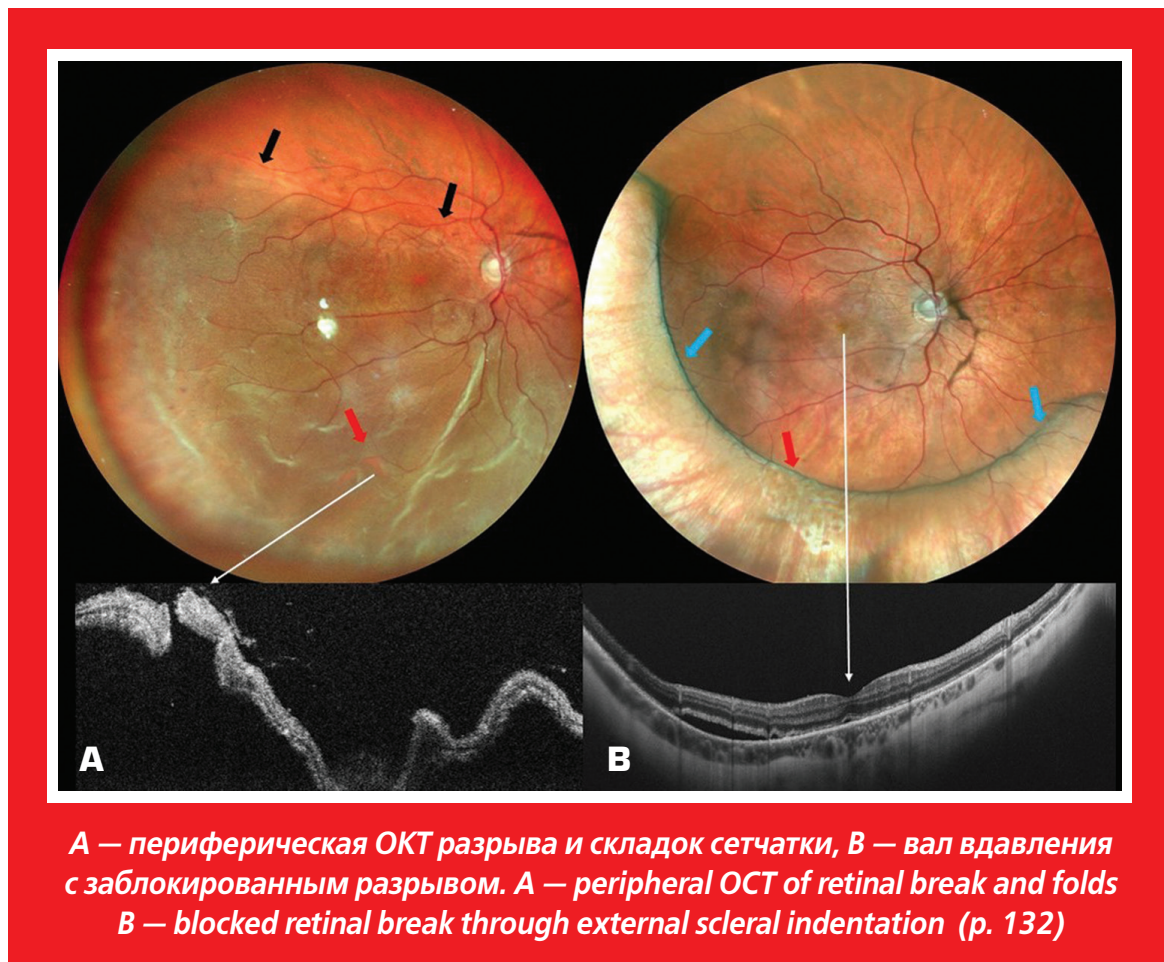


ОФТАЛЬМОЛОГИЯ OPHTHALMOLOGY IN RUSSIA

Volume 22, Number 1 (March), 2025

Том 22, номер 1 (март), 2025 год



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



ГИПОАЛЛЕРГЕННЫЙ
СОСТАВ



Дексапантенол –
увлажнение
и питание
кожи век



Препарат серы –
при лечении
демодекоза

айби фарм®

Реклама.
Больше информации на сайте.



www.vekingel.ru

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ OPHTHALMOLOGY

Том 22, номер 1, 2025

Volume 22, Number 1, 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 реферировается 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-rg.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.ophtalmojournal.com>,

а при наличии перевода статьи авторами (или редакцией) на английский язык она может быть также размещена на сайте журнала.

Отпечатано в ООО «Издательство "Трида"»:

пр-т Чайковского, 9, оф. 514, Тверь, 170034,

Российская Федерация.

Выход в свет: 28.03.2025.

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

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

Мошетьева 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

Том 22, номер 1, 2025

Volume 22, Number 1, 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-ru.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.ophtalmojournal.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: March 28, 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. Kuryшева — 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 1, 2025

Volume 22, Number 1, 2025

ОБЗОРЫ

Н.И. Курышева, А.В. Корнеева, С.И. Пономарева, Х.М. Плиева, В.Е. Ким, И.Д. Ким, М.В. Чеботарева Современные возможности и перспективы нейрорепрогностической терапии при глаукоме. Обзор литературы. Часть 1	5
Ю.Н. Юсеф, Г.В. Воронин, А.В. Волжанин, Ш.Р. Зелмиханов, Е.А. Будникова, А. Хамди Современные направления совершенствования интраокулярных линз. Обзор литературы	16
Т.Ю. Шилова, М.А. Шилова Проблема циклоторсии при коррекции миопии и миопического астигматизма методом SMILE	24

ОФТАЛЬМОХИРУРГИЯ

Д.Ф. Белов, В.П. Николаенко, Д.Е. Дмитриева Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз	29
А.С. Головин Экстраклеральное пломбирование при рецидивах отслойки сетчатки после ранее выполненного эндовитреального вмешательства у пациентов с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии	35
Ю.В. Козлова, С.В. Чурашов, А.Н. Куликов, А.Ю. Малафеева, В.В. Карпович, А.Г. Янушко Аутолимбальная трансплантация и двухкомпонентный аутофибриновый клей в лечении неоднократно рецидивирующего птеригиума	41
К.Б. Першин, Ю.С. Кудрявцева, Н.Ф. Пашина, А.Ю. Цыганков, Е.А. Антонов Рефракционная экстракция лентикулы роговицы методом CLEAR: Анализ собственных данных 700 пациентов	47
Д.В. Петрачков, В.М. Филиппов Влияние объема интраоперационной лазеркоагуляции сетчатки на частоту осложнений хирургического лечения диабетической ретинопатии	54
А.Ю. Расческов, А.А. Расческов, И.А. Лоскутов Реактивация шунтов в хирургии глаукомы	63
Ю.Н. Юсеф, Г.В. Воронин, М.К. Берсункаев, А.В. Волжанин Влияние вида факоэмульсификации катаракты на эффективность предшествующей антиглаукомной операции	69

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

А.В. Трубилин, В.Н. Трубилин, Е.Г. Полунина, Е.А. Каспарова, Д.В. Анджелова, К.А. Мирзабекова, Ю.В. Евстигнеева, К.В. Чиненова, И.А. Лещенко Новая комплексная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 2. Алгоритм лечения — мнение экспертов-офтальмологов	74
И.Э. Азнаурян, С.И. Рычкова, С.Г. Агагулян, В.О. Баласанян, Н.И. Курышева, А.Б. Лавер Анализ эффективности использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва	84
Л.А. Голота, Н.В. Помыткина, Л.П. Данилова Клиническая оценка эффективности комбинированного лечения неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации	92
А.В. Дога, С.А. Борзенков, И.А. Мушкова, А.Н. Каримова, М.Р. Образцова, М.Х. Хубецова, Д.С. Островский Импрессионная цитология бульбарной конъюнктивы у пациентов рефракционного профиля	100
С.И. Закиева, А.Д. Алиев, А.К. Ахмедов, М.М. Магомедова, М.Т. Микаилова Оценка эффективности комбинированного лечения диабетического макулярного отека	108
С.А. Кочергин, А.А. Овсянко, М.В. Гусаков Комплексный подход в лечении патологии макулярного интерфейса у пациента с пигментным ретинитом	114
А.Н. Куликов, В.Р. Жалимова, Д.С. Мальцев Морфофункциональные результаты антиангиогенной терапии у пациентов с далекозашедшей неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией	120
Н.В. Нероева, О.В. Зайцева, А.И. Ушаков, С.В. Милаш Преимущества мультимодальной визуализации в диагностике регматогенной отслойки сетчатки	127
В.Г. Лихванцева, С.Г. Капкова, Е.Б. Третьяк, В.И. Наумова, Х.М. Плиева, Т.Е. Борисенко Изучение роли персонализированных факторов риска неудовлетворительного ответа на ангиостатическую терапию на основе регрессионных моделей заболевания	136
И.Г. Овечкин, Д.А. Шавшина, Е.И. Беликова, В. Кумар Клинико-физиологическое обоснование возможности применения офтальмохромотерапии в комплексном восстановительном лечении пациентов зрительно-напряженного труда	143
И.Г. Овечкин, Д.Ф. Покровский, Н.И. Овечкин, Д.А. Шавшина, Ю.Ю. Кисляков Офтальмоэргонимический тест «Глазомер»: клиническое нормирование, перспективы применения	149
В.В. Нероев, Н.И. Овечкин Основные показатели, определяющие качество жизни пациента зрительно-напряженного труда после факоэмульсификации двухсторонней катаракты	154
И.Е. Панова, Э.В. Бойко, Е.В. Самкович, В.Г. Гвазава Изолированная транспуиллярная фотодинамическая терапия в локальном лечении меланомы хориоидеи	159
Э.Ю. Санторо, И.В. Кинчина Паттерны фoveальной эверсии у больных с диабетическим макулярным отеком	169
Т.Н. Юрьева, Ю.М. Коняева, И.М. Михалевич, Л.И. Давыдова Факторы риска развития силикон-индуцированной глаукомы: ретроспективный анализ	175
А.В. Малышев, А.С. Апостолова, А.А. Сергиенко, А.Ф. Тешев, Г.Ю. Карапетов, М.К. Ашхамахова, Б.Н. Хацукова Клинический случай развития односторонней псевдоэкзофалиативной глаукомы у молодого пациента после двусторонней сквозной кератопластики	184
Ю.Ю. Калинин, С.Б. Измайлова, Л.Ф. Рагимова, З.М. Исмаилова, С.Ю. Калиникова, Д.А. Сагоненко Клинико-функциональные результаты комбинированного хирургического лечения пациента с кератоконусом: опыт 10-летнего наблюдения	191
Б.Э. Малюгин, А.В. Головин, О.Н. Нефедова, Ф.Л. Мюллер Фемтолазер-ассистированная хирургия первого этапа кератопротезирования. Результаты первых клинических случаев	200
Б.Э. Малюгин, А.А. Халецкая, Р.С. Исабеков, Т.Я. Кузнецов Трансплантация десцеметовой мембраны с эндотелием под контролем интраоперационной оптической когерентной томографии и последующая факоэмульсификация катаракты при манифестации иридокорнеального эндотелиального синдрома Чандлера после лазерной кераторефракционной операции. Клинический случай	207
А.С. Стоюхина, О.В. Эксаренко, Д.В. Анджелова Ультразвуковая биомикроскопия переднего отрезка глаза в диагностике сенильных склеральных бляшек. Клинический случай	215

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ OPHTHALMOLOGY

IN RUSSIA

Том 22, номер 1, 2025

Volume 22, Number 1, 2025

OVERVIEW

N.I. Kuryshva, A.V. Korneeva, S.I. Ponomareva, H.M. Plieva, V.E. Kim, I.D. Kim, M.V. Chebotareva Current Opportunities and Future Prospects of Neuroprotective Therapy in Glaucoma. Literature Review. Part 1	5
Yu.N. Yusef, G.V. Voronin, A.V. Volzhanin, S.R. Zelimkhanov, E.A. Budnikova, A. Hamdi Modern Directions of Intraocular Lenses Improvement. Literature Review	16
T.Yu. Shilova, M.A. Shilova The Problem of Cyclotorsion in the Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by the SMILE Method	24

OPHTHALMOSURGERY

D.F. Belov, V.P. Nikolaenko, D.E. Dmitrieva Accuracy of 10 Intraocular Lens Power Calculation Formulas	29
A.S. Golovin Scleral Buckling for Retinal Detachment Recurrence after Previously Performed Vitreoretinal Surgery in Patients with Advanced Stage of Proliferative Diabetic Retinopathy	35
Yu.V. Kozlova, S.V. Churashov, A.N. Kulikov, A.Yu. Malafeeva, A.G. Ianushko Autolimbic Transplantation and Two-component Autofibrin Glue in the Treatment of Repeatedly Recurrent Pterygium	41
K.B. Pershin, Yu.S. Kudryavtseva, N.F. Pashinova, A.Ju. Tsygankov, E.A. Antonov Refractive Corneal Lenticule Extraction by CLEAR: Analysis of our own Data 700 Patients	47
D.V. Petrachkov, V.M. Filippov Influence of Intraoperative Retinal Laser Photocoagulation Area and Localisation on the Complications Frequency of Surgical Treatment for Diabetic Retinopathy	54
A.Yu. Rascheskov, A.A. Rascheskov, I.A. Loskoutov Reactivation of Shunts in Glaucoma Surgery	63
Yusef Naim Yu., G.V. Voronin, M.K. Bersunkaev, A.V. Volzhanin Effect of Phacoemulsification Subtype on the Efficacy of Previously Performed Glaucoma Surgery	69

CLINICAL STUDIES

V.N. Trubilin, E.G. Polunina, A.V. Trubilin, E.A. Kasparova, D.V. Andzhelova, K.A. Mirzabekova, Yu.V. Evstigneeva, K.V. Chinenova, I.A. Leshenko New Comprehensive Clinical Classification of the Dry Eye Syndrome Severity 2024. Part 2. Treatment Algorithm — the Opinion of Ophthalmologists	74
I.E. Aznauryan, S.I. Rychkova, S.G. Agagulyan, V.O. Balasanyan, N.I. Kuryshva, A.B. Laver Analysis of the Effectiveness of the Use of Liquid Crystal Glasses in the Functional Treatment of Congenital Partial Atrophy of the Optic Nerve	84
L.A. Golota, N.V. Pomytkina, L.P. Danilova Clinical Evaluation of the Effectiveness of Neovascular Age-related Macular Degeneration Combined Treatment	92
A.V. Doga, S.A. Borzenok, I.A. Mushkova, A.N. Karimova, M.R. Obraztsova, M.Kh. Khubetsova, D.S. Ostrovskiy Impression Cytology of Bulbar Conjunctiva in Refractive Patients	100
S.I. Zakieva, A.D. Aliev , A.K. Ahmedov, M.M. Magomedova, M.T. Mikailova Investigation of the Effectiveness of the Combined Treatment of Diabetic Macular Edema	108
S.A. Kochergin, A.A. Ovsyanko, M.V. Gusakov Complex Method of Treatment of Macular Interface Pathology in a Patient with Retinitis Pigmentosa	114
A.N. Kulikov, V.R. Zhalimova, D.S. Maltsev Short-term Outcomes of Anti-VEGF therapy in Neovascular Age-related Macular Degeneration with Initially Low Visual Acuity	120
N.V. Neroeva, O.V. Zaytseva, A.I. Ushakov, S.V. Milash The Advantages of Multimodal Imaging in the Diagnosis of Rhegmatogenous Retinal Detachment	127
V.G. Likhvantseva, S.G. Kapkova, E.B. Tretyak, V.I. Naumova, H.M. Plieva, T.E. Borisenko To Study the Role of Personalized Risk Factors for Poor Response to Angiostatic Therapy Based on Regression Models of the Disease	136
I.G. Ovechkin, D.A. Shavshina, E.I. Belikova, V. Kumar Clinical and Physiological Rationale for the Use of Ophthalmochromotherapy in the Complex Rehabilitation Treatment of Patients with Visually Intense Work with Accommodative Asthenopia	143
I.G. Ovechkin, D.F. Pokrovsky, N.I. Ovechkin, D.A. Shavshina, Yu.Yu. Kislyakov Ophthalmoeconomic Test "Glazomer": Clinical Standardization, Application Prospects	149
V.V. Neroev, N.I. Ovechkin Key Indicators Determining the "quality of life" of a Patient with Visually Intense Work after Phacoemulsification of Bilateral Cataracts	154
I.E. Panova, E.V. Samkovich, E.V. Boiko, V.G. Gvazava Isolated Transpupillary Photodynamic Therapy in Local Treatment of Choroidal Melanoma	159
E.Yu. Santoro, I.V. Kinchina Patterns of Foveal Eversion in Patients with Diabetic Macular Edema	169
T.N. Yurieva, I.M. Koniaeva, I.M. Mihalevich, L.I. Davidova Risk Factors for the Development of Silicone Oil Induced Glaucoma: A Retrospective Analysis	175
A.V. Malyshev, A.S. Apostolova, A.A. Sergienko, A.F. Teshev, G.Yu. Karapetov, M.K. Ashkhamakhova, B.N. Hatsukova A Clinical Case of the Development of Unilateral Pseudoexfoliative Glaucoma in a Young Patient after Bilateral Penetrating Keratoplasty	184
Yu.Yu. Kalinnikov, S.B. Izmailova, L.F. Ragimova, Z.M. Ismailova, S.Yu. Kalinnikova, D.A. Sagonenko Clinical and Functional Results of Combined Surgical Treatment of a Patient with Keratoconus: 10-year Follow-up Experience	191
B.E. Malyugin, A.V. Golovin, O.N. Nefedova, F. Müller Femtolasers Assisted Surgery of the First Stage of Keratoprosthesis. Results of the First Clinical Cases	200
B.E. Malyugin, A.A. Khaletskaya, R.S. Isabekov, T.Ya. Kuznetsov Transplantation of Descemet's Membrane with Endothelium and Subsequent Cataract Phacoemulsification under the Control of Intraoperative Optical Coherence Tomography in Patient with of Chandler's Iridocorneal Endothelial Syndrome Manifestation after Laser Keratorefractive Surgery. Clinical Case	207
A.S. Stoyukhina, D.V. Andzhelova, O.V. Eksarenko Ultrasound Biomicroscopy Eye Anterior Segment in the Diagnosis of Senile Scleral Plaques. Clinical Case	215

Современные возможности и перспективы нейропротекторной терапии при глаукоме. Обзор литературы. Часть 1

Н.И. Курышева^{1,2}А.В. Корнеева^{1,2}, С.И. Пономарева², Х.М. Плиева^{1,2}, В.Е. Ким^{1,2}, И.Д. Ким^{1,2}, М.В. Чеботарева¹

¹ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ Государственный научный центр «Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства
Живописная ул., 4Б, стр. 8, Москва, 123098, Российская Федерация

² Центр офтальмологии, ФГБУ Государственный научный центр «Федеральный медицинский биофизический центр
имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):5–15

Данный литературный обзор посвящен одной из наиболее сложных проблем офтальмологии — нейропротекторному и нейрорегенераторному лечению глаукомы и состоит из двух частей. В первой части рассматриваются основные механизмы нейродегенерации и важнейшие аспекты терапевтического контроля, имеющие отношение к данным механизмам (эксайтотоксичность, митохондриальная дисфункция, оксидативный стресс). Основной задачей проведенного анализа литературы является предоставление всестороннего обзора как имеющихся нейропротекторных стратегий, так и перспективных направлений терапии на основе нейропротекторных препаратов в потенциальном лечении глаукомы. Многогранность подходов к нейропротекции демонстрирует большой потенциал разработки и внедрения в клиническую практику эффективного лечения нейродегенерации с целью сохранения зрительных функций у пациентов с глаукомой.

Ключевые слова: глаукома, нейропротекция, нейродегенерация, апоптоз, глаукомная оптическая нейропатия, ганглиозные клетки сетчатки

Для цитирования: Курышева Н.И., Корнеева А.В., Пономарева С.И., Плиева Х.М., Ким В.Е., Ким И.Д., Чеботарева М.В. Современные возможности и перспективы нейропротекторной терапии при глаукоме. Обзор литературы. Ч. 1. *Офтальмология*. 2025;22(1):5–15. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-5-15>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Current Opportunities and Future Prospects of Neuroprotective Therapy in Glaucoma. Literature Review. Part 1

N.I. Kuryshva^{1,2}, A.V. Korneeva^{1,2}, S.I. Ponomareva², H.M. Plieva^{1,2}, V.E. Kim^{1,2}, I.D. Kim^{1,2}, M.V. Chebotareva¹

¹ 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

² Ophthalmological Center, Burnazyan Federal Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):5–15

This literature review is devoted to one of the most complex ophthalmology problems — neuroprotective and neuroregenerative treatment of glaucoma and consists of two parts. The first part considers the main mechanisms of neurodegeneration and the main aspects of therapeutic control related to these mechanisms (excitotoxicity, mitochondrial dysfunction, oxidative stress). The main aim of the conducted literature analysis is to provide a comprehensive overview of both existing neuroprotective strategies and promising areas of therapy based on neuroprotective agents in the potential treatment of glaucoma. A wide range of approaches to neuroprotection demonstrates the great potential for effective treatment of neurodegeneration in order to preserve visual functions in patients with glaucoma.

Keywords: glaucoma, neuroprotection, neurodegeneration, apoptosis, glaucomatous optic neuropathy, retinal ganglion cells

For citation: Kuryshva N.I., Korneeva A.V., Ponomareva S.I., Plieva H.M., Kim V.E., Kim I.D., Chebotareva M.V. Current Opportunities and Future Prospects of Neuroprotective Therapy in Glaucoma. Literature Review. Part 1. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):5–15. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-5-15>

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

There is no conflict of interests.

Согласно данным многоцентровых исследований даже при нормализации офтальмотонуса не всегда удается добиться стабилизации глаукомного процесса [1]. В связи с этим предметом исследований и обсуждений являются альтернативные стратегии лечения глаукомной оптической нейропатии (ГОН), наиболее перспективной из которых является нейропротекция, которая призвана обеспечить защиту нейронов сетчатки и нервных волокон зрительного нерва от повреждающего действия различных факторов [2–4]. Согласно одобренным Минздравом России клиническим рекомендациям назначением нейропротективной терапии является стабилизация глаукомного процесса и замедление разрушения зрительных функций [5, 6].

Термин «нейропротекция» пришел из неврологии, в которой под нейропротекторной терапией понимают мероприятия, направленные на предотвращение каскада реакций, приводящих к поражению нейронов и вызванных, главным образом, ишемией. При этом целью нейропротекции является сохранение не только структуры, но и функции нейронов, то есть она направлена на сохранение не только самого нейрона, но и его связи с другими нейронами. Более того, должны быть сохранены биохимические и биофизические процессы передачи нервного импульса. При глаукоме под нейропротекцией понимают защиту нейронов сетчатки и нервных волокон

зрительного нерва (иными словами, ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) и их аксонов) от повреждающего действия различных факторов, а также нормализацию нейронально-глиального взаимодействия и стимуляцию клеток макроглии для защиты нейронов (ГКС) от токсических проявлений глутамата и прочих патологических агентов. При этом нейропротекторное лечение должно осуществляться в рамках так называемого «терапевтического окна», когда поражение нервной ткани еще не стало необратимым. Итак, условиями, необходимыми для достижения нейропротекторной эффективности препарата, являются анатомическая и функциональная сохранность нейрона, его аксонов и дендритов, а также биохимических и биофизических процессов, обеспечивающих передачу нервного импульса.

Таким образом, нейропротекция представляет собой сумму всех механизмов, направленных против повреждающих факторов с целью повышения адаптации нейрона к новым функциональным условиям. В связи с этим важным является понимание патофизиологических механизмов, которые вызывают клеточную смерть, и основных аспектов терапевтического контроля, имеющих отношение к данным механизмам.

Глаукомное поражение (или ГОН) включает в себя потерю ГКС и их аксонов, ремоделирование тканей, приводящее к формированию глаукомной экскавации головки

зрительного нерва, истончение сетчатки и зрительного нерва за счет потери слоя ГКС, их аксонов и дендритов, а также потерю клеток в наружных колленчатых телах. Все перечисленные признаки глаукомного поражения, по всей вероятности, являются следствием неких триггерных механизмов, приводящих к усилению окислительного стресса и повышению уровня таких свободных радикалов, как супероксид анион (O_2^-), особенно в митохондриях аксонов ГКС, снижая тем самым накопление энергии в клетках. Примечательно, что наиболее ранние патологические механизмы при глаукоме развиваются именно в митохондриях аксонов и заключаются в развитии окислительного стресса, структурном повреждении митохондрий, активации их ферментов и апоптозе клеток. Полагают, что именно митохондрии аксонов ГКС являются точкой приложения раннего нейропротекторного лечения.

В период окислительного стресса значительно возрастает концентрация межклеточного нейротрансмиттера глутамата, потому что свободные радикалы кислорода нарушают процесс абсорбции глутамата астроцитами. В свою очередь, подобное увеличение концентрации глутамата может вносить вклад в гибель ГКС, взаимодействуя с расположенными на их поверхности NMDA-рецепторами (NMDA — N-methyl-D-L-aspartate), что вызывает «перевозбуждение» нейронов (феномен эксайтотоксичности: от англ. excite — возбуждать) и воспринимается ГКС как ошибочная информация. Чрезмерная активация этих рецепторов приводит к тому, что происходит избыточное поступление ионов кальция (Ca^{2+}) в нейроны через открывающиеся каналы, активируется синтез оксида азота, еще более возрастает образование свободных радикалов кислорода, стимулируется выработка ряда протеинкиназ. Все эти процессы приводят к запрограммированной гибели ганглиозных клеток — апоптозу (рис. 1).

Названные патологические явления усугубляются изменениями, накапливающимися в окружающих тканях, что вызвано активацией глиальных клеток, прежде всего астроцитов и мюллеровых клеток. Последние начинают вырабатывать разнообразные патологические субстанции, например эндотелин, суживающий сосуды, а также матриксные металлопротеиназы (ферменты,

расщепляющие экстраклеточный матрикс), что приводит к исчезновению последнего и замещению его другим субстратом. Это явление получило название ремоделирования тканей, именно оно лежит в основе изменений решетчатой мембраны склеры при глаукоме, а также в основе самой сути глаукомного поражения — формирования глаукомной экскавации диска зрительного нерва (ДЗН).

Активированные астроциты продуцируют также синтазу оксида азота (NOS-2) и тем самым секретируют оксид азота (NO), который легко диффундирует в окружающие ткани, включая аксоны. При одновременном усилении образования O_2^- в аксонах создаются условия для синтеза весьма агрессивной молекулы — пероксинитрита, который диффундирует вдоль аксонов вглубь сетчатки, также вызывая апоптоз ганглиозных клеток, а распространение пероксинитрита по направлению к мозгу приводит к потере клеток в наружных колленчатых телах.

Одной из наиболее частых причин описанных явлений принято считать повышение внутриглазного давления (ВГД). Было показано, что следствием механической

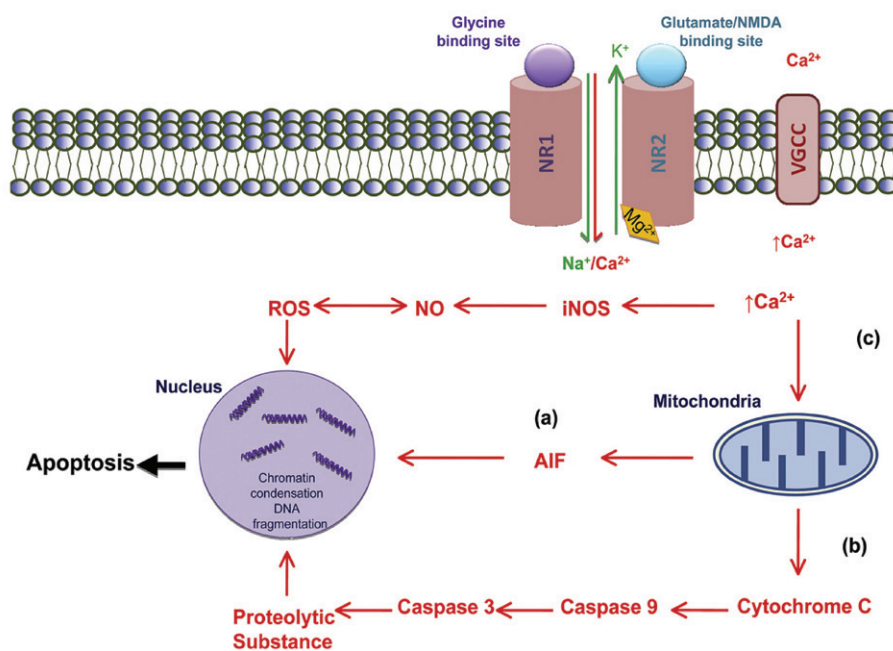


Рис. 1. Схематическое изображение последовательных реакций, приводящих к апоптозу ГКС в результате эксайтотоксического повреждения

Примечание. Чрезмерная активация NMDA-рецепторов приводит к избыточному накоплению внутриклеточного Ca^{2+} , что способствует высвобождению из митохондрий апоптоз-индуцирующего фактора (AIF), инициирующего конденсацию хроматина и фрагментацию ДНК ядер нейронов (путь апоптоза, не связанный с активацией каспаз). Высвобождение цитохрома С из митохондрий, напротив, активирует каспазы (-3, -9). Каспаза -3 также стимулирует фрагментацию ДНК. Высокий уровень Ca^{2+} стимулирует образование свободных радикалов, таких как оксид азота (NO). Цит. по А. Baltmr et al., 2010.

Fig. 1. Schematic representation of the sequential reactions leading to ganglion cells apoptosis as a result of excitotoxic damage

Note. Excessive activation of NMDA receptors leads to excessive accumulation of intracellular Ca^{2+} , which leads to the release of apoptosis-inducing factor (AIF) from mitochondria, initiating chromatin condensation and DNA fragmentation in neuronal nuclei (an apoptotic pathway not associated with caspase activation). In contrast, the release of cytochrome C from mitochondria activates caspases (-3, -9). Caspase -3 also stimulates DNA fragmentation. High levels of Ca^{2+} stimulate the formation of free radicals such as nitric oxide (NO). Cited by A. Baltmr et al., 2010.

травмы аксонов в результате офтальмогипертензии является повреждение аксонов дистальнее решетчатой мембраны склеры, в то время как проксимально (ближе к ДЗН) нервные волокна способны к выживанию. На сегодня разработаны методы генной терапии, направленные на сохранение аксонов при механической травме зрительного нерва, в частности, в результате повышения ВГД [7]. Сдавление аксонов влечет за собой нарушение аксоплазматического тока, а следовательно, и поступление нейротрофических факторов к нейронам.

Примечательно, однако, что механический фактор — не единственный кандидат на инициирующий глаукомную оптиконеуропатию механизм. Более того, точно не известно, что именно запускает каскад описанных выше событий. Роль таких факторов, как ишемия и реперфузия, снижение уровня нейротрофинов или уменьшение рецепторов, чувствительных к ним, а также нарушение поступления сигнальной информации к нейронам от других отделов зрительного анализатора — столь же вероятные пусковые механизмы апоптоза ГКС, как механический фактор.

Важно подчеркнуть, что как механическое сдавление аксонов при глаукоме с высоким давлением, так и ишемия при глаукоме с нормальным давлением могут приводить к активации нейроглии. Механизмы реперфузии и связанного с ней повреждения включаются как при флуктуации повышенного ВГД, когда происходит сбой ауторегуляции кровообращения глаза (при глаукоме с высоким давлением), так и при колебаниях офтальмотонуса, пусть даже невысокого, при нормотонзивной глаукоме, когда также имеет место сосудистая дисрегуляция.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НЕЙРОПРОТЕКТОРНОЙ ТЕРАПИИ

Эксайтотоксичность и нейропротекторное лечение

Апоптоз нейронов сетчатки происходит вследствие каскада реакций, изображенных на рисунке 1. Важную роль в апоптозе ГКС играет феномен эксайтотоксического повреждения нейронов. Глутамат (вещество, передающее нервный импульс в ЦНС в нормальном состоянии и являющееся нейротоксичным при избыточном накоплении) выделяется из ГКС при их апоптозе и вызывает поражение окружающих нейронов. Это явление получило название аутодеструкции. Соединяясь в больших концентрациях с NMDA-рецепторами, глутамат вызывает перевозбуждение нейрона, поэтому стратегия нейтрализации действия глутамата путем блокады указанных рецепторов представляется достаточно заманчивой. В этом плане на экспериментальных моделях глаукомы тестировались различные препараты. Наиболее обнадеживающие результаты дали антагонисты NMDA-рецепторов МК801 и мемантин. МК801 — неконкурентный антагонист NMDA-рецепторов был

исследован при офтальмогипертензии L. Guo в 2006 г. и R. Russo в 2008 г. [8, 9]. Однако в клинической практике его применение сведено к минимуму по многочисленным причинам, включая высокую аффинность, длительный период полураспада и нарушения обмена глутамата [10–12].

Более перспективным оказался *мемантин*, представляющий собой аналог амантадина, обладающего противовирусными свойствами. Препарат является блокатором глутамат-регулируемых каналов NMDA-рецепторов и обладает нейропротекторными свойствами при патологическом эксайтотоксическом возбуждении глутаматергических рецепторов, при одновременном сохранении или даже восстановлении их физиологической возбудимости. Клиническая безопасность и эффективность мемантина была показана в ряде плацебо-контролируемых клинических исследований, проводимых в неврологии. Впервые мемантин как нейропротектор ГКС при экспериментальной глаукоме был исследован J. Pellegrini и соавт. в 1993 г. [13], а позднее его нейропротекторное действие подтвердили другие авторы [14]. Проведя исследования на приматах, Y. Yücel и N. Gupta в 2006 г. показали, что мемантин сохраняет как ГКС, так и нейроны в наружных колленчатых телах, блокируя NMDA-рецепторы и снижая выделение цитохрома C [15, 16].

Мемантин разрешен к применению при болезни Альцгеймера и является единственным нейропротектором, который прошел III фазу клинических испытаний при глаукоме. Исследование проводилось в 89 клиниках и потребовало \$80 млн. 1100 больных наблюдались с 1999 по 2008 г. Критериями оценки эффективности лечения явились результаты периметрии, полученные в ходе стандартной автоматизированной периметрии (САП) и периметрии с удвоенной частотой (FDT). Оказалось, что прогрессирование ГОН у больных, получавших большие дозы мемантина, было менее выраженным, чем у пациентов, лечившихся меньшими его дозами, но достоверных отличий с группой пациентов, получавших плацебо, не было получено. Основная причина, по которой не удалось доказать нейропротекторное действие мемантина у больных глаукомой, оказалась в неверно составленном дизайне исследования, когда были неправильно выбраны критерии оценки эффективности нейропротекции (end points) с недооценкой многофакторности гибели ГКС. В 2018 г. впервые были опубликованы результаты данного исследования. Авторы сделали вывод, что ежедневный прием указанного препарата в течение 48 месяцев не оказал влияния на прогрессирование глаукомы [17].

В России исследования мемантина носили единичный характер [18, 19] и не являлись плацебо-контролируемыми. Наблюдая за пациентами в течение года, мы отметили улучшение показателя MD в 75 % случаев, у пятой части больных констатировали стабилизацию

ГОН. Следует подчеркнуть, что после отмены препарата во всех случаях мы замечали прогрессирование ГОН, у ряда больных это происходило быстрее, чем до начала лечения мемантином, из этого мы заключили, что лечение указанным препаратом должно быть непрерывным [19].

N. Osborn опубликовал статью о том, что крайне разочаровывающие результаты применения мемантина в лечении глаукомы не должны остановить исследования по этому вопросу. Автор подчеркнул, что мемантин эффективен только в среде с избыточной концентрацией глутамата, поскольку в физиологических концентрациях глутамат является нейротрансмиттером, воздействующим на NMDA-рецепторы, открывая их. Мемантин неконкурентно и с крайне быстрой кинетикой их закрывает, препятствуя проникновению внутрь клетки ионов Ca^{2+} . Следовательно, мемантин — наиболее показанное средство для лечения патологии, вызванной избыточным воздействием глутамата на нейроны. Кроме того, эксайтотоксическое повреждение потенциально угрожает только нейронам, на поверхности которых много NMDA рецепторов. Если их мало, то мемантин не сможет проявить свои нейропротекторные свойства, тогда все будет определяться тем, рецепторы к каким субстанциям присутствуют на ГКС (например, к каким факторам роста). Главная идея, сформулированная автором, состояла в том, что нейропротекторное лечение необходимо и поиски нейропротекторов не должны останавливаться, а также не должны ограничиваться одним мемантином [20].

Позже мемантин в виде наночастиц диаметром менее 200 нм в составе глазных капель был исследован в эксперименте на грызунах. Закапывание препарата в течение 3 недель приводило к достоверному повышению выживаемости ГКС [21].

Нейропротекторными свойствами обладает магний, который играет чрезвычайно важную роль в метаболизме кальция, натрия, фосфора, цинка, обеспечивает внутриклеточный гомеостаз. Он непосредственно регулирует состояние клеточных мембран и трансмембранный перенос ионов кальция и натрия, в частности, он снижает внутриклеточный уровень ионов Na^+ и Ca^{2+} и повышает уровень ионов K^+ в клетке. Это обеспечивает регуляцию синтеза и распада нейромедиаторов и оптимизирует осмоллярные процессы в нервной ткани. Препараты магния выступают в роли антагонистов кальциевых каналов, одновременно стабилизируют NMDA-рецепторы [22]. В литературе также есть сведения об эффективности использования магнезии у больных глаукомой нормального давления [22, 23]. Применение магнезии в небольших дозах позволяет избежать побочных действий препарата, связанных, главным образом, с желудочно-кишечными расстройствами.

Было установлено, что уровень внутриклеточного магния увеличивается под влиянием пиридоксина (витамин B_6), что делает обоснованным их сочетанное

применение, в частности, в составе препарата «Магне В6». Не стоит забывать, что магний в большом количестве содержится в свежих овощах, фруктах и зелени (петрушка, укроп, зеленый лук), а также орехах.

Другой путь воздействия на явления эксайтотоксичности — применение препаратов, действие которых направлено на ацетилхолинэстеразу — фермент, возбуждающий ацетилхолиновые рецепторы. Галантамин — ингибитор ацетилхолинэстеразы — успешно применяется в лечении болезни Альцгеймера. Перспективы лечения указанным препаратом существуют и при глаукоме [24].

Важную роль в эксайтотоксическом повреждении играет избыточное поступление ионов кальция в нейроны через открывающиеся каналы, что активирует проапоптотические ферменты протеинкиназы (рис. 1). В связи с этим применение блокаторов кальциевых каналов давно привлекало внимание исследователей для нейропротекторного лечения глаукомы. Следует отметить, что средства, блокирующие кальциевые каналы, одновременно расслабляют сосудистую стенку, способствуя тем самым улучшению гемоперфузии. История исследования данной группы препаратов при глаукоме как нельзя лучше демонстрирует противоречия и трудности, с которыми приходится сталкиваться в научном поиске. Так, результаты первых работ по применению нифедипина при глаукоме давали обнадеживающие результаты [25]. Последующие исследования, выполненные главным образом при глаукоме нормального давления (ГНД), также продемонстрировали улучшение показателей гемодинамики глаза, на основании этого антагонисты кальциевых каналов были рекомендованы с целью нейропротекторного лечения ГОН [26]. В то же время другие авторы не отмечали улучшения зрительных функций на фоне лечения препаратами данной группы, а в исследованиях последних лет авторами, наоборот, анализируется связь между длительным приемом антагонистов кальция и развитием глаукомы [27–29].

