: 1. Адаптировано с сокращениями из: Randall K Thomas et al. Antibiotic resistance among ocular pathogens: current trends from the ARMOR surveillance study (2009-2016).Clinical Optometry 2019:11 15–26. 2. Инструкция по применению лекарственного препарата Флоксал, капли глазные, РУ П N015920/02 от 16.11.2009. 3. Инструкция по применению лекарственного препарата Флоксал, мазь глазная, РУ П N015920/01 от 16.11.2009.

Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Флоксал капли для глаз

Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Флоксал мазь для глаз

Полную информацию Вы можете получить в ООО «Бауш Хелс»: Россия, 115093, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Даниловский, ул. Павловская, д. 7, стр. 1, помещ. 1Н. Тел.: +7 495 510 2879; http://bauschhealth.ru/

RUS-OPH-FLX-FLX-09-2024-5282

РЕКЛАМА

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

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



ПОМОЩЬ ПРИ ТРАВМАХ ГЛАЗА



Корнерегель способствует заживлению при травмах и ожогах глаза[1,2]

Максимальная концентрация декспантенола 5% для заживления роговицы[1,3]

Глазной гель **производства Германии**[1]

Дистрофия роговицы

Рецидивирующие эрозии

Поражение роговицы при ношении контактных линз

В качестве вспомогательной терапии **для стимуляции заживления** роговицы и конъюнктивы при их травмах и ожогах (химических и термических)

Вспомогательное средство **при лечении инфекционных поражений** роговицы бактериального, вирусного или грибкового происхождения

Карбомер продлевает действие декспантенола

RUS-OPH-CRN-CRN-07-2025-5768

1. Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Корнерегель, гель глазной 5%, РУ (ЛП-№(007455)-(РГ-RU) от 07.04.2025. **2.** В качестве вспомогательной терапии. 3. 5% - максимальная концентрация декспантенола среди глазных форм ЛС и МИ по данным Государственного реестра лекарственных средств, Государственного реестра медицинских изделий, а также по данным из открытых источников производителей (официальных сайтов, публикаций), июль 2025. Аверич В.В. Синдром «сухого глаза» при кератоконусе: аспекты этиологии и медикаментозной коррекции. Клиническая офтальмология. 2022; 22(2): 122-126

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

LUXSMART™ PRELOADED

BAUSCH + LOMB
Видеть лучше. Жить лучше

5 ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ИОЛ LUXSMART™ ПО СРАВНЕНИЮ С МОНОФОКАЛЬНЫМИ ИОЛ[1,2]

- Значительно выше показатели зрения на средних дистанциях – 60 см (DCIVA[3] и UIVA[4])
- Сравнимые высокие уровни зрения вдаль (UDVA[5] и CDVA[6])
- Аналогичный профиль дисфотопсии с меньшей частотой оптических побочных эффектов
- Высокая степень удовлетворенности пациентов зрением в повседневной жизнедеятельности
- Повышенная независимость от очков на дальних и промежуточных расстояниях

Технология полностью рефракционной оптики (ПРО)

Нет дифракционного оптического профиля. ИОЛ обладает рефракционной поверхностью по всей оптике линзы