Митохондриальная дисфункция и нейропротекция

Митохондрии — это основной клеточный элемент в поддержании жизнеспособности клетки, который обеспечивает ее энергией через оксидативное фосфорилирование, а также регулирует такие ключевые механизмы, как апоптоз, синтез свободных радикалов, кальциевый гомеостаз и рост клеток. ДНК митохондрий наименее защищены от окислительного стресса, а потому митохондрии наиболее подвержены действию свободных радикалов. С возрастом эти процессы нарушаются, ДНК митохондрий подвергается мутациям, а сами митохондрии становятся источником свободных радикалов кислорода. Происходит снижение фосфорилирования, уменьшается масса митохондрий и наступает энергетический дефицит. Благодаря тому что ГКС — наиболее энергетически затратные структуры сетчатки, именно

эти нейроны становятся особенно незащищенными в патологических условиях. В аксонах, не покрытых миелином, содержится особенно большое количество митохондрий. Именно они наиболее подвержены мутациям. Роль митохондриальной дисфункции в развитии ГОН в результате мутаций была показана в ряде работ [30, 31].

Патологическое действие мутированных митохондрий проявляется через активацию процессов свободно-радикального окисления. Активные формы кислорода, или ROS (Reactive Oxygen Species), непосредственно атакуют ГКС или активируют глию. Возможно также их действие через эксайтотоксический процесс. Митохондриопатия «убивает» ГКС не только из-за повышения количества ROS, но и вследствие уменьшения энергетических запасов ГКС. Последние становятся более восприимчивыми к повреждающим факторам, при этом внутри самих митохондрий повышается концентрация ионов Ca^{2+} , происходит деполяризация мембран, они также становятся источником ROS. Следствием является повышенный синтез проапоптотических белков, таких как цитохром C и активатор каспазы 3. Было предложено несколько веществ, уменьшающих деполяризацию митохондрий, основное из них — убихинон (CoQ10), который незаменим в работе дыхательной цепи, усиливая продукцию АТФ. Его защитное действие в отношении ГКС носит, по-видимому, многообразный характер: от антиоксидантного до регулирующего экспрессию антиапоптотических генов [32].

Митохондрии — главный источник энергии клеток и в то же время — свободных радикалов. Снижение мембранного потенциала митохондрий и повышение проницаемости их мембран, пусковыми механизмами которых являются гипоксия и окислительный стресс, считают главной причиной апоптоза ГКС при глаукоме [30–33].

Какие вещества могут предотвратить этот процесс?

Коэнзим Q10, который также известен как убихинон, поскольку относится к семейству коферментов, широко распространенных у животных и большинства бактерий, являясь переносчиком электронов от комплексов I и II к комплексу III, играет фундаментальную роль в производстве аденозинтрифосфата (АТФ), а также является важным антиоксидантом, защищающим липиды, белки и ДНК от окислительного стресса. В экспериментах *in vitro* CoQ10 предотвращал активацию астроцитов зрительного нерва, вызванную перекисью водорода. Это значительно снизило два хорошо известных процесса, которые активируются во время окислительного стресса: экспрессия белка супероксиддисмутазы 2 (SOD2) и гемоксигеназы-1 (HO-1). Следовательно, CoQ10 был способен предотвращать повреждение митохондрий и способствует снижению выработки АТФ [34, 35].

Было также показано, что пероральное введение CoQ10 значительно увеличивает выживаемость ГКС, снижает экспрессию белков SOD-2 и HO-1 и инактивирует астроглиальные и микроглиальные клетки на модели

глаукомы у мышей [36]. Данные об эффективности были получены не только у животных. У людей местное применение 2-х капель в день препаратов CoQ10 и витамина E в дополнение к монотерапии β -адреноблокаторами значительно улучшало реакцию на зрительный вызванный потенциал (VEP) у пациентов с глаукомой после 6–12 месяцев лечения по сравнению с данными тех, кто получал только препараты, снижающие ВГД [37].

Биодоступность коэнзима Q10 чрезвычайно изменчива и может зависеть от дозы или способа введения. Достижение оптимальной концентрации коэнзима Q10 имеет основополагающее значение для достижения клинического эффекта. Для восполнения содержания коэнзима Q10 в питательных веществах требуется более высокий уровень, чем в большинстве продуктов питания. Липидный профиль плазмы является важным фактором для усвоения CoQ10. Был предложен препарат на основе Miniactives® с замедленным высвобождением CoQ10, который эффективно и безопасно повышает концентрацию CoQ10 в плазме крови во время лечения [38, 39].

Цитиколин (цитидин-5'-дифосфохолин) является эндогенным соединением-посредником в синтезе фосфолипидных мембран, таких как фосфатидилхолин. Благодаря многофакторному механизму действия цитиколин участвует в нескольких метаболических путях, включая гомеостаз фосфолипидов, динамику митохондрий, а также холинергическую и дофаминергическую передачу, в сложном механизме зрительной передачи [40]. Доказательства его способности снижать эксайтотоксичность, опосредованную глутаматом, и окислительный стресс за счет повышения уровня нейротрофинов и поддержания активности митохондрий подтверждают возможность использования цитиколина при нейродегенеративных заболеваниях. Сообщалось, что пероральный прием цитиколина увеличивает высвобождение дофамина и норадреналина, а его эффективность была доказана при нескольких нейродегенеративных заболеваниях, таких как болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, а также при ишемической и черепно-мозговой травме. Повышением уровня дофамина можно объяснить улучшение полей зрения и результатов электрофизиологических тестов, полученных у пациентов с глаукомой [41, 42].

Цитиколин, принимаемый внутрь, обычно хорошо всасывается и после превращения в стенках кишечника и печени в холин и цитидин проникает через гематоэнцефалический барьер, обеспечивая синтез нуклеиновых кислот, белков, фосфатидилхолина, сфингомиелина, кардиолипина и ацетилхолина, основного нейромедиатора холинергической системы, который модулирует зрительные процессы. Помимо этого, цитиколин действует как средство восстановления компонентов клеточных мембран.

В литературе имеются данные о том, что цитиколин может снижать проапоптотические эффекты и потерю синаптических связей в нервных тканях. Возможность

цитиколина способствовать надлежащему метаболизму ацетилхолина и уровню сфингомиелина делают его хорошим кандидатом для поддержания аксональной функции ганглиозных клеток и, следовательно, повышения их выживаемости [43]. Кроме того, этот антиапоптотический эффект препарата реализуется также через повышение митохондриальной активности. Цитиколин предотвращает вызванное ишемией увеличение содержания свободных жирных кислот в тканях и уменьшает объем инфаркта и отек головного мозга.

Исследования с использованием оптической когерентной томографии показали, что цитиколин предотвращает потерю слоя нервных волокон сетчатки у пациентов с глаукомой [41]. Таким образом, цитиколин может оказывать значительное влияние на замедление прогрессирования глаукомы, что указывает на потенциальный нейропротекторный эффект [41, 43].

Исходя из многообразных свойств цитиколина и коэнзима Q 10, можно рекомендовать их сочетанное применение (рис. 2).

Окислительный стресс и глаукома

Под окислительным стрессом понимают избыточное образование активных форм кислорода (ROS) и снижение продукции эндогенных антиоксидантов. В норме ROS образуются во время аэробного обмена веществ в очень небольших концентрациях и играют важную роль как сигнальные частицы, передающие информацию между молекулами, участвующими в метаболизме. Считают, что пусковым звеном к избыточному образованию ROS при глаукоме является реперфузия в результате сосудистой дисрегуляции [44]. В итоге снижается образование АТФ, усиливается митохондриальная дисфункция и активация каспаз, приводящая к апоптозу ГКС [45]. Следствием являются также перекисное окисление липидов (ПОЛ) и белков, а также активация мюллеровых клеток, которые сами, в свою очередь, запускают процесс образования ROS [46]. Усиление процессов ПОЛ трабекулярной ткани при глаукоме впервые было показано А.Я. Буниным в 1984 г. Позднее было обнаружено снижение антиоксидантной защиты водянистой влаги [47].

Высвобождение оксида азота и образование пероксинитрита может быть ингибировано блокаторами синтазы оксида азота (NOS). Применение селективного блокатора нейрональной NO-синтазы имидазола подтвердило



Рис. 2. Молекулярные механизмы нейропротекторного лечения при сочетанном применении цитиколина и коэнзима Q10 (модифицировано из Martucci A. и соавт., 2022) [38]

Fig 2. Molecular mechanisms of neuroprotective treatment with combined administration of citicoline and coenzyme Q10 (Modified from Martucci A. et al., 2022) [38]

эффективность данного препарата в клинике ишемических поражений мозга. Относительно селективная (избирательная) блокада индуцибельной NO-синтазы (iNOS) аминоксидинами также оказывает выраженное нейропротекторное действие. Данный препарат рассматривается в качестве нейропротектора в лечении ГОН [48]. С позиций признаваемой в настоящее время важной роли NO в патогенезе ГОН указанное направление нейропротекторного лечения глаукомы представляется перспективным, однако изучено недостаточно.

Полагают, что источником ROS в сетчатке являются также полиморфонуклеарные лейкоциты. Приток этих клеток происходит в ранние стадии реперфузии. Блокада указанных нейтрофилов может защитить сетчатку от последствий ишемии [49].

Однако более эффективным способом нейтрализации последствий окислительного стресса считается применение антиоксидантов. Причем особый интерес представляют многофункциональные антиоксиданты. Одним из них является мелатонин, который относится к природным антиоксидантам, перехватчикам свободных радикалов, влияющих положительно на циркуляцию водянистой влаги. Мелатонин позиционируется как один из ведущих антиоксидантов при глаукоме с многоплановым действием [50]. Было показано, что мелатонин препятствует разрыву молекул ДНК, стабилизирует поры митохондрий и снижает высвобождение цитохрома C, а следовательно, и апоптоз ГКС [51]. Неоднократно было продемонстрировано его защитное действие в отношении ГКС *in vitro* [51] и *in vivo* [52].

Гинкго билоба (EGb 761) на протяжении веков является обязательным препаратом в китайской и японской медицине. Препарат уже давно применяется в лечении

болезни Альцгеймера [53], при ВМД [54] и ГНД [55]. Это эффективный антиоксидант, подавляющий индуцированный апоптоз и активирующий гемодинамику путем повышения пластичности эритроцитов и снижения вазоспазма [56, 57]. Было показано, что препарат увеличивает глазной кровоток при глаукоме [57]. Более того, он ингибирует NO, тромбоцитарный фактор, повышая тем самым церебральный кровоток [58]. Эффект EGB 761 на ГКС при хронической глаукоме у экспериментальных животных был продемонстрирован К. Hirooka [59]. Точный нейропротекторный механизм EGB 761 неизвестен. По-видимому, он является комплексным, включая способность препарата воздействовать на амилоид β [60].

Для коррекции метаболизма используют и другие антиоксиданты (эмоксипин, мексидол, аскорбиновую кислоту, витамин Е, рутин, кверцетин). Данные препараты обладают антиагрегационными и ангиопротекторными свойствами, помимо антигипоксического, а также снижают проницаемость сосудистой стенки, вязкость и свертываемость крови, усиливают процесс фибринолиза, улучшают микроциркуляцию, защищают сетчатку от повреждающего действия света, способствуют рассасыванию внутриглазных кровоизлияний.

Корректорами метаболизма, которые обладают антиоксидантными свойствами, являются таурин, адрузен цинко, миртилен форте, рибоксин, аевит и гистохром. Последний способен нейтрализовать катионы железа, накапливающиеся в зоне ишемии. Кроме того, гистохром может также непосредственно перехватывать свободные радикалы и улучшать энергетический обмен в тканях в зоне ишемии. Важным также является то, что гистохром способен улучшать реологические свойства крови в зоне ишемии. Исследования, проведенные Г.С. Полуниным и соавт. [61], подтвердили высокую эффективность препарата у больных с ишемическим поражением глаз.

Наиболее распространенным антиоксидантом, применяемым в офтальмологии, является эмоксипин. Многочисленные наблюдения показали, что эмоксипин обладает целым комплексом свойств, способствующих защите сетчатки и зрительного нерва от гипоксии: ингибирование свободно радикального окисления, нормализация биоэнергетических процессов, стабилизация мембран эритроцитов, ингибирование агрегации тромбоцитов.

Отечественный антиоксидант мексидол — соль эмоксипина и янтарной кислоты — тормозит ПОЛ и свободнорадикальные процессы, снижает патологически повышенный уровень оксида азота, а также повышает активность антиоксидантных ферментов, то есть направлен на различные звенья нейродегенеративного процесса. Препарат увеличивает концентрацию восстановленного глутатиона, активирует эндогенную антиоксидантную систему супероксиддисмутазы

и церулоплазмин. Препарат стимулирует энергосинтезирующие функции митохондрий и улучшает энергетический обмен в клетке. Мексидол оказывает модулирующее влияние на активность мембраносвязанных ферментов и рецепторных комплексов за счет повышения содержания полярных фракций липидов (фосфатидилсерина и фосфатидилинозита), способствует уменьшению вязкости мембран и увеличению их текучести, повышает соотношение липид/белок. Показано, что мексидол является антигипоксантом прямого энергизующего действия, эффект которого связан с влиянием на эндогенное дыхание митохондрий, активацией их энергосинтезирующей функции. Действие мексидола обусловлено усилением компенсаторных метаболических потоков, поставляющих в дыхательную цепь энергетические субстраты, в данном случае сукцинат. Это позволяет восстановить нарушенный в условиях кислородной недостаточности процесс окислительного фосфорилирования, связанного с ограничением NADH-оксидазного пути окисления.

Таким образом, мексидол, помимо высокой антиоксидантной эффективности, способствует уменьшению митохондриальной дисфункции и стабилизации ГОН. По данным А.С. Власовой и соавт. (2024), у пациентов на фоне последовательной терапии препаратом мексидол было выявлено значимое увеличение активности митохондриальных ферментов, что сопровождалось положительной динамикой структурно-функциональных показателей сетчатки по данным статической периметрии, оптической когерентной томографии и комплексу электрофизиологических исследований [62].

Учитывая изложенное, мексидол оказывает нейропротекторное, ноотропное, противогипоксическое, противоишемическое, антистрессорное, анксиолитическое, противосудорожное, вегетотропное, кардиопротекторное, антиатерогенное, геропротекторное и другие действия. Под влиянием мексидола наблюдается улучшение мозгового кровообращения и микроциркуляции [63]. Клинические исследования показали, что препарат в дозе 300 мг в сутки способен улучшить функциональные показатели у больных глаукомой [64].

Природным компонентом антиоксидантной защиты организма является супероксиддисмутаза (СОД), фермент, который катализирует захват супероксидного анион-радикала. В свое время нами было обнаружено снижение активности СОД в водянистой влаге по мере прогрессирования глаукомы [47]. В работах Е.Б. Мартыновой (1995) было показано, что СОД (препарат «Эрисод»), благодаря выраженному антиоксидантному действию тормозит развитие процессов дегенерации трабекулярной ткани и волокон зрительного нерва у животных с адреналин-индуцированной глаукомой. Была подтверждена эффективность СОД в лечении больных глаукомой [65].

Антиоксидантными свойствами обладает Лютеин-комплекс (Окувайт Лютеин), препарат, обычно

применяемый в лечении макулярной дегенерации сетчатки. Благодаря входящим в его состав флавоноидам, витамину А, бета-каротину, цинку и меди препарат улучшает микроциркуляцию в сетчатке, а также тканевой метаболизм и способствует регенерации поврежденных тканей. Применение Лютеин-комплекса по 1 таблетке 2 раза в день в течение двух месяцев показало его эффективность в лечении ГОН [66].

Следует отдельно остановиться на новом комплексе ВИТРУМ РЕТИНОРМ с усиленной по сравнению с «Витрум Вижн Плюс» формулой, который также может быть рекомендован с нейропротекторной целью пациентам с глаукомой. Препарат разработан с учетом рекомендаций масштабного исследования AREDS-2 (Age Related Eye Disease Study), проводимого в США в течение 2006–2012 гг., в рамках которого исследовались результаты применения у пациентов витаминно-минеральных добавок с целью нормализации обменных процессов в тканях глаза и снижения риска развития возрастных изменений. Входящие в состав ВИТРУМ РЕТИНОРМ лютеин, зеаксантин, витамины С, Е и микроэлементы способствуют снижению оксидативного повреждения сетчатки, а суточная норма входящих в него компонентов максимально приближена к рекомендованным AREDS2 дозировкам.

Основные антиоксиданты, исследованные в качестве нейропротекторов при глаукоме, приведены в таблице 1.

Таким образом, современные исследования показывают, что ранняя нейродегенерация ГКС при глаукоме представляет собой не менее важную терапевтическую цель, чем контроль ВГД, и в одобренных Минздравом России клинических рекомендациях показано назначение нейропротективной терапии с уровнем убедительности рекомендаций С. И хотя до настоящего времени несколько десятков субстанций показали свою нейропротективную эффективность в эксперименте, не зарегистрировано ни одного нейропротектора, официально разрешенного к применению в широкой клинической практике. В следующей части литературного обзора будут рассмотрены роль глии, воспаления и аутоиммунизации в патогенезе нейродегенерации, а также новые стратегии лечения ГОН исходя из современных

Таблица 1. Антиоксиданты, исследованные как потенциальные нейропротекторы при глаукоме

Table 1. Antioxidants investigated as potential neuroprotective in glaucoma

Активное вещество / Active ingredient	Модель исследования / Research model	Ссылки на литературные источники / Literary sources
Gingko Biloba	<i>In vitro</i> (Аллоксан, Дексаметазон, Глутамат / Alloxan, Dexamethasone, Glutamate) <i>In vivo</i> (офтальмогипертензия / ophthalmic hypertension)	Hirooka et al., 2004; Thiagarajan et al., 2002
Бразильский зеленый прополис / Brazilian green propolis	<i>In vitro</i> (H ₂ O ₂) <i>In vivo</i> депривация/реоксигенация (NMDA) <i>In vivo</i> deprivation/reoxygenation (NMDA)	Inokuchi et al., 2006; Nakajima et al., 2009a
Каротиноиды / Carotenoids	<i>In vitro</i> (H ₂ O ₂) <i>In vivo</i> (офтальмогипертензия, ишемия / ophthalmic hypertension, ischemia)	Li et al., 2009; Nakajima et al., 2009; Neacsu et al., 2003; Schnebelen et al., 2009; Shimazawa et al., 2009
Мелатонин / Melatonin	<i>In vitro</i> (ишемия / ischemia)	Cazeville et al., 1997; Tang et al., 2006
Токоферол / Tocopherol	<i>In vitro</i> (H ₂ O ₂) <i>In vivo</i> (ишемия / ischemia)	Aydemir et al., 2004; Nakajima et al., 2008
CoQ10	<i>In vitro</i> (глутамат / glutamate)	Nakajima et al., 2008
Куркумин / Curcumin	<i>In vitro</i> (NMDA, H ₂ O ₂) <i>In vivo</i> (ишемия / ischemia)	Abe et al., 1999; Lim et al., 2001; Mandal et al., 2009
Питавастин (Livalo) / Pitavastin (Livalo)	<i>In vivo</i> (NMDA)	Nakazawa et al., 2007; Teiten et al., 2009

достижений геной и иммунотерапии. Кроме того, будут проанализированы перспективные терапевтические подходы, основанные на применении искусственного интеллекта, использовании пептидных биорегуляторов, иммуномодуляторов и препаратов смешанного действия, а также внимание будет уделено альтернативным методам аксональной регенерации, в том числе посредством воздействия на гены и применения стволовых клеток.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Курьшева Н.И. — изучение источников литературы, концепция обзора, руководство написанием статьи, редактирование, финальная подготовка статьи к публикации;

Корнеева А.В. — изучение источников литературы, написание статьи, редактирование.

Пономарева С.И. — изучение источников литературы, написание статьи, редактирование;

Плиева Х.М., Ким В.Е., Ким И.Д., Чеботарева М.В. — изучение источников литературы, редактирование статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Петров СЮ, Ловпаче ДН, Брежнев АЮ. Международные мультицентровые исследования по глаукоме. Российский офтальмологический журнал. 2016;9(2):96–101. doi: 10.21516/2072-0076-2016-9-2-96-101. Petrov SYu, Lovpache DN, Brezhnev AYU. International Multicenter Glaucoma Research. Russian Ophthalmological Journal. 2016;9(2):96–101 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2016-9-2-96-101.
- Kolko M. Present and New Treatment Strategies in the Management of Glaucoma. Open Ophthalmol J. 2015;9:89–100. doi: 10.2174/1874364101509010089.
- Qi YX, Zhang J, Su XJ. Can neuroprotection effectively manage primary open-angle glaucoma? a protocol of systematic review and meta-analysis. Medicine (Baltimore). 2020;99(23):e20380. doi: 10.1097/MD.00000000000020380.
- Shen J, Wang Y, Yao K. Protection of retinal ganglion cells in glaucoma: Current status and future. Exp Eye Res. 2021;205:108506. doi: 10.1016/j.exer.2021.108506.
- Клинические рекомендации «Глаукома первичная открытоугольная» (одобрены Минздравом России). Год утверждения 2024. <https://cr.minzdrav.gov.ru> Clinical guidelines “Primary open-angle glaucoma” (approved by the Russian Ministry of Health). Year of approval 2024. <https://cr.minzdrav.gov.ru>
- Клинические рекомендации «Глаукома первичная закрытоугольная» (одобрены Минздравом России). Год утверждения 2024. <https://cr.minzdrav.gov.ru> Clinical guidelines “Primary angle-closure glaucoma” (approved by the Russian Ministry of Health). Year of approval 2024. <https://cr.minzdrav.gov.ru>
- Howell GR, Libby RT, Jakobs TC, Smith RS, Phalan FC, Barter JW, Barbay JM, Marchant JK. Axons of retinal ganglion cells are insulted in the optic nerve early in DBA/2J glaucoma. Journal of Cell Biology. 2007;179:1523–1537. doi: 10.1083/jcb.200706181.
- Guo L, Salt TE, Maass A. Assessment of neuroprotective effects of glutamate modulation in glaucoma-related retinal ganglion cell apoptosis in vivo. Investigative Ophthalmology and Visual Science. 2006;47(2):626–633. doi: 10.1167/iovs.05-0754.
- Russo R, Cavaliere F. Modulation of pro-survival and death-associated pathways under retinal ischemia/reperfusion: effects of NMDA receptor blockade. J. of Neurochem. 2008;107(5):1347–1357. doi: 10.1111/j.1471-4159.2008.05694.x.
- Rusciano D, Pezzino S, Mutolo MG. Neuroprotection in Glaucoma: Old and New Promising Treatments. Adv Pharmacol Sci. 2017;2017:4320408. doi: 10.1155/2017/4320408.
- Jain KK. Neuroprotective agents. The Handbook of Neuroprotection Humana, New York, 2019. P. 45–173.

12. He S, Stankowska DL, Ellis DZ. Targets of Neuroprotection in Glaucoma. *J Ocul Pharmacol Ther.* 2018;34(1–2):85–106. doi: 10.1089/jop.2017.0041.
13. Pellegrini JW, Lipton SA. Delayed administration of memantine prevents N-methyl-D-aspartate receptor-mediated neurotoxicity. *Ann Neurol.* 1993;33(4):403–407. doi: 10.1002/ana.410330414.
14. Ju WK, Kim KY, Angert M, Duong-Polk KX, Lindsey JD, Ellisman MH, Weinreb RN. Memantine blocks mitochondrial OPA1 and cytochrome c release and subsequent apoptotic cell death in glaucomatous retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2009;50(2):707–716. doi: 10.1167/iov.08-2499.
15. Yücel YH, Gupta N, Zhang Q. Memantine protects neurons from shrinkage in the lateral geniculate nucleus in experimental glaucoma. *Arch Ophthalmol.* 2006;124(2):217–225. doi: 10.1001/archoph.124.2.217.
16. Gupta N, Ang L, de Tilly LN. Human glaucoma and neural degeneration in intracranial optic nerve, lateral geniculate nucleus, and visual cortex. *Br J Ophthalmol.* 2006;90(6):674–678. doi: 10.1136/bjo.2005.086769.
17. Weinreb RN, Liebmann JM, Cioffi GA. Oral Memantine for the Treatment of Glaucoma: Design and Results of 2 Randomized, Placebo-Controlled, Phase 3 Studies. *Ophthalmology.* 2018;125(12):1874–1885. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.06.017.
18. Астахов ЮС, Бутин ЕВ, Морозова НВ, Соколов ВО. К вопросу о нейропротекторном влиянии акатинол-мемантина и бетаксолола у больных первичной открытоугольной глаукомой. Глаукома: проблемы и решения. Всероссийская научно-практическая конференция. М., 2004;170–184.
19. Astakhov YuS, Butin EV, Morozova NV, Sokolov VO. On the neuroprotective effect of acatinol-memantine and betaxolol in patients with primary open-angle glaucoma. *Glaucoma: problems and solutions. All-Russian scientific and practical conference.* 2004;170–184 (In Russ.).
19. Курышева НИ, Иртегова ЕЮ, Ходак НА. Оценка клинической эффективности акатинол мемантина в лечении прогрессирующей глаукомной оптико-нейропатии. Глаукома: реальность и перспективы. М., 2008. P. 233–239. Kuryshva NI, Irtegovaya EYu, Khodak NA. Evaluation of clinical efficacy of akatinol memantine in the treatment of progressive glaucomatous optic neuropathy. *Glaucoma: reality and prospects.* Moscow, 2008. P. 233–239 (In Russ.).
20. Osborne NN. Memantine reduces alterations to the mammalian retina, in situ, induced by ischemia. *Vis Neurosci.* 1999;16(1):45–52. doi: 10.1017/s0952523899161017.
21. Sánchez-López E, Egea MA, Davis BM. Memantine-Loaded PEGylated Biodegradable Nanoparticles for the Treatment of Glaucoma. *Small.* 2018;14(2). doi: 10.1002/smll.201701808.
22. Ekici F, Korkmaz Ş, Karaca EE. The Role of Magnesium in the Pathogenesis and Treatment of Glaucoma. *Int Sch Res Notices.* 2014;2014:745439. doi: 10.1155/2014/745439.
23. Mozaffarieh M, Flammer J. New insights in the pathogenesis and treatment of normal tension glaucoma. *Curr Opin Pharmacol.* 2013;13(1):43–49. doi: 10.1016/j.coph.2012.10.001.
24. Almasieh M, Zhou Y, Kelly ME, Casanova C, Di Polo A. Structural and functional neuroprotection in glaucoma: role of galantamine-mediated activation of muscarinic acetylcholine receptors. *Cell Death Dis.* 2010;1(2):e27. doi: 10.1038/cddis.2009.23.
25. Yamamoto T, Niwa Y, Kawakami H. The effect of nifedipine, a calcium-channel blocker, on the hemodynamics of retinobulbar vessels in normal-tension glaucoma. *J Glaucoma.* 1998;7(5):301–305.
26. Rainer G, Kiss B, Dallinger S. A double masked placebo controlled study on the effect of nifedipine on optic nerve blood flow and visual field function in patients with open angle glaucoma. *Br J Clin Pharmacol.* 2001;52(2):210–212. doi: 10.1046/j.0306-5251.2001.01432.x.
27. Ramdas WD, Wolfs RC, Kieft-de Jong JC. Nutrient intake and risk of open-angle glaucoma: the Rotterdam Study. *Eur J Epidemiol.* 2012;27(5):385–393. doi:10.1007/s10654-012-9672-z.
28. Lehrer S, Rheinwein PH. Amlodipine increases risk of primary open-angle glaucoma. *Clin Hypertens.* 2024;30(1):33. doi: 10.1186/s40885-024-00290-9.
29. Tavakoli K, Sidhu S, Radha Saseendrakumar B, Weinreb RN, Baxter SL. Long-Term Systemic Use of Calcium Channel Blockers and Incidence of Primary Open-Angle Glaucoma. *Ophthalmol Glaucoma.* 2024;7(5):491–498. doi: 10.1016/j.ogla.2024.06.003.
30. Vallabh NA, Lane B, Simpson D, Fuchs M, Choudhary A, Criddle D, Cheeseman R, Willoughby C. Massively parallel sequencing of mitochondrial genome in primary open angle glaucoma identifies somatically acquired mitochondrial mutations in ocular tissue. *Sci Rep.* 2024;14(1):26324. doi: 10.1038/s41598-024-72684-6.
31. Henderson J, O'Callaghan J, Campbell M. Gene therapy for glaucoma: Targeting key mechanisms. *Vision Res.* 2024;225:108502. doi: 10.1016/j.visres.2024.108502.
32. Cheung W, Guo L, Cordeiro MF. Neuroprotection in glaucoma: drug-based approaches. *Optom Vis Sci.* 2008;85(6):406–416. doi: 10.1097/OPX.0b013e31817841e5.
33. Chen M, Liu B, Ma J, Ge J, Wang K. Protective effect of mitochondria-targeted peptide MTP-131 against oxidative stress-induced apoptosis in RGC-5 cells. *Mol Med Rep.* 2017;15(4):2179–2185. doi: 10.3892/mmr.2017.6271.
34. Noh YH, Kim KY, Shim MS. Inhibition of oxidative stress by coenzyme Q10 increases mitochondrial mass and improves bioenergetic function in optic nerve head astrocytes. *Cell Death Dis.* 2013;4(10):e820. doi: 10.1038/cddis.2013.341.
35. Nucci C, Martucci A, Giannini C. Neuroprotective agents in the management of glaucoma. *Eye (Lond).* 2018;32(5):938–945. doi: 10.1038/s41433-018-0050-2.
36. Martucci A, Reurean-Pintilei D, Manole A. Bioavailability and Sustained Plasma Concentrations of CoQ10 in Healthy Volunteers by a Novel Oral Timed-Release Preparation. *Nutrients.* 2019;11(3):527. doi: 10.3390/nu11030527.
37. Parisi V, Centofanti M, Gandolfi S. Effects of coenzyme Q10 in conjunction with vitamin E on retinal-evoked and cortical-evoked responses in patients with open-angle glaucoma. *J Glaucoma.* 2014;23(6):391–404. doi: 10.1097/IJG.0b013e318279b836.
38. Martucci A, Mancino R, Cesareo M. Combined use of coenzyme Q10 and citicoline: A new possibility for patients with glaucoma. *Front Med (Lausanne).* 2022;9:1020993. doi: 10.3389/fmed.2022.1020993.
39. Pravst I, Rodríguez Aguilera JC, Cortes Rodríguez AB. Comparative Bioavailability of Different Coenzyme Q10 Formulations in Healthy Elderly Individuals. *Nutrients.* 2020;12(3):784. doi: 10.3390/nu12030784.
40. Oddone F, Rossetti L, Parravano M. Citicoline in Ophthalmological Neurodegenerative Diseases: A Comprehensive Review. *Pharmaceuticals (Basel).* 2021;14(3):281. doi: 10.3390/ph14030281.
41. Sahin AK, Kapti HB, Uzun A. Effect of oral citicoline therapy on retinal nerve fiber layer and ganglion cell-inner plexiform layer in patients with primary open angle glaucoma. *Int J Ophthalmol.* 2022;15(3):483–488. doi: 10.18240/ijo.2022.03.17.
42. Skopiński P, Radomska-Leśniewska DM, Izdebska J. New perspectives of immunomodulation and neuroprotection in glaucoma. *Cent Eur J Immunol.* 2021;46(1):105–110. doi: 10.5114/cej.2021.104329.
43. Lanza M, Gironi Carnevale UA, Mele L. Morphological and Functional Evaluation of Oral Citicoline Therapy in Chronic Open-Angle Glaucoma Patients: A Pilot Study With a 2-Year Follow-Up. *Front Pharmacol.* 2019;10:1117. doi: 10.3389/fphar.2019.01117.
44. Flammer J, Haefliger IO, Orgul S, Resink T. Vascular dysregulation: a principal risk factor for glaucomatous damage? *Journal of Glaucoma.* 1999;8:212–219.
45. Murphy SC, Conner IP, Teng CY, Lawrence JD, Safullah Z, Wang B, Bilnick RA, Kim SG, Wollstein G, Schuman JS, Chan KC. Retinal Structures and Visual Cortex Activity are Impaired Prior to Clinical Vision Loss in Glaucoma. *Sci Rep.* 2016;6:31464. doi: 10.1038/srep31464.
46. Tezel G, Chauhan BC, LeBlanc RP, Wax MB. Immunohistochemical assessment of the glial mitogen-activated protein kinase activation in glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2003;44(7):3025–3033. doi: 10.1167/iov.02-1136.
47. Курышева НИ. Механизмы снижения зрительных функций при первичной открытоугольной глаукоме и пути их предупреждения: автореф. дис. ... докт. мед. наук. М., 2001. 43 с. Kuryshva NI. Mechanisms of visual function reduction in primary open-angle glaucoma and ways of their prevention: abstract of PhD thesis. Moscow, 2001. 43 p. (In Russ.).
48. Husain S, Abdul Y, Singh S, Ahmad A, Husain M. Regulation of nitric oxide production by δ -opioid receptors during glaucomatous injury. *PLoS One.* 2014;9(10):e110397. doi: 10.1371/journal.pone.0110397.
49. He S, Liu C, Ren C, Zhao H, Zhang X. Immunological Landscape of Retinal Ischemia-Reperfusion Injury: Insights into Resident and Peripheral Immune Cell Responses. *Aging Dis.* 2024. doi: 10.14336/AD.2024.0129. Epub ahead of print.
50. Rusciano D, Russo C. The Therapeutic Trip of Melatonin Eye Drops: From the Ocular Surface to the Retina. *Pharmaceuticals (Basel).* 2024;17(4):441. doi: 10.3390/ph17040441.
51. Sun J, Liu Y, Chen Z. Melatonin and retinal cell damage: molecular and biological functions. *Naunyn Schmiedeberg's Arch Pharmacol.* 2024. doi: 10.1007/s00210-024-03575-w. Epub ahead of print.
52. Hu C, Feng Y, Huang G, Cui K, Fan M, Xiang W, Shi Y, Ye D, Ye H, Bai X, Xu F, Xu Y, Huang J. Melatonin prevents EAAC1 deletion-induced retinal ganglion cell degeneration by inhibiting apoptosis and senescence. *J Pineal Res.* 2024;76(1):e12916. doi: 10.1111/jpi.12916.
53. Morató X, Tartari JP, Pytel V, Boada M. Pharmacodynamic and Clinical Effects of Ginkgo Biloba Extract EGB 761 and Its Phytochemical Components in Alzheimer's Disease. *J Alzheimers Dis.* 2024;101(s1):S285–S298. doi: 10.3233/JAD-231372.
54. Li Y, Zhu X, Wang K, Zhu L, Murray M, Zhou F. Ginkgo biloba extracts (GBE) protect human RPE cells from t-BHP-induced oxidative stress and necrosis by activating the Nrf2-mediated antioxidant defence. *J Pharm Pharmacol.* 2023;75(1):105–116. doi: 10.1093/jpp/rgac069.
55. Labkovich M, Jacobs EB, Bhargava S, Pasquale LR, Ritch R. Ginkgo Biloba Extract in Ophthalmic and Systemic Disease, With a Focus on Normal-Tension Glaucoma. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2020;9(3):215–225. doi: 10.1097/APO.0000000000000279.
56. Sim RH, Sirasanagandla SR, Das S, Teoh SL. Treatment of Glaucoma with Natural Products and their Mechanism of Action: An Update. *Nutrients.* 2022;14(3):534. doi: 10.3390/nu14030534.
57. Kang JM, Lin S. Ginkgo biloba and its potential role in glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol.* 2018;29(2):116–120. doi: 10.1097/ICU.0000000000000459.
58. Zhu Q, Liu D. Clinical efficacy and mechanism of Ginkgo biloba extract in the treatment of elderly ischemic cerebrovascular disease. *Pak J Pharm Sci.* 2024;37(3):705–713.
59. Hirooka K, Tokuda M, Miyamoto O, Itano T, Baba T, Shiraga F. The Ginkgo biloba extract (EGB 761) provides a neuroprotective effect on retinal ganglion cells in a rat model of chronic glaucoma. *Curr Eye Res.* 2004 Mar;28(3):153–157. doi: 10.1076/ceyr.28.3.153.26246.
60. Xia C, Zhou M, Dong X, Zhao Y, Jiang M, Zhu G, Zhang Z. Ginkgo biloba extract inhibits hippocampal neuronal injury caused by mitochondrial oxidative stress in a rat model of Alzheimer's disease. *PLoS One.* 2024;19(8):e0307735. doi: 10.1371/journal.pone.0307735.
61. Полунин ГС, Макаров ИА, Ширишников ЮК, Макашова НВ. Эффективность антиоксидантного препарата гистохром в лечении гемофтальмов при гипертонической болезни и сахарном диабете. *Вестник офтальмологии.* 2000;2:19–20. Polunin GS, Makarov IA, Shirshikov YuK, Makashova NV. The efficacy of the antioxidant preparation Histochochrome in the treatment of hemophthalmos in hypertension and diabetes mellitus. *Annals of Ophthalmology* 2000;116(2):19–20 (In Russ.).

62. Власова АС, Малишевская ТН, Петров СА, Губин ДГ, Петров СЮ, Филиппова ЮЕ. Значение митохондриальной дисфункции в стабилизации глаукомного процесса. Вестник офтальмологии. 2024;140(4):48–57.
Vlasova AS, Malishevskaya TN, Petrov SA, Gubin DG, Petrov SYu, Filippova YuE. The role of mitochondrial dysfunction in the stabilization of the glaucomatous process. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(4):49–58 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414004149.
63. Федин АИ, Евсеев ВН, Кузнецов ОР. Антиоксидантная терапия ишемического инсульта. Клинико–электрофизиологические корреляции. Российский медицинский журнал. 2009;5:332.
Fedin AI, Evseev VN, Kuznetsov OR. Antioxidant therapy of ischemic stroke. Clinical and electrophysiological correlations. Russian Medical Journal. 2009;5:332 (In Russ.).
64. Егоров ЕА, Давыдова НГ, Романенко ИА. Мексидол в комплексном лечении глаукомы. Клиническая офтальмология. 2011;12(3):107–109.
Egorov EA, Davydova NG, Romanenko IA. Mexidol in the complex treatment of glaucoma. Clinical ophthalmology. 2011;12(3):107–109 (In Russ.).
65. Мартынова ЕБ. Экспериментально-клиническое обоснование применения нового антиоксиданта «Эрисод» в терапии открытоугольной глаукомы: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. СПб., 1995. 21 с.
Martynova EB. Experimental and clinical substantiation of the use of the new antioxidant "Erisod" in the treatment of open-angle glaucoma: abstract of a PhD diss. St. Petersburg, 1995. 21 p.
66. Мошетева ЛК, Алексеев ИБ, Ивашина АВ. Результаты использования препарата Лютеин-комплекс для лечения глаукомной оптической нейропатии. Клиническая офтальмология. 2005;6:64–67.
Moshetova LK, Alekseev IB, Ivashina AV. Results of using the drug Lutein-complex for the treatment of glaucoma optic neuropathy. Clinical ophthalmology. 2005;6:64–67 (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Курешева Наталия Ивановна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой,
руководитель консультативно-диагностического отдела
<https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>

Корнеева Алина Владимировна
врач-офтальмолог, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры
<https://orcid.org/0000-0002-4435-8114>

Пономарева Саина Иннокентьевна
врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0002-4608-0136>

Плиева Хава Магомедовна
врач-офтальмолог, ассистент кафедры
<https://orcid.org/0009-0004-9171-1955>

Ким Валерия Енгириновна
врач-офтальмолог, ассистент кафедры
<https://orcid.org/0000-0002-8400-2817>

Ким Игорь Дмитриевич
врач-офтальмолог, ассистент кафедры
<https://orcid.org/0000-0001-7575-5043>

Чеботарева Мария Владимировна
врач-ординатор
<https://orcid.org/0009-0000-8802-1794>

ABOUT THE AUTHORS

Kuryshcheva 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.
ophthalmologist, PhD, department assistant
<https://orcid.org/0000-0002-4435-8114>

Ponomareva Saina I.
ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0002-4608-0136>

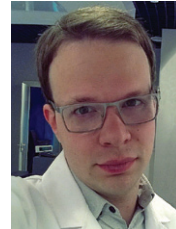
Plieva Hava M.
ophthalmologist, department assistant
<https://orcid.org/0009-0004-9171-1955>

Kim Valeriya E.
ophthalmologist, department assistant
<https://orcid.org/0000-0002-8400-2817>

Kim Igor D.
ophthalmologist, department assistant
<https://orcid.org/0000-0001-7575-5043>

Chebotareva Maria V.
resident physician
<https://orcid.org/0009-0000-8802-1794>

Современные направления совершенствования интраокулярных линз. Обзор литературы

Ю.Н. Юсеф¹Г.В. Воронин¹А.В. Волжанин¹Ш.Р. Зелимханов¹, Е.А. Будникова¹, А. Хамди²

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 125246, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И. М. Сеченова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119991, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):16–23

На сегодняшний день хирургия катаракты практически всегда сопровождается коррекцией афакции путем имплантации интраокулярной линзы (ИОЛ). Помимо постоянного совершенствования техники хирургического вмешательства, ведутся разработки специальных ИОЛ с улучшенными характеристиками, позволяющими решать любые оптические задачи с минимальным количеством побочных эффектов. С момента появления первой ИОЛ из полиметилметакрилата стали доступны гибкие ИОЛ из силикона и акрила, а оптический дизайн линзы позволяет выбирать между единственным и несколькими фокусами или увеличенной глубиной резкости в пределах одного фокуса. Оптимизация материала, формы и оптического дизайна ИОЛ остается актуальной задачей.

Ключевые слова: катаракта, артифакция, интраокулярная линза

Для цитирования: Юсеф Ю.Н., Воронин Г.В., Волжанин А.В., Зелимханов Ш.Р., Будникова Е.А., Хамди А. Современные направления совершенствования интраокулярных линз. Обзор литературы. *Офтальмология*. 2025;22(1):16–23. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-16-23>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Modern Directions of Intraocular Lenses Improvement. Literature Review

Yu.N. Yusef¹, G.V. Voronin¹, A.V. Volzhanin¹, S.R. Zelimkhanov¹, E.A. Budnikova¹, A. Hamdi²

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

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenovskiy University)
Trubetskaya str., 8, bld. 2, Moscow, 119991, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):16–23

Today, cataract surgery is almost always accompanied with aphakia correction by implantation of an intraocular lens (IOL). In addition to the constant improvement of surgical techniques, special IOLs with improved characteristics are being developed, allowing any optical task to be solved with a minimum of side effects. Since the appearance of the first polymethyl methacrylate IOL, flexible silicone and acrylic IOLs have become available, and the optical design of the lens allows a choice between a single and multiple foci or increased depth of field within a single focus. Optimization of the material, shape and optical design of IOLs remain.

Keywords: cataract, artificio, intraocular lens

For citation: Yusef Yu.N., Voronin G.V., Volzhanin A.V., Zelimkhanov S.R., Budnikova E.A., Hamdi A. Modern Directions of Intraocular Lenses Improvement. Literature Review. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):16–23. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-16-23>

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

There is no conflict of interests.

Хирургическое вмешательство при катаракте является одной из наиболее часто выполняемых офтальмологических операций в мире [1, 2]. Хотя попытки хирургического лечения катаракты предпринимались еще с давних времен, только в середине XX века были сделаны два больших открытия, благодаря которым современная хирургия катаракты, основанная на принципе ультразвуковой фрагментации вещества хрусталика с последующей имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ), достигла пика своего развития [3, 4]. Несмотря на продолжающиеся разработки более совершенных технологий хирургического вмешательства, второй не менее важной задачей является поиск так называемой «идеальной» ИОЛ с улучшенными характеристиками, этому и посвящен данный обзор.

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ

Впервые ИОЛ имплантировал английский офтальмолог Гарольд Ридли в 1949 году, осуществив операцию в два этапа. Сначала Ридли выполнил удаление хрусталика методом экстракапсулярной экстракции, а затем через 3 месяца имплантировал ИОЛ. По мнению ученого, временной интервал был необходим для того, чтобы дифференцировать послеоперационное воспаление от возможной тканевой реакции на инородное тело, то есть на установленную ИОЛ [5].

Именно Ридли стал считать заднекамерную имплантацию ИОЛ более физиологичной, так как сохраненная задняя капсула выполняла роль «перегородки» между камерами глаза. В качестве материала для первой ИОЛ автор выбирал между полиметилметакрилатом

(плексиглас, ПММА), кварцем и стеклом. По наблюдениям Ридли внутриглазные инородные тела из этих материалов не вызывали тканевой реакции. Финальным выбором стал ПММА, в основном благодаря своему малому весу (плотность ПММА составляет 1,19 г/см³). Д. Пайк и Д. Холт создали ПММА, свободный от остаточных свободных мономеров — Transpex I, позже Perspex CQ (Clinical Quality). Для ИОЛ этот состав сохранился до наших дней. Для расчета оптической силы ИОЛ использовали работы Альвара Гульстранда, шведского офтальмолога, лауреата Нобелевской премии. Масса первой ИОЛ составляла 108 мг, толщина — 2,4 мм, радиусы передней и задней поверхностей — 17,8 и 10,7 мм соответственно.

Результаты своих операций Ридли впервые представил спустя почти 2 года после первой имплантации. Количество операций начало стремительно возрастать по всему миру. За свою жизнь Ридли имплантировал более тысячи ИОЛ [5, 6].

Одновременно с увеличением количества выполняемых операций начали появляться данные об отдаленных результатах, в том числе об осложнениях, связанных с наличием ИОЛ в глазу. Так, к 1970 году вследствие развития послеоперационных осложнений в 15 % случаев отмечена необходимость проведения эксплантации ИОЛ конструкции Ридли [7]. Были описаны следующие осложнения: ирит, окклюзия зрачка воспалительной мембраной, уплотнение задней капсулы, обмельчание передней камеры, вторичная глаукома, атрофия радужки, дислокация ИОЛ [8].

Несовершенство первых ИОЛ привело к появлению переднекамерных ИОЛ. Впервые переднекамерную ИОЛ

Таблица 1. Свойства различных материалов для ИОЛ. Цитируется по С. Luo [18]**Table 1.** Properties of common IOL materials. Cited from C. Luo [18]

Материал Material	Биосовместимость Biocompatibility	Преимущества Advantages	Недостатки Disadvantages
ПММА (жесткие) PMMA (rigid)	Слабая аккумуляция воспалительных клеток. Частые помутнения задней капсулы Low rate of inflammatory cell accumulation. High rate of posterior capsule opacification	Низкая стоимость. Низкая тиндализация. Хорошее качество зрения Low cost. Low aqueous flare. High visual quality	Разрез 5–6 мм 5–6 mm incision to insert
ПДМС PDMS	Слабая аккумуляция воспалительных клеток. Фибротические наложения на поверхности Low rate of inflammatory cell accumulation. Fibrotic reaction of lens surface	Малый разрез Small incision	Травма капсулярного мешка при расправлении. Помутнение при интравитреальном введении воздуха Tissue injury during expanding. Opacification of surface after contacting with intravitreal air
Гидрофильные акриловые Hydrophilic acrylic	Слабая аккумуляция воспалительных клеток. Частая кальцификация задней капсулы Low rate of inflammatory cell accumulation. High rate of posterior capsule calcification	Низкая тиндализация. Удобство имплантации Low aqueous flare. Easy to handle	Ограниченный набор дизайнов. Помутнение в долгосрочном периоде Limitation in shape design. Long-term IOL opacification
Гидрофобные акриловые Hydrophobic acrylic	Низкая частота помутнений задней капсулы. Высокая частота аккумуляции воспалительных клеток Low rate of posterior capsule opacification. High rate of inflammatory cell accumulation	Хорошее качество зрения. Возможность дизайна с острыми краями Good visual quality. Compatible with a sharp-edged design	Шершавая поверхность. Высокая тиндализация. Высокий рефракционный индекс High aqueous flare. Tacky surface. High refractive index

имплантировал итальянский офтальмолог Б. Стрампелли в 1953 году. ИОЛ была изготовлена из ПММА и представляла собой монолитную конструкцию. Через 2 года модель переднекамерной ИОЛ с замкнутыми гаптическими элементами предложил Даннхейм, а в 1959 году собственную модификацию переднекамерной ИОЛ с разомкнутой гаптикой стал использовать Барракер, который провел более 230 операций. Авторы считали, что угол передней камеры является лучшим местом для имплантации ИОЛ. Такие ИОЛ обладали рядом преимуществ: возможностью имплантации после интракапсулярной экстракции и минимизацией риска дислокации за счет стабильной фиксации к радужке (ирис-клипс). При этом массово наблюдались серьезные осложнения: буллезная кератопатия, вторичная глаукома, вывих ИОЛ, атрофия радужки и увеит [9].

Вдохновившись успехом Ридли, в 1959 году С.Н. Федоров создал собственную модель ИОЛ и имплантировал ее кролику, а 5 июля 1960 года впервые в СССР он имплантировал ИОЛ человеку — 12-летней девочке с врожденной катарактой. Это была ирис-клипс линза, выполненная по модели Бинкхорста с гаптическими элементами. В целом в указанный год С.Н. Федоров провел четыре имплантации таких ИОЛ [10].

К ирис-клипс ИОЛ относят также поздние модификации линзы Бинкхорста [11], ИОЛ «Спутник» конструкции Федорова — Захарова [12, 13], а также варианты с металлической и платиновой гаптикой [14, 15]. Именно ирис-клипс ИОЛ ассоциируются с популяризацией интраокулярной коррекции афакии в 1960–1970-х годах.

К середине 1970-х годов, с развитием заднекамерных ИОЛ, методика ирис-клипс становится устаревшей. В качестве материала для гаптики начинают использовать полипропилен или ПММА, а сама гаптика окончательно принимает J-образную или C-образную

форму. По сравнению с первыми ИОЛ, когда срок хо-рошей переносимости линзы составлял 5–10 лет, ИОЛ начинают служить практически всю жизнь. В 1976 году появляется первая гибкая ИОЛ, а на смену ПММА приходит полидиметилсилоксан (ПДМС) [16], который обладает рефракционным индексом 1,41–1,46, что больше, чем у ПММА и, таким образом, позволяет сделать ИОЛ тоньше, но с такой же оптической силой.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В настоящее время ИОЛ изготавливают из различных материалов. Наиболее распространенным является акрил. Это полимер либо кополимер, образованный метилакрилатом, метилметакрилатом, этилметакрилатом и 2-гидроксиэтилметакрилатом. ИОЛ из таких материалов менее эластичны, чем ИОЛ из ПДМС, за счет этого они медленнее расправляются при имплантации, облегчая операцию и минимизируя риск травматизации капсулы хрусталика.

Концентрация 2-гидроксиэтилметакрилата определяет свойства материала относительно воды: в гидрофобных ИОЛ его содержание составляет 0,5–1 %, а в гидрофильных — 18–38 % [17]. Гидрофильные ИОЛ с помощью дегидратации могут быть адаптированы для разреза до 2 мм. Гидрофобные ИОЛ обладают рефракционным индексом 1,44–1,55, что, с одной стороны, позволяет достичь минимальной толщины линзы, а с другой, приводит к появлению жалоб на засветы. Остальные свойства ИОЛ представлены в таблице 1 [18].

ФЕНОМЕН ПСЕВДОАККОМОДАЦИИ

Хрусталик представляет собой прозрачную двояковыпуклую линзу, выполняющую целый ряд функций, среди которых особое значение имеет аккомодация, под которой понимают способность хрусталика изменять свою

преломляющую силу в диапазоне от 19 до 33 дптр за счет изменения своей формы, что обеспечивает четкое зрение на различном расстоянии.

После замены хрусталика на искусственную ИОЛ происходит потеря функции аккомодации, и, соответственно, способности глаза к ясному видению вблизи без дополнительной очковой коррекции. Это препятствует полноценной зрительной реабилитации [19, 20].

В отечественной и зарубежной литературе стали появляться данные о наличии так называемого «феномена псевдоаккомодации», то есть способности артификачного глаза хорошо видеть расположенные на различном расстоянии предметы без изменения преломляющей силы и без использования очков. По мнению разных авторов, объем псевдофакической аккомодации может варьировать в пределах 2 дптр и обычно не обеспечивает полноценное зрение вблизи [21, 22].

Выделяют несколько факторов, которые могут оказывать влияние на формирование псевдоаккомодации. Все их можно объединить в две группы: зависящие от состояния оптической системы глаза (диаметр зрачка, состояние капсульного мешка, наличие оптических аберраций) и от состояния сенсорного аппарата глаза (чувствительность сетчатки, состояние проводящих зрительных путей и корковых центров головного мозга) [19, 23].

Горизонтальное смещение ИОЛ является отдельным видом псевдоаккомодации. Сокращение цилиарных мышц в ответ на аккомодационные зрительные стимулы может способствовать смещению ИОЛ — вперед при плоской или кольцевидной гаптике и назад при традиционной J-образной акриловой гаптике [24]. При сравнении положения монофокальных ИОЛ при использовании циклопентолата и пилокарпина (для максимального расслабления и сокращения цилиарной мышцы соответственно) диапазон смещения ИОЛ составил 0,02–1,5 мм, и хотя при исследовании наблюдался разброс рефракции до 1 дптр, он не коррелировал со смещением ИОЛ [25]. По данным когерентной интерферометрии, смещение монофокальных ИОЛ при аккомодационных стимулах не влияло на объем псевдоаккомодации [26].

Интересным фактом является то, что у детей с двусторонней артификацией при отсутствии амблиопии псевдоаккомодация наблюдается намного чаще, чем у взрослых. Ее предположительным механизмом является наличие роговичных аберраций высшего порядка (кома и трилистник), большой диапазон оптической силы роговицы и сравнительно малая осевая длина глаза, что максимизирует эффект от горизонтального смещения ИОЛ. Ширина зрачка при этом не является значимым параметром [27].

ИНТРАОКУЛЯРНАЯ КОРРЕКЦИЯ АФАКИИ

Первоначально изобретенные ИОЛ имели одну оптическую зону и предназначались для коррекции только одного фокусного расстояния — дальнего или ближнего. Такие линзы получили название монофокальных ИОЛ. В мировой хирургии монофокальные ИОЛ до сих

пор пользуются большой популярностью, так как обеспечивают высочайшее качество изображения с наименьшим количеством оптических побочных эффектов и являются наиболее доступным вариантом [28]. Целевые показатели рефракции всегда подбирают индивидуально, исходя из зрительных потребностей пациента. Эмметропическая целевая рефракция является наиболее физиологичным вариантом, обеспечивающим высокую остроту зрения вдаль, но требующим подбора оптической коррекции для чтения. Напротив, миопическая целевая рефракция предполагает наличие высокого зрения вблизи, но делает необходимым использование очков для дали.

В настоящее время одним из перспективных направлений в развитии интраокулярной хирургии является восстановление зрения на различном расстоянии без дополнительной оптической коррекции. Выделяют три способа расширения фокусной зоны оптической системы:

- асимметричная монофокальная коррекция;
- мультифокальная коррекция;
- коррекция линзами с расширенной глубиной фокуса.

АСИММЕТРИЧНАЯ МОНОФОКАЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ

Асимметричная коррекция афакии основана на индуцированной анизометропии. Данный способ предполагает коррекцию монофокальными ИОЛ ведущего глаза для дали и парного — для близи. Преимущество одного глаза перед другим является проявлением феномена асимметрии зрительного анализатора. Доминирующий глаз обеспечивает более ясное видение различных предметов в пространстве и осуществляет зрительную локализацию объекта. Анализ проведенных исследований показал, что 95 % успешных случаев асимметричной коррекции приходится именно на эмметропическую рефракцию ведущего глаза [29–31].

По данным разных источников, для достижения высокой остроты зрения как на дальнем, так и на ближнем расстоянии уровень анизометропии может находиться в пределах от –1,00 до –3,00 дптр [32, 33]. При этом определение оптимального уровня анизометропии до сих пор является актуальной задачей.

В зависимости от величины индуцированной аметропии можно выделить три возможных варианта зрительного восприятия двух различных по четкости и контрастности образов: фузия, бинокулярная конкуренция, диплопия. Для формирования фузии необходимо обеспечить попадание зрительных импульсов в так называемую зону Панума (пределы ясного видения без двоения). При увеличении степени анизометропии отмечается бинокулярная конкуренция двух образов с подавлением одного из них. Существуют доминантный и альтернирующий типы сенсорного превалирования. Доказано, что доминантный тип подавления значительно

затрудняет зрительную адаптацию и является противопоказанием к асимметричной анизокоррекции.

Таким образом, успешный результат асимметричной монофокальной коррекции зависит от правильного исследования адаптационных возможностей. Ведущий глаз должен быть скорректирован на эметропию. При исследовании формы сенсорного превалирования при бинокулярном соперничестве двух глаз должен быть выявлен альтернирующий тип восприятия [33–37].

К недостаткам асимметричной монофокальной коррекции относят снижение остроты зрения вдаль на миопизированном глазу, непереносимость индуцированной анизометропии, проблемы в подборе оптимальной силы ИОЛ. Данный способ следует рассматривать скорее как альтернативный вариант при наличии противопоказаний или отсутствии возможностей к имплантации других видов ИОЛ.

МУЛЬТИФОКАЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ

Развитие мультифокальной интраокулярной коррекции начинается с 80-х годов прошлого века. Мультифокальные линзы обеспечивают возможность невооруженного ясного зрения вдаль, вблизи и на промежуточном расстоянии [38–41].

Мультифокальные ИОЛ подразделяют на несколько групп: дифракционные, рефракционные, рефракционно-дифракционные и градиентные.

Дифракционные ИОЛ имеют на оптической поверхности концентрические кольца, которые предназначены для дифракции падающего света, который собирается на сетчатке в виде двух и более фокусов. Преимуществом таких ИОЛ является низкая чувствительность к децентрации и отсутствие зависимости от диаметра зрачка [42, 43].

Рефракционные ИОЛ имеют на передней поверхности несколько сферических зон с разным радиусом кривизны. Каждая зона предназначена для определенного расстояния. Такие ИОЛ зависимы от диаметра зрачка и чувствительны к децентрации [38, 44–46].

Гибридные ИОЛ представляют собой комбинированную рефракционно-дифракционную конструкцию. ИОЛ данной группы зрачковозависимы и высокочувствительны к децентрации [47, 48].

Градиентные ИОЛ изготовлены из полимерных материалов с различным показателем преломления. За счет этого преломляющая сила таких ИОЛ переменна. Градиентные ИОЛ зрачково-независимы [49].

Сложная форма поверхностей вышеперечисленных мультифокальных ИОЛ предрасполагает к развитию у ряда больных зрительных феноменов — «гало»- и «глер»-эффектов, снижению контрастной чувствительности и необходимости к длительной нейрорадаптации [50–52]. В качестве компромиссного варианта в 2014 году были разработаны монофокальные ИОЛ, у которых увеличена глубина резкости (EDOF; англ. enhanced depth of focus) [53].

ЛИНЗЫ С РАСШИРЕННОЙ ГЛУБИНОЙ ФОКУСА

Технология EDOF представляет собой новое поколение ИОЛ в офтальмологии. К настоящему времени EDOF объединяет несколько видов ИОЛ с различными оптическими свойствами, что может приводить к терминологической путанице. По мнению ряда авторов, «настоящими» EDOF можно назвать ИОЛ с увеличенным фокусом, не захватывающим весь диапазон аккомодации. Такие ИОЛ обеспечивают более стабильную остроту зрения за счет единой фокальной плоскости и вызывают меньшее количество aberrаций, но могут требовать применения дополнительной очковой коррекции [54, 55]. Фактически ряд EDOF ИОЛ являются «гибридными», то есть обладают преимуществами мультифокальных и EDOF ИОЛ. Они охватывают почти весь диапазон аккомодации [56, 57].

Сравнительный анализ различных EDOF ИОЛ показывает приблизительно одинаковые результаты удовлетворенности результатами операции с небольшими вариациями относительно качества зрения от ИОЛ разных производителей [58, 59].

Исследование, посвященное субъективному восприятию качества зрения, показало, что EDOF ИОЛ ассоциируются с меньшей интенсивностью гало-эффекта и лучшей способностью к вождению автомобиля в ночное время в сравнении с мультифокальными ИОЛ. Все пациенты с EDOF ИОЛ, включенные в исследование, отмечают, что выбрали бы такую же ИОЛ вновь, несмотря на необходимость использования очков [60].

Последней работой на сегодняшний день является метаанализ 28 исследований (2465 пациентов), включающий все типы ИОЛ. Трифокальные ИОЛ разных исследователей показали различные результаты, а EDOF ИОЛ продемонстрировали хорошее качество зрения на средних дистанциях [61].

ПЕРСПЕКТИВЫ

Условно «идеальная ИОЛ» должна быть жидкой в момент имплантации, чтобы проходить через минимальный разрез, и становится жесткой в момент расправления. К настоящему моменту в качестве линзообразующего агента исследуют силикон и гидрогели [62], а как катализатор для затвердевания — различные внешние стимулы: катализатор Карстеда с синим светом, ультрафиолет, температура, пероксидазы. Тем не менее прогресс в этой области идет постепенно, так как большинство катализаторов могут оказывать разрушительное воздействие на глаз. Перспективным направлением является использование температурного катализатора: меняя концентрацию метакрилата, можно достичь затвердевания при температуре тела [63].

Исследуют возможность изменения диоптрийности ИОЛ уже после имплантации. Это является актуальной задачей, потому что даже в настоящее время более чем у четверти пациентов наблюдается непопадание

в $\pm 0,5$ дптр целевой рефракции. Так, одобрена к клиническому применению ИОЛ с поглотителями ультрафиолета, которые при облучении полимеризуются. Не участвующий в полимеризации макромер при этом смещается в области, подвергшиеся воздействию, что может приводить к изменению рефракции до 2 дптр [64]. В отличие от этого метода, который позволяет изменить диоптрийность ИОЛ лишь единожды, ИОЛ на основе силикон-кумарина дает возможность необходимое количество раз менять рефракцию в пределах 2,5 дптр. Димеризация кумарина с образованием циклобутана по механизму кроссликинга приводит к ослаблению рефракции, а разрыв образованных связей — к ее усилению. Такая ИОЛ показала хорошую биосовместимость [65].

Другими перспективными направлениями, которые на сегодняшний день менее развиты, являются создание аккомодирующей ИОЛ из эластомеров полисилоксаномочевины [66] и изменение рефракционного индекса полимеров под воздействием излучения фемтосекундного лазера [67].

Улучшение биосовместимости ИОЛ предполагает уменьшение воспалительного ответа и предотвращение рубцевания задней капсулы хрусталика. Так, первые ИОЛ из ПММА с гепариновой поверхностью была создана в 1989 году. Хотя такая ИОЛ показала хорошие результаты в виде уменьшения частоты воспаления увеального тракта, частота развития помутнения задней капсулы осталась прежней. С целью уменьшения

воспалительного ответа также разрабатываются ИОЛ с рекомбинантным гирудином [68] и 2-метакрилоилксиэтил-фосфорилхолином [69].

Для предупреждения помутнения задней капсулы хрусталика с поверхностью линзы совмещают цитостатические препараты, такие как доксирубицин (в том числе в сочетании с гепарином), метотрексат, паклитаксел и 5-фторурацил. Необходимы особые технологии соединения молекулы лекарства с поверхностью ИОЛ, так как простое замачивание линзы в растворе обеспечивает очень короткий эффект [70].

Таким образом, продолжается поиск «идеальной» ИОЛ как по составу, так и по оптическим свойствам. Предстоит найти компромисс между качеством зрения и «мультифокальностью» ИОЛ, разработать способ надежного соединения молекул лекарственных средств с поверхностью ИОЛ, продолжить разработки, направленные на еще большее снижение уровня операционной травмы в ходе хирургического вмешательства, увеличить доступность факохирургии в развивающихся странах и решить ряд иных задач, позволяющих минимизировать слепоту вследствие катаракты.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Наим Юсеф — концепция работы, утверждение финального текста;
Воронин Г.В. — концепция работы, утверждение финального текста;
Волжанин А.В. — литературный поиск, написание статьи, редактирование;
Зелимханов Ш.Р. — написание статьи, редактирование;
Будникова Е.А. — литературный поиск, написание статьи;
Хамди А. — литературный поиск, написание статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Khanna R, Pujari S, Sangwan V. Cataract surgery in developing countries. *Curr Opin Ophthalmol*. 2011 Jan;22(1):10–14. doi: 10.1097/ICU.0b013e3283414f50.
- Wang W, Yan W, Fotis K, Prasad NM, Lansingh VC, Taylor HR, Finger RP, Facciolo D, He M. Cataract Surgical Rate and Socioeconomics: A Global Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2016 Nov 15;57(14):5872–5881. doi: 10.1167/iovs.16-19894.
- Awad AA, Alkorbi HA, Abu Serhan H, Charles Kelman: The Father of Phacoemulsification. *Cureus*. 2024 Jun 5;16(6):e61727. doi: 10.7759/cureus.61727.
- Малюгин БЭ. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе развития офтальмохирургии. *Вестник офтальмологии*. 2014;130(6):80–88. Malyugin BE. State-of-the-art cataract surgery and intraocular optical correction. *Russian Annals of Ophthalmology* 2014;130(6):80–88 (In Russ.).
- Ridley H. Further observations on intraocular acrylic lenses in cataract surgery. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1953 Jan-Feb;57(1):98–106.
- Ridley H. Intraocular acrylic lenses after cataract extraction. *Lancet*. 1952 Jan 19;1(6699):118–121. doi: 10.1016/s0140-6736(52)92426-4.
- Nordlohne ME. The intraocular implant lens development and results with special reference to the Binkhorst lens. *Doc Ophthalmol*. 1974 Dec 16;38(1):1–269. doi: 10.1007/BF00580982.
- Ridley F. Safety requirements for acrylic implants. *Br J Ophthalmol*. 1957 Jun;41(6):359–367. doi: 10.1136/bjo.41.6.359.
- Barraquer J. Anterior chamber plastic lenses. Results of and conclusions from five years' experience. *Trans Ophthalmol Soc UK* (1962). 1959;79:393–424.
- Федоров СН. Применение внутриглазных зрачковых линз для коррекции афакии. *Вестник офтальмологии*. 1965;78(5):76–83. Fedorov SN. Use of intraocular pupillary lenses for correction of aphakia. *Annals of Ophthalmology*. 1965 Sep-Oct;78(5):76–83 (In Russ.).
- Binkhorst CD. Iris-clip and irido-capsular lens implants (pseudophakoi): personal techniques of pseudophakia. *Br J Ophthalmol*. 1967 Nov;51(11):767–771. doi: 10.1136/bjo.51.11.767.
- Haworth SM. After 426 Fyodorov lens implantations. *Trans Ophthalmol Soc UK* (1962). 1982;102(Pt 4):498–500.
- Jardine P, Sandford-Smith JH. Federov iris-supported intraocular acrylic lens. *Br J Ophthalmol*. 1974 Aug;58(8):718–724. doi: 10.1136/bjo.58.8.718.
- Jaffe NS, Duffner LR. The iris-plane (Copeland) pseudophakos. *Arch Ophthalmol*. 1976 Mar;94(3):420–424. doi: 10.1001/archoph.1976.03910030204006.
- Stark WJ, Hirst LW, Snip RC, Maumenee AE. A two-year trial of intraocular lenses at the Wilmer Institute. *Am J Ophthalmol*. 1977 Dec;84(6):769–774. doi: 10.1016/0002-9394(77)90494-9.
- Allarakhia L, Knoll RL, Lindstrom RL. Soft intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 1987 Nov;13(6):607–620. doi: 10.1016/s0886-3350(87)80149-9.
- Miyata A, Yaguchi S. Equilibrium water content and glistenings in acrylic intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Aug;30(8):1768–1772. doi: 10.1016/j.jcrs.2003.12.038.
- Luo C, Wang H, Chen X, Xu J, Yin H, Yao K. Recent Advances of Intraocular Lens Materials and Surface Modification in Cataract Surgery. *Front Bioeng Biotechnol*. 2022 Jun 8;10:913383. doi: 10.3389/fbioe.2022.913383.
- Alfonso JF, Fernández-Vega L, Baamonde MB, Montés-Micó R. Correlation of pupil size with visual acuity and contrast sensitivity after implantation of an apodized diffractive intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2007 Mar;33(3):430–438. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.10.051.
- Pieh S, Lackner B, Hanselmayer G, Zöhrer R, Sticker M, Weghaupt H, Fercher A, Skorpik C. Halo size under distance and near conditions in refractive multifocal intraocular lenses. *Br J Ophthalmol*. 2001 Jul;85(7):816–821. doi: 10.1136/bjo.85.7.816.
- Тахтаев ЮВ, Балашевич ЛИ. Хирургическая коррекция гиперметропии и пресбиопии рефракционно-дифракционными псевдоаккомодирующими линзами AcrySof Restor. *Офтальмохирургия*. 2005;3:12–16. Tahtaev YuV, Balashevich LI. Surgical correction of hypermetropia and presbyopia with refractive-diffractive pseudoaccommodating lenses AcrySof Restor. *Fyodorov Journal Of Ophthalmic Surgery*. 2005;3:12–16 (In Russ.).
- Findl O, Kriechbaum K, Menapace R, Koeppel C, Sacu S, Wirtitsch M, Buehl W, Drexler W. Laserinterferometric assessment of pilocarpine-induced movement of an accommodating intraocular lens: a randomized trial. *Ophthalmology*. 2004 Aug;111(8):1515–1521. doi: 10.1016/j.ophtha.2003.12.057.
- Yamaguchi T, Dogru M, Yamaguchi K, Ono T, Saiki M, Okuyama H, Tsubota K, Negishi K. Effect of spherical aberration on visual function under photopic and mesopic conditions after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Jan;35(1):57–63. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.09.012.
- Findl O, Kiss B, Petternel V, Menapace R, Georgopoulos M, Rainer G, Drexler W. Intraocular lens movement caused by ciliary muscle contraction. *J Cataract Refract Surg*. 2003 Apr;29(4):669–676. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01652-8.
- Gonzalez F, Capeans C, Santos L, Suarez J, Cadarso L. Anteroposterior shift in rigid and soft implants supported by the intraocular capsular bag. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1992;230(3):237–239. doi: 10.1007/BF00176296.
- Tsorbatozoglou A, Németh G, Máth J, Berta A. Pseudophakic accommodation and pseudoaccommodation under physiological conditions measured with partial

- coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg.* 2006 Aug;32(8):1345–1350. doi: 10.1016/j.jcrs.2006.02.069.
27. Dénier C, Dureau P, Edelson C, Barjol A, Caputo G. Pseudo-accommodation in non-amblyopic children after bilateral cataract surgery and implantation with a monofocal intraocular lens: prevalence and possible mechanisms. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2017 Feb;255(2):407–412. doi: 10.1007/s00417-016-3526-4.
 28. Wan KH, Au ACK, Kua WN, Ng ALK, Cheng GPM, Lam NM, Chow VWS. Enhanced Monofocal Versus Conventional Monofocal Intraocular Lens in Cataract Surgery: A Meta-analysis. *J Refract Surg.* 2022 Aug;38(8):538–546. doi: 10.3928/1081597X-20220707-01.
 29. Федоров СН, Ивашина АИ, Яновская НП, Карамян АА. Клинико-функциональные исследования моновизуальной интраокулярной коррекции двусторонней афакии. *Офтальмохирургия.* 2000;2:17–23. Fedorov SN, Ivashina AI, Yanovskaya NP, Karamyan AA. Clinical and functional studies of monovision intraocular correction of bilateral aphakia. *Fyodorov Journal Of Ophthalmic Surgery.* 2000;2:17–23 (In Russ.).
 30. Fawcett SL, Herman WK, Alfieri CD, Castleberry KA, Parks MM, Birch EE. Stereoacuity and foveal fusion in adults with long-standing surgical monovision. *J AAPOS.* 2001 Dec;5(6):342–347. doi: 10.1067/mpa.2001.119785.
 31. Jain S, Ou R, Azar DT. Monovision outcomes in presbyopic individuals after refractive surgery. *Ophthalmology.* 2001 Aug;108(8):1430–1433. doi: 10.1016/s0161-6420(01)00647-9.
 32. Hayashi K, Yoshida M, Manabe S, Hayashi H. Optimal amount of anisometropia for pseudophakic monovision. *J Refract Surg.* 2011 May;27(5):332–338. doi: 10.3928/1081597X-20100817-01.
 33. Naeser K, Hjortdal JO, Harris WF. Pseudophakic monovision: optimal distribution of refractions. *Acta Ophthalmol.* 2014 May;92(3):270–275. doi: 10.1111/aos.12148.
 34. Alarcón A, Anera RG, Villa C, Jiménez del Barco L, Gutierrez R. Visual quality after monovision correction by laser in situ keratomileusis in presbyopic patients. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Sep;37(9):1629–1635. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.03.042.
 35. Chapman GJ, Vale A, Buckley J, Scally AJ, Elliott DB. Adaptive gait changes in long-term wearers of contact lens monovision correction. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2010 May;30(3):281–288. doi: 10.1111/j.1475-1313.2010.00725.x.
 36. Ito M, Shimizu K, Iida Y, Amano R. Five-year clinical study of patients with pseudophakic monovision. *J Cataract Refract Surg.* 2012 Aug;38(8):1440–1445. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.03.031.
 37. Xiao J, Jiang C, Zhang M. Pseudophakic monovision is an important surgical approach to being spectacle-free. *Indian J Ophthalmol.* 2011 Nov-Dec;59(6):481–485. doi: 10.4103/0301-4738.86318.
 38. Карамян АА. Коррекция афакии одновременно вдаль и вблизи (обзор литературы). *Офтальмохирургия.* 1993;1:25–33. Karamyan AA. Correction of aphakia in distance and near simultaneously (literature review). *Fyodorov Journal Of Ophthalmic Surgery.* 1993;1:25–33 (In Russ.).
 39. Walkow L, Klemen UM. Patient satisfaction after implantation of diffractive designed multifocal intraocular lenses in dependence on objective parameters. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2001 Sep;239(9):683–687. doi: 10.1007/s004170100348.
 40. Тахтаев ЮВ, Балашевич ЛИ. Первый опыт клинического применения мультифокальных интраокулярных линз Acrysof Restor. *Офтальмохирургия.* 2004;3:30–34. Tahtaev YuV, Balashevich LI. First experience of clinical application of multifocal intraocular lenses Acrysof Restor. *Fyodorov Journal Of Ophthalmic Surgery.* 2004;3:30–34 (In Russ.).
 41. Тахчиди ХП, Искаков ИА, Пичикова НА. Сравнительная оценка результатов имплантации бифокальных дифракционно-рефракционных и монофокальных интраокулярных линз. *Офтальмохирургия.* 2009;1:18–20. Tahchidi HP, Iskakov IA, Pichikova NA. Comparative evaluation of the results of implantation of bifocal diffractive-refractive and monofocal intraocular lenses. *Fyodorov Journal Of Ophthalmic Surgery.* 2009;1:18–20 (In Russ.).
 42. Slagsvold JE. 3M diffractive multifocal intraocular lens: eight year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2000 Mar;26(3):402–407. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00437-x.
 43. Малюгин БЭ, Соболев НП, Фомина ОВ, Белокопытов АВ. Сравнительный анализ функциональных результатов имплантации различных моделей трифокальных дифракционных интраокулярных линз. *Вестник офтальмологии.* 2020;136(1):80–89. doi: 10.17116/oftalma202013601180. Maliugin BE, Sobolev NP, Fomina OV, Belokopytov AV. Comparative analysis of the functional results after implantation of various diffractive trifocal intraocular lenses. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2020;136(1):80–89 (In Russ.).
 44. Küçükşümer Y, Bayraktar S, Sahin S, Yilmaz OF. Posterior capsule opacification 3 years after implantation of an AcrySof and a MemoryLens in fellow eyes. *J Cataract Refract Surg.* 2000 Aug;26(8):1176–1182. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00583-6.
 45. Leyland M, Zinicola E. Multifocal versus monofocal intraocular lenses in cataract surgery: a systematic review. *Ophthalmology.* 2003 Sep;110(9):1789–1798. doi: 10.1016/s0161-6420(03)00722-X.
 46. Sen HN, Sarikkola AU, Uusitalo RJ, Laatikainen L. Quality of vision after AMO Array multifocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg.* 2004 Dec;30(12):2483–2493. doi: 10.1016/j.jcrs.2004.04.049.
 47. Тахтаев ЮВ. Контрастная чувствительность и устойчивость к ослеплению после имплантации бифокальных дифракционно-рефракционных ИОЛ. *Офтальмохирургия.* 2008;1:53–58. Tahtaev YuV. Contrast sensitivity and blinding resistance after implantation of bifocal diffractive and refractive IOL. *Fyodorov Journal Of Ophthalmic Surgery.* 2008;1:53–58 (In Russ.).
 48. Chang DF. Prospective functional and clinical comparison of bilateral ReZoom and ReSTOR intraocular lenses in patients 70 years or younger. *J Cataract Refract Surg.* 2008 Jun;34(6):934–941. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.12.053.
 49. Тахчиди ХП, Малюгин БЭ, Морозова ТА. Мультифокальные ИОЛ: патентный поиск и классификация. Новое в офтальмологии. 2004;4:31–39. Tahchidi HP, Maliugin BE, Morozova TA. Multifocal IOL: patent search and classification. *New in ophthalmology.* 2004;4:31–39 (In Russ.).
 50. Chandhrasri S, Knorz MC. Comparison of higher order aberrations and contrast sensitivity after LASIK, VisiSse phakic IOL, and Array multifocal IOL. *J Refract Surg.* 2006 Mar;22(3):231–236. doi: 10.3928/1081-597X-20060301-06.
 51. Elgohary MA, Beckingsale AB. Effect of illumination on visual function after monofocal and multifocal intraocular lens implantation. *Eye (Lond).* 2006 Feb;20(2):144–149. doi: 10.1038/sj.eye.6701820.
 52. Häring G, Dick HB, Krummenauer F, Weissmantel U, Kröncke W. Subjective photic phenomena with refractive multifocal and monofocal intraocular lenses. results of a multicenter questionnaire. *J Cataract Refract Surg.* 2001 Feb;27(2):245–249. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00540-x.
 53. Rocha KM. Extended Depth of Focus IOLs: The Next Chapter in Refractive Technology? *J Refract Surg.* 2017 Mar 1;33(3):146–149. doi: 10.3928/1081597X-20170217-01.
 54. Alio JL. Presbyopic Lenses: Evidence, Masquerade News, and Fake News. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2019 Jul-Aug;8(4):273–274. doi: 10.1097/01.APO.0000577792.28242.2d.
 55. Kanczer P, Toto F, Grzybowski A, Alio JL. Extended Depth-of-Field Intraocular Lenses: An Update. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2020 May-Jun;9(3):194–202. doi: 10.1097/APO.0000000000000296.
 56. Першин КБ, Пашинова НФ, Цыганков АЮ, Антонов ЕА, Косова ИВ, Корнеева ЕА. Результат имплантации интраокулярных линз с расширенной глубиной фокуса. *Вестник офтальмологии.* 2024;140(2):40–46. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Antonov EA, Kosova IV, Korneeva EA. Outcomes of extended depth of focus intraocular lenses implantation. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2024;140(2):40–46 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414002140.
 57. Горбунова НЮ, Яковлев РА, Поздеева НА, Михайлов НО. Первый опыт имплантации интраокулярных линз с увеличенной глубиной фокуса у пациентов с глаукомой. *Вестник офтальмологии.* 2024;140(3):68–72. Gorbunova NYU, Yakovlev RA, Pozdeyeva NA, Mikhailov NO. First experience of implantation of extended depth of focus intraocular lenses in patients with glaucoma. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2024;140(3):68–72 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414003168.
 58. Scheepers MA, Hall B. Randomized and double-blind comparison of clinical visual outcomes of 2 EDOF intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2023 Apr 1;49(4):354–359. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001113.
 59. Schojai M, Schultz T, Jerke C, Böcker J, Dick HB. Visual performance comparison of 2 extended depth-of-focus intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2020 Mar;46(3):388–393. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000068.
 60. Böhm M, Hemkepler E, Kohnen T. Self-rated quality of vision and optical phenomena intensity of diffractive presbyopia-correcting IOLs: EDOF, trifocal vs panfocal. *J Cataract Refract Surg.* 2022 Aug 1;48(8):877–886. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000862.
 61. Li J, Sun B, Zhang Y, Hao Y, Wang Z, Liu C, Jiang S. Comparative efficacy and safety of all kinds of intraocular lenses in presbyopia-correcting cataract surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 2024 Apr 16;24(1):172. doi: 10.1186/s12886-024-03446-1.
 62. de Groot JH, van Beijma FJ, Haitjema HJ, Dillingham KA, Hodd KA, Koopmans SA, Norrby S. Injectable intraocular lens materials based upon hydrogels. *Biomacromolecules.* 2001 Fall;2(3):628–634. doi: 10.1021/bm005622r.
 63. Song L, Hu W, Wang G, Zhang H, Niu G, Cao H, Yang H, Zhu S. Synthesis and Characterization of Shape Memory (Meth)Acrylate Co-Polymers and their Cyto-compatibility In Vitro. *J Biomater Sci Polym Ed.* 2011;22(1-3):1–17. doi: 10.1163/09250609X12567412849136.
 64. Moshirfar M, Martin DJ, Jensen JL, Payne CJ. Light adjustable intraocular lenses: an updated platform for cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2023 Jan 1;34(1):78–83. doi: 10.1097/ICU.0000000000000911.
 65. Jellali R, Bertrand V, Alexandre M, Rosière N, Grauwels M, De Pauw-Gillet MC, Jérôme C. Photoreversibility and Biocompatibility of Polydimethylsiloxane-Coumarin as Adjustable Intraocular Lens Material. *Macromol Biosci.* 2017 Jul;17(7). doi: 10.1002/mabi.201600495.
 66. Riehle N, Götz T, Kandelbauer A, Tovar GEM, Lorenz G. Data on the synthesis and mechanical characterization of polysiloxane-based urea-elastomers prepared from amino-terminated polydimethylsiloxanes and polydimethyl-methyl-phenyl-siloxane-copolymers. *Data Brief.* 2018 Apr 30;18:1784–1794. doi: 10.1016/j.dib.2018.04.083.
 67. Bille JE, Engelhardt J, Volpp HR, Laghouissa A, Motzkus M, Jiang Z, Sahler R. Chemical basis for alteration of an intraocular lens using a femtosecond laser. *Biomed Opt Express.* 2017 Feb 6;8(3):1390–1404. doi: 10.1364/BOE.8.001390.
 68. Zheng Z, Wang Y, Jiao Y, Zhai Z. Biological performance of functionalized biomedical polymers for potential applications as intraocular lens. *J Biomed Mater Res A.* 2016 Aug;104(8):1961–1967. doi: 10.1002/jbm.a.35727.
 69. Han Y, Xu X, Tang J, Shen C, Lin Q, Chen H. Bottom-up fabrication of zwitterionic polymer brushes on intraocular lens for improved biocompatibility. *Int J Nanomedicine.* 2016 Dec 20;12:127–135. doi: 10.2147/IJN.S107491.
 70. Liu YC, Wong TT, Mehta JS. Intraocular lens as a drug delivery reservoir. *Curr Opin Ophthalmol.* 2013 Jan;24(1):53–59. doi: 10.1097/ICU.0b013e32835a93fc.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юсеф Наим Юсеф
доктор медицинских наук, профессор, директор, офтальмохирург
(высшая категория)
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Воронин Григорий Викторович
доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник
<https://orcid.org/0000-0002-5769-6593>