A Зона удлинённого фокуса

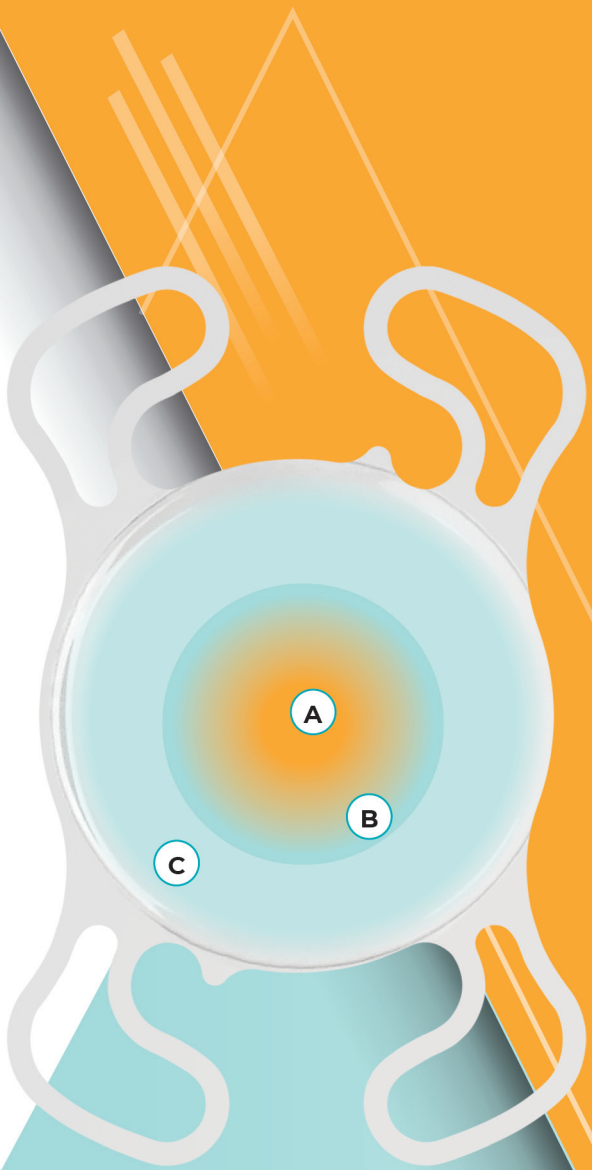
2 мм в центре: комбинация сферических аберраций 4 и 6 порядков с противоположными знаками

B Запатентованная переходная зона

Предназначена для управления траекторией световых лучей, чтобы гарантировать, что ни один луч не находится за пределами поля зрения (нет потери света)

C Периферия

Рефракционная асферическая поверхность



3DCIVA – корригированная острота зрения на среднем расстоянии для дали.
4UIVA – некорригированная острота зрения на среднем расстоянии.
5UDVA – некорригированная острота зрения вдаль.
6CDVA – корригированная острота зрения вдаль

LUXSMART™ Preloaded – Предзагруженная ИОЛ ЛЮКССМАРТ™

Интрукция по эксплуатации: https://roszdravnadzor.gov.ru/services/misearch
Ключевое слово: LUXSMART

РУ Регистрационное удостоверение: РЗН 2023/19487 от 03.02.2023

Набор офтальмологический для катарактальной хирургии в вариантах исполнения: LUXSMART™ в составе: Линза интраокулярная LUXSMART™ YELLOW, Система поставки для имплантации интраокулярных линз (Accuject Pro одноразовая), Инструкция по применению

Россия, 115093, г. Москва
ул. Павловская, д. 7, стр. 1
www.bausch.ru

1. Volkan Tahmaz, Sebastian Siebelmann, Konrad R. Koch, Claus Cursiefen, Achim Langenbucher & Robert Hoerster (2022): Evaluation of a Novel Non-Diffractive Extended Depth of Focus Intraocular Lens – First Results from a Prospective Study, Current Eye Research, DOI: 10.1080/02713683.2022.2074046.
2. Campos N., Loureiro T., Rodrigues-Barros S., Carreira A. R., Moraes F., Carreira, P., & Machado I. (2021). Preliminary clinical outcomes of a new enhanced depth of focus intraocular lens. Clinical Ophthalmology (Auckland, NZ), 15, 4801.

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

РЕКЛАМА

УЧЕБНО-СИМУЛЯЦИОННЫЙ ЦЕНТР ЕКАТЕРИНБУРГСКОГО ЦЕНТРА МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»



Курс WETLAB «Современные аспекты хирургии глаукомы» (18 часов) 4–6 ноября 2025 года

Место: Учебно-симуляционный центр Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза».

Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза» приглашает офтальмохирургов на новый специализированный курс, посвященный современным принципам и техникам хирургического лечения глаукомы. Это интенсивный практикум для врачей, стремящихся к совершенствованию своих хирургических навыков под руководством признанных экспертов.