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

Зелимханов Шамиль Раульевич
аспирант
<https://orcid.org/0009-00059215-8159>

Будникова Екатерина Андреевна
кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник
<https://orcid.org/0000-0001-7721-7652>

Ахмед Хамди
аспирант
<https://orcid.org/0009-0008-0974-3819>

ABOUT THE AUTHORS

Yusef Naim Yu.
MD, Professor, director, ophthalmosurgeon (highest category)
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Voronin Grigory V.
MD, leading researcher
<https://orcid.org/0000-0002-5769-6593>

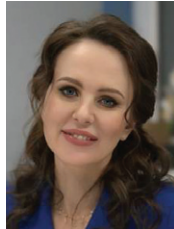
Volzhanin Andrey V.
PhD, researcher
<https://orcid.org/0000-0002-1421-8882>

Zelimkhanov Shamil R.
postgraduate
<https://orcid.org/0009-00059215-8159>

Budnikova Ekaterina A.
PhD, junior researcher
<https://orcid.org/0000-0001-7721-7652>

Ahmed Hamdi
postgraduate
<https://orcid.org/0009-0008-0974-3819>

Проблема циклоторсии при коррекции миопии и миопического астигматизма методом SMILE



Т.Ю. Шилова



М.А. Шилова

Клиника лазерной коррекции зрения доктора Шиловой
Москва, ул. Мосфильмовская, 74б, 119192, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):24–28

Для лечения миопии и миопического астигматизма наиболее часто выполняемой лазерной рефракционной хирургической техникой является лазерный кератомилез *in situ* (LASIK). В последние годы малоинвазивное извлечение лентинкулы (SMILE) стало многообещающей альтернативой LASIK, требующей только фемтосекундного лазера для создания интрастромальной лентинкулы. LASIK и SMILE имеют сопоставимые визуальные результаты с точки зрения безопасности, эффективности и предсказуемости. Установлено, что SMILE приводит к менее тяжелым послеоперационным симптомам в виде синдрома сухого глаза и к более быстрому восстановлению чувствительности роговицы, чем LASIK. Однако несколькими авторами была отмечена четкая тенденция к недокоррекции при SMILE, которая чаще встречалась у пациентов с предоперационным выраженным астигматизмом. Коррекция астигматизма с помощью фемто-LASIK по сравнению со SMILE характеризуется большими преимуществами. Причиной этого является циклоторсия, которая не контролируется при использовании платформы VisuMax. Циклоторсия является распространенной проблемой при коррекции астигматизма, поскольку циклоторсионная ошибка всего в несколько градусов является источником астигматической недокоррекции. Хотя динамическая циклоторсия не должна быть проблемой при выполнении SMILE из-за фиксации глаз во время лазерного лечения, статическая циклоторсия должна быть компенсирована, поскольку правильное выравнивание оси и центрация зрачка являются критическими в плане получения рефракционных результатов.

Ключевые слова: миопический астигматизм, SMILE, LASIK, циклоторсия

Для цитирования: 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/10.18008/1816-5095-2025-1-24-28>

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

Конфликт интересов отсутствует.



The Problem of Cyclotorsion in the Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by the SMILE Method

T.Yu. Shilova, M.A. Shilova

Clinic of Dr. Shilova laser vision correction
Mosfilmovskaya str., 74B, Moscow, 119192, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):24–28

For the treatment of myopia and myopic astigmatism, the most commonly performed laser refractive surgical technique is Laser *in situ* keratomileusis (LASIK). In recent years, minimally invasive lenticule extraction (SMILE) has emerged as a promising alternative to LASIK, requiring only a femtosecond laser to create the intrastromal lenticule. LASIK and SMILE have comparable visual outcomes in terms of safety, efficacy, and predictability. SMILE has been shown its result in less severe postoperative dry eye symptoms and faster corneal sensitivity recovery than LASIK. However, several authors have noted a clear trend toward undercorrection in SMILE, which is more pronounced in cases where preoperative astigmatism is greater. Astigmatism correction with femto-LASIK is more advantageous than with SMILE. The reason for this is cyclotorsion, which is not controlled when using the VisuMax platform. Cyclotorsion is a common problem when correcting astigmatism, as a cyclotorsional error of just a few degrees is a source of astigmatic undercorrection. Although dynamic cyclotorsion should not be a problem when performing SMILE due to the fixation of the eyes during laser treatment, static cyclotorsion must be compensated for, as proper axis alignment and pupillary centration are critical to achieving refractive results.

Keywords: myopic astigmatism, SMILE, LASIK, cyclotorsion

For citation: 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/10.18008/1816-5095-2025-1-24-28>

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

There is no conflict of interests.

Для лечения миопии и миопического астигматизма наиболее часто выполняемой лазерной рефракционной хирургической техникой является Лазерный кератомилез *in situ* (LASIK). В последние годы малоинвазивное извлечение лентиккулы (SMILE) стало многообещающей альтернативой LASIK, требующей только фемтосекундного лазера для создания интрастромальной лентиккулы. Одним из принципиально новых направлений рефракционной хирургии является выполнение операций с помощью лазера VisuMax («CarlZeiss», Германия), с помощью которого W. Sekundo и M. Blum в 2006 г. выполнили первую операцию — FLEx (фемтосекундная экстракция оптической линзы — лентиккулы). С помощью фемтосекундного лазера отсепаровывают верхнюю и нижнюю поверхности лентиккулы, после чего лентиккулу извлекают. Удаление лентиккулы через малый роговичный надрез назвали SMILE (Small-Incision Lenticule Extraction). Во всем мире было проведено более шести миллионов операций SMILE [1–4].

Многочисленные исследования показали, что SMILE обеспечивает приемлемую предсказуемость, эффективность, стабильность и безопасность для коррекции умеренного и сильного миопического астигматизма [5–12]. LASIK и SMILE имеют сопоставимые визуальные результаты с точки зрения безопасности, эффективности и предсказуемости, хотя восстановление остроты зрения может быть медленнее в глазах, подвергнутых LASIK. Установлено, что SMILE приводит к менее тяжелым послеоперационным симптомам, в частности в виде синдрома сухого глаза, и к более быстрому восстановлению

чувствительности роговицы, чем LASIK. Однако несколькими авторами была отмечена четкая тенденция к недокоррекции при SMILE, которая встречалась чаще, когда предоперационный астигматизм больше выражен [5–11]. В соответствии с этим такие авторы, как I.B. Pedersen, A. Ivarsen, предположили, что текущие номограммы лечения могут потребовать корректировки на 10 % в величине коррекции астигматизма [5, 6].

Извлечение лентиккулы является безопасным и эффективным методом лечения миопии и миопического астигматизма и, по-видимому, является хирургическим методом, который сочетает в себе преимущества LASIK и фоторефракционной кератэктомии (PRK). По сравнению с PRK острота зрения при SMILE улучшается гораздо быстрее, а результаты рефракции стабилизируются в более короткие сроки, нет риска помутнения роговицы в послеоперационный период, кроме того, при SMILE можно корректировать более высокие степени нарушения рефракции.

Если сравнивать с LASIK, после выполнения SMILE роговица остается биомеханически более прочной и устойчивой к травмам, восстановление остроты зрения происходит быстрее.

Платформа VisuMax была одобрена Управлением по контролю за продуктами питания и лекарственными средствами США (USFDA) 4 октября 2018 года для лечения с помощью SMILE при миопии до $-10,0$ D и миопического астигматизма до $-3,00$ D, для общего сферического эквивалента (SE) не более 5,0 D. Для сравнения,

T.Yu. Shilova, M.A. Shilova

Contact information: Shilova Tatiana Yu. shilovamd@gmail.com

25

ряд эксимерных лазеров одобрены USFDA для лечения миопии до $-8,0$ D методом LASIK и миопического астигматизма до $-3,00$ D, для сферического эквивалента SE не более $5,0$ D. Несмотря на то что теоретически SMILE является менее инвазивным вмешательством, операция имеет свои недостатки по сравнению с LASIK. Так, существующие платформы для LASIK оснащены системами компенсации циклоторсионной ошибки [13, 14], что в настоящее время отсутствует в фемтосекундной лазерной платформе VisuMax [15].

В немногих работах сообщается о результатах лечения миопического астигматизма с помощью векторного анализа, и очень мало данных по-прежнему относительно случаев, связанных с высоким цилиндром.

Следует, тем не менее, учитывать, что даже эксимерные методы рефракционной хирургии роговицы (поверхностная абляция и лазерный кератомилез *in situ*) продемонстрировали менее эффективную и более сложную коррекцию астигматизма по сравнению с коррекцией простых сферических нарушений. При высоких степенях астигматизма, по-видимому, имеется более низкая предсказуемость и стабильность рефракционного результата [16–20].

С другой стороны, астигматизм $\leq 0,5$ D не ухудшает остроту зрения, что позволяет предположить, что визуальная польза от коррекции этой величины астигматизма ограничена [20], то есть ей можно пренебречь.

В настоящее время SMILE не используется для коррекции простого и сложного гиперметропического астигматизма, отсутствуют также убедительные опубликованные данные, демонстрирующие эффективность и безопасность применения SMILE для коррекции смешанного астигматизма [21].

Анализ литературных данных показывает возможность вывода, что, безусловно, SMILE обеспечивает приемлемую предсказуемость, эффективность, стабильность и безопасность для коррекции умеренного и сильного миопического астигматизма. Лечение миопического астигматизма с помощью SMILE кажется предсказуемым и эффективным, но с астигматической недокоррекцией примерно 11 % и небольшим поворотом оси против часовой стрелки [5].

Коррекция астигматизма с помощью фемто-LASIK по сравнению со SMILE характеризуется большими преимуществами [8–11]. Как уже указывалось выше, причиной этого является циклоторсия, которая не контролируется при использовании платформы VisuMax. Вращение глазного яблока вокруг его переднезадней оси называется циклоторсией, которая является нормальным физиологическим механизмом, позволяющим поддерживать бинокулярное зрение при различных наклонах головы. Циклоторсия имеет две формы: статическую и динамическую. Статическая циклоторсия возникает при изменении положения тела человека из вертикального в горизонтальное. Динамическая циклоторсия характеризуется

движениями глазного яблока непосредственно во время лазерного воздействия. Перед выкраиванием линтикулы в процессе операции SMILE контактное стекло фемтосекундного лазера плотно удерживает глазное яблоко, что обеспечивает его неподвижность, поэтому контроль динамической циклоторсии в этом случае не является необходимым. Между тем во избежание возможных ошибок очень важно учитывать наличие именно статической циклоторсии, поскольку все предоперационные обследования пациента выполняются в положении сидя, а сама операция — в положении лежа. Известно, что циклоторсия сама по себе является динамическим параметром и иногда может варьировать у одного и того же индивидуума в пределах нескольких градусов.

Таким образом, циклоторсия является распространенной проблемой при коррекции астигматизма, поскольку циклоторсионная ошибка всего в несколько градусов является источником астигматической недокоррекции [22, 23].

Отсутствие автоматизированного контроля циклоторсии и центрации в VisuMax, что имеется в последних платформах эксимерного лазера, приводит к рефракционным ошибкам, поскольку центрация и выравнивание являются субъективными и более изменчивыми при SMILE и зависят исключительно от фиксации пациента и применения хирургом контактного стекла для создания вакуума на поверхности глаза [24]. Сообщается, что во время эксимерной рефракционной хирургии до 38 % глаз поворачиваются более чем на 5° при изменении из положения сидя в положение лежа (статическое вращение) и до 68 % глаз поворачиваются более чем на 2° из положения сидя до конца лазерного лечения [25]. Таким образом, хотя динамическая циклоторсия не должна быть проблемой при выполнении SMILE из-за фиксации глаз во время лазерного лечения, статическая циклоторсия должна быть компенсирована, поскольку правильное выравнивание оси и центрация зрачка являются критическими в плане получения рефракционных результатов.

В тех случаях, когда циклоторсия составляет более 2° и не корректируется, коррекция астигматизма не позволяет достигнуть желаемых результатов. Теоретически разница в 4° приведет к 14 % недокоррекции астигматизма, разница в 6° приведет к 20 % недокоррекции астигматизма, а разница в 10° — к 35 % недокоррекции [26]. По данным различных исследований, средние значения циклоторсии находятся в пределах 2 – 4° , однако нередко могут превышать 10° , а иногда составлять более 20° .

В исследовании N. Alpins [25] с использованием векторного анализа было показано, что при ошибке на 5° недокоррекция составляет 1,5 %, на 15° — 13,4 %, а при ошибке на 30° недокоррекция может достигнуть и вовсе 50 %. В связи с этим контроль циклоторсии крайне

необходим в коррекции астигматизма, особенно высокой степени, при рефракционной операции SMILE.

Циклоторсия в положении лежа обычно составляет 5° , и очень редко можно увидеть циклоторсию около 10° . Даже циклоторсия в 10° не создаст рефракционного сюрприза, если у пациента небольшая степень астигматизма, т.е. у пациента с предоперационным астигматизмом 0,75 D будет остаточный астигматизм 0,25 D, что не создаст клинической проблемы. Однако та же степень циклоторсии (хотя это и очень редко) приведет к остаточному астигматизму приблизительно в 1 D у пациента с предоперационным астигматизмом 3 D (т.е. 33 % от 3 D). Кроме того, сам маневр стыковки и наложения вакуума иногда создает дополнительную циклоторсию в глазу при выполнении SMILE. Итак, в фемтолазерной установке «VisuMax», с помощью которой выполняется операция SMILE, отсутствует автоматическая система регистрации радужной оболочки глаза. В связи с этим актуальными остаются альтернативные способы контроля циклоторсии, которые были известны ранее, среди них: цилиндр Джексона, стержень Мэддокса, видеокератография, ручная кератометрия, трехмерная инфракрасная видеоокулография, ручная разметка роговицы, навигационные системы и т.д.

Ganesh и соавт. сообщили, что при использовании SMILE для коррекции миопии почти 20 % глаз показали циклоторсию более 5° [12]. S. Bharti, H.S. Vains указали на улучшение коррекции миопии и миопического астигматизма при воздействии на циклоторсию [13]. Авторы продемонстрировали при наличии астигматизма лучшие результаты после SMILE с ручной компенсацией статической циклоторсии, проведенной с помощью чернильных меток. Эта методика может приводить к ошибкам, в частности, при размещении меток на лимбе и на парacentральной зоне роговицы, при регулировке головы пациента, находящейся под VisuMax, для соответствия горизонтальной сетке окуляра и при вращении контактного стекла для окончательной регулировки оси. Более того, чернильные отметки на роговице не всегда легко увидеть после применения вакуума, если у пациента темный цвет радужной оболочки. Кроме того, следует осторожно и постепенно вращать контактное стекло, чтобы избежать нежелательной потери вакуума. Однако, как обсуждалось ранее, статическая компенсация циклоторсии является ключевым элементом в коррекции астигматизма, а методика меток хотя и не идеальна, должна быть принята для любой коррекции астигматизма более 0,75 D, пока для VisuMax не будет доступна надлежащая регистрация радужной оболочки/лимба для автоматизированного контроля циклоторсии и центрации зрачка.

Таким образом, одним из наиболее распространенных способов контроля циклоторсии при коррекции миопии в сочетании с астигматизмом методом SMILE является метод меток, при котором сначала выполняют разметку горизонтального меридиана роговицы

с помощью красителя в положении «сидя» тела пациента, а коррекцию циклоторсии проводят на этапе «предокинга» в положении «лежа» путем вращения контактного стекла фемтолазерной установки «VisuMax» до сопоставления меток роговицы [12]. Однако нестабильность вакуума в процессе вращения контактного стекла значительно повышает риск сброса вакуума и остановки лазерного этапа. Кроме того, нанесенные с помощью красителя метки размываются в процессе вращения, что снижает точность, также при вращении возможно смещение, деформация эпителия (особенно при дистрофиях базальной мембраны), что снижает качество поверхностей, формируемых фемтолазером, а это в итоге ведет к усложнению сепаровки лентиккулы и увеличению сроков восстановления зрения.

При другом варианте контроля циклоторсии при выполнении технологии SMILE разметку роговицы проводят стандартно с использованием маркеров по горизонтальному лучу света целевой лампы. Затем с помощью изогнутого пинцета, который позволяет надежно стабилизировать глазное яблоко у лимба и выполнять его повороты, до начала «докинга» фиксируют глазное яблоко и проводят корректировку его положения путем ротации (без изменения положения головы) до совмещения меток горизонтальной разметки с «прицелом», то есть вращением и смещением глазного яблока добиваются полного совмещения. В этом случае сохраняется правильное положение головы и глаз не вращается. После этого начинают докинг (набор вакуума) и продолжают удержание глазного яблока весь период работы лазера [27]. Однако при этом сохраняется относительное повышение риска сброса вакуума из-за складки конъюнктивы при ее гипертрофии, что нередко сопутствует длительному ношению контактных линз.

Таким образом, вопрос, связанный с коррекцией циклоторсии при проведении операции смайл на платформе VisuMax, остается актуальным при коррекции миопии и миопического астигматизма.

Мы в своем исследовании поставили задачу повышения точности контроля циклоторсии с соответствующим получением высоких зрительных функций при коррекции миопии в сочетании с астигматизмом. Для этого был предложен способ маркировки горизонтального меридиана в вертикальном положении пациента лазерными метками, нанесенными с помощью импульсного излучения ИАГ-лазера с малой величиной плотности мощности.

Преимуществом лазерных меток является то, что они четко визуализируются под микроскопом, не стираются и не размываются, в отличие от красителя, в процессе манипуляций по коррекции миопии в сочетании с астигматизмом методом SMILE Pro. При этом разметка наносится без прикосновения к глазной поверхности, что повышает ее точность. Эти метки исчезают бесследно через несколько часов после нанесения. Способ был апробирован у 230 пациентов. Результаты показали

безопасность способа, его комфортность для пациента и хирурга, высокую точность компенсации циклоторсии и, как следствие, высокие зрительные функции у пациентов в послеоперационном периоде¹.

Таким образом, операция SMILE представляет собой безопасную альтернативу операции LASIK в ее

нынешнем виде. С улучшением фемтосекундных лазерных платформ использование лазерного извлечения лентикулы станет широко распространенным в ближайшем будущем.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шилова Т.Ю. — общая концепция, научное редактирование,
Шилова М.А. — сбор материала, написание текста.

¹ Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2025100331, приоритет от 13.01.25.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ang M, Tan D, Mehta JS. Small incision lenticule extraction (SMILE) versus laser in-situ keratomileusis (LASIK): study protocol for a randomized, non-inferiority trial. *Trials* 2012;13:75. doi: 10.1186/1745-6215-13-75.
- Sekundo W, Kunert K, Russmann C, Gille A, Bissmann W, Stobrawa G, Sticker M, Bischoff M, Blum M. First efficacy and safety study of femtosecond lenticule extraction for the correction of myopia. *J Cataract Refract Surg* 2008;34(9):1513–1520. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.05.033. Erratum in: *J Cataract Refract Surg*. 2008 Nov;34(11):1819.
- Wong AHY, Cheung RKY, Kua WN, Shih KC, Chan TCY, Wan KH. Dry eyes after SMILE. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2019;8(5):397–405. doi: 10.1097/01.APO.0000580136.80338.d0.
- Han T, Zhao L, Shen Y, Chen Z, Yang D, Zhang J, Sekundo W, Shah R, Tian J, Zhou X. Twelve-year global publications on small incision lenticule extraction: a bibliometric analysis. *Front Med (Lausanne)* 2022;9:990657. doi: 10.3389/fmed.2022.990657.
- 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;33:11–17. doi: 10.3928/1081597X-20161006-04.
- Ivarsen A, Hjortdal J. Correction of myopic astigmatism with small incision lenticule extraction. *J Refract Surg*. 2014;30:240–247. doi: 10.3928/1081597X-20140320-02.
- Zhang J, Wang Y, Wu W, Xu L, Li X, Dou R. Vector analysis of low to moderate astigmatism with small incision lenticule extraction (SMILE): results of a 1-year follow-up. *BMC Ophthalmol*. 2015;15:8. doi: 10.1186/1471-2415-15-8.
- 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.
- 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.
- Khalifa MA, Ghoneim AM, Shaheen MS, Piñero DP. Vector analysis of astigmatic changes after small-incision lenticule extraction and wavefront-guided laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43:819–824. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.033.
- 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.
- 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*. 2017;33:506–512. doi: 10.3928/1081597X-20170328-01.
- Bharti S, Bains HS. Active cyclotorsion error correction during LASIK for myopia and myopic astigmatism with the NIDEK EC-5000 CX III laser. *J Refract Surg (Thorofare, NJ : 1995)*. 2007;23(9 Suppl):S1041–S1045. doi: 10.3928/1081-597X-20071102-11.
- Febbraro JL, Koch DD, Khan HN, Saad A, Gatine 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.
- Alió Del Barrio JL, Vargas V, Al-Shymali O, Alió JL. Small incision lenticule extraction (SMILE) in the correction of myopic astigmatism: outcomes and limitations — an update. *Eye Vis (Lond)*. 2017 Nov 15;4:26. doi: 10.1186/s40662-017-0091-9.
- Kim BK, Mun SJ, Lee DG, Kim JR, Kim HS, Chung YT. Full-Thickness Astigmatic Keratotomy Combined With Small-Incision Lenticule Extraction to Treat High-Level and Mixed Astigmatism. *Cornea*. 2015;34:1582–1587. doi: 10.1097/ICO.0000000000000613.
- World Health Organization. General Guidelines for Methodologies on Research and Evaluation of Traditional Medicine. 2000. Available from URL: <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/whozip42e/whozip42e.pdf>
- Reinstein DZ, Archer TJ, Randleman JB. JRS Standard for reporting astigmatism outcomes of refractive surgery. *J Refract Surg*. 2014;30:654–659. doi: 10.3928/1081597X-20150128-01.
- Alpins NA. New method of targeting vectors to treat astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 1997;23:65–75. doi: 10.1016/s0886-3350(97)80153-8.
- Xia L, Zhang J, Wu J, Yu K. Comparison of corneal biological healing after femtosecond LASIK an small incision lenticule extraction procedure. *Curr Eye Res*. 2016;41(9):1202–1208. doi: 10.3109/02713683.2015.1107590.
- Xia LK, Ma J, Liu HN, Shi C, Huang Q. Three-year results of small incision lenticule extraction and wavefront-guided femtosecond laser-assisted laser in situ keratomileusis for correction of high myopia and myopic astigmatism. *Int J Ophthalmol*. 2018;11(3):470–477. doi: 10.18240/ijo.2018.03.18.
- Swami AU, Steinert RF, Osborne WE, White AA. Rotational malposition during laser in situ keratomileusis. *Am J Ophthalmol*. 2002 Apr;133(4):561–562. doi: 10.1016/s0002-9394(01)01401-5.
- Randleman JB, White AJ Jr, Lynn MJ, Hu MH, Stulting RD. Incidence, outcomes and risk factors for retreatment after wavefront-optimized ablations with PRK and LASIK. *J Refract Surg*. 2009;25:273–276.
- Reinstein DZ, Gobbe M, Gobbe L, Archer TJ, Carp GI. Optical Zone Centration Accuracy Using Corneal Fixation-based SMILE Compared to Eye Tracker-based Femtosecond Laser-assisted LASIK for Myopia. *J Refract Surg*. 2015 Sep;31(9):586–592. doi: 10.3928/1081597X-20150820-03.
- Alpins N. Astigmatism analysis by the Alpins method. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27:31–49. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00798-7.
- Hori-Komai Y, Sakai C, Toda I, Ito M, Yamamoto T, Tsubota K. Detection of cyclotorsional rotation during excimer laser ablation in LASIK. *J Refract Surg*. 2007 Nov;23(9):911–915. doi: 10.3928/1081-597X-20071101-08.
- Шилова Т.Ю. Способ контроля циклоторсии при коррекции миопии в сочетании с астигматизмом методом RELEX SMILE. Патент на изобретение RU 2780135, 19.09.22.

Shilova T.Yu. Method of cyclotorsion control during myopia correction in combination with astigmatism by the RELEX SMILE method. Patent RU 2780135, 19.09.22. (in Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шилова Татьяна Юрьевна
доктор медицинских наук, руководитель клиники

Шилова Мария Алексеевна
офтальмолог-хирург

ABOUT THE AUTHORS

Shilova Tatyana Yu.
MD, head of the Clinic

Shilova Maria A.
ophthalmosurgeon

Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз

Д.Ф. Белов^{1,2}В.П. Николаенко^{1,2}Д.Е. Дмитриева²

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(1):29-34

Цель исследования: сравнение точности десяти формул расчета интраокулярных линз (ИОЛ). **Пациенты и методы.** Исследуемую группу составили 784 пациента (784 глаза), которым была выполнена фактоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией ИОЛ. Биометрия выполнялась на аппаратах IOL-Master 500 и 700 (Carl Zeiss, Германия). Спустя месяц после ФЭ оценивали сферозэквивалент полученной рефракции на аппарате Торсон-8800 (Япония). В качестве критериев точности формул расчета ИОЛ использовались: средняя ошибка расчета (СОР) (разница между полученным через месяц после ФЭ сферозэквивалентом и ожидаемой рефракцией), а также значение средней ошибки расчета по модулю (МСОР), в качестве комплексного параметра оценки применен коэффициент эффективности формулы (КЭФ). **Результаты.** В порядке убывания КЭФ формулы были ранжированы следующим образом: Kane (10,20), Hill RBF (10,00), Barrett (9,62), Holladay I (9,52), Hoffer QST (9,26), Ladas Super Formula (9,17), EVO (9,09), Hoffer Q (8,40), SRH/T (8,13), Pearl DGS (8,00). Наименьшие значения МСОР показали формулы Kane ($0,33 \pm 0,25$), Hill RBF ($0,33 \pm 0,24$) и Barrett ($0,34 \pm 0,25$), а наибольшие — SRH/T ($0,36 \pm 0,27$), Hoffer Q ($0,36 \pm 0,25$) и Pearl DGS ($0,39 \pm 0,37$). **Заключение.** Все формулы продемонстрировали сопоставимые результаты, но наибольшей точностью обладают калькуляторы Kane, Hill RBF, Barrett, однако другие формулы (SRH/T, Holladay I, Hoffer Q, Ladas Super Formula, EVO, Hoffer QST, Pearl DGS) демонстрируют сопоставимые с вышеперечисленными калькуляторами результаты.

Ключевые слова: фактоэмульсификация, интраокулярная линза, расчет ИОЛ, биометрия, формула расчета ИОЛ, искусственный интеллект, регрессионный анализ

Для цитирования: Белов Д.Ф., Николаенко В.П., Дмитриева Д.Е. Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз. Обзор литературы. *Офтальмология*. 2025;22(1):29-34. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-29-34>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Accuracy of 10 Intraocular Lens Power Calculation Formulas

D.F. Belov^{1,2}, V.P. Nikolaenko^{1,2}, D.E. Dmitrieva²

¹ Saint-Petersburg Multifield Hospital No. 2
Uchebnyi 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(1):29–34

Purpose: to assess accuracy of 10 intraocular lens (IOL) calculation formulas. **Patients and methods.** 784 patients (784 eyes) formed study group. Every patient underwent phacoemulsification (PE) with IOL implantation. Biometry for IOL calculation was performed on IOL-Master 500 and 700 (Carl Zeiss, Germany). 1 month after PE spherical equivalent of refraction (Topcon-8800, Japan) was assessed. To compare refractive results of formulas, mean calculation error (ME), mean absolute calculation error (MAE) and formula performance index (FPI) were assessed. **Results.** The following formulas are presented in descending order of the FPI: Hane (10.20), Hill RBF (10.00), Barrett (9.62), Holladay I (9.52), Hoffer QST (9.26), Ladas Super Formula (9.17), EVO (9.09), Hoffer Q (8.40), SRH/T (8.13), Pearl DGS (8.00). The lowest MAE shows Hane formula (0.33 ± 0.25), Hill RBF (0.33 ± 0.24) and Barrett (0.34 ± 0.25). The greatest MAE — SRH/T (0.36 ± 0.27), Hoffer Q (0.36 ± 0.25) and Pearl DGS (0.39 ± 0.37). **Conclusion.** The highest accuracy was demonstrated by Hane, Hill RBF and Barrett formulas, however, other formulas (SRH/T, Holladay I, Hoffer Q, Ladas Super Formula, EVO, Hoffer QST, Pearl DGS) demonstrate comparable results with the above.

Keywords: phacoemulsification, intraocular lens, IOL calculation, biometrics, IOL calculation formula, artificial intelligence, regression analysis

For citation: Belov D.F., Nikolaenko V.P., Dmitrieva D.E. Accuracy of 10 Intraocular Lens Power Calculation Formulas. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):29–34. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-29-34>

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 разработаны десятки формул расчета оптической силы интраокулярных линз (ИОЛ), однако стабильное и предсказуемое достижение запланированной рефракции остается основной проблемой катарактальной хирургии [1, 2]. Так, на практике «идеальное» попадание (в интервале $\pm 0,25$ дптр) достигается всего в 40–50 % случаев [3], что особенно критично при расчете мультифокальных ИОЛ, а также линз с увеличенной глубиной фокуса [4, 5].

Целью данного исследования явилось сравнение точности 10 формул расчета ИОЛ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Данная работа выполнена на базе центра офтальмологии СПб ГБУЗ «Городская многопрофильная больница № 2».

В исследуемую группу вошли 784 пациента (280 мужчин и 504 женщины), средний возраст $74,33 \pm 8,72$ года, которым с использованием аппарата Alcon CENTURION System через роговичный разрез 2,2 мм была выполнена неосложненная факоэмульсификация (ФЭ) с имплантацией ИОЛ в капсулярный мешок.

Профилактика инфекции и чрезмерной воспалительной реакции включала в себя двукратную (за 60 и 30 минут до начала вмешательства) инстилляцию фиксированной комбинации левофлоксацина 5 мг/мл и кеторолака 5 мг/мл («Сигницеф плюс», «Сентисс»), трехминутную обработку периокулярной области

и глазной поверхности 5 % раствором повидон-йода, опциональное завершение ФЭ субконъюнктивальной инъекцией 0,05 г цефазолина и 2 мг дексаметазона с последующими четырехкратными инстилляциями «Сигницеф плюс» на протяжении пяти суток и 0,1 % раствора фторметолона («Флоас моно») в течение двух недель.

Всем пациентам до операции для расчета ИОЛ выполняли оптическую биометрию с помощью аппаратов IOL-Master 500 и 700 (Carl Zeiss, Германия). Спустя месяц после ФЭ оценивали сферозэквивалент полученной рефракции на аппарате Topcon-8800 (Япония) [1].

В качестве критериев точности формул расчета ИОЛ использовались следующие параметры: средняя ошибка расчета (СОР) (разница между полученным через один месяц после ФЭ сферозэквивалентом и ожидаемой рефракцией) — критерий, показывающий адекватность оптимизации а-константы ИОЛ (должен быть сведен к 0 [6]), а также значение средней ошибки расчета по модулю (МСОР) — количественный показатель отклонения от запланированной рефракции (чем выше его значение, тем менее точной является формула). Оценивалась зависимость ошибки от биометрических параметров глаза (аксиальная длина, средняя преломляющая сила роговицы, глубина передней камеры, а также пол пациента) — скорректированный коэффициент детерминации (R^2) линейной регрессии. Чем больше значение R^2 , тем чаще встречаются ошибки, связанные с непропорциональным строением глаза. Для сравнения калькуляторов оценивали также частоту попадания

Д.Ф. Белов, В.П. Николаенко, Д.Е. Дмитриева

Контактная информация: Белов Дмитрий Федорович belovd1990@gmail.com

Сравнение точности десяти различных формул расчета интраокулярных линз

в целевую рефракцию в интервалах $\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и $>1,00$ дптр. В качестве комплексного параметра оценки использовался разработанный нами коэффициент эффективности формулы расчета ИОЛ:

$$КЭФ = \frac{1}{(МСОР + СО + (ОР > 0,50 \text{ дптр}) + R^2)^{-1}}$$

где МСОР — модуль средней ошибки расчета ИОЛ (разница между полученной через один месяц после ФЭ и расчетной рефракцией по модулю), дптр;

СО — стандартное отклонение ошибки расчета без учета знака, дптр;

ОР > 0,50 дптр — доля случаев ошибки расчета, превышающей 0,50 дптр;

R^2 — скорректированный коэффициент детерминации линейной регрессии, где зависимой переменной является ошибка расчета ИОЛ, а факторами, влияющими на нее (ковариатами), — аксиальная длина глаза, среднее значение кератометрии, глубина передней камеры и пол пациента.

Более высокие значения КЭФ свидетельствуют о большей точности формулы расчета ИОЛ и наоборот.

В таблице 1 представлены использованные в ходе исследования модели ИОЛ с их оптимизированными по методике К. Hoffer а-константами [7]. Оптимизация а-констант производилась для сведения средней ошибки расчета ИОЛ к нулю, что необходимо для корректного сравнения формул.

В исследовании сравнивали 10 различных формул расчета ИОЛ: SRK/T, Holladay I, Hoffer Q, Kane, Barrett Universal II (Barrett), Hill RBF (версия 3.0), Ladas Super Formula (LSF), EVO formula (версия 2.0), Hoffer QST, Pearl DGS.

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). Некоторые данные представлены в виде диапазона значений [минимум; максимум]. Критерий Шапиро — Уилка использовался для определения нормальности распределения выборок. Непараметрический критерий Краскела — Уоллиса применялся для сравнения средних значений в группах. При анализе линейной регрессии использовался скорректированный коэффициент детерминации R^2 . Различия при $p \leq 0,05$ расценивались как статистически значимые. Используются методы описательной статистики — отношение части к целому (проценты) при описании частоты попадания в рефракцию цели в заданных диапазонах для различных формул расчета ИОЛ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ФЭ и ранний (первый месяц) послеоперационный период прошли без осложнений, что подтверждает адекватный решаемым задачам антибактериальный, противовоспалительный и обезболивающий эффекты использовавшегося алгоритма фармакологического сопровождения без риска стероидной гипертензии и возникновения/усугубления заболеваний глазной поверхности.

Таблица 1. Использованные в ходе исследования модели ИОЛ с их оптимизированными а-константами

Table 1. IOL models used in the study with their optimized a-constants

Модель ИОЛ, производитель IOL, manufacturer	а-константа, заявленная производителем a-constant declared by the manufacturer	а-константа оптимизированная Optimized a-constant	n
AcrySof SA60AT, Alcon, США (USA)	118,70	118,74	226
MIOL-SOFT-2-13, Reper HH, Россия (Russia) [1]	118,40	118,83	195
Acryfold: Centry fold 601, Appasamy Associates, Индия (India)	118,70	118,46	180
Akreos Adapt AO, Bausch + Lomb, США (USA)	118,40	118,46	143
AcrySof SN6AT, Alcon, США (USA)	119,20	119,20	16
ZCB00 Tecnis, Johnson and Johnson Vision, США (USA)	119,30	119,40	13
Clareon CNA0T0, Alcon, США (USA)	119,10	119,33	11

Таблица 2. Средние значения биометрических параметров и силы имплантированной ИОЛ в исследуемой группе

Table 2. Mean biometric values and IOL power in study group

Параметр Parameter	M ± SD (Me) [диапазон]
Преломляющая сила роговицы, дптр Mean keratometry, D	44,15 ± 1,54 (44,18) [39,36; 49,38]
Аксиальная длина, мм Axial length, mm	23,67 ± 1,37 (23,45) [19,89; 30,77]
Глубина передней камеры, мм Anterior chamber depth, mm	2,97 ± 0,41 (2,97) [1,93; 4,28]
Оптическая сила ИОЛ, дптр IOL power, D	21,00 ± 3,23 (21,50) [2,00; 31,00]

тельный и обезболивающий эффекты использовавшегося алгоритма фармакологического сопровождения без риска стероидной гипертензии и возникновения/усугубления заболеваний глазной поверхности.

В таблице 2 приведены средние значения биометрических параметров и оптической силы ИОЛ в исследуемой группе.

Обращает на себя внимание наличие различных вариантов строения глаза (короткий, средний, длинный, с крутой и плоской роговицей, мелкой и глубокой передней камерой), в том числе выбивающиеся из среднестатистических значений, что, в свою очередь, может приводить к появлению ошибок расчета искусственного хрусталика.

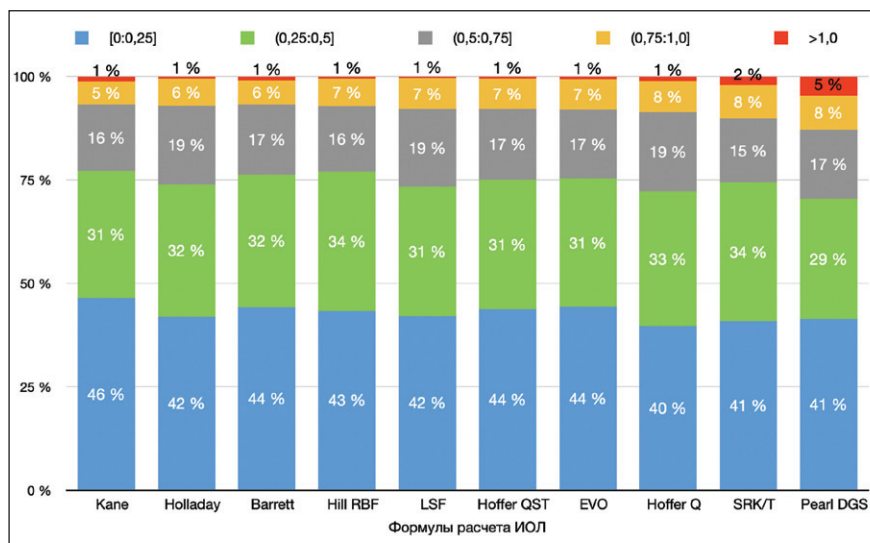
В таблице 3 приведены показатели средней ошибки расчета ИОЛ и ее значения по модулю, а также показатель коэффициента детерминации (R^2) для всех формул расчета.

На рисунке 1 показана частота попадания в рефракцию цели в диапазонах $\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и свыше 1,00 дптр в исследуемой группе в виде гистограмм с накоплением для всех формул.

В таблице 4 представлены значения коэффициента эффективности формул в исследуемой группе.

Таблица 3. Значения средней ошибки расчета ИОЛ и модуля средней ошибки расчета ИОЛ и значение коэффициента детерминации для формул**Table 3.** Mean and absolute IOL calculation error and linear regression determination coefficient for formulas

Параметр Parameter	Формулы расчета IOL calculation formula										ANOVA P
	SRK/T	Holladay I	Hoffer Q	Kane	Barrett	Hill RBF	LSF	EVO	Hoffer QST	Pearl DGS	
Средняя ошибка расчета, дптр Mean IOL calculation error, D	0,00 ± 0,45	0,05 ± 0,42	0,02 ± 0,43	0,02 ± 0,41	0,01 ± 0,42	0,00 ± 0,41	0,02 ± 0,43	0,04 ± 0,43	0,08 ± 0,42	0,17 ± 0,49	<0,001
Модуль средней ошибки расчета, дптр Absolute IOL calculation error, D	0,36 ± 0,27	0,35 ± 0,24	0,36 ± 0,25	0,33 ± 0,25	0,34 ± 0,25	0,33 ± 0,24	0,35 ± 0,26	0,34 ± 0,27	0,34 ± 0,25	0,39 ± 0,37	0,037
Скорректированный коэффициент детерминации R ² Adjusted linear regression coefficient R ²	0,17	0,02	0,12	0,02	0,04	0,02	0,04	0,06	0,06	0,07	неприменимо inapplicable

**Рис. 1.** Гистограммы с накоплением. Частота попадания в рефракцию цели в диапазонах $\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и свыше $1,00$ дптр в исследуемых группах**Fig. 1.** Stacked histograms comparing the percentage of cases within ± 0.25 , ± 0.50 , ± 0.75 , ± 1.00 and over 1.00 D in study groups

ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка точности формул расчета ИОЛ является непростой задачей из-за отсутствия механизма (инструмента) их сравнения. С появлением в 80-х годах XX века теоретических формул третьего поколения (Holladay [8], SRK/T [9], Hoffer Q [10]) частота попадания в рефракцию цели в пределах $\pm 1,00$ дптр существенно повысилась с 58–66% (для теоретических формул I поколения и регрессионных формул) до 90% и более [8]. Этот факт был обусловлен внедрением в созданные формулы параметра эффективного положения линзы (ЭПЛ) [8] как переменной, влияющей на расчет ИОЛ. К сожалению, за последние 20–30 лет подобного революционного прорыва в точности расчета рефракции искусственного хрусталика не произошло [3] (рис. 1) даже несмотря на активное внедрение

искусственного интеллекта [11] и регрессионного анализа [12] в качестве инструментов, призванных повысить рефракционные результаты.

Использование параметра МСОР для формул третьего и последующих поколений дает очень расплывчатое представление об их точности, так как значения МСОР для всех исследуемых калькуляторов оказались очень близки (табл. 3). Ряд авторов [13, 14] указывают на большую практическую значимость параметра медианной средней ошибки расчета, однако и она не способна дать реальное представление о точности формулы из-за отсутствия, как правило, статистически значимых различий.

Использование методики, оценивающей попадание в рефракцию цели в различных диапазонах ($\pm 0,25$, $\pm 0,50$, $\pm 0,75$, $\pm 1,00$ и $>1,00$ дптр) дает наглядное представление

Таблица 4. Значения коэффициента эффективности формул в исследуемой группе**Table 4.** The formulas performance index in study group

Формула расчета ИОЛ IOL calculation formula	Коэффициент эффективности формулы Formula Performance Index
Kane	10,20
Hill RBF	10,00
Barrett	9,62
Holladay I	9,52
Hoffer QST	9,26
LSF	9,17
EVO	9,09
Hoffer Q	8,40
SRK/T	8,13
Pearl DGS	8,00

о точности формул (рис. 1). Тем не менее при этом способе невозможно оценить статистическую значимость полученных различий.

В литературе описано применение параметра «индекс эффективности формулы» (Formula performance index) [7], использование которого представляет определенные сложности из-за его доступности только для членов Европейского общества катарактальных и рефракционных хирургов (ESCRS). Поэтому нами был предложен альтернативный метод, предполагающий расчет коэффициента эффективности формулы, описанный в разделе «Материалы и методы».

Наилучший результат в нашем исследовании показала формула Kane — калькулятор, в основе которого лежит математическое уравнение, оптимизированное с помощью статистических (регрессионных) методик и искусственного интеллекта [15]. О высокой эффективности данной формулы свидетельствуют многочисленные публикации [3, 16]. Схожие рефракционные исходы продемонстрировала формула Hill RBF (версия 3.0) — оба калькулятора показали наименьшие значения МСОР и стандартного отклонения СОР. Калькулятор Hill RBF не является математической формулой, а представляет собой алгоритм, обученный искусственным интеллектом (нейросетью radial basis function) на большом массиве данных (свыше 12 000 рефракционных исходов ФЭ для версии 2.0 [17]). Тройку лидеров замыкает формула Barrett Universal II, которая является математическим уравнением, оптимизированным с помощью статистических методик [18, 19]. О высоких рефракционных результатах вышеперечисленных формул, в том числе и в осложненных ситуациях (короткая аксиальная длина глаза, плотный хрусталик, наличие слабости связочного аппарата), нами было ранее сообщено в соответствующих публикациях [2, 20, 21].

Формула Holladay I, разработанная в 1988 г., показала весьма неплохой результат по сравнению с тремя упомянутыми калькуляторами (табл. 4). В литературе достаточно часто можно найти свидетельства о сопоставимой эффективности формул третьего поколения (Holladay I, SRK/T, Hoffer Q) с современными калькуля-

торами, например при расчете ИОЛ в «коротких» [22, 23] или «длинных» [24] глазах.

Наихудший результат продемонстрировала формула Pearl DGS, что, вероятно, связано с неправильной методологией работы с этим калькулятором. СОР для Pearl DGS составила $0,17 \pm 0,49$, что значимо отличается от других формул (табл. 3). Данный факт свидетельствует о необходимости отдельной оптимизации а-констант ИОЛ для этого калькулятора. Тем не менее ряд зарубежных публикаций свидетельствует о сопоставимых рефракционных результатах формулы Pearl DGS с Barrett Universal II, Hoffer QST, Kane, Hill RBF [25, 26]. В основе данной формулы лежит машинное обучение и регрессионные поправки (PEARL = ARTificial Intelligence and Linear algorithms) [26, 27], что, к сожалению, не позволяет существенным образом улучшить ее эффективность по сравнению с формулами третьего поколения (рис. 1).

Выводы

Таким образом, приходится признать, что последние три десятилетия не ознаменовались революционным повышением точности расчета ИОЛ. Использование, наряду с традиционными регрессионными методами [28], относительно «нового» машинного обучения [11] не позволяет достигать рефракции цели в пределах $\pm 0,50$ дптр более чем в 80 % случаев (по результатам этого исследования) и данным других авторов [3]. Этот факт не добавляет уверенности хирургам при расчете ИОЛ, а также может приводить к неудовлетворенности пациентов при появлении рефракционных «сюрпризов».

Очевидно, необходим новый алгоритм расчета ИОЛ, исключая использование а-константы (или ей подобной переменной) как среднестатистического значения предполагаемого ЭПЛ и опирающийся на использование рефракционного индекса материала искусственного хрусталика и его других физических характеристик.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Белов Д.Ф. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, его статистическая обработка, написание текста;
Николаенко В.П. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование;
Дмитриева Д.Е. — сбор и обработка материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Белов ДФ, Николаенко ВП, Ковалева ВВ. Оценка и сравнение рефракционных результатов имплантации отечественной ИОЛ MIOLSOFT-213 с зарубежными моделями. Офтальмология, 2024;21(2):289–295. doi: 10.18008/1816509520242289295.
- 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. doi: 10.18008/1816509520242289295.
- Белов ДФ, Даниленко ЕВ, Николаенко ВП, Потемкин ВВ. Оценка точности современных формул расчета интраокулярных линз при невозможности выполнения оптической биометрии. Вестник офтальмологии, 2024;140(2):34–39. Belov DF, Danilenko EV, Nikolaenko VP, Potemkin VV. Evaluation of the accuracy of modern intraocular lens calculation formulas when optical biometry is not possible. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(2):34–39 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414002134.
- 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.
- Chen Z, Lin X, Qu B. Preoperative Expectations and Postoperative Outcomes of Visual Functioning among Cataract Patients in Urban Southern China. PLoS One. 2017 Jan 9;12(1):e0169844. doi: 10.1371/journal.pone.0169844.
- Alio JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R. Multifocal intraocular lenses: An overview. Surv Ophthalmol. 2017 Sep-Oct;62(5):611–634. doi: 10.1016/j.survophthal.2017.03.005.
- Abulafia A, Barrett GD, Koch DD. Protocols for Studies of Intraocular Lens Formula Accuracy. Am J Ophthalmol. 2016 Apr;164:149–150. doi: 10.1016/j.ajo.2016.01.010.
- 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.
- Holladay JT, Prager TC, Chandler TY. A three-part system for refining intraocular lens power calculations. J Cataract Refract Surg. 1988 Jan;14(1):17–24. doi: 10.1016/s0886-3350(88)80059-2.
- Retzlaff JA, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. J Cataract Refract Surg. 1990 May;16(3):333–340. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80705-5.

10. Hoffer KJ. Preoperative cataract evaluation: intraocular lens power calculation. *Int Ophthalmol Clin.* 1982 Summer;22(2):37–75. doi: 10.1097/00004397-198202220-00005.
11. Clarke GP, Burmeister J. Comparison of intraocular lens computations using a neural network versus the Holladay formula. *J Cataract Refract Surg.* 1997 Dec;23(10):1585–1589. doi: 10.1016/s0886-3350(97)80034-x.
12. Wang L, Shirayama M, Ma XJ. Optimizing intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths above 25.0 mm. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Nov;37(11):2018–2027. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.05.042.
13. Stopyra W, Langenbacher A, Grzybowski A. Intraocular Lens Power Calculation Formulas-A Systematic Review. *Ophthalmol Ther.* 2023 Dec;12(6):2881–2902. doi: 10.1007/s40123-023-00799-6.
14. Carmona-González D, Castillo-Gómez A, Palomino-Bautista C. Comparison of the accuracy of 11 intraocular lens power calculation formulas. *Eur J Ophthalmol.* 2021 Sep;31(5):2370–2376. doi: 10.1177/1120672120962030.
15. Iolformula.com URL: <https://www.iolformula.com/> (accessed: 08.12.2024).
16. Ryu S, Jun I, Kim TI. Accuracy of the Kane Formula for Intraocular Lens Power Calculation in Comparison with Existing Formulas: A Retrospective Review. *Yonsei Med J.* 2021 Dec;62(12):1117–1124. doi: 10.3349/ymj.2021.62.12.1117.
17. Rbfcaculator.com. URL: <https://rbfcaculator.com/> (accessed: 08.12.2024).
18. Calc.apacrs.org. URL: https://calc.apacrs.org/barrett_universal2105/ (accessed: 08.12.2024).
19. Barrett GD. An improved universal theoretical formula for intraocular lens power prediction. *J Cataract Refract Surg.* 1993 Nov;19(6):713–720. doi: 10.1016/s0886-3350(13)80339-2.
20. Белов ДФ, Николаенко ВП. Альтернативный способ расчета оптической силы интраокулярных линз при короткой переднезадней оси глаза. *Вестник офтальмологии.* 2022;138(3):24–28. doi: 10.17116/oftalma202213803124.
21. Белов ДФ, Николаенко ВП. Влияние имплантации капсульного кольца в ходе факоэмульсификации на послеоперационную рефракцию. *Офтальмология.* 2022;19(3):489–492.
22. Belov DF, Nikolaenko VP. Effect of Capsular Tension Ring Implantation during Phacoemulsification on Postoperative Refraction. *Ophthalmology in Russia.* 2022;19(3):489–492. doi: 10.18008/1816-5095-2022-3-489-492.
23. Першин КБ, Пашинова НФ, Лих ИА, Цыганков АЮ. Особенности расчета оптической силы ИОЛ на «коротких» глазах. *Обзор литературы. Офтальмология.* 2022;19(2):272–279.
24. 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. doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-272-279.
25. Першин КБ, Пашинова НФ, Лих ИА. Особенности расчета оптической силы интраокулярных линз на экстремально коротких глазах. *Офтальмология.* 2022;19(1):91–97. doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-91-97.
26. Pershin KB, Pashinova NF, Likh IA. Intraocular Lenses Optic Power Calculation in Extremely Short Eyes. *Ophthalmology in Russia.* 2022;19(1):91–97. doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-91-97.
27. 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.
28. Pershin KB, Pashinova NF, Tsygankov AYU, Legkih SL. 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. doi: 10.18008/1816-5095-2016-2-89-96.
29. Voytsekhivskyy OV, Hoffer KJ, Tutchenko L. Accuracy of 24 IOL Power Calculation Methods. *J Refract Surg.* 2023 Apr;39(4):249–256. doi: 10.3928/1081597X-20230131-01.
30. Debellemanière G, Dubois M, Gauvin M. The PEARL-DGS Formula: The Development of an Open-source Machine Learning-based Thick IOL Calculation Formula. *Am J Ophthalmol.* 2021 Dec;232:58–69. doi: 10.1016/j.ajo.2021.05.004.
31. Gatinel D, Debellemanière G, Saad A. Determining the Theoretical Effective Lens Position of Thick Intraocular Lenses for Machine Learning-Based IOL Power Calculation and Simulation. *Transl Vis Sci Technol.* 2021 Apr 1;10(4):27. doi: 10.1167/tvst.10.4.27.
32. Sanders D, Retzlaff J, Kraff M. Comparison of the accuracy of the Binkhorst, Colenbrander, and SRK implant power prediction formulas. *J Am Intraocul Implant Soc.* 1981 Fall;7(4):337–340. doi: 10.1016/s0146-2776(81)80031-6.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Белов Дмитрий Федорович
кандидат медицинских наук, заведующий отделением микрохирургическим (глаза) № 1, ассистент по лечебной работе
<https://orcid.org/0000-0003-0776-4065>

Николаенко Вадим Петрович
доктор медицинских наук, заместитель главного врача по офтальмологии, профессор кафедры оториноларингологии и офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-6393-1289>

Дмитриева Дарья Евгеньевна
студентка
<https://orcid.org/0000-0002-7677-5529>

ABOUT THE AUTHORS

Belov Dmitrii F.
PhD, chief of ophthalmological department № 1, assistant performing medical work
<https://orcid.org/0000-0003-0776-4065>

Nikolaenko Vadim P.
MD, deputy chief physician of Ophthalmology, Professor of the Otorhinolaryngology and Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0002-6393-1289>

Dmitrieva Darya D.
student
<https://orcid.org/0000-0002-7677-5529>

Экстрасклеральное пломбирование при рецидивах отслойки сетчатки после ранее выполненного эндовитреального вмешательства у пациентов с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии



А.С. Головин

ГУБЗ «Ленинградская областная клиническая больница»
проспект Луначарского, 45, корп. 2, Санкт-Петербург, 194291, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):35–40

Цель: изучить эффективность экстрасклерального пломбирования при рецидивах отслойки сетчатки после выполненной ранее эндовитреальной операции у пациентов с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР). **Пациенты и методы.** Проанализированы результаты лечения 30 пациентов с рецидивом отслойки сетчатки после выполненного ранее эндовитреального вмешательства. В зависимости от исходной локализации фиброваскулярной ткани и тракционной отслойки сетчатки пациенты были разделены на 2 группы по 15 человек: 1-я группа — локализация отслойки в нижних квадрантах, 2-я группа — в верхних квадрантах. В группе 1 средний возраст составил $44,2 \pm 1,8$ года, по гендерному признаку распределение было следующим: 10 женщин и 5 мужчин; в соответствии с типом сахарного диабета: СД 1-го типа — 86,6 %, СД 2-го типа — 13,3 %. В группе 2 средний возраст составил $65,8 \pm 1,2$ года, мужчин было 6, женщин — 9, СД 1-го типа — 20 % случаев, СД 2-го типа — 80 % случаев. Период наблюдения составил от 14 до 18 месяцев. Все пациенты после выявления рецидива отслойки сетчатки получали лечение с использованием пломбирования в срок до 3 недель от момента рецидива с применением местной анестезии и внутривенной седации. Во всех случаях использована пломба из мелкопористого силикона диаметром 5 мм необходимой длины. Нормализация внутриглазного давления выполнялась путем дозированного дренирования силиконового масла из витреальной полости. **Результаты.** Во всех случаях после пломбирования отмечено полное прилегание сетчатки. Через 6 месяцев после пломбирования силиконовое масло удалено из витреальной полости. При сроке наблюдения в 3 месяца после удаления силиконового масла в 2 случаях выявлен рецидив отслойки сетчатки в группе 1. Отдаленные функциональные результаты в обеих группах в срок от 14 до 18 месяцев после завершения лечения продемонстрировали достоверное повышение МКОЗ. **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют, что предлагаемая нами методика хирургического лечения рецидивов отслойки сетчатки после ранее выполненной эндовитреальной операции у пациентов с далеко зашедшей стадией ПДР обеспечивает хороший уровень безопасности и клинической эффективности, что подтверждается высокой вероятностью прилегания сетчатки (выше 93 %), низкой частотой рецидивирования, а также положительной динамикой МКОЗ при завершении лечения.

Ключевые слова: пролиферативная диабетическая ретинопатия, витрэктомия, рецидив отслойки сетчатки, склеральное пломбирование

Для цитирования: Головин А.С. Экстрасклеральное пломбирование при рецидивах отслойки сетчатки после ранее выполненного эндовитреального вмешательства у пациентов с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии. *Офтальмология*. 2025;22(1):35–40. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-35-40>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Scleral Buckling for Retinal Detachment Recurrence after Previously Performed Vitreoretinal Surgery in Patients with Advanced Stage of Proliferative Diabetic Retinopathy

A.S. Golovin

Leningrad Regional Clinical Hospital
Lunacharskogo ave., 45, bld. 2, St. Petersburg, 194291, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):35–40

Purpose: to study the effectiveness of scleral buckling in recurrent retinal detachment after previously performed vitreoretinal surgery in patients with advanced stage PDR. **Patients and methods.** The results of treatment of 30 patients with recurrent retinal detachment after previously performed vitreoretinal surgery were analyzed. Depending on the initial localization of fibrovascular tissue and tractional retinal detachment, patients were divided into 2 groups of 15 cases each: group 1 — localization in the lower quadrants, group 2 — localization in the upper quadrants. In group 1, the average age was 44.2 ± 1.8 years, the gender distribution was as follows: 10 women and 5 men, according to the type of diabetes mellitus: type 1 diabetes — 86.6 %, type 2 diabetes — 13.3 %. In group 2, the average age was 65.8 ± 1.2 years, there were 6 men, 9 women, type 1 diabetes — 20 % of cases, type 2 diabetes — 80 % of cases. The observation period ranged from 14 months to 18 months. After detection of recurrent retinal detachment, all patients were treated with buckling within 3 weeks from the moment of relapse using local anesthesia and intravenous sedation. In all cases, a buckle made of fine-pored silicone with a diameter of 5 mm of the required length was used. Normalization of intraocular pressure was performed by dosed drainage of silicone oil into the vitreal chamber. **Results.** In all cases after scleral buckling retina is attach. 6 months after the buckling, silicone oil was removed from the vitreous cavity. With a follow-up period of 3 months after removal of silicone oil, a recurrence of retinal detachment was detected in 2 cases in group 1. Long-term functional results in both groups from 14 to 18 months after completion of treatment demonstrated a significant increase in BCVA. **Conclusion.** The results obtained indicate that proposed method of surgical treatment for recurrent retinal detachment after previously performed vitreoretinal surgery in patients with advanced stage PDR, provides a high level of safety and clinical effectiveness, which is confirmed by the high probability of retinal reattachment (above 93 %), low recurrence rate of retinal detachment, as well as positive dynamics of BCVA at the end of treatment.

Keywords: proliferative diabetic retinopathy, vitrectomy, recurrent retinal detachment, scleral buckling

For citation: Golovin A.S. Scleral Buckling for Retinal Detachment Recurrence after Previously Performed Vitreoretinal Surgery in Patients with Advanced Stage of Proliferative Diabetic Retinopathy. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):35–40. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-35-40>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее десятилетие на фоне значительного прогресса в вопросах лечения осложнений сахарного диабета (СД) отмечена тенденция к увеличению продолжительности жизни этой категории пациентов, что, соответственно, повышает вероятность возникновения тяжелых форм пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР), являющейся одной из основных причин слепоты и слабовидения в трудоспособном возрасте [1, 2]. На сегодняшний день общепризнанным и патогенетически обоснованным методом лечения ПДР является витреоретинальное вмешательство, позволяющее в большинстве случаев стабилизировать пролиферативный процесс [3–7]. Несмотря на непрерывное совершенствование технологий хирургического лечения далеко зашедших стадий ПДР [8–10], результаты хирургического лечения не всегда соответствуют прогнозам. Причины неудач связаны с тяжестью пролиферативного процесса при ПДР, наличием длительно существующей тракционной отслойки сетчатки, тяжелым соматическим статусом пациентов, а также с отсутствием

единого взгляда на механизмы развития данного состояния [11, 12]. Рассматривая классификационные признаки диабетической ретинопатии, следует в первую очередь отметить достаточно большой объем классификаций, существующих в настоящее время. Однако их анализ демонстрирует отсутствие градации ПДР в зависимости от локализации очага фиброваскулярной пролиферации (ФВП) на глазном дне, наиболее часто встречающейся в области диска зрительного нерва, макулярной области и сосудистых аркад. Расположение ФВП как атипичное за пределами сосудистых аркад и в периферических отделах по данным литературы и собственным наблюдениям встречается в 5–7 % случаев [13]. При этом периферически расположенная тракционная отслойка сетчатки (ТОС) значительно осложняет хирургические манипуляции с очагами ФВП из-за ограниченной визуализации и отсутствия отслойки задней гиаловидной мембраны [14]. В связи с этим в большинстве описанных случаев хирург вынужден прибегать к выполнению ретинэктомии или ретинотомии, что значительно повышает вероятность развития и прогрессирования

А.С. Головин

пролиферативной витреоретинопатии (ПВР) и рецидивирующей отслойки сетчатки.

Цель: изучить эффективность экстрасклерального пломбирования при рецидивах отслойки сетчатки после выполненной ранее эндовитреальной операции у пациентов с далеко зашедшей стадией ПДР.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты лечения 30 пациентов (30 глаз) с рецидивом отслойки сетчатки после выполненного ранее эндовитреального вмешательства. Критериями включения в исследование являлись: наличие рецидива отслойки сетчатки после перенесенного ранее витреоретинального вмешательства с ретинэктомией и тампонадой стекловидной камеры легким силиконовым маслом по поводу далеко зашедшей стадии ПДР с атипичным (периферическим) расположением очагов фиброваскулярной пролиферации и тракционной отслойкой сетчатки. В зависимости от исходной (при первичном эндовитреальном вмешательстве) локализации ФВП и ТОС пациенты были разделены на 2 группы: 1-я группа (15 пациентов) — локализация фиброваскулярной пролифера-

ции и ТОС в нижних квадрантах глазного дна (рис. 1А), 2-я группа (15 случаев) — локализация пролиферативного процесса и ТОС в верхних квадрантах (рис. 1Б).

В группе 1 средний возраст составил $44,2 \pm 1,8$ года, по гендерному признаку распределение было следующим: 10 женщин (66,6 %) и 5 мужчин (33,3 %), в соответствии с типом сахарного диабета: СД 1-го типа — 86,6 %, СД 2-го типа — 13,3 %. В группе 2 средний возраст составил $65,8 \pm 1,2$ года, мужчин было 6 (40 %), женщин — 9 (60 %), распределение по типу сахарного диабета: СД 1-го типа — 20 %, СД 2-го типа — 80 % (табл. 1). Все пациенты, страдающие СД 1 (16 случаев), получали инсулинотерапию по индивидуальной схеме, из 14 пациентов с СД 2 в 10 случаях (71 %) компенсация гликемии осуществлялась сочетанием инсулинотерапии и приема пероральных сахароснижающих средств, что указывало на декомпенсацию СД 2-го типа.

Период наблюдения составил от 14 до 18 месяцев. Показатели максимально скорректированной остроты зрения (МКОЗ) при выявлении рецидива отслойки сетчатки были достоверно выше у пациентов группы 2, что демонстрирует тяжесть пролиферативного процесса

Таблица 1. Распределение пациентов обеих групп по полу, возрасту и типу сахарного диабета

Table 1. Distribution of patients in both groups by gender, age, and type of diabetes mellitus

Группа Group	Количество Amount	Возраст, лет Age, years	Пол Gender, n (%)		Тип сахарного диабета Type of diabetes mellitus, n (%)	
			муж. male	жен. female	СД 1-го типа T1DM	СД 2-го типа T2DM
Группа 1 Group 1	15	$44,0 \pm 1,8$	5 (33,3)	10 (66,6)	13 (86,6)	2 (13,3)
Группа 2 Group 2	15	$65,0 \pm 1,2$	6 (40)	9 (60)	3 (20)	12 (80)

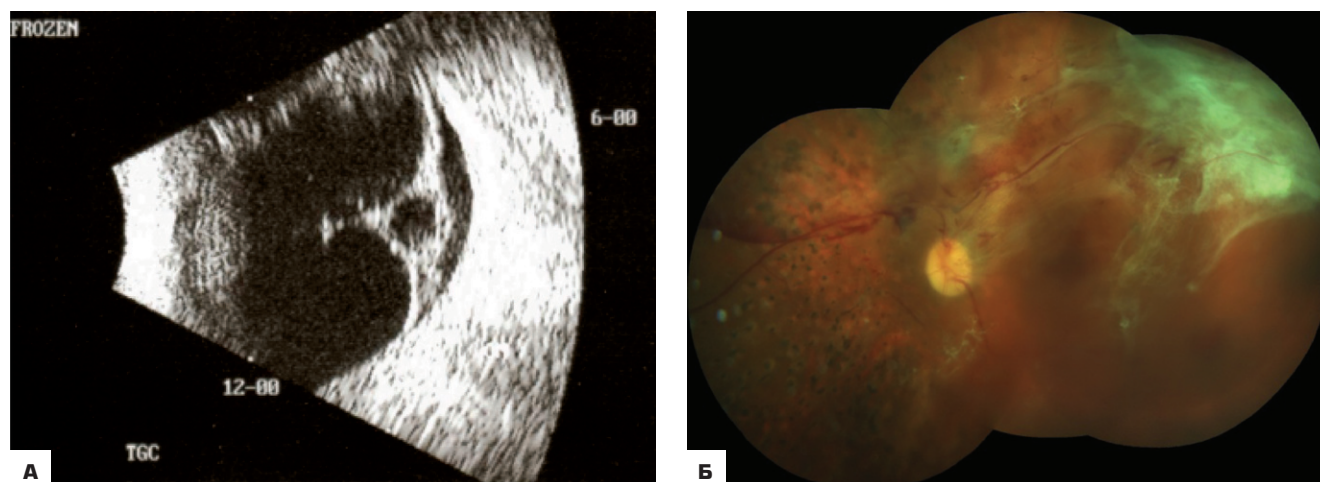


Рис. 1. Примеры локализации фиброваскулярного процесса: А — атипичное (периферическое) расположение фиброваскулярной пролиферации и тракционной отслойки сетчатки по данным В-сканирования у пациента с сахарным диабетом 1-го типа; Б — фундус-изображение у пациента с сахарным диабетом 1-го типа и атипичной локализаций пролиферативного процесса и тракционной отслойкой сетчатки в верхних квадрантах

Fig. 1. Examples of localization of fibrovascular process: A — atypical (peripheral) location of fibrovascular proliferation and tractional retinal detachment according to B-scan data in a patient with type 1 diabetes mellitus; Б — fundus image in a patient with type 1 diabetes mellitus and atypical localization of the proliferative process and tractional retinal detachment in the upper quadrants

у пациентов группы 1, страдающих преимущественно СД 1 (табл. 2).

Все пациенты после выявления рецидива отслойки сетчатки получили лечение с использованием экстрасклерального пломбирования в срок до 3 недель от момента рецидива с применением местной анестезии и внутривенной седации. Во всех случаях рецидив отслойки сетчатки зафиксирован в период с 21-го по 27-й день после первичной операции. Наиболее агрессивное проявление ПВР и степень распространения отслойки сетчатки при рецидиве выявлены в группе 1 первичной локализации пролиферативной ткани в нижних квадрантах, что и явилось определяющим фактором выбора вида экстрасклерального пломбирования. Таким образом, в 15 случаях с локализацией первичных очагов ФВП в нижних квадрантах выполнено сегментарное пломбирование (рис. 2) в меридианах с 3 до 9 часов условного циферблата с расположением вершины вала вдавления пломбы в области ретиального отверстия, сформировавшегося после ретинэктомии, выполненной в ходе первичного витреоретинального вмешательства по поводу ПДР.

Таблица 2. Показатели максимально скорректированной остроты зрения вдаль до экстрасклерального пломбирования

Table 2. Indicators of maximally corrected distance visual acuity before scleral buckling

МКОЗ / BCVA	Группа 1 / Group 1 (n = 15)	Группа 2 / Group 2 (n = 15)
0,02	8 (53,3 %)	—
0,04	7 (46,6 %)	—
0,08	—	5 (33,3 %)
0,1	—	7 (46,6 %)
0,15	—	3 (20 %)

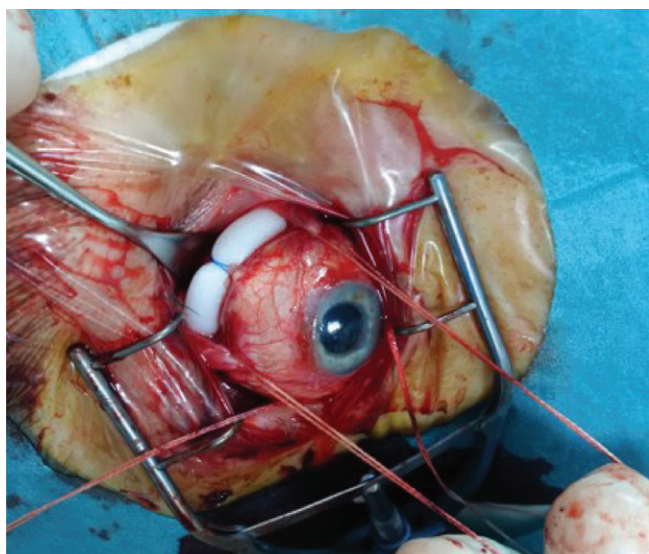


Рис. 2. Этап наложения сегментарной экстрасклеральной пломбы у пациента с рецидивом отслойки сетчатки после перенесенного эндовитреального вмешательства

Fig. 2. The stage of scleral buckling in patients with recurrent retinal detachment after vitreoretinal surgery

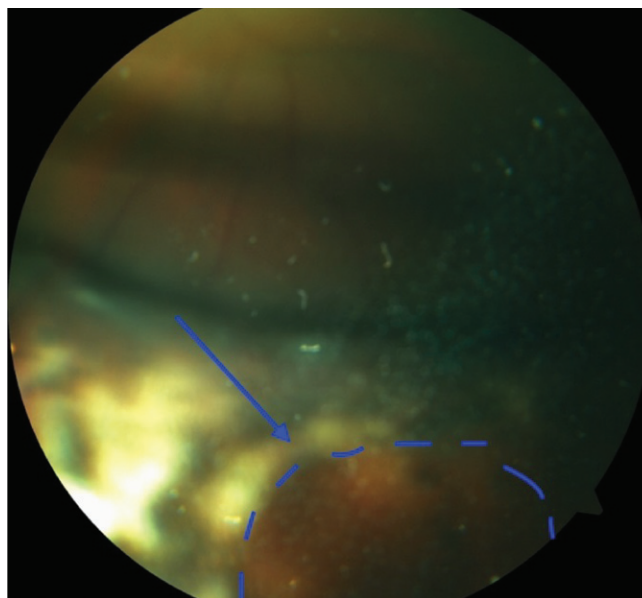


Рис. 3. Фундус-изображение после сегментарного экстрасклерального пломбирования. Синей стрелкой и пунктирной линией обозначен ретиальный дефект после ретинэктомии, блокированный пломбой

Fig. 3. Fundus image after segmental scleral buckling. The blue arrow and dotted line indicate a retinal defect after retinectomy, blocked by a buckle

В 15 случаях с локализацией первичных очагов ФВП в верхних квадрантах и наличием плоской отслойки сетчатки выполнено локальное меридиональное пломбирование с расположением вершины вала вдавления пломбы в области зоны ретинэктомии, выполненной в ходе первичного вмешательства по поводу ПДР (рис. 3).

Во всех случаях использовалась пломба из мелкопористого силикона диаметром 5 мм необходимой длины. Фиксацию пломбы к склере осуществляли нитью пролен 6.0 путем наложения П-образных швов. Концы пломбы иссекали под острым углом для минимизации дискомфорта, возникающего при движении глазного яблока. Нормализацию внутриглазного давления выполняли путем дозированного дренирования силиконового масла из витреальной полости через установленный в 3 мм от лимба порт калибром 23Ga с клапанной системой по мере погружения пломбы и повышения внутриглазного давления.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Клинические результаты оценивали в обеих группах после экстрасклерального пломбирования через 1, 3 и 6 месяцев и после удаления силиконового масла из витреальной полости через 1, 3 и 6 месяцев. Эффективность и безопасность хирургического лечения оценивали по таким показателям, как прилегание отслоенной сетчатки, увеличение МКОЗ и частота рецидивов отслойки сетчатки после удаления силиконового масла. Во всех случаях после экстрасклерального пломбирования отмечено полное

прилегание сетчатки в течение всего периода наблюдения до момента удаления силиконового масла. Среднее значение МКОЗ после пломбирования к 6-му месяцу наблюдения повысилось в обеих группах: до $0,06 \pm 0,01$ в группе 1 и до $0,13 \pm 0,01$ в группе 2 (табл. 3). Отмечено транзитное снижение МКОЗ к концу 1 месяца наблюдения в обеих группах, что связано с последствиями хирургической травмы и периодом реабилитации после экстрасклерального пломбирования.