Программа курса охватывает:

• Современные алгоритмы лечения (консервативные, лазерные, хирургические) различных видов глаукомы.

• Особенности ведения случаев с открытым и закрытым углом передней камеры.

• Практическую отработку техник микроинвазивной хирургии глаукомы.

• Выполнение операций на биологических моделях: непроникающая глубокая склерэктомия (НГСЭ) и трабекулотомия ab interno.

Уникальный формат обучения.

Программа построена по принципу полного погружения: от теории к практике под непосредственным руководством хирургов-экспертов.

• Теоретический модуль: концентрация ключевых знаний.

• «Живая хирургия» в онлайн-формате: наблюдение за операциями в реальном времени с возможностью интерактивного общения с оперирующим хирургом.

• Практический модуль на изолированных глазах: отработка полученных знаний и навыков.

Обучение проводят ведущие специалисты-практики:

• Иванов Дмитрий Иванович, д. м. н., заведующий II хирургическим отделением, заслуженный врач РФ;

• Никулин Максим Евгеньевич, к. м. н., заведующий I хирургическим отделением.

После прохождения полного курса обучения и успешной итоговой аттестации курсантам выдается документ о повышении квалификации установленного образца с внесением сведений об образовании в Федеральную информационную систему «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и/или о квалификации, документах об обучении».

Заявку направляйте через сайт Центра:
https://www.eyeclinic.ru/specialist/obuchenie/zayavka-na-obuchenie/
По всем вопросам пишите на e-mail: **wetlab_mntk@mail.ru**

Лицензия на образовательную деятельность ЛО35-01277-66/00634269 от 28.12.2022
АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»
620149, Россия, г. Екатеринбург, ул. Академика Бардина, 4а.

РЕКЛАМА

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России
Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов»

НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНГРЕСС С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

3–4 марта 2026 г.

Гостиница «Рэдиссон Славянская» Москва, площадь Евразии д. 2

www.avo-conference.ru

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЕТСКОЙ ОФТАЛЬМОЛОГИИ

2-3 апреля 2026 г.

ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России
Москва, ул. Садовая-Черногрязская 14/19, конференц-зал

www.avo-pediatric.ru

Министерство здравоохранения Российской Федерации
ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России
ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, кафедра глазных болезней ФДПО
Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей-офтальмологов»

РООФ 2026

XIX Российский общенациональный офтальмологический форум

Москва, 23–25 сентября 2026 г.
Гостиница «Рэдиссон Славянская» Москва, площадь Евразии д. 2
www.avo-roof2026.ru

Реклама

ПРОТЕКТОР ЭПИТЕЛИЯ РОГОВИЦЫ *СФЕРО®* ОКО

БИОМИМЕТИК ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИИ



ИННОВАЦИОННОЕ СРЕДСТВО С КОМПЛЕКСНЫМ ДЕЙСТВИЕМ:

ПРОТЕКТОР	РЕПАРАНТ	РЕГИДРАНТ
Защищает	Восстанавливает	Увлажняет

СТИМУЛИРУЕТ РЕГЕНЕРАЦИЮ НА КЛЕТОЧНОМ И МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ

СВОЙСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Уникальный, не имеющий аналогов по составу и действию
- Ярко выраженный регенерирующий эффект
- Гипоаллергенный
- Стерильный (радиационная стерилизация)
- Удобная упаковка в стрип-монодозах
- Не содержит консервантов

СФЕРО® ОКО

протектор эпителия роговицы
гелевый

РЕКЛАМА

БИОМИР сервис

Россия, 143090, Московская обл.
г. Краснознаменск, ул. Строителей, д. 10, корп. 1
Тел.: +7 499 252-36-09, +7 495 111-64-95

www.biomir.biz

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





Декспантенол – увлажнение и питание кожи век



Препарат серы – при лечении демодекоза

ГИПОАЛЛЕРГЕННЫЙ СОСТАВ

айбифарм®

Реклама.
Больше информации на сайте.

www.vekingel.ru