Во всех случаях на фоне полного прилегания сетчатки через 6 месяцев выполнено удаление силиконового масла из витреальной полости. После удаления силиконового масла при сроке наблюдения 1 месяц МКОЗ сохранялась на прежнем уровне, случаев рецидива отслойки сетчатки не отмечалось. При сроке наблюдения 3 месяца после удаления силиконового масла в 2 случаях выявлен рецидив отслойки сетчатки в группе 1 по причине репролиферации, что потребовало проведения дополнительного хирургического вмешательства с повторной тампонадой витреальной полости силиконовым маслом на длительный период. При сроке наблюдения 6 месяцев после удаления силиконового масла в оставшихся 28 случаях обеих групп новых случаев рецидивирования отслойки сетчатки не выявлено. Отдаленные функциональные результаты в обеих группах наблюдения в срок от 14 до 18 месяцев после завершения лечения отражены в таблице 4, демонстрирующей достоверное повышение МКОЗ в обеих группах после лечения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Совершенствование хирургического лечения пациентов с далекозашедшей стадией ПДР является одной из приоритетных задач витреоретинальных вмешательств на современном этапе развития офтальмологии [15], что связано с не всегда предсказуемым результатом лечения и высоким риском интра- и послеоперационных осложнений [7, 16]. Не менее важным вопросом является лечение рецидивов тракционной отслойки сетчатки после перенесенного ранее хирургического лечения ПДР, при котором большинство хирургов прибегает к выполнению ретиномии [17, 18], приводящей к агрессивному пролиферативному ответу у пациентов с осложнениями сахарного диабета [19].

Учитывая отягощенный соматический статус пациентов с сахарным диабетом, актуальным остается вопрос выбора анестезиологического сопровождения данной категории пациентов [20]. С нашей точки зрения, с учетом тяжести соматического статуса, оптимальным выбором способа анестезиологического сопровождения является местная анестезия с внутривенной седацией. Данный подход обеспечивает снижение риска послеоперационных осложнений, таких как декомпенсация гликемического статуса и интраокулярные геморрагические осложнения. Важным с точки зрения выбора анестезиологического пособия является и отказ от кругового пломбирования, являющегося наиболее травматичным методом.

Полученные результаты свидетельствуют, что предлагаемая нами методика хирургического лечения рецидивов

Таблица 3. Динамика максимально скорректированной остроты зрения вдаль после экстрасклерального пломбирования и частота прилегания сетчатки

Table 3. Dynamics of maximally corrected distance visual acuity after scleral buckling

Период оценки Evaluation period	МКОЗ / BCVA, $M \pm m$		Наличие отслойки сетчатки Retinal detachment	
	Группа 1 / Group 1 (n = 15)	Группа 2 / Group 2 (n = 15)	Группа 1 / Group 1 (n = 15)	Группа 2 / Group 2 (n = 15)
Исходное до лечения Before treatment	$0,03 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,01$	+	+
1 месяц / 1 month	$0,02 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,01$	-	-
3 месяца / 3 months	$0,03 \pm 0,01$	$0,1 \pm 0,01$	-	-
6 месяцев / 6 months	$0,06 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$	-	-

Таблица 4. Функциональные результаты в группах наблюдения в срок от 14 до 18 месяцев после завершения лечения

Table 4. Functional results in the follow-up groups ranged from 14 to 18 months after the end of treatment

МКОЗ / прилегание сетчатки BCVA / retinal reattachment	Группа 1 / Group 1		Группа 2 / Group 2	
	До лечения Before treatment n = 15 (%)	После лечения After treatment n = 15 (%)	До лечения Before treatment n = 15 (%)	После лечения After treatment n = 15 (%)
0,02	8 (53,3 %)			
0,04	7 (46,6 %)			
0,08		7 (46,6 %)	5 (33,3 %)	3 (20 %)
0,1		4 (26,6 %)	7 (46,6 %)	4 (26,6 %)
0,15		2 (13,3 %)	3 (20 %)	6 (40 %)
0,2				2 (13,3 %)
Прилегание сетчатки Retinal reattachment	-	+	-	+

отслойки сетчатки после ранее выполненного эндовитреального вмешательства у пациентов с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии обеспечивает хороший уровень безопасности и клинической эффективности, что подтверждается высокой вероятностью прилегания сетчатки (выше 93 %), низкой частотой рецидивирования отслойки сетчатки после удаления силиконового масла, а также положительной динамикой МКОЗ после удаления силиконового масла при завершении лечения.

Изложенные данные объясняются, с нашей точки зрения, следующими основными преимуществами разработанной методики:

– выбор экстрасклерального подхода, снижающего риск развития тяжелой витреоретинопатии, возникающей после ретиномии, особенно у пациентов, страдающих сахарным диабетом;

– выбор локального (сегментарное и меридиональное) способа экстрасклерального пломбирования, что позволяет отказаться от общей анестезии для значительно меньшей травматичности вмешательства, характерной для кругового пломбирования;

– минимальные изменения соматического статуса пациентов с сахарным диабетом вследствие использования исключительно местной анестезии с внутривенной седацией.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Zhang Y, Yang R, Hou Y, Chen Y, Li S, Wang Y, Yang H. Association of cardiovascular health with diabetic complications, all-cause mortality, and life expectancy among people with type 2 diabetes. *Diabetol Metab Syndr*. 2022 Oct 28;14(1):158. doi: 10.1186/s13098-022-00934-6.
- Ogurtsova K, da Rocha Fernandes JD, Huang Y, Linnenkamp U, Guariguata L, Cho NH, Cavan D, Shaw JE, Makaroff LE. IDF Diabetes Atlas: Global estimates for the prevalence of diabetes for 2015 and 2040. *Diabetes Res Clin Pract*. 2017 Jun;128:40–50. doi: 10.1016/j.diabres.2017.03.024.
- Шишкин ММ, Бабаева ДБ, Шиковная ЕЮ. Проллиферативная диабетическая ретинопатия с витреопапиллярным тракционным компонентом: особенности клиники и результаты лечения. *Современные технологии в офтальмологии*. 2015;1:133–135.
- Shishkin MM, Babaeva DB, Shikovnaya EYu. Proliferative diabetic retinopathy with vitreopapillary traction component: clinical features and treatment results. *Modern technologies in ophthalmology*. 2015;1:133–135.
- Stewart MW, Browning DJ, Landers MB. Current management of diabetic tractional retinal detachments. *Indian J Ophthalmol*. 2018;66(12):1751–1762. doi: 10.4103/ijo.IJO_1217_18.
- Казайкин ВН. Диабетическая ретинопатия: Клиника, диагностика и лечение: Методические рекомендации по специальности «Офтальмология». М.: ООО «НПЦ Мединформ»; 2016:27–29.
- Kazaikin VN. Diabetic retinopathy: Clinic, diagnostics and treatment: Methodical recommendations in the specialty “Ophthalmology”. Moscow: NPC Medinform; 2016:27–29 (In Russ.). <http://eyeclinic.ru/upload/fayly-dlya-zagruzki/DiabetRetina.pdf>
- Шкворченко ДО, Левина ЛВ. К вопросу о тактике хирургического лечения пролиферативной диабетической ретинопатии, осложненной передней пролиферативной витреоретинопатией. *Офтальмохирургия*. 2006;1:29–32.
- Shkvorchenko DO, Levina L. On the issue of tactics of surgical treatment of proliferative diabetic retinopathy complicated by anterior proliferative vitreoretinopathy. *Ophthalmosurgery*. 2006;1:29–32 (In Russ.).
- Yau GL, Silva PS, Arrigg PG, Sun JK. Postoperative Complications of Pars Plana Vitrectomy for Diabetic Retinal Disease. *Seminars in ophthalmology*. Taylor & Francis. 2018;33(1):126–133. doi: 10.1080/08820538.2017.1353832.
- Cruz-Inigo YJ, Berrocal MH. Twenty-seven-gauge vitrectomy for combined tractional and rhegmatogenous retinal detachment involving the macula associated with proliferative diabetic retinopathy. *Int J Retina Vitreous*. 2017 Oct 9;3:38. doi: 10.1186/s40942-017-0091-x.
- Hubschman JP, Bourges JL, Tsui I, Reddy S, Yu F, Schwartz SD. Effect of cutting phases on flow rate in 20-, 23-, and 25-gauge vitreous cutters. *Retina*. 2009 Oct;29(9):1289–1293. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181acd3a9.
- Iyer S, Regan K, Burnham M, Chen C. Surgical Management of Diabetic Tractional Retinal Detachments. *Surv Ophthalmol*. 2019;64(6):780–809. doi: 10.1016/j.survophthal.
- Kalanov MR, Kudoyarova KI. Факторы, влияющие на эффективность витреоретинальной хирургии при пролиферативной диабетической ретинопатии. *Научно-практический журнал Точка зрения. Восток — Запад*. 2022;3:50–56.
- Kalanov MR, Kudoyarova KI. Factors affecting to effectiveness of vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy. *Point of view. East — West*. 2022;3:50–56 (In Russ.).
- Zhao X, Xia S, Chen Y. Antivascular endothelial growth factor agents pretreatment before vitrectomy for complicated proliferative diabetic retinopathy: a meta-analysis of randomised controlled trials. *J Ophthalmol*. 2018;102(8): 1077–1085. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311344.
- Липатов ДВ, Кузьмин АГ, Толкачева АА, Чистяков ТА. Случай атипичной локализации пролиферативного процесса у пациентов с диабетической ретинопатией. *Современные технологии в офтальмологии*. 2017;1:166–168.
- Lipatov DV, Kuzmin AG, Tolkacheva AA, Chistyakov TA. A case of atypical localization of the proliferative process in patients with diabetic retinopathy. *Modern technologies in ophthalmology*. 2017;1:166–168 (In Russ.).
- Каланов МР, Халимов ТА. Витреоретинальные взаимоотношения при патологии заднего отрезка глаза (обзор литературы). *Научно-практический журнал Точка зрения. Восток — Запад*. 2019;2:112–115.
- Kalanov MR, Khalimov TA. Vitreoretinal relations in pathology of the posterior segment of the eye (review). *Point of view. East — West*. 2019;2:112–115 (In Russ.).
- Малышев АВ, Тешев АФ, Головин АС. Новые подходы к хирургическому лечению пациентов с далекозашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии. *Офтальмология* 2024;21(1):82–90.
- Malyshv AV, Toshchev AF, Golovin AS. New approaches to surgical treatment of patients with advanced stage of proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmology*. 2024;21(1):82–90 (In Russ.).
- Головин АС, Синявский ОА, Трояновский РЛ. Оптимизированный подход к хирургическому лечению пролиферативной диабетической ретинопатии у пациентов с постоянным гемодиализом. *Современные технологии в офтальмологии*. 2021;3:26–30.
- Golovin AS, Sinyavskiy OA, Troyanovskiy RL. Optimized approach to surgical treatment of proliferative diabetic retinopathy in patients with permanent hemodialysis. *Modern technologies in ophthalmology*. 2021;3:26–30 (In Russ.).
- Barbosa GCS, Silva AGD, Daher Gonçalves Monteiro Dos Reis G, Bermudes FH, Lemos CMB, Garcia R, Mazzeo TJMM, Machado CG, Gomes AMV. Large inferior retinectomies for proliferative vitreoretinopathy in silicone oil-filled eyes. *Int J Retina Vitreous*. 2022 Oct 1;8(1):73. doi: 10.1186/s40942-022-00420-1.
- Dimopoulos S, William A, Voykov B, Bartz-Schmidt KU, Ziemssen F, Leitritz MA. Results of different strategies to manage complicated retinal re-detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021 Feb;259(2):335–341. doi: 10.1007/s00417-020-04923-1. Epub 2020 Sep 14.
- Mancino R, Aiello F, Ciuffoletti E, Di Carlo E, Cerulli A, Nucci C. Inferior retinotomy and silicone oil tamponade for recurrent inferior retinal detachment and grade C PVR in eyes previously treated with pars plana vitrectomy or scleral buckle. *BMC Ophthalmol*. 2015 Dec 9;15:173. doi: 10.1186/s12886-015-0167-z.
- Головин АС, Астапенко АМ, Обоенкова АС. Наш подход к анестезиологическому сопровождению витреоретинальных вмешательств у пациентов с пролиферативной диабетической ретинопатией на фоне заместительной почечной терапии. *Журнал Отражение*. 2023;1(15):23–26.
- Golovin AS, Astapenko AM, Obouonkova AS. Our approach to anesthetic support of vitreoretinal surgery in patients with proliferative diabetic retinopathy on the background of renal replacement therapy. *Journal Reflection*. 2023;1(15):23–26 (In Russ.).

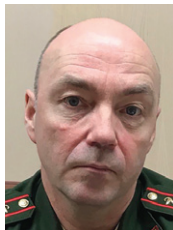
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Головин Александр Сергеевич
кандидат медицинских наук, хирург-офтальмолог

ABOUT THE AUTHOR

Golovin Alexander S.
PhD, ophthalmosurgeon

Аутолимбальная трансплантация и двухкомпонентный аутофибриновый клей в лечении неоднократно рецидивирующего птеригиума

Ю.В. Козлова¹С.В. Чурашов²А.Н. Куликов²А.Ю. Малафеева², В.В. Карпович², А.Г. Янушко²¹ Офтальмологический центр «Зрение»

проспект Добролюбова, 20, корп. 1, Санкт-Петербург, 197198, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации
ул. Академика Лебедева, 6, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):41–46

Нами предложен способ фиксации аутолимбального трансплантата с применением двухкомпонентного аутофибринового клея (ДАФК). Применение данной клеевой композиции оправдано формированием прочной адгезии и фиксации тканей, а также купированием местной воспалительной реакции за счет входящей в состав клея обогащенной тромбоцитами плазмы (ОбТП).

Цель: сравнить эффективность аутолимбальной трансплантации с использованием двухкомпонентного аутофибринового клея (ДАФК) и шовной фиксации при неоднократно рецидивирующем птеригиуме в течение двух лет наблюдения. **Пациенты и методы.** В рамках исследования прооперировано 19 пациентов (20 глаз) с неоднократно рецидивирующим птеригиумом. Аутолимбальный трансплантат фиксировали с помощью ДАФК в основной группе и с помощью шовного материала (шелк 10/0) в контрольной группе. С помощью оптической когерентной томографии переднего сегмента глаза оценивали адаптацию трансплантата в ложе, а также использовали опросник для анализа степени дискомфорта пациентов в послеоперационном периоде. Проводили сравнительный анализ длительности операции, эпителизации и реабилитационного периода между исследуемыми группами, а также фиксировали случаи рецидива птеригиума в течение всего срока наблюдения (2 года). **Результаты.** При сравнительном анализе эффективности различных способов фиксации аутолимбального трансплантата наблюдалось статистически значимое сокращение времени операции, сроков достижения полной эпителизации и реабилитации при использовании ДАФК. В основной группе отмечался более низкий уровень дискомфорта в послеоперационном периоде. В течение двух лет наблюдения был зафиксирован 1 случай рецидива птеригиума в каждой группе. **Заключение.** Преимуществами применения клеевой композиции для фиксации аутолимбального трансплантата являются низкий уровень травматичности оперативного вмешательства и быстрая реабилитация пациентов. Двухкомпонентный аутофибриновый клей может выступать в качестве полноценной замены шовному способу фиксации тканей при лечении неоднократно рецидивирующего птеригиума.

Ключевые слова: рецидивирующий птеригиум, двухкомпонентный аутофибриновый клей, аутолимбальная трансплантация, лимбальная недостаточность, швы, обогащенная тромбоцитами плазма, тромбин

Для цитирования: Козлова Ю.В., Чурашов С.В., Куликов А.Н., Малафеева А.Ю., Карпович В.В., Янушко А.Г. Аутолимбальная трансплантация и двухкомпонентный аутофибриновый клей в лечении неоднократно рецидивирующего птеригиума. *Офтальмология*. 2025;22(1):41–46. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-41-46>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Autolimbal Transplantation and Two-component Autofibrin Glue in the Treatment of Repeatedly Recurrent Pterygium

Yu.V. Kozlova¹, S.V. Churashov², A.N. Hulikov², A.Yu. Malafeeva², A.G. Ianushko²

¹ Ophthalmological center “Zrenie”
Dobrolyubov Ave., 20, bld. 1, Saint Petersburg, 197198, Russian Federation

² S.M. Hiron Military Medical Academy
Academician Lebedev str., 6, Saint Petersburg, 194044, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):41–46

We have proposed a method for fixing an autolimbal graft using a two-component autofibrin glue. The use of this adhesive composition is justified by the formation for strong adhesion and tissues fixation, as well as the relief of local inflammatory reaction due to the platelet-rich plasma (PRP) included in its composition. **Objective.** To compare the effectiveness of autolimbal transplantation using a two-component autofibrin glue and suture fixation in multiple recurring pterygium over a two-year follow-up period. **Patients and methods.** The study included 19 patients (20 eyes) with repeatedly recurring pterygium. The autolimbal graft was fixed using two-component autofibrin glue in the study group and using suture material (10/0 silk) in the control group. Using optical coherence tomography of the anterior segment, we assessed the adaptation of the graft in the bed and used a questionnaire to analyze the degree of discomfort in the postoperative period. A comparative analysis of the operation's duration, epithelialization, and rehabilitation period was performed between the study groups, and cases of pterygium recurrence were recorded throughout the entire observation period (2 years). **Results.** A comparative analysis of the effectiveness of various methods of autolimbal graft fixation revealed a statistically significant reduction in the operation's duration, the time to achieve complete epithelialization, and rehabilitation using two-component autofibrin glue. A lower level of discomfort in the postoperative period was noted in the study group. During two years of observation, 1 case of pterygium recurrence was recorded in each group. **Conclusion.** The advantages of using an adhesive composition for fixing an autolimbal transplant are the low level of surgical trauma and rapid rehabilitation of patients. Two-component autofibrin glue can act as a full-fledged replacement for the suture method of tissue fixation in the treatment of repeatedly recurring pterygium.

Keywords: recurrent pterygium, two-component autofibrin glue, autolimbal transplantation, limbal stem cell deficiency, sutures, platelet-rich plasma, thrombin

For citation: Kozlova Yu.V., Churashov S.V., Hulikov A.N., Malafeeva A.Yu., Ianushko A.G. Autolimbal Transplantation and Two-component Autofibrin Glue in the Treatment of Repeatedly Recurrent Pterygium. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):41–46. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-41-46>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Эффективность различных способов лечения птеригиума остается актуальным вопросом офтальмохирургии в связи с распространенностью в странах с повышенной инсоляцией, а также с нередким рецидивированием. Так, по данным литературы, частота рецидивов птеригиума может достигать 30–89 % в зависимости от способа хирургического лечения [1–7]. При этом более чем в 85 % случаев повторный рост наблюдается в первый год после оперативного лечения [8–10].

Неоднократные хирургические вмешательства по поводу рецидивирующего птеригиума могут привести к рубцовым изменениям конъюнктивы вплоть до образования симблефарона и формирования обильной васкуляризации роговицы в связи с повреждением зоны лимба [11].

Птеригиум является проявлением частичной лимбальной недостаточности (ЛН) [12, 13]. Для лечения ЛН в настоящее время предложены способы хирургического вмешательства, способствующие поддержанию и/или восстановлению популяции лимбальных эпителиальных стволовых клеток (ЛЭСК): культивирование *ex vivo* и пересадка стволовых эпителиальных клеток, а также

пересадка лимбальной зоны (ауто- и аллолимбальная трансплантация) [14–17].

В клинике кафедры офтальмологии им. проф. В.В. Волкова ВМедА при реконструктивных вмешательствах на глазной поверхности в качестве альтернативы шовному способу фиксации тканей используется двухкомпонентный аутофибриновый клей (ДАФК)¹ [19, 20]. Нами предложен патогенетически обоснованный подход к лечению неоднократно рецидивирующего птеригиума путем выполнения аутолимбальной трансплантации с фиксацией фрагмента зоны лимба с помощью ДАФК [21].

Цель — анализ эффективности выполнения аутолимбальной трансплантации с использованием ДАФК и шовного материала при неоднократно рецидивирующем птеригиуме в течение двух лет наблюдения.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 19 пациентов (20 глаз) с рецидивирующим птеригиумом. Критериями включения пациентов в исследование были: наличие двух и более

¹ Малафеева А.Ю. Экспериментальное обоснование применения оригинального двухкомпонентного аутофибринового клея в хирургии роговничной поверхности: автореф. дисс. ... канд. мед. наук; Санкт-Петербург, 2021. 29 с.

безуспешных операций по поводу птеригиума в анамнезе, а также толщина неизменной стромы роговицы в зоне лимба не менее 500 мкм по данным оптической когерентной томографии (ОКТ). В основной группе (11 пациентов, 12 глаз) для фиксации АТ использовалась клеевая композиция, в контрольной группе (8 пациентов, 8 глаз) — узловые швы (шелк 10/0).

В основной группе перед операцией проводили приготовление первого и второго компонентов ДАФК, которые набирали в 2 разных стерильных шприца объемом 1 мл [18]. Птеригиум отсепаровывали и иссекали. Выкраивание ложа в зоне роста птеригиума и формирование аутолимбального трансплантата в области верхнего квадранта того же глаза производили согласно патенту на изобретение RU 2821131 [19]. Компоненты ДАФК последовательно наносили в объеме 2–3 капли в ложе и в место забора зоны лимба перед перемещением АТ и после для достижения прочной адгезии тканей. Мягкая контактная линза (МКЛ) на поверхности роговицы обеспечивала дополнительную защиту области оперативного вмешательства и минимизировала риски дислокации трансплантата.

В контрольной группе после формирования ложа и выкраивания АТ (аналогично предыдущему) проводилась его фиксация в ложе с помощью четырех узловых швов (шелк 10/0).

Предоперационное обследование включало выполнение ОКТ переднего сегмента (OptoVue RTVue-100, США). На линейных сканах в режимах «Cornea Line» и «Cornea Cross Line» производили измерение толщины неизменной стромы роговицы в зоне лимба.

В течение всего срока наблюдения на контрольных осмотрах выполняли фотофиксацию и ОКТ переднего сегмента глаза. Для анализа уровня дискомфорта у пациентов в раннем послеоперационном периоде использовали специальный опросник (рис. 1).

Эпителизацию оценивали путем окрашивания конъюнктивы и роговицы раствором 1% флуоресцеина на контрольных осмотрах и фиксировали момент достижения полной эпителизации (в сутках).

	БОЛЬ PAIN	ОЩУЩЕНИЕ ИНОРОДНОГО ТЕЛА FEELING OF A FOREIGN BODY	СЛЕЗОТЕЧЕНИЕ TEARING	ЗУД ITCHING
1-е сутки 1 st day				
3-е сутки 3 rd day				
7-е сутки 7 th day				
14-е сутки 14 th day				

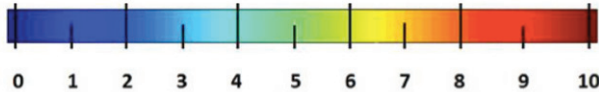


Рис. 1. Опросник пациента в виде цифровой шкалы: 0 баллов — минимальный дискомфорт, 10 баллов — максимальный дискомфорт

Fig 1. Patient questionnaire in the form of a digital scale: 0 points — minimal discomfort, 10 points — maximum discomfort

Выполняли сравнительный анализ продолжительности оперативного вмешательства между группами. В течение двух лет наблюдения фиксировали случаи рецидива птеригиума.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.5.0. Сравнение в группах по количественному показателю при условии нормального распределения данных выполнялось с помощью t-критерия Уэлча, при отсутствии нормального распределения — с помощью U-критерия Манна — Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

До оперативного вмешательства птеригиум достигал параоптической зоны роговицы у большинства пациентов в исследовании (в 17 случаях), у двух пациентов рост фиброваскулярного паннуса достигал оптической зоны. Изменения роговицы в результате предыдущего оперативного вмешательства при птеригиуме были зафиксированы в виде помутнений по типу облачка или пятна с носовой стороны. У одного пациента основной группы определялось срастание конъюнктивы век с конъюнктивой глазного яблока (частичный симблефарон) после многократных попыток удаления птеригиума (рис. 2).

У всех пациентов на ОКТ переднего сегмента глаза профиль роговицы был деформирован — повышенная рефлективность с носовой стороны с инвазией в строму. Средняя толщина неизменной стромы роговицы составила 536 ± 22 мкм в основной и 568 ± 28 мкм в контрольной группе.

При биомикроскопии в послеоперационном периоде были получены следующие данные: у двух пациентов основной группы наблюдалась гипосфагма, которая полностью разрешилась к 7-м суткам наблюдения. В 6 случаях отмечали легкую инъекцию глазного яблока на 3-и сутки наблюдения. АТ был фиксирован в ложе с помощью ДАФК, признаки дислокации трансплантата отсутствовали (рис. 3).

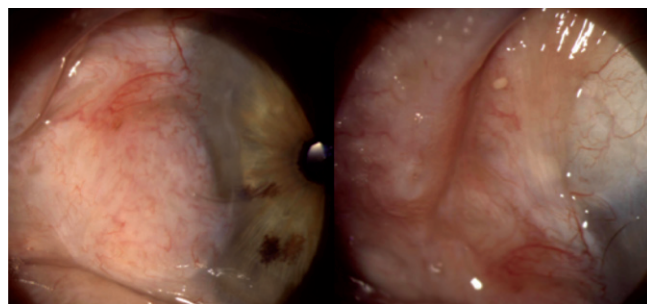


Рис. 2. Сформированный плотный фиброваскулярный паннус и частичный симблефарон у пациента основной группы как результат неоднократной операции при рецидивирующем птеригиуме

Fig 2. Dense fibrovascular pannus and partial symblepharon in a patient of the main group formed as a result of repeated surgery for recurrent pterygium

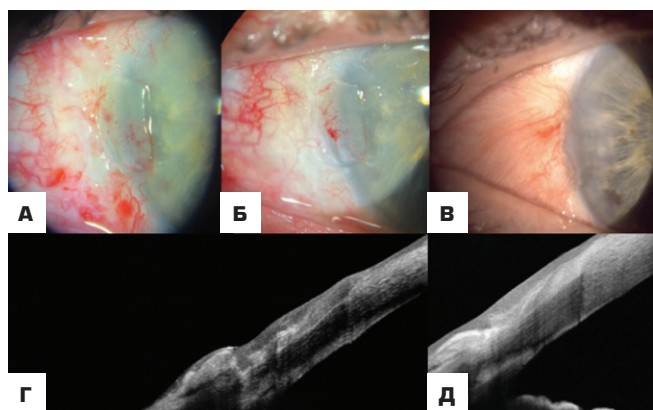


Рис. 3. Результаты наблюдения пациента основной группы в послеоперационном периоде в динамике: А — область оперативного вмешательства: 1-е сутки послеоперационного периода, Б — через 7 суток, В — через 2 года наблюдения без признаков рецидивирования, Г — ОКТ роговицы на 1-е сутки послеоперационного периода (под АТ остатки фибрина в виде гиперрефлективных включений), Д — ОКТ роговицы через 2 года наблюдения

Fig. 3. Results of the main group in the postoperative period in dynamics: А — area of surgical intervention: 1st day of postoperative period, Б — after 7 days, В — after 2 years of observation without signs of recurrence, Г — OCT of the cornea on the 1st postoperative day period (the arrow indicates AT, below it — remnants of fibrin in the form of hyperreflective inclusions), Д — OCT of the cornea after 2 years of observation

У пациентов после аутолимбальной трансплантации с использованием шовного материала отмечали наличие слизистого отделяемого в конъюнктивальной полости. В контрольной группе также чаще наблюдались гипосфагма в области хирургического вмешательства (в 5 случаях). АТ был фиксирован с помощью четырех узловых швов (рис. 4).

В месте забора трансплантата (верхний квадрант) средний срок достижения полной эпителизации составил 5 суток в обеих группах. На рисунке 5 представлены фото места забора АТ в послеоперационном периоде и через 2 года наблюдения — определяется дефект в зоне лимба прямоугольной формы без признаков васкуляризации.

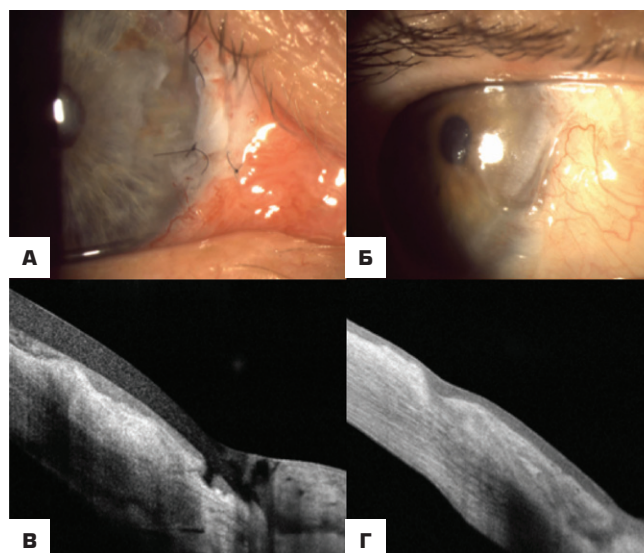


Рис. 4. Результаты наблюдения пациента контрольной группы в послеоперационном периоде в динамике: А — область оперативного вмешательства: 1-е сутки послеоперационного периода, Б — через 2 года наблюдения: признаков рецидивирования не выявлено, В — ОКТ роговицы на 1-е сутки послеоперационного периода (на поверхности роговицы визуализируется МКЛ в виде гиперрефлективного контура), Г — ОКТ роговицы через 2 года наблюдения

Fig. 4. Results of the control group in the postoperative period in dynamics: А — area of surgical intervention: 1st day of postoperative period, Б — after 2 years of observation: signs of recurrence not found, В — OCT of the cornea on the 1st day of the postoperative period (the SCL is visualized on the surface of the cornea as a hyporeflexive contour), Г — OCT of the cornea after 2 years of observation

По результатам опроса в послеоперационном периоде был отмечен высокий уровень дискомфорта у пациентов контрольной группы, связанного с наличием швов: болевые ощущения (максимальное количество баллов — 6/10), ощущение инородного тела (максимальное количество баллов — 5/10), слезотечение (максимальное количество баллов — 4/10). Среди пациентов основной группы наблюдалась тенденция к значимому ($p < 0,05$) снижению

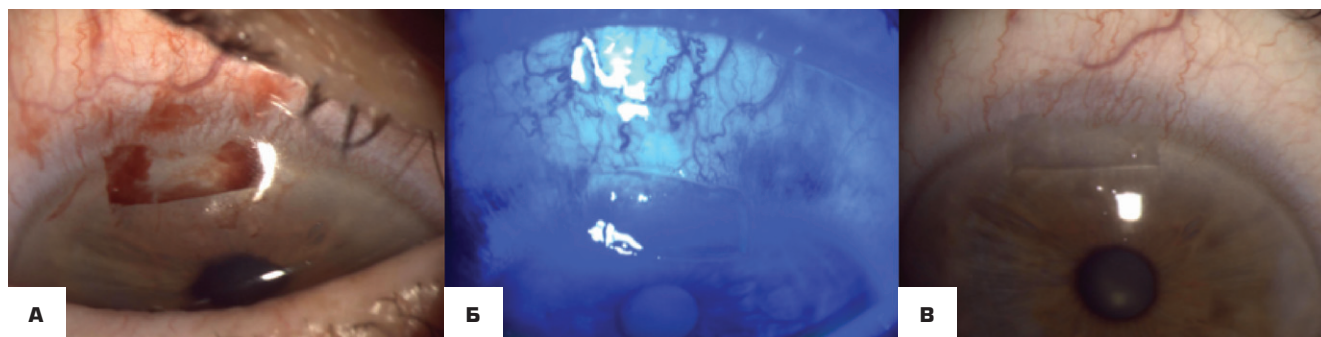


Рис. 5. Фотографии переднего сегмента глаза в месте забора АТ в динамике: А — через несколько часов после операции, Б — при окрашивании раствором флуоресцеина на 3-и сутки после операции, В — через 2 года наблюдения

Fig. 5. Photos of the anterior segment at the site of AT taking in dynamics: А — several hours after surgery, Б — fluorescein solution on the 3rd day after surgery, В — after 2 years of observation

выраженности болевого синдрома и ощущения инородного тела до 3 из 10 баллов опросника, далее различия между группами были статистически незначимыми.

На снимках ОКТ в режиме Cross Line Cornea также оценивали место забора АТ: на 1-е сутки под МКЛ в месте забора определялись остатки ДАФК (фибрин) в виде гиперрефлективного неоднородного материала. На 3-и сутки наблюдалась тенденция к постепенному лизису ДАФК и формированию гипорефлективных полостей под МКЛ. Через 1 месяц после оперативного вмешательства в верхних квадрантах определялся участок истончения стромы роговицы и эпителизированный дефект прямоугольной формы глубиной 350 мкм (рис. 6).

При сравнительном анализе длительности операции нами было выявлено статистически значимое уменьшение времени оперативного вмешательства у пациентов при использовании клеевой композиции ($p = 0,001$) (табл. 1).

Полная эпителизация роговицы и конъюнктивы была достигнута в среднем на 4-е сутки при применении ДАФК, при использовании швов средняя длительность эпителизации составила 6 суток (рис. 7). Таким образом, сделаны выводы о статистически значимом сокращении длительности эпителизации у пациентов основной группы ($p < 0,05$).

В основной группе рецидив роста птеригиума был зафиксирован у пациента с многократными оперативными вмешательствами в анамнезе и исходом в частичный симблефарон. В контрольной группе один случай повторного роста птеригиума был связан с дислокацией лоскута вследствие провисания швов. Оба пациента находятся под наблюдением, поскольку в данных клинических случаях птеригиум не является прогрессирующим в течение всего срока наблюдения.

Таблица 1. Показатели длительности операции в основной и контрольной группах

Table 1. Indicators of the duration of surgery in the main and control groups

Группа Group	Длительность операции (мин.) Duration of surgery (min.)			p
	Me	Q ₁ -Q ₃	N	
Основная Main	25	22-30	12	0,001
Контрольная Control	44	40-49	8	

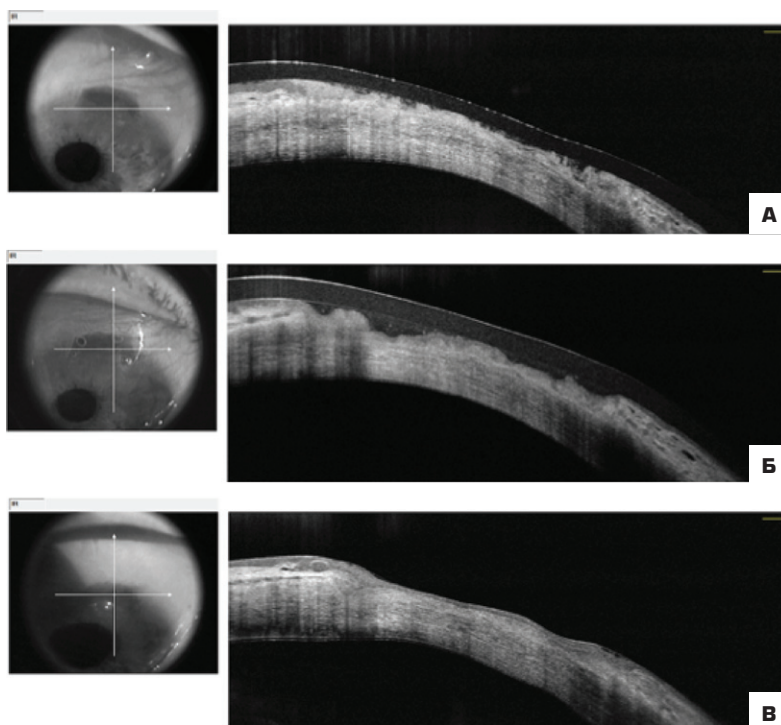


Рис 6. ОКТ роговицы в месте забора аутолимбального трансплантата в послеоперационном периоде (основная группа). ОКТ верхнего квадранта лимба: А — на 1-е сутки, Б — через 3 суток, В — через 1 месяц

Fig. 6. OCT of the eye anterior segment at the site of autolimbal transplant taking in postoperative period (main group). OCT of the upper quadrant of the limbus: А — 1st day, Б — 3 days, В — 1 month

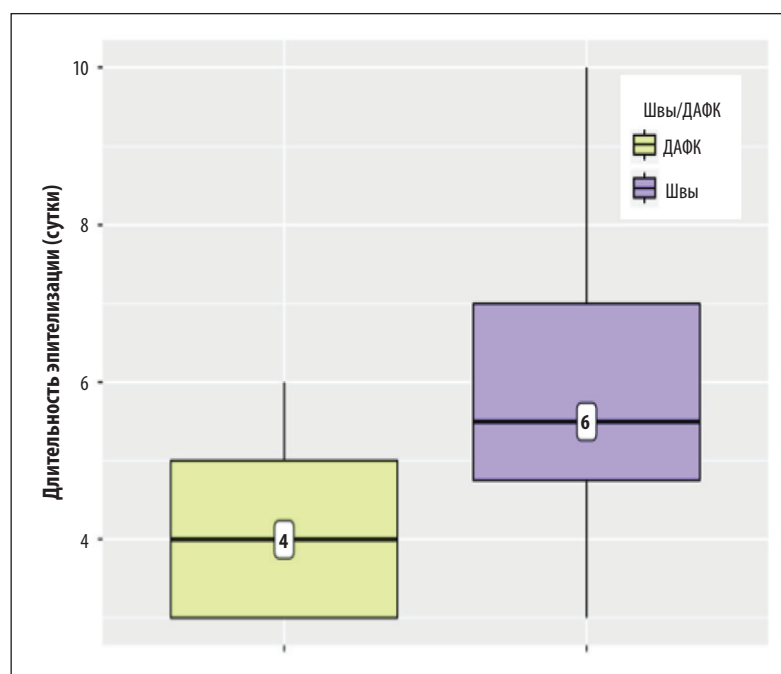


Рис 7. Усредненные показатели (медианы) длительности эпителизации в основной и контрольной группах

Fig. 7. Average indicators (medians) of the epithelialization duration in main and control groups

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение ДАФК для фиксации АТ в лечении неоднократно рецидивирующего птеригиума позволяет сократить время оперативного вмешательства, что является преимуществом как для хирурга, так и для пациента.

Клеевая фиксация снижает дискомфорт у пациентов, связанный с наложением швов, в послеоперационном периоде.

Обогащенная тромбоцитами плазма, входящая в состав ДАФК, обеспечивает более быструю регенерацию тканей и, как следствие, значительно сокращает сроки достижения полной эпителизации. Фиксация АТ с помощью клеевой композиции также минимизирует дополнительное повреждение истонченной стромы роговицы при наложении швов.

Помимо этого, ДАФК позволяет полностью исключить риски интраоперационного повреждения АТ, а также

смещения тканей в послеоперационном периоде за счет прочной адгезии.

В ходе данного исследования не было получено статистически значимой разницы в уровне рецидивирования птеригиума между исследуемыми группами.

Применение ДАФК для фиксации АТ у пациентов с рецидивирующим птеригиумом является более предпочтительной методикой и может выступать в качестве полноценной замены классическому шовному способу фиксации.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Козлова Ю.В. — концепция и дизайн исследования, обзор литературы, написание текста, подготовка иллюстраций, статистическая обработка данных; Чурашов С.В. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование; Куликов А.Н. — внесение окончательной правки, концепция и дизайн исследования; Малафеева А.Ю. — концепция и дизайн исследования; Карпович В.В. — концепция и дизайн исследования; Янушко А. Г.— сбор данных, участие в обработке полученного материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Salman AG, Mansour DE. The recurrence of pterygium after different modalities of surgical treatment. *Saudi J Ophthalmol.* 2011 Oct;25(4):411–415. doi: 10.1016/j.sjopt.2010.10.013.
- Kaufman SC, Jacobs DS, Lee WB, Deng SX, Rosenblatt MI, Shtein RM. Options and adjuncts in surgery for pterygium: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2013 Jan;120(1):201–208. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.06.066.
- Fernandes M, Sangwan VS, Bansal AK, Gangopadhyay N, Sridhar MS, Garg P, Aasuri MK, Nutheti R, Rao GN. Outcome of pterygium surgery: analysis over 14 years. *Eye (Lond).* 2005 Nov;19(11):1182–1190. doi: 10.1038/sj.eye.6701728.
- Tan DT, Chee SP, Dear KB, Lim AS. Effect of pterygium morphology on pterygium recurrence in a controlled trial comparing conjunctival autografting with bare sclera excision. *Arch Ophthalmol.* 1997 Oct;115(10):1235–1240. doi: 10.1001/archophth.1997.01100160405001.
- Bilge AD. Comparison of conjunctival autograft and conjunctival transposition flap techniques in primary pterygium surgery. *Saudi J Ophthalmol.* 2018 Apr-Jun;32(2):110–113. doi: 10.1016/j.sjopt.2017.11.002.
- Маложен СА, Труфанов СВ, Крахмалева ДА. Птеригиум: этиология, патогенез, лечение. *Вестник офтальмологии.* 2017;133(5):76–83.
- Malozhen SA, Trufanov SV, Krakhmaleva DA. Pterygium: etiology, pathogenesis, treatment. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2017;133(5):76–83 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2017133576-83.
- Чередниченко ЛП, Кореньяк ГВ, Житенко НА. Роль эколого-географических факторов в развитии птеригиума. *Медицинский вестник Северного Кавказа.* 2006;2(2):56–57.
- Cherednichenko LP, Korenyak GV, Zhitenko NA. The role of ecological and geographical factors in the development of pterygium. *Medical Bulletin of the North Caucasus.* 2006;2(2):56–57 (In Russ.).
- Avisar R, Arnon A, Avisar E, Weinberger D. Primary pterygium recurrence time. *Isr Med Assoc J.* 2001 Nov;3(11):836–837.
- Toker E, Eraslan M. Recurrence After Primary Pterygium Excision: Amniotic Membrane Transplantation with Fibrin Glue Versus Conjunctival Autograft with Fibrin Glue. *Curr Eye Res.* 2016;41(1):1–8. doi: 10.3109/02713683.2014.999947.
- Aidenloo NS, Motarjemzadeh Q, Heidarpanah M. Risk factors for pterygium recurrence after limbal-conjunctival autografting: a retrospective, single-centre investigation. *Jpn J Ophthalmol.* 2018 May;62(3):349–356. doi: 10.1007/s10384-018-0582-9.
- Kodavoor SK, Preethi V, Dandapani R. Profile of complications in pterygium surgery. A retrospective analysis. *Indian J Ophthalmol.* 2021 Jul;69(7):1697–1701. doi: 10.4103/ijo.IJO_3055_20.
- Deng SX, Borderie V, Chan CC, Dana R, Figueiredo FC, Gomes JAP, Pellegrini G, Shimamura S, Kruse FE, and The International Limbal Stem Cell Deficiency Working Group. Global Consensus on Definition, Classification, Diagnosis, and Staging of Limbal Stem Cell Deficiency. *Cornea.* 2019 Mar;38(3):364–375. doi: 10.1097/ICO.0000000000001820.
- Zaidi FH, Bloom PA, Corbett MC. Limbal stem cell deficiency: a clinical chameleon. *Eye (Lond).* 2003 Oct;17(7):837–839. doi: 10.1038/sj.eye.6700462.
- Дубовиков АС, Гаврилюк ИО, Куликов АН, Чурашов СВ, Черныш ВФ, Безушко АВ. Лимбальная недостаточность: этиология, патогенез, принципы и перспективы хирургического лечения. *Российский офтальмологический журнал.* 2019;12(1):103–111.
- Dubovikov AS, Gavrilyuk IO, Kulikov AN, Churashov SV, Chernysh VF, Bezushko AV. Limbal stem cell deficiency: etiology, pathogenesis, principles and prospects of surgical treatment. *Russian Ophthalmological Journal.* 2019;12(1):103–111 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-1-103-111.
- Kenyon KR, Tseng SC. Limbal autograft transplantation for ocular surface disorders. *Ophthalmology.* 1989 May;96(5):709–722; discussion 722–723. doi: 10.1016/s0161-6420(89)32833-8.
- Dua HS, Azuara-Blanco A. Allo-limbal transplantation in patients with limbal stem cell deficiency. *Br J Ophthalmol.* 1999 Apr;83(4):414–419. doi: 10.1136/bjo.83.4.414.
- Tsai RJ, Tseng SC. Human allograft limbal transplantation for corneal surface reconstruction. *Cornea.* 1994 Sep;13(5):389–400. doi: 10.1097/00003226-199409000-00003.
- Shimazaki J, Yang HY, Tsubota K. Limbal autograft transplantation for recurrent and advanced pterygia. *Ophthalmic Surg Lasers.* 1996 Nov;27(11):917–923. PMID: 8938799.
- Гаврилюк ИО, Куликов АН, Кузнецова АЮ, Гаврилюк ВН, Чурашов СВ, Черныш ВФ. Способ приготовления аутологичного двухкомпонентного фибринового клея. Патент RU 2704256, 25.10.2019.
- Gavrilyuk IO, Kulikov AN, Kuznetsova AYU, Gavrilyuk VN, Churashov SV, Chernysh VF. Method for preparing autologous two-component fibrin glue. Patent RU 2704256, 25.10.2019 (in Russ.).
- Козлова ЮВ, Чурашов СВ, Куликов АН, Гаврилюк ИО, Малафеева АЮ. Результаты хирургического лечения первичного и рецидивирующего птеригиума с применением амниотической мембраны и двухкомпонентного аутофибринового клея. *Офтальмохирургия.* 2024;3(141):90–98.
- Kozlova YuV, Churashov SV, Kulikov AN, Gavrilyuk IO, Malafeeva AYU. The results of surgical treatment of primary and recurrent pterygium using amniotic membrane and two-component autofibrin glue. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2024;3(141):90–98 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-3-90-98.
- Козлова ЮВ, Чурашов СВ, Куликов АН, Малафеева АЮ. Способ хирургического лечения рецидивирующего птеригиума. Патент RU 2821131, 21.06.2024.
- Kozlova YuV, Churashov SV, Kulikov AN, Malafeeva AYU. The method of surgical treatment of recurrent pterygium. Patent RU 2821131, 21.06.2024 (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Козлова Юлия Вячеславовна
врач-офтальмолог

Чурашов Сергей Викторович
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии

Куликов Алексей Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры офтальмологии

Малафеева Анна Юрьевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Карпович Вадим Валерьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Янушко Александра Григорьевна
ординатор кафедры офтальмологии

ABOUT THE AUTHORS

Kozlova Yulya V.
ophthalmologist

Churashov Sergei V.
MD, Professor, Professor of Ophthalmology Department

Kulikov Alexey N.
MD, Professor, head of Ophthalmology Department

Malafeeva Anna Yu.
PhD, ophthalmologist

Karpovich Vadim V.
PhD, ophthalmologist

Ianushko Aleksandra G.
resident of Ophthalmology Department

Ю.В. Козлова, С.В. Чурашов, А.Н. Куликов, А.Ю. Малафеева, В.В. Карпович, А.Г. Янушко

Рефракционная экстракция лентикулы роговицы методом CLEAR: Анализ собственных данных 700 пациентов

К.Б. Першин^{1,2}Ю.С. Кудрявцева³Н.Ф. Пашинова^{1,2}А.Ю. Цыганков¹Е.А. Антонов¹

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

³ Офтальмологический центр «Эксимер»
ул. Нулибина, 3, Нижний Новгород, 603022, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):47-53

Цель: анализ результатов применения методики CLEAR на значительной выборке пациентов с миопией различной степени.

Пациенты и методы. Всего в работу вошли 700 пациентов, из них 518 женщин (74 %) и 182 мужчины (26 %) в возрасте от 18 до 50 ($28,4 \pm 7,6$) лет. Пациентам выполнено хирургическое вмешательство CLEAR (удаление роговичной лентикулы для усовершенствованной коррекции рефракции) на обоих глазах на многофункциональной фемтосекундной лазерной системе FEMTO LDV Z8. Средний срок наблюдения за пациентами составил 6 месяцев. **Результаты.** Показано статистически значимое увеличение НКОЗд с $0,21 \pm 0,14$ до операции до $0,95 \pm 0,07$ в максимальном периоде наблюдения ($p < 0,05$). Отмечали значимую положительную динамику сферического компонента рефракции ($p < 0,05$), при этом в срок наблюдения 6 месяцев определены средние значения $0,14 \pm 0,34$, что соответствовало целевой эмметропии. При анализе динамики цилиндрического компонента рефракции показано его уменьшение с $-0,82 \pm 0,39$ в предоперационном периоде до $-0,40 \pm 0,40$ в максимальный период наблюдения ($p > 0,05$). Для показателей кератометрии K1 и K2 также показано снижение через 1 день наблюдений с последующим увеличением в период наблюдения 6 месяцев. Наибольшее снижение толщины роговицы отмечено на следующий день после операции ($551,9 \pm 34,3$ до $439,4 \pm 41,8$ мкм). Далее определили увеличение данного показателя до $455,7 \pm 34,4$ мкм в максимальный период наблюдения. Из осложнений зарегистрировали потерю вакуума в двух случаях (0,28 %) на начальном этапе освоения методики, надрыв инцизии в 6 случаях (0,85 %), непрозрачный пузырьковый слой в 7 случаях (1 %), единичные субконъюнктивальные кровоизлияния. **Заключение.** Собственный опыт удаления роговичной лентикулы для усовершенствованной коррекции рефракции у 700 пациентов показал несложность в освоении, комфортность для хирурга и пациента, безопасность и эффективность данной методики в коррекции миопии и миопического астигматизма и уменьшение толщины роговицы, соответствующее величине корригируемой миопии в период наблюдения 6 месяцев.

Ключевые слова: миопия, лазерная коррекция, экстракция лентикулы, CLEAR

Для цитирования: Першин К.Б., Кудрявцева Ю.С., Пашинова Н.Ф., Цыганков А.Ю., Антонов Е.А. Рефракционная экстракция лентикулы роговицы методом CLEAR: анализ собственных данных 700 пациентов. *Офтальмология*. 2025;22(1):47-53. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-47-53>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Refractive Corneal Lenticule Extraction by CLEAR: Analysis of our own Data 700 Patients

K.B. Pershin^{1,2}, Yu.S. Hudryavtseva³, N.F. Pashinova^{1,2}, A.Iu. Tsygankov¹, E.A. Antonov¹

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 Federation

³ "Eximer" Eye Center

Kulibina str. 3, Nizhniy Novgorod, 603022, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):47–53

Purpose: analysis of the results of using CLEAR technique on a significant sample of patients with myopia of various degrees. **Patients and methods.** A total of 700 patients were included. There were 518 female (74%) and 182 male (26%) aged 18 to 50 (28.4 ± 7.6) years. Patients underwent CLEAR surgery (corneal lenticule removal for advanced refractive correction) in both eyes on the FEMTO LDV Z8 multifunctional femtosecond laser system. The average follow-up period for the patients was 6 months. **Results.** A statistically significant increase of UCDDVA from 0.21 ± 0.14 before surgery to 0.95 ± 0.07 in the maximum follow-up period was shown ($p < 0.05$). Significant positive dynamics of the spherical component of refraction was noted ($p < 0.05$), with mean values of 0.14 ± 0.34 at the 6-month follow-up period, which corresponded to the target emmetropia. When analyzing the dynamics of the cylindrical component of refraction, its decrease from -0.82 ± 0.39 in the preoperative period to -0.40 ± 0.40 in the maximum follow-up period was shown ($p > 0.05$). Keratometry parameters K1 and K2 also showed a tendency to decrease after 1 day of observation with a subsequent increase in the observation period of 6 months. The greatest decrease in corneal thickness was noted on the next day after surgery (from 551.9 ± 34.3 to $439.4 \pm 41.8 \mu\text{m}$). Further, the increase of this index up to $455.7 \pm 34.4 \mu\text{m}$ in the maximum observation period was noted. Among the complications we noted the loss of vacuum in two cases (0.28 %) at the initial stage of mastering the technique, incisional tear in 6 cases (0.85 %), opaque bubble layer in 7 cases (1 %), single subconjunctival hemorrhages. **Conclusion.** Our own experience of corneal lenticule removal for advanced refractive correction in 700 patients showed that the technique was easy to master, comfortable for surgeon and the patient, safe and effective in the correction of myopia and myopic astigmatism, and there were no significant decrease in corneal thickness during the follow-up period of 6 months.

Keywords: myopia, laser correction, lenticule extraction, CLEAR

For citation: Pershin K.B., Hudryavtseva Yu.S., Pashinova N.F., Tsygankov A.Yu., Antonov E.A. Refractive Corneal Lenticule Extraction by CLEAR: analysis of our own Data 700 Patients. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):47–53. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-47-53>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Кераторефракционная экстракция лентикулы (KLEx) быстро завоевала популярность в области рефракционной хирургии как минимально инвазивный метод коррекции близорукости и миопического астигматизма [1–3]. Эта инновационная методика обеспечивает результаты, сопоставимые с результатами фемтосекундного лазерного кератомилеза *in situ* (FS-LASIK) при близорукости [4, 5]. Кроме того, лоскутная процедура дает потенциальное преимущество в виде лучшей биомеханической стабильности роговицы и сохранения физиологической иннервации [6].

Первая версия процедуры удаления лентикулы с помощью фемтосекундного лазера VisuMax (Carl Zeiss Meditec) была представлена в 2011 году [7]. С тех пор различные производители активно занимаются разработкой специальных фемтосекундных лазерных модулей для дальнейшего совершенствования и оптимизации этого подхода. Низкоэнергетический фемтосекундный

лазер Z8 компании Ziemer Ophthalmic Systems представляет собой одну из таких платформ, а процедура KLEx, получившая название CLEAR (corneal lenticule extraction for advanced refractive correction), была представлена в апреле 2020 года. Основные преимущества методики включают минимальное нарушение биомеханических свойств роговицы, отсутствие осложнений, связанных с формированием роговичного клапана, высокую точность результатов, возможность центрации после докинга, компенсацию циклоторсии, гладкую и однородную поверхность лентикулы и легкое ее выделение, формирование газоотводных туннелей для снижения вероятности образования непрозрачного слоя [7, 8].

Результаты применения CLEAR представлены в многочисленных исследованиях, при этом в основном с использованием на относительно небольшой выборке [7–9]. Тем не менее эти ранние исследования продемонстрировали обнадеживающие рефракционные результаты, подчеркивающие потенциальную безопасность и эффективность этой процедуры [8, 10, 11]. Имеется мнение,

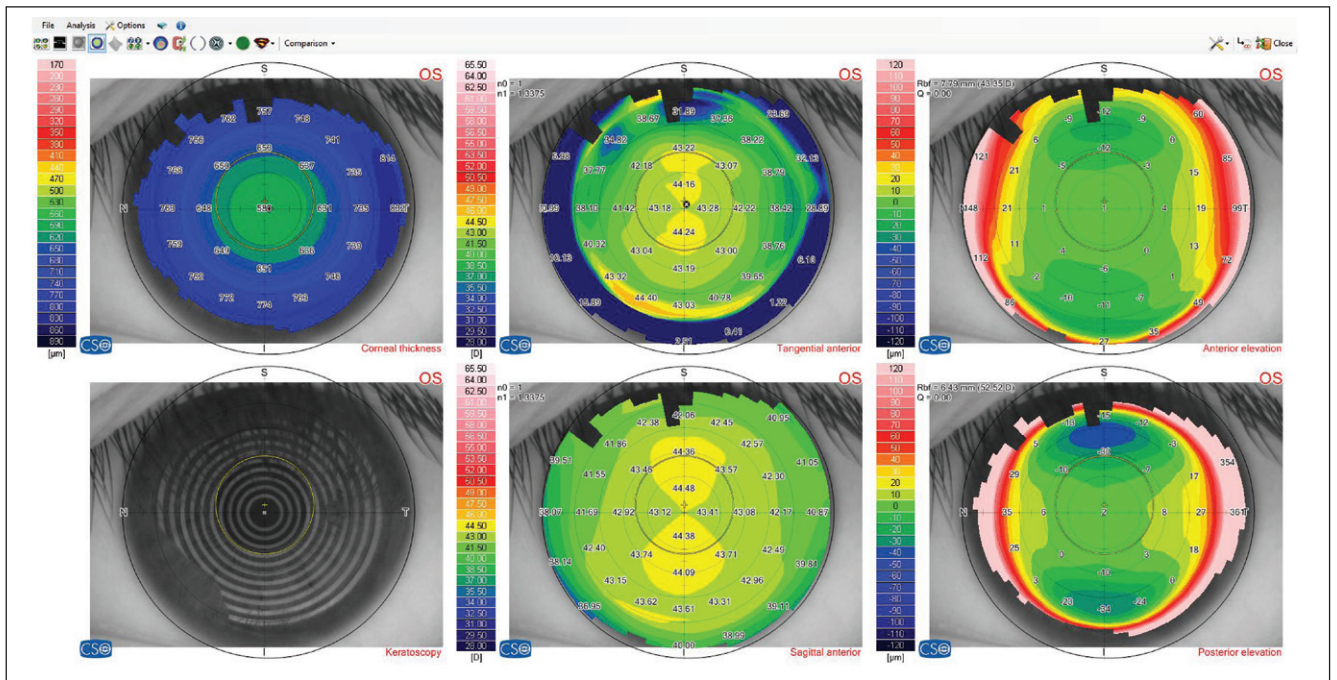


Рис. 1. Пахиметрия у пациента в дооперационном периоде

Fig. 1. Pachymetry in a patient in the preoperative period

что CLEAR — самая короткая по времени рефракционная операция [12, 13]. Несмотря на эти данные, на сегодняшний день исследования, в которых оценивали значительную выборку пациентов после CLEAR, единичны.

Цель — анализ результатов применения методики CLEAR на значительной выборке пациентов с миопией различной степени.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Всего в исследование вошли 700 пациентов, из них 518 женщин (74 %) и 182 мужчины (26 %) в возрасте от 18 до 50 ($28,4 \pm 7,6$) лет.

Всем пациентам проведена визометрия с коррекцией и без нее вдаль, тонометрия, периметрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, определение переднезадней оси глаза и глубины передней камеры, характера зрения, дуохромный тест и тест на доминантный глаз, оценка состояния глазной поверхности, обследование на корнеальном топографе Sirius (CSO, Италия), оценка рефракции, показателей K1 и K2 и толщины роговицы (рис. 1), оптическая когерентная томография (рис. 2).

До операции некорригированная острота зрения вдаль (НКОЗд) составляла от 0,01 до 0,35 ($0,21 \pm 0,14$), максимально корригированная острота зрения вдаль (МКОЗд) — от 0,2 до 1,0 ($0,94 \pm 0,12$), диапазон сферического компонента рефракции — от $-10,00$ до $-2,25$ ($-4,24 \pm 1,5$) дптр, цилиндрического — от $-2,75$ до 0 ($-0,82 \pm 0,39$) дптр. Показатели кератометрии до операции варьировали в следующем диапазоне: K1 от 40,0 до 47,75 ($43,6 \pm 1,74$), K2 — от 40,0 до 48,5 ($44,39 \pm 1,21$). Средние показатели толщины роговицы составили $551,9 \pm 34,3$ (от

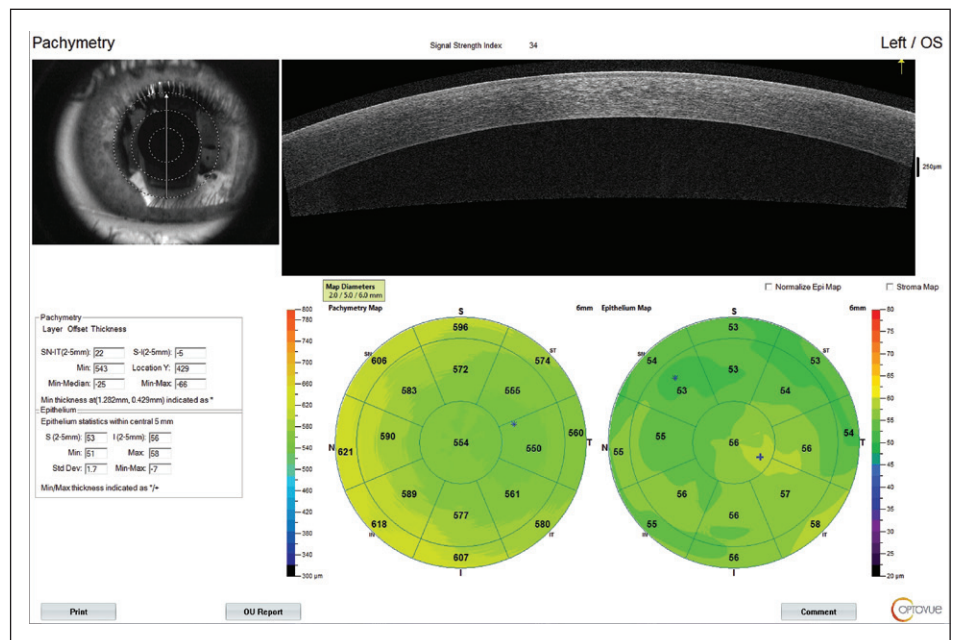


Рис. 2. ОКТ у пациента в дооперационном периоде

Fig. 2. OCT in a patient in the preoperative period

494 до 661) мкм. В предоперационном периоде исключали использование пациентами мягких контактных линз за 5–7 дней, жестких контактных линз — за 1 месяц до операции. Пациентам выполнено хирургическое вмешательство CLEAR (Corneal Lenticule Extraction for Advanced Refractive Correction) на обоих глазах на многофункциональной фемтосекундной лазерной системе FEMTO LDV Z8 (Ziemer, Швейцария) (рис. 3).

К основным преимуществам данной системы относятся возможность работы лазера на максимально низком уровне энергии с высокой частотой импульсов, мобильность системы и ее устойчивость к внешним факторам, наличие запатентованной схемы сканирования с перекрывающимися точками, интраоперационной ОКТ-визуализации и надежного вакуума. Инструменты для выполнения операции включали: шпатель для экстракции лентикулы, зубчатый пинцет-насадка 25Ga, канюля 23Ga, маркерная подушечка и краска для разметки (при наличии астигматизма).

Этапы операции: докинг, фемтодиссекция: формирование вначале нижней рефракционной, потом верхней поверхности лентикулы, формирование инцизии (1-я инцизия 1,6 мм на OD 155°, на OS 145°, угол входа инцизии 80°), затем механическое выделение и извлечение лентикулы. Резидуальная толщина стромы составляла не менее 300 мкм, CAP не менее 110 мкм, а оптическая зона — 6,5 мм. Разглаживание роговичной поверхности не использовали, а роговичный карман промывали раствором BSS. Средний срок наблюдения за пациентами составил 6 месяцев.

Статистическую обработку результатов проводили с расчетом *t*-критерия Стьюдента и точного критерия Фи-



Рис. 3. Внешний вид фемтосекундного лазера FEMTO LDV Z8

Fig. 3. External view of the femtosecond laser FEMTO LDV Z8

шера на программах Microsoft Excel 2010 и Statistical10.1 («StatSoft», США). Различия между выборками считали достоверными при $p < 0,05$, доверительный интервал 95 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Динамика основных исследуемых параметров представлена в таблице.

Таблица. Основные параметры в послеоперационном периоде в исследуемой группе пациентов

Table. Main parameters in the postoperative period in the studied group of patients

	1 день 1 day	1 месяц 1 month	6 месяцев 6 months
НКОЗд UCDVA			
Min	0,1	0,2	0,6
Max	1	1	1
M	0,74	0,92	0,95
SD	0,19	0,13	0,07
МКОЗд BCDVA			
Min	0,3	0,6	0,7
Max	1	1	1
M	0,77	0,94	0,98
SD	0,20	0,11	0,09
Sph (дптр) Sph (D)			
Min	-1,5	-1,5	-0,75
Max	2,25	2	1,5
M	0,19	0,17	0,14
SD	0,51	0,48	0,34
Cyl (дптр) Cyl (D)			
Min	-2,5	-2,0	-1,5
Max	0,75	0,5	0
M	-0,30	-0,42	-0,40
SD	0,89	0,47	0,40
K1			
Min	35	35	35,75
Max	45,25	45	43,5
M	39,9	40,6	42,7
SD	1,59	1,54	1,58
K2			
Min	34,5	35,75	36,5
Max	45,0	45,5	44,5
M	40,2	40,5	40,9
SD	1,54	1,48	1,51
Толщина роговицы, мкм Corneal thickness, μm			
Min	391	396	404
Max	512	524	518
M	439,4	442,8	455,7
SD	41,8	36,2	34,4

Показано статистически значимое увеличение НКОЗд с $0,21 \pm 0,14$ до операции до $0,95 \pm 0,07$ в максимальном периоде наблюдения ($p < 0,05$) (рис. 4).

Помимо НКОЗд отмечали значимую положительную динамику сферического компонента рефракции ($p < 0,05$), при этом в срок наблюдения 6 месяцев определены средние значения $0,14 \pm 0,34$, что соответствовало целевой эметропии (рис. 5).

При анализе динамики цилиндрического компонента рефракции показано его уменьшение с $-0,82 \pm 0,39$ в предоперационном периоде до $-0,40 \pm 0,40$ в максимальный период наблюдения ($p > 0,05$). Для показателей кератометрии К1 и К2 также отмечена тенденция к снижению через 1 день наблюдений с последующим увеличением в период наблюдения 6 месяцев (табл.). Наибольшее снижение толщины роговицы зарегистрировано на следующий день после операции (с $551,9 \pm 34,3$ до $439,4 \pm 41,8$ мкм). Далее отмечали увеличение данного показателя до $455,7 \pm 34,4$ мкм в максимальный период наблюдения.

Из осложнений отмечали потерю вакуума в двух случаях (0,28 %) на начальном этапе освоения методики, надрыв инцизии в 6 случаях (0,85 %), непрозрачный пузырьковый слой в 7 случаях (1 %), единичные субконъюнктивальные кровоизлияния. В случаях потери вакуума и неполного формирования лентикулы благодаря наличию интраоперационной ОКТ-визуализации докинг проводили повторно с попаданием в зону первичного реза, не переходя на технологию ФемтоЛАСИК. Такие осложнения, как разрыв лентикулы, диффузный ламеллярный кератит, дегрис и перфорацию CAP, не наблюдали.

Внедрение в клиническую практику новых, более совершенных методов лазерной коррекции миопии и миопического астигматизма остается одной из наиболее значимых задач в офтальмохирургии. Одним из таких подходов является рефракционная экстракция лентикулы роговицы методом CLEAR. В одной из первых работ А.В. Дога и соавт. проведено проспективное исследование с участием 24 пациентов в возрасте $26,8 \pm 4,6$ года (24 глаза), оперированных в январе 2020 г. на установке Ziemer LDV Z8 по поводу миопии средней и высокой степени. После коррекции миопии средней и высокой степени на установке Ziemer LDV Z8 у пациентов отмечалось стойкое улучшение остроты зрения через 1 неделю после операции, сохраняющееся в течение всего срока послеоперационного наблюдения. Динамическое наблюдение в течение 1 месяца за пациентами, оперированными на платформе Ziemer LDV Z8 по поводу миопии средней и высокой степени, показало, что медианное значение некорригированной остроты зрения через 1 неделю после операции составило 0,9 [0,7; 1,0], а через 1 мес. — 1,0 [1,0; 1,0]. У оперированных на платформе Ziemer LDV Z8 не было интра- и послеоперационных осложнений, у 79,2 % пациентов не наблюдалось потери максимальной корригированной остроты зрения. Среднее значение толщины роговицы до операции составляло $555,9 \pm 28,2$ мкм, и оно достоверно уменьшилось до среднего значения $464,8 \pm 26,9$ мкм через 1 неделю после операции ($p < 0,05$). Затраты ткани на одну диоптрию составили 17 мкм [8]. В нашей работе

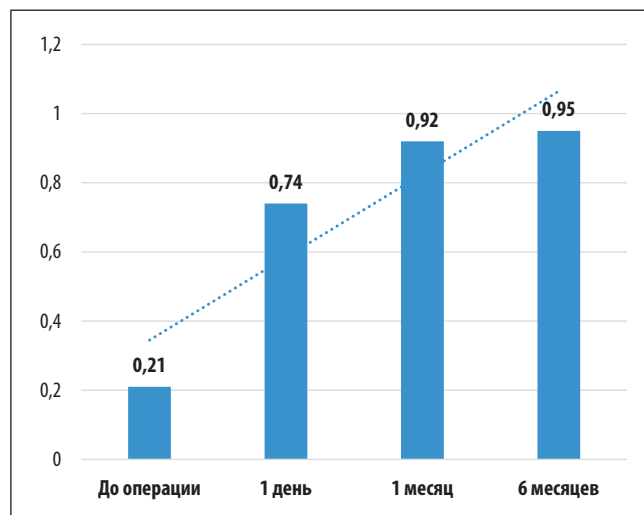


Рис. 4. Динамика НКОЗд в исследуемой группе

Fig. 4. BCVA dynamics in study group

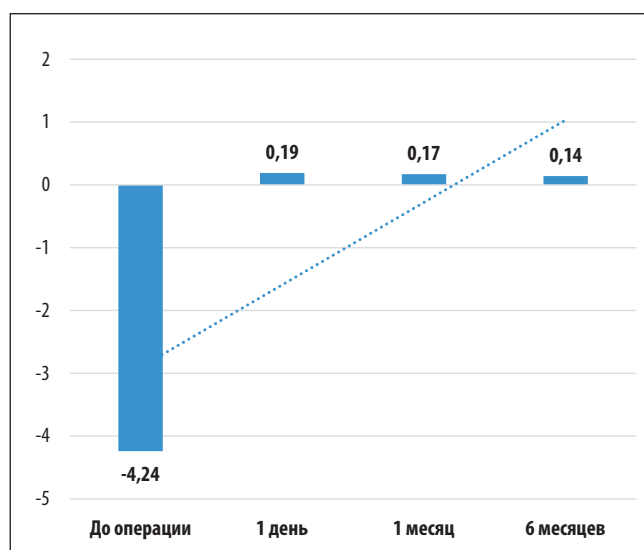


Рис. 5. Динамика сферического компонента рефракции в исследуемой группе

Fig. 5. Dynamics of the spherical component of refraction in the study group

показано увеличение НКОЗд до $0,95 \pm 0,07$, снижение толщины роговицы с $551,9 \pm 34,3$ до $439,4 \pm 41,8$ мкм.

Теми же авторами опубликована большая сравнительная работа по анализу клинико-функциональных результатов рефракционной экстракции лентикулы по технологиям ReLEx SMILE® и CLEAR® у пациентов с миопией средней и высокой степени. Обследовано и прооперировано 160 пациентов (160 глаз) в возрасте от 18 до 36 лет со стационарной миопией средней и высокой степени, имеющих бинокулярный характер зрения, со средними параметрами кератометрии 43,0–45,0 дптр, без противопоказаний к лазерной коррекции зрения. Сроки наблюдения после операции составили 1 и 3 мес.

Были сформированы 2 сопоставимые группы: SMILE — 80 глаз пациентов, прооперированных по технологии рефракционной экстракции лентиккулы с применением фемтосекундного лазера VisuMax 500; CLEAR — 80 глаз пациентов, прооперированных по технологии рефракционной экстракции лентиккулы с применением фемтосекундного лазера FEMTO LDV Z8. Интраоперационных осложнений не зафиксировано.

Анализ клинико-функциональных результатов коррекции миопии по технологии рефракционной экстракции лентиккулы, выполненной с помощью фемтосекундных лазеров VisuMax и LDV Z8, продемонстрировал высокую и сопоставимую эффективность, безопасность, предсказуемость и стабильность [2]. В нашей работе сравнительный анализ не проводили, а результаты исследования были сопоставимы с указанными авторами.

Т.С. Кузнецова и соавт. опубликовали результаты собственных наблюдений за 626 пациентами (1252 операции) при проведении CLEAR на платформе фемтосекундного лазера LDV Z8 (Ziemer). Распределение по полу: 219 мужчин (35 %) и 407 женщин (65 %). Срок наблюдения составил от 4 до 12 месяцев. Возраст пациентов варьировал от 16 до 49 лет ($32,04 \pm 6,74$ года), сферический компонент — от $-0,25$ до $-9,0$ дптр ($-3,76 \pm 1,48$ дптр), цилиндрический компонент от $-0,0$ до $-2,25$ дптр ($-0,53 \pm 0,34$ дптр), острота зрения вдаль без коррекции составляла $0,07 \pm 0,06$, а острота зрения с наилучшей коррекцией была от $0,8$ до $1,0$ ($0,99 \pm 0,01$). Центральная толщина роговицы (ЦТР) (по данным ультразвуковой кератопахиметрии) составляла от 487 до 634 мкм ($552,9 \pm 28,7$ мкм), горизонтальный диаметр роговицы — от $10,9$ до $13,4$ мм ($12,1 \pm 0,37$ мм), средняя кривизна роговицы в центре (Average K) — от $39,5$ до $47,25$ дптр ($43,39 \pm 1,32$ дптр).

Некорригированная острота зрения (НКОЗ) на 1-е сутки после операции (1252 глаза) — $0,93 \pm 0,20$, сферический компонент $-0,11 \pm 0,5$, цилиндрический компонент $-0,4 \pm 0,5$; НКОЗ через 4–6 месяцев (323 глаза) $1,05 \pm 0,24$, сферический компонент $0,16 \pm 0,50$, цилиндрический компонент $-0,4 \pm 0,5$; НКОЗ через 9–12 месяцев (44 глаза) $1,04 \pm 0,20$, сферический компонент $-0,11 \pm 0,40$, цилиндрический компонент $-0,5 \pm 0,6$. Индекс безопасности составил $1,0$, индекс эффективности — $1,05$, процент интраоперационных осложнений в раннем послеоперационном периоде — менее 1 %.

Авторы заключили, что коррекция миопии и миопического астигматизма по технологии CLEAR предсказуемая, безопасная, эффективная технология [11]. В нашем исследовании при несколько большем количестве операций получены схожие данные, свидетельствующие об эффективности изучаемого хирургического вмешательства.

В работе Y. Vteich и соавт. проводили ретроспективный анализ 102 глаз 53 пациентов, прошедших лечение методом KLEx в Медицинском центре Американского университета в Бейруте. Визуальные, рефракционные, топографические и aberрометрические параметры оценивались

через 1 неделю и через 1, 3, 6 и 12 месяцев после операции. Средняя предоперационная рефракция в сферическом эквиваленте (SEQ) составила $-4,11 \pm 1,82$ дптр (диапазон от $-10,00$ до $-1,625$ дптр), а средний предоперационный цилиндр — $-0,75 \pm 0,65$ дптр (диапазон от $-3,00$ до $0,00$ дптр). После операции среднее значение SEQ составило $0,06 \pm 0,54$ дптр (диапазон от $-2,88$ до $+1,00$ дптр через 1 неделю и $-0,04 \pm 0,26$ дптр через 12 месяцев и находилось в пределах $\pm 0,50$ дптр в $95,6$ % и $\pm 1,00$ дптр в 100 % глаз. В общей сложности $96,7$ % глаз имели НКОЗ $20/20$ через 12 месяцев после операции. Все извлеченные лентиккулы были целыми и без разрывов. По мнению авторов, применение KLEx на платформе FEMTO LDV Z8 обеспечивает безопасные и эффективные результаты, сопоставимые с устоявшимися способами удаления лентиккулы и процедурами лазерного кератомилеза *in situ* с помощью фемтосекундного лазера, ранее применявшимися и принятыми в области рефракционной хирургии [13]. Данные нашего исследования подтверждают эти выводы [13].

В то же время имеются единичные данные о случаях потери вакуума во время проведения CLEAR. В.А. Бреев и соавт. представили клинический случай проведения операции ФемтоЛАЗИК после потери вакуума во время выполнения методики CLEAR при формировании нижней поверхности лентиккулы. Хирургом было принято решение не продолжать дальнейшее выполнение операции CLEAR, а перейти на операцию ФемтоЛАЗИК с формированием поверхностного клапана с диаметром, превышающим диаметр лентиккулы, и толщиной меньшей, чем исходная планируемая глубина лентиккулы. Операция прошла без осложнений, согласно стандартному протоколу, без изменения энергетических параметров на фемтосекундном этапе формирования эпителиально-стромального лоскута. При оценке клинико-функциональных показателей на следующие сутки и через 7 дней определена некорригированная острота зрения равная $1,0$ и запланированная целевая рефракция [14]. В нашей работе потерю вакуума отмечали в двух случаях на начальном этапе освоения хирургической методики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Собственный опыт удаления роговичной лентиккулы для усовершенствованной коррекции рефракции у 700 пациентов показал несложность в освоении, комфортность для хирурга и пациента, безопасность и эффективность данной методики в коррекции миопии и миопического астигматизма и отсутствие значимого уменьшения толщины роговицы в период наблюдения 6 месяцев.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Першин К.Б. — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование;
Кудрявцева Ю.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование;
Пашинова Н.Ф. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Цыганков А. Ю. — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста;
Антонов Е.А. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Small incision lenticule extraction (SMILE) history, fundamentals of a new refractive surgery technique and clinical outcomes. *Eye Vis (Lond)*. 2014; 1(1):3. doi: 10.1186/s40662-014-0003-1.
- Мушкова ИА, Костенев СВ, Майчук НВ, Образцова МР, Носиров ПО, Малышев ИС. Современные технологии рефракционной экстракции лентикулы в коррекции миопии. Российский офтальмологический журнал. 2022; 15(2 (Прил)):98–103.
Mushkova IA, Kostenev SV, Maychuk NV, Obraztsova MR, Nosirov PO, Malyshev IS. Modern technologies of refractive lenticular extraction in the correction of myopia. *Russian Ophthalmological Journal*. 2022;15(2 (Suppl.)):98–103 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-supplement-98-103.
- Ang M, Gatinel D, Reinstein DZ, Mertens E, Alió Del Barrio JL, Alió JL. Refractive surgery beyond 2020. *Eye (Lond)*. 2021;35(2):362–382. doi: 10.1038/s41433-020-1096-5.
- Zhang Y, Shen Q, Jia Y, Zhou D, Zhou J. Clinical outcomes of SMILE and FS-LASIK used to treat myopia: a meta-analysis. *J Refract Surg*. 2016;32(4):256–265. doi: 10.3928/1081597X-20151111-06.
- Blum M, Täubig K, Gruhn C, Sekundo W, Kunert KS. Five-year results of small incision lenticule extraction (ReLEx SMILE). *Br J Ophthalmol*. 2016;100(9):1192–1195. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306822.
- 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.
- Leccisotti A, Fields SV, De Bartolo G. Refractive corneal lenticule extraction with the CLEAR femtosecond laser application. *Cornea*. 2023;42(10):1247–1256. doi: 10.1097/ICO.0000000000003123.
- Дога АВ, Костенев СВ, Мушкова ИА, Носиров ПО. Результаты экстракции лентикулы роговицы для коррекции миопии средней и высокой степени. Вестник офтальмологии. 2020;136(6):214–218.
Doga AV, Kostenev SV, Mushkova IA, Nosirov PO. Results of corneal lenticule extraction for correction. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(6):214–218 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136062214.
- Izquierdo L, Sossa D, Ben-Shaul O, Henriquez MA. Corneal lenticule extraction assisted by a low-energy femtosecond laser. *J Cataract Refract Surg*. 2020;46(9):1217–1221. doi: 10.1097/j.jcrs.000000000000236.
- Дога АВ, Мушкова ИА, Майчук НВ, Образцова МР, Малышев ИС. Современные технологии рефракционной экстракции лентикулы: сравнительный анализ клинико-функциональных результатов. Офтальмология. 2022;19(2): 291–298.
Doga AV, Mushkova IA, Maychuk NV, Obraztsova MR, Malyshev IS. The Modern Technologies of Refractive Lenticular Extraction: Comparative Analysis of Clinical and Functional Results. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):291–298 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-291-298
- Кузнецова ТС, Антонюк ВД, Щукин СЮ, Дроздов ИВ, Куранова ОИ. Технология CLEAR. Клинико-функциональные результаты более 1000 коррекций миопии и миопического астигматизма. Офтальмохирургия. 2024;2(139):52–58.
Kuznetsova TS, Antonuk VD, Shchukin SYu, Drozdov IV, Kuranova OI. CLEAR technology. Clinical and functional results of more than 1000 corrections of myopia and myopic astigmatism. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2024;2(139):52–58 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-2-52-58.
- Костенев СВ, Носиров ПО. Коррекция миопии методом рефракционной экстракции лентикулы роговицы на низкоэнергетическом фемтосекундном лазере. Саратовский научно-медицинский журнал. 2021;17(2):322–326.
Kostenev SV, Nosirov PO. Correction of myopia by the method of corneal lenticule refractive extraction using a lowenergy femtosecond laser. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2021;17(2):322–326 (In Russ.).
- Bteich Y, Assaf JF, Gendy JE, Awwad ST. Keratorefractive Lenticule Extraction Using the Ziemer FEMTO LDV Z8 Platform (CLEAR): One-Year Results. *J Refract Surg*. 2024;40(11):e898–e905. doi: 10.3928/1081597X-20241016-01.
- Бреев ВА, Солодкова ЕГ, Сибакин ДД. CLEAR или ФемтоЛАЗИК? Клинические случаи в офтальмологии. 2024;5(1):10–17.
Breev VA, Solodkova EG, Sibakin DD. CLEAR or FemtoLASIK? Clinical cases in ophthalmology. 2024;5(1):10–17 (In Russ.). doi: 10.25276/2949-4494-2024-1-10-17.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Першин Кирилл Борисович
доктор медицинских наук, профессор, медицинский директор сети клиник,
профессор кафедры офтальмологии

Кудрявцева Юлия Сергеевна
Главный врач

Пашинова Надежда Федоровна
доктор медицинских наук, главный врач, профессор кафедры офтальмологии

Цыганков Александр Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, научный референт
медицинского директора сети клиник

Антонов Евгений Андреевич
врач-офтальмолог

ABOUT THE AUTHORS

Pershin Kirill B.
MD, Professor, medical director, ophthalmology faculty professor

Kudryavtseva Julia S.
chief physician

Pashinova Nadezhda F.
MD, Professor, medical director, ophthalmology faculty professor

Tsygankov Alexander Iu.
PhD, scientific advisor, ophthalmologist

Antonov Evgeny A.
ophthalmologist

Влияние объема интраоперационной лазеркоагуляции сетчатки на частоту осложнений хирургического лечения диабетической ретинопатии



Д.В. Петрачков



В.М. Филиппов

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

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):54-62

Актуальность. Лазеркоагуляция сетчатки (ЛКС) при пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР) является важной составляющей лечения на разных этапах, в том числе при проведении витреоретинальных хирургических операций. Вопрос оптимального объема интраоперационной ЛКС не имеет консенсуса, в связи с этим его уточнение является актуальной задачей. **Цель** — определить влияние объема интраоперационной ЛКС на частоту осложнений хирургического лечения ПДР. **Пациенты и методы.** Проведено проспективное исследование в трех сопоставимых по клинико-anamnestическим данным и объему лечения группах пациентов. Различие заключалось в объеме применения ЛКС: в группе 1 ЛКС не проводили, в группе 2 выполняли панретинальную ЛКС в четырех квадрантах на ближней и средней периферии сетчатки (1000–1500 коагулятов), в группе 3 — периферическую ЛКС от экватора сетчатки до *ora serrata* (600–800 коагулятов). Промежуточные результаты лечения оценивали на сроке 1 месяц от проведения операции, отдаленные — через 12 месяцев. **Результаты.** В раннем послеоперационном периоде статистически значимых межгрупповых различий не выявлено. В отдаленном периоде наблюдения в группе 1 определена более высокая частота развития гемофтальма и неоваскулярных осложнений в переднем сегменте глаза — рубеоза и неоваскулярной глаукомы. Неожиданным явилось увеличение частоты диабетического макулярного отека в отдаленном периоде после проведения панретинальной интраоперационной ЛКС. Наименьшая частота осложнений выявлена в группе 3 (после периферической ЛКС). **Заключение.** В рамках исследования получены и подтверждены ранее выявленные данные об увеличении риска развития послеоперационных осложнений — гемофтальма, рубеоза и неоваскулярной глаукомы — у пациентов, лечение которых не предусматривало проведение интраоперационной ЛКС. Наименьшая частота осложнений выявлена в группе после периферической ЛКС, что делает предложенный метод коагуляции перспективным в плане применения и дальнейшего изучения. Полученные данные являются перспективными в плане дальнейших патогенетических исследований, например с динамической оценкой цитокинового профиля витреальной полости при ПДР. Актуально и требует дальнейшего изучения также применение ингибиторов ангиогенеза и ЛКС интра- и периоперационно, в том числе в различных комбинациях.

Ключевые слова: диабетическая ретинопатия, диабетический макулярный отек, лазеркоагуляция сетчатки, гемофтальм, транзиционная отслойка сетчатки, рубеоз радужки, неоваскулярная глаукома

Для цитирования: Петрачков Д.В., Филиппов В.М. Влияние объема интраоперационной лазеркоагуляции сетчатки на частоту осложнений хирургического лечения диабетической ретинопатии. *Офтальмология*. 2025;22(1):54–62. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-54-62>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Influence of Intraoperative Retinal Laser Photocoagulation Area and Localisation on the Complications Frequency of Surgical Treatment for Diabetic Retinopathy

D.V. Petrachkov, V.M. Filippov

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

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):54-62

Relevance. Retinal laser photocoagulation (RLP) for proliferative diabetic retinopathy (PDR) is an important component of treatment at various stages including vitreoretinal surgery. The issue of the optimal intraoperative RLP area and localisation does not have a consensus; therefore, its clarification is an urgent task. **Purpose:** to evaluate the effect of intraoperative RLP area and localisation on the incidence of PDR surgical treatment complications. **Patients and methods.** The difference was in the use, area and localisation of RLP application: in group 1, RLP was not performed; in group 2, panretinal RLP was performed in four quadrants on the near and middle periphery (1000–1500 coagulates); in group 3, peripheral RLP was performed from the retinal equator to the ora serrata (600–800 coagulates). Intermediate treatment results were assessed within 1 month of surgery, and long-term results — after 12 months. **Results.** In the early postoperative period there were no statistically significant differences between groups. In the long-term follow-up period group 1 revealed a higher incidence of vitreous haemorrhage and anterior segment neovascular complications — rubeosis iridis and neovascular glaucoma. An unexpected increase in the incidence of diabetic macular edema in the long-term period after panretinal intraoperative RLP. The lowest frequency of complications was found in group 3 (after peripheral RLP). **Conclusion.** The study obtained and confirmed previously identified data on an increased risk of developing postoperative complications (vitreous haemorrhage, rubeosis iridis and neovascular glaucoma) in patients whose treatment did not include intraoperative RLP. The lowest frequency of complications was found in the group after peripheral RLP, which makes the proposed coagulation method promising in terms of application and further study.

Keywords: diabetic retinopathy, diabetic macular edema, retinal laser photocoagulation, vitreous haemorrhage, traction retinal detachment, rubeosis iridis, neovascular glaucoma

For citation: Petrachkov D.V., Filippov V.M. Influence of Intraoperative Retinal Laser Photocoagulation Area and Localisation on the Complications Frequency of Surgical Treatment for Diabetic Retinopathy. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(1):54-62. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-54-62>

Financial transparency: none of the authors has a financial interest in the submitted materials or methods.

There is no conflict of interest.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Офтальмологические осложнения сахарного диабета (СД) занимают ведущие позиции в структуре причин слепоты и слабовидения во всем мире [1, 2]. Осложнения пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР), такие как тракционная отслойка сетчатки (ТОС), гемофтальм, тракционный диабетический макулярный отек (ДМО), в том числе в сочетании с эпимакулярным фиброзом (ЭМФ), являются показаниями к хирургическому лечению [3].

Оценка и прогнозирование результатов лечения ПДР — многосторонняя проблема ввиду большого количества как системных, так и локальных пред- и интраоперационных факторов [4, 5]. Наиболее существенными осложнениями, возникающими как в переднем, так и в заднем сегментах глаза в послеоперационном периоде, являются ДМО и сохраняющаяся активность процессов фиброваскулярной пролиферации, которые могут приводить к развитию гемофтальма, тракционных осложнений и неоваскулярной глаукомы (НВГ) [6].

Актуальность мер профилактики осложнений в контексте сохранения и поддержания зрительных функций пациентов с ПДР объясняет большое количество

исследований по указанной тематике. Как самостоятельный метод лечения ПДР, так и в качестве интраоперационного этапа применяется лазерная коагуляция сетчатки (ЛКС) различного объема. Тем не менее в ряде случаев отмечают прогрессирование ПДР и развитие ее осложнений, несмотря на выполненную панретинальную ЛКС [7]. В контексте мер интраоперационной профилактики геморрагических осложнений и ятрогенной травмы с формированием разрывов и отслойки сетчатки предложены щадящие хирургические техники, применение вискодиссекции, а также пери- и интраоперационное использование ингибиторов ангиогенеза (ИА) [8–10]. Отсутствие консенсуса по вопросам объема интраоперационной ЛКС, а также необходимость оценки влияния ЛКС на частоту и характер послеоперационных осложнений обуславливают актуальность данной научной работы.

Цель работы: определить влияние объема интраоперационной ЛКС на частоту осложнений хирургического лечения ПДР.

Исследование проведено в группах, различающихся по типу интраоперационного воздействия: с применением интраоперационной ЛКС или ее отсутствием в плане

D.V. Petrachkov, V.M. Filippov

Contact information: Filippov Vladislav M. vmfilippov712@yandex.ru

55

лечения, в случае применения — с проведением панретинальной либо периферической ЛКС. Всего сформированы 3 группы с наблюдением в ранние (1 месяц) и отдаленные (12 месяцев) сроки. Задачи исследования:

- провести сравнительный анализ анатомических изменений центральной зоны сетчатки на фоне лечения по показателю центральной толщины сетчатки (ЦТС);
- провести сравнительный анализ частоты возникновения рецидивирующего, персистирующего либо впервые возникшего ДМО;
- провести сравнительный анализ частоты рецидивирующего либо впервые возникшего гемофтальма (с самостоятельным регрессом (резорбцией) или потребовавшего проведения ревизионной хирургии);
- провести сравнительный анализ частоты прогрессирующего либо впервые возникшего рубеоза радужки и/или НВГ;
- провести анализ возможных факторов риска указанных осложнений.

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью IBM SPSS Statistics v.26.0. Оценка значимости различия внутри групп в динамике и между исследуемыми группами выполнена с применением стандартных статистических средств и критериев. Наличие и характер корреляционных взаимосвязей определяли с применением метода и коэффициента χ^2 по Пирсону. Во всех случаях уровень значимости принимали меньшим 0,05 ($p < 0,05$). Направление и силу корреляционной связи оценивали исходя из значения коэффициента корреляции (k).

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в соответствии с правилами и нормами, изложенными в Хельсинкской декларации Всемирной Медицинской Ассоциации. В исследование были включены 264 пациента (264 глаза) с ПДР. Демографические характеристики и показания к хирургическому лечению представлены в таблице 1. Возрастно-половая структура групп и частота СД 1-го и 2-го типа статистически значимо не различались ($p > 0,05$). Критерии не включения/исключения: декомпенсация при общесоматических заболеваниях (в том числе СД) и наличие противопоказаний к хирургическому лечению; дооперационно уточненные причины низких зрительных функций, не связанные с предстоящим хирургическим лечением (развитые стадии катаракты и глаукомы, возрастная макулярная дегенерация в атрофической или экссудативной форме, наследственные заболевания сетчатки и зрительного нерва, исходы травм, сосудистых, опухолевых и воспалительных заболеваний глаз, иные); дооперационные состояния, препятствующие проведению обследования макулярной зоны сетчатки (помутнения оптических сред различного генеза); выявленные до вмешательства либо интраоперационно разрывы сетчатки (тракционно-регрматогенный генез отслойки); выполненная в полном объеме транспупиллярная панретинальная ЛКС до хирургического лечения

(в исследования включали пациентов без панретинальной ЛКС в анамнезе либо пациентов, которым до хирургического лечения проводили сеансы панретинальной ЛКС, но ее площадь не превышала двух квадрантов сетчатки); невозможность соблюдения регламента исследования с явкой в установленные сроки наблюдения. Данные пациентов до лечения представлены в таблице 1.

В рамках визитов до и после лечения пациентам проводили визометрию с определением МКОЗ по таблицам Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS), офтальмотонометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию в условиях медикаментозного мидриаза, гониоскопию, инструментальное обследование, включавшее оптическую когерентную томографию (ОКТ) макулярной зоны сетчатки с определением ЦТС и фоторегистрацию глазного дна. В ходе осмотра и обследования регистрировали следующие состояния и осложнения: наличие ДМО, гемофтальма, ЭМФ, ТОС (с вовлечением макулярной зоны сетчатки), рубеоза радужки и/или НВГ.

Распределение по группам исследования осуществляли с применением рандомизации.

Все пациенты получали лечение в объеме стандартной трехпортовой 25G витрэктомии с установкой дополнительной системы освещения. Выполняли удаление стекловидного тела, мембранопилинг методами деламинации и сегментации эпиретинальных пролиферативных мембран с их предварительным окрашиванием витальными красителями и применением бимануальной техники. Всем пациентам при наличии ЭМФ проводили его удаление путем пилинга эпимакулярной мембраны и внутренней пограничной мембраны сетчатки с помощью пинцета. Группы имели различия по наличию и объему интраоперационной ЛКС. В группе 1 ЛКС не выполняли. В группе 2 выполняли панретинальную ЛКС в 4 квадрантах на ближней и средней периферии в объеме 1000–1500 коагулятов, в группе 3 — периферическую ЛКС от экватора сетчатки до зубчатой линии в объеме 600–800 коагулятов. Операцию завершали тампонадой витреальной полости сбалансированным солевым раствором (BSS) с дополнительным введением пузырька воздуха малого объема (контроль герметизации) и наложением узловых швов на области склеротомических доступов (викрил 7-0).

Послеоперационное наблюдение осуществляли в сроки до 12 месяцев с момента проведения лечения. Ранние результаты оценивали на сроке в 1 месяц, отдаленные — на сроке в 12 месяцев. Удаление швов выполняли под местной анестезией на сроке в 1 неделю с момента проведения операции. В случае развития гемофтальма, требующего хирургического лечения, проводили повторное вмешательство в объеме ревизии витреальной полости с удалением крови, с эндолазеркоагуляцией сетчатки и завершением операции газовой тампонадой витреальной полости. В случае выявления клинически значимого ДМО в послеоперационном периоде осуществляли его лечение путем ежемесячного интравитреального введения ИА.

Таблица 1. Данные до лечения**Table 1.** Preoperative data

		Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	P
ИО ЛКС IO LRP		Нет No	Панретинальная Panretinal	Периферическая Peripheral	—
Всего случаев, N Number of cases, N		98	66	100	—
Пол Sex	мужской, N; % male, N, %	41; 41,83 %	30; 45,45 %	49; 49 %	0,6
	женский, N; % female, N, %	57; 58,16 %	36; 54,54 %	51; 51 %	
Возраст, лет; q ₂ ; q ₁ -q ₃ (min-max) Age, years; q ₂ ; q ₁ -q ₃ (min-max)		59,5; 46,25-64 (22-75)	60; 48-67 (27-77)	57; 37,25-64 (22-83)	0,069
Тип СД DM type	1, N; %	25; 25,51 %	15; 22,72 %	36; 36 %	0,121
	2, N; %	73; 74,48 %	51; 77,27 %	64; 64 %	
ЦТС до, мкм; q ₂ ; q ₁ -q ₃ (min-max) Preoperative CRT, μm; q ₂ ; q ₁ -q ₃ (min-max)		364; 289-537 (184-1138)	362; 293,75-476,75 (205-1073)	339,5; 281,25-460 (187-1216)	0,638
ДМО, N; % DME, N; %		60; 61,22 %	46; 69,69 %	63; 63 %	0,523
ТОС, N; % TRD, N; %		14; 14,28 %	14; 21,21 %	11; 11 %	0,191
ЭМФ, N; % EMM, N; %		67; 68,36 %	38; 57,57 %	64; 64 %	0,370
ЛКС до, N; % Preoperative LRP, N; %		45; 45,91 %	29; 43,93 %	42; 42 %	0,804
Рубеоз/НВГ до, N; % Preoperative rubeosis iridis or NVG, N; %		5; 5,1 %	5; 7,58 %	3; 3 %	0,410

Примечание: p — уровень статистической значимости межгрупповых различий; ИО — интраоперационный; ЛКС — лазерная коагуляция сетчатки; СД — сахарный диабет; ЦТС — центральная толщина сетчатки; ДМО — диабетический макулярный отек; ТОС — тракционная отслойка сетчатки; ЭМФ — эпимакулярный фиброз; НВГ — неоваскулярная глаукома.
Note: p — level of statistical significance of intergroup differences; IO — intraoperative; LRP — laser retinal photocoagulation; DM — diabetes mellitus; CRT — central retinal thickness; DME — diabetic macular edema; TRD — traction retinal detachment; EMM — epimacular membrane; NVG — neovascular glaucoma.

Анализ итоговых групп по показателю дооперационной ЦТС, по числу случаев выполненной ПЛКС и по частоте дооперационного ДМО, ТОС, ЭМФ, рубеоза и НВГ не выявил статистически значимых различий ($p > 0,05$).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех представленных случаях в послеоперационном периоде не наблюдали ассоциированные с вмешательством тяжелые осложнения — развитие или рецидив отслойки сетчатки, эндофтальмит.

Результаты через 1 месяц после лечения представлены в таблице 2. Показатели ЦТС не имели статистически значимых различий ($p = 0,858$). В группах исследования отмечали сопоставимую частоту осложнений. С практически идентичной частотой отмечали развитие гемофтальма как с его последующей самостоятельной резорбцией (10, 9 и 9 случаев по группам соответственно; $p = 0,63$), так и с необходимостью ревизионного хирургического вмешательства (5, 6 и 5 случаев по группам соответственно; $p = 0,493$). Прогрессирование рубеоза и/или НВГ отмечали у трех пациентов группы 1 и в одном случае в группе 2, в группе 3 указанных осложнений не наблюдали. Количество случаев ДМО (50, 34 и 52 случая по группам соответственно) было сопоставимым в процентном отношении к численности групп и статистически значимо не различалось ($p = 0,991$).

Таблица 2. Результаты через 1 месяц после лечения**Table 2.** Follow-up data 1 month after surgery

	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	P
ИО ЛКС IO LRP	Нет No	Панретинальная Panretinal	Периферическая Peripheral	—
Всего случаев, N Number of cases, N	98	66	100	—
ЦТС, мкм; q ₂ ; q ₁ -q ₃ (min-max) CRT, μm; q ₂ ; q ₁ -q ₃ (min-max)	332; 269,5-421,5 (179-729)	336,5; 277,25-469 (175-799)	322,5; 286,5-391,25 (178-911)	0,858
ГЕМ СР, N; % VH SR, N; %	10; 10,20 %	9; 13,63 %	9; 9 %	0,630
ГЕМ ХИР, N; % VH RST, N; %	5; 5,1 %	6; 9,09 %	5; 5 %	0,493
Рубеоз/НВГ, N; % Rubeosis iridis or NVG, N; %	3; 3,06 %	1; 1,52 %	0; 0 %	0,213
ДМО, N; % DME, N; %	50; 51,02 %	34; 51,51 %	52; 52 %	0,991

Примечание: p — уровень статистической значимости межгрупповых различий; ИО — интраоперационный; ЛКС — лазерная коагуляция сетчатки; ЦТС — центральная толщина сетчатки; ГЕМ СР — гемофтальм с самостоятельной резорбцией; ГЕМ ХИР — гемофтальм, потребовавший хирургического лечения; НВГ — неоваскулярная глаукома; ДМО — диабетический макулярный отек.
Note: p — level of statistical significance of intergroup differences; IO — intraoperative; LRP — laser retinal photocoagulation; CRT — central retinal thickness; VH SR — vitreous haemorrhage with spontaneous resorption; VH RST — vitreous haemorrhage that required surgical treatment; NVG — neovascular glaucoma; DME — diabetic macular edema.

Результаты через 12 месяцев после лечения представлены в таблице 3. К указанному сроку из исследования по различным причинам выбыли два пациента группы 1, один пациент группы 2 и 3 пациента группы 3.

Показатели ЦТС не имели статистически значимых различий ($p = 0,663$). Выявлено статистически значимо более частое развитие гемофтальма с самостоятельной резорбцией крови в группах 1 и 2 по сравнению с группой 3 (36 (37,89 %), 29 (44,61 %) и 17 (17,52 %) случаев по группам соответственно, $p < 0,001$). При этом частота гемофтальма, потребовавшего проведения ревизионной хирургии, статистически значимо не различалась (7, 7 и 6 случаев по группам соответственно, $p = 0,557$). В группе 1 статистически значимо чаще выявляли прогрессирование рубеоза и/или НВГ (23 (24,21 %), 5 (7,69 %) и 4 (4,12 %) случая по группам соответственно, $p < 0,001$). В группе 3 статистически значимо реже выявляли ДМО (45 (47,36 %), 37 (56,92 %) и 34 (35,05 %) случаев по группам соответственно, $p = 0,02$).

По результатам корреляционного анализа установлено наличие прямых перекрестных взаимосвязей между исходным наличием ДМО, ЭМФ и высокой ЦТС с более высокой ЦТС и наличием ДМО через 1 и 12 месяцев после лечения (табл. 4). Статистически значимых корреляционных взаимосвязей с выполнением и объемом интраоперационной ЛКС не выявлено.

Таблица 3. Результаты через 12 месяцев после лечения

Table 3. Follow-up data 12 months after surgery

	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	<i>P</i>
ИО ЛКС IO LRP	Нет No	Панретинальная Panretinal	Периферическая Peripheral	—
Всего случаев, <i>N</i> Number of cases, <i>N</i>	95	65	97	—
ЦТС, мкм; q_1 ; $q_1 - q_3$ (min-max)	303; 252,75–366,25 (166–744)	319; 257–384,5 (163–550)	309; 256,5–365,5 (173–670)	0,663
CRT, μm ; q_1 ; $q_1 - q_3$ (min-max)				
ГЕМ СР, <i>N</i> ; % VH SR, <i>N</i> ; %	36; 37,89 %	29; 44,61 %	17; 17,52 %	<0,001
ГЕМ ХИР, <i>N</i> ; % VH RST, <i>N</i> ; %	7; 7,39 %	7; 10,76 %	6; 6,19 %	0,557
Рубеоз/НВГ, <i>N</i> ; % Rubeosis iridis or NVG, <i>N</i> ; %	23; 24,21 %	5; 7,69 %	4; 4,12 %	<0,001
ДМО, <i>N</i> ; % DME, <i>N</i> ; %	45; 47,36 %	37; 56,92 %	34; 35,05 %	0,020

Примечание: *p* — уровень статистической значимости межгрупповых различий; ИО — интраоперационный; ЛКС — лазерная коагуляция сетчатки; ЦТС — центральная толщина сетчатки; ГЕМ СР — гемофтальм с самостоятельной резорбцией; ГЕМ ХИР — гемофтальм, потребовавший хирургического лечения; НВГ — неоваскулярная глаукома; ДМО — диабетический макулярный отек. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия. Note: *p* — level of statistical significance of intergroup differences; IO — intraoperative; LRP — laser retinal photocoagulation; CRT — central retinal thickness; VH SR — vitreous haemorrhage with spontaneous resorption; VH RST — vitreous haemorrhage that required surgical treatment; NVG — neovascular glaucoma; DME — diabetic macular edema. Statistically significant differences are highlighted in bold.

Таблица 4. Корреляционная взаимосвязь ДМО, ЭМФ и ЦТС до лечения и ДМО и ЦТС на сроках в 1 и 12 месяцев после лечения

Table 4. Correlation relationship between preoperative diabetic macular edema, epimacular membrane and central retinal thickness and diabetic macular edema and central retinal thickness at 1 and 12 months follow-up after surgical treatment

		ДМО 1 месяц DME at 1 month follow-up	ЦТС 1 месяц CRT at 1 month follow-up	ДМО 12 месяцев DME at 12 month follow-up	ЦТС 12 месяцев CRT at 12 months follow-up
Группа без ИО ЛКС Patients of group 1 (without IO LRP)	<i>p</i>	0,890	0,800	0,085	0,952
	<i>k</i>	-0,008	-0,015	0,107	0,003
ДМО исходно Preoperative DME	<i>p</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	0,473	0,462	0,286	0,334
ЭМФ исходно Preoperative EMM	<i>p</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	0,346	0,314	0,221	0,243
ЦТС исходно Preoperative CRT	<i>p</i>	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	0,396	0,651	0,272	0,402
ДМО 1 месяц DME at 1 month follow-up	<i>p</i>	—	<0,001	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	—	0,597	0,630	0,448
ЦТС 1 месяц CRT at 1 month follow-up	<i>p</i>	—	—	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	—	—	0,603	0,459

Примечание: *p* — уровень статистической значимости межгрупповых различий; *k* — значение коэффициента корреляции; ИО — интраоперационный; ЛКС — лазерная коагуляция сетчатки; ДМО — диабетический макулярный отек; ЦТС — центральная толщина сетчатки; ЭМФ — эпимакулярный фиброз. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия.

Note: *p* — level of statistical significance of intergroup differences; *k* — value of the correlation coefficient; IO — intraoperative; LRP — laser retinal photocoagulation; DME — diabetic macular edema EMM — epimacular membrane. Statistically significant differences are highlighted in bold.

По результатам корреляционного анализа установлено наличие прямых перекрестных взаимосвязей между развитием гемофтальма в любой из форм на сроках 1 и 12 месяцев после лечения (табл. 5). Установлено также наличие прямой взаимосвязи между отсутствием в лечении этапа интраоперационной ЛКС и более высокой частотой гемофтальма с самостоятельной резорбцией на сроке 12 месяцев с момента лечения. На остальных сроках взаимосвязь с фактом и объемом проведения интраоперационной ЛКС не выявлена.

По результатам корреляционного анализа установлено наличие ряда взаимосвязей между факторами, влияющими на риски развития и/или прогрессирования рubeоза и/или НВГ (табл. 6). Для срока наблюдения в 1 месяц установлена прямая корреляция с исходным наличием ТОС ($p = 0,045$; $k = 0,123$) и обратная корреляция с возрастом пациента ($p = 0,02$; $k = -0,142$). Для срока наблюдения 12 месяцев установлено наличие прямой взаимосвязи между отсутствием в лечении этапа интраоперационной ЛКС и развитием и/или прогрессированием рubeоза и/или НВГ ($p < 0,001$; $k = 0,262$), аналогичный характер и направление связи выявлены для развития и/или прогрессирования рubeоза и/или НВГ на сроках 1 и 12 месяцев с момента лечения ($p < 0,001$; $k = 0,238$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка влияния интраоперационной ЛКС на результаты лечения и частоту осложнений в лечении ПДР является актуальной, но в то же время сложной проблемой ввиду высокой вариативности клинической картины диабетической ретинопатии, неоднородности пациентов с большим количеством сопутствующих общих и местных факторов, а также различных сроков развития осложнений. В рамках нашей работы предпринята попытка оценки описанных влияний и осложнений на достаточно однородных, сопоставимых группах пациентов, не имеющих статистически значимых различий по основным демографическим и клиническим параметрам.

Общеизвестно и подтверждено результатами исследований (например, Nisic и соавт.), что патогенетически значимым фактором в развитии послеоперационных осложнений является повышение концентрации сосудистого эндотелиального фактора роста (vascular endothelial growth factor, VEGF), причем его роль показана в развитии ДМО, рецидивов гемофтальма и фиброваскулярной пролиферации, рubeоза и НВГ [11].

Факторами, способными оказывать влияние на концентрацию и эффекты VEGF, являются применение ИА и ЛКС. Применение ИА наиболее широко практикуется в дооперационном периоде, целью при этом является ингибирование эффектов VEGF, уменьшение числа и площади зон «активной» неоваскуляризации и, соответственно, снижение риска интраоперационных геморрагических осложнений [9]. По данным Pei и соавт.,

Таблица 5. Корреляционная взаимосвязь развития гемофтальма на сроках в 1 и 12 месяцев после лечения между собой и с проведением ЛКС

Table 5. Correlation relationship between the vitreous haemorrhage development at 1 and 12 months follow-up after surgical treatment in between themselves and with the intraoperative laser retinal photocoagulation

		Гемофтальм CP 1 месяц VH SR at 1 month follow-up	Гемофтальм ХИР 1 месяц VH RST at 1 month follow-up	Гемофтальм CP 12 месяцев VH SR at 12 months follow-up	Гемофтальм ХИР 12 месяцев VH RST at 12 months follow-up
Группа без ИО ЛКС Patients of group 1 (without IO LRP)	<i>p</i>	0,78	0,971	0,002	0,756
	<i>k</i>	0,017	0,002	0,190	0,019
Гемофтальм CP 1 месяц VH SR at 1 month follow-up	<i>p</i>	-	-	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	-	-	0,364	0,279
Гемофтальм ХИР 1 месяц VH RST at 1 month follow-up	<i>p</i>	-	-	<0,001	<0,001
	<i>k</i>	-	-	0,221	0,176

Примечание: *p* — уровень статистической значимости межгрупповых различий; *k* — значение коэффициента корреляции; ИО — интраоперационный; ЛКС — лазерная коагуляция сетчатки; ГЕМ CP — гемофтальм с самостоятельной резорбцией; ГЕМ ХИР — гемофтальм, потребовавший хирургического лечения. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия. Note: *p* — level of statistical significance of intergroup differences; *k* — value of the correlation coefficient; IO — intraoperative; LRP — laser retinal photocoagulation; VH SR — vitreous haemorrhage with spontaneous resorption; VH RST — vitreous haemorrhage that required surgical treatment. Statistically significant differences are highlighted in bold.

Таблица 6. Корреляционная взаимосвязь факторов, влияющих на развитие и/или прогрессирование рubeоза и/или НВГ, на сроках в 1 и 12 месяцев после лечения

Table 6. Correlation relationship of factors influencing the development and/or progression of rubeosis iridis and/or neovascular glaucoma development at 1 and 12 months follow-up after surgical treatment

		Рубеоз/НВГ 1 месяц Rubeosis iridis and/ or NVG at 1 and month follow-up	Рубеоз/НВГ 12 месяцев Rubeosis iridis and/or NVG at 12 and months follow-up
Группа без ИО ЛКС Patients of group 1 (without IO LRP)	<i>p</i>	0,078	<0,001
	<i>k</i>	0,108	0,262
Рубеоз/НВГ 1 месяц Rubeosis iridis and/or NVG at 1 and month follow-up	<i>p</i>	-	<0,001
	<i>k</i>	-	0,238
ТОС исходно Preoperative TRD presence	<i>p</i>	0,045	0,326
	<i>k</i>	0,123	0,06
Возраст Age	<i>p</i>	0,020	0,156
	<i>k</i>	-0,142	-0,088

Примечание: *p* — уровень статистической значимости межгрупповых различий; *k* — значение коэффициента корреляции; ИО — интраоперационный; ЛКС — лазерная коагуляция сетчатки; НВГ — неоваскулярная глаукома; ТОС — тракционная отслойка сетчатки. Жирным шрифтом выделены статистически значимые различия. Note: *p* — level of statistical significance of intergroup differences; *k* — value of the correlation coefficient; IO — intraoperative; LRP — laser retinal photocoagulation; NVG — neovascular glaucoma; TRD — traction retinal detachment. Statistically significant differences are highlighted in bold.

применение ИА до витреоретинальной хирургии позволяет сократить время операции за счет уменьшения числа случаев активного интраоперационного кровотечения, требующего применения диатермокоагуляции; помимо этого, авторы указывают на меньшую частоту гемофтальма в раннем послеоперационном периоде [12]. Patel и соавт. также указывают на снижение риска геморрагических осложнений на фоне применения ИА и ЛКС [13]. В то же время использование ИА ассоциируют с риском развития crunch-синдрома. Факторами риска считают использование высоких концентраций ИА и резкое развитие фиброваскулярного перехода с «сокращением» мембран и формированием ТОС. По данным мета-анализа Tap и соавт., риск этого осложнения существует, но высокая гетерогенность описанных случаев и совместное применение ИА и транспупиллярной ЛКС не позволяют говорить о прямом и исключительном влиянии ИА на его развитие [14].

Интраоперационная ЛКС является одной из мер снижения концентрации VEGF путем «выключения» из продукции коагулированных ишемических зон сетчатки. Как данные ранее проведенных работ, так и текущие результаты показали, что выполнение интраоперационной ЛКС является мерой профилактики гемофтальма в послеоперационном периоде [15]. Подтверждена также роль интраоперационной ЛКС в профилактике рубеоза и/или НВГ в отдаленном периоде после лечения.

В отношении влияния ЛКС на цитокиновый профиль витреальной полости и риск развития ДМО не существует однозначных данных. Большинство работ в этом направлении оценивают влияние транспупиллярной ЛКС. Shimura и соавт. показано увеличение ЦТС и концентрации провоспалительных цитокинов после проведения ЛКС [16]. В то же время в работе Mukhtar и соавт. было показано снижение ЦТС после ЛКС [17]. ДМО, как первичный, так и возникающий в послеоперационном периоде, является одной из основных причин низких функциональных результатов хирургического лечения. Терапия ДМО, в частности, его рецидивирующих и персистирующих форм, сопряжена с выраженной нагрузкой на учреждения здравоохранения, в том числе с ощутимыми финансовыми затратами [18].

Частота ДМО в послеоперационном периоде, по данным разных авторов, значительно варьирует. Так, Patel и соавт. в рамках 18-месячного наблюдения регистрировали ДМО в 12,3 % случаев; в работе Shroff и соавт. послеоперационный ДМО выявляли в 19 % случаев; Gershonni и соавт. приводят данные о развитии ДМО у 26–29 % пациентов [13, 19, 20]. В нашем исследовании получены значения возникновения ДМО в 51–52 % на сроке наблюдения 1 месяц и 35–57 % — в отдаленном периоде с наименьшей частотой в группе 3.

Как в нашей работе, так и в ранее проведенном исследовании влияние ЛКС на ЦТС и риск развития ДМО не прослеживалось [21]. Было показано, что риск

развития и рецидива ДМО значимо связан с исходно высокой ЦТС, наличием ДМО и ЭМФ, а также рецидивами ДМО в течение периода наблюдения (табл. 4). В межгрупповом сравнении наименьшую частоту ДМО на сроке 12 месяцев с момента проведения лечения отмечали в группе 3.

Гемофтальм в послеоперационном периоде также описан в вариативном диапазоне частоты: до 12,3 % по данным Patel и соавт., от 12 до 20 % — по данным ранее проведенного нами исследования, 14–22 % по данным Damian и соавт., 18,4 % — в работе Shroff и соавт. [13, 15, 19, 22]. В настоящем исследовании частота раннего послеоперационного гемофтальма находилась в диапазоне 9,00–13,63 % (табл. 2), позднего — 17,52–44,61 % (табл. 3). Основными факторами риска развития гемофтальма в отдаленном периоде наблюдения являются отсутствие в лечении этапа интраоперационной ЛКС, а также гемофтальм в раннем послеоперационном периоде (табл. 5). Послеоперационный гемофтальм в отдаленном периоде наблюдения реже регистрировали в группе 3, в группах 1 и 2 частота была сопоставима.

Лечение НВГ является сложным ввиду патогенетических особенностей и часто требует сочетания хирургического, лазерного и иных методов воздействия [23]. НВГ является тяжелым поздним осложнением ПДР, а его медианная частота развития по данным метаанализа Sun и соавт., составляет 6 % [24]. По данным Patel и соавт., НВГ развивалась в 3,7 % случаев, Damian и соавт. приводят частоту до 15 % [13, 19]. Основным фактором риска развития и прогрессирования рубеоза и/или НВГ, выявленным в рамках исследования, является отсутствие в лечении этапа интраоперационной ЛКС. При сравнении групп 2 и 3 реже указанное осложнение выявляли у пациентов, которым была выполнена периферическая ЛКС.

Указанные выше наблюдения о частоте осложнений отдаленного периода наблюдения — гемофтальма, рубеоза/НВГ — позволяют сделать предположение о значимой роли периферической (от экватора до зубчатой линии) ретинальной ишемии в патогенезе данной группы осложнений. С патогенетической точки зрения сохранение зон ретинальной ишемии является фактором, поддерживающим высокий уровень продукции и концентрации VEGF. Последнее приводит к негативным эффектам — активности фиброваскулярной пролиферации и повышению сосудистой проницаемости, что в итоге приводит к развитию гемофтальма и неоваскулярных пролиферативных изменений. Таким образом, периферическая ЛКС более эффективно блокирует продукцию VEGF и нивелирует негативные эффекты повышения его концентрации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках проведенного исследования было показано, что отсутствие в лечении этапа интраоперационной ЛКС является фактором риска развития отдаленных послеоперационных осложнений, в частности гемофтальма

и руброза/НВГ. В случае выполнения ЛКС меньшую частоту осложнений наблюдали в группе пациентов, которым выполняли периферическую ЛКС. Полученные результаты отражают преимущество периферической ЛКС с точки зрения выбора предпочтительной тактики интраоперационного лазерного воздействия, что, однако, требует дальнейшего изучения.

Полученные данные являются перспективными в плане дальнейших патогенетических исследований,

например с динамической оценкой цитокинового профиля витреальной полости у таких пациентов. Актуально и требует дальнейшего изучения применение ИА и ЛКС интра- и периоперационно, в том числе в различных комбинациях.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Петрачков Д.В. — Концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование;

Филиппов В.М. — сбор и обработка материала, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Flaxman SR, Bourne RRA, Resnikoff S, Ackland P, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, Keeffe J, Kempen JH, Leasher J, Limburg H, Naidoo K, Pesudovs K, Silvester A, Stevens GA, Tahhan N, Wong TY, Taylor HR; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*. 2017;5(12):1221–1234. doi: 10.1016/S2214-109X(17)30393-5.
- Bikbov MM, Fayzrakhmanov RR, Kazakbaeva GM, Zainullin RM, Arslangareeva P, Gilmanshin TR, Salavatova VF, Nikitin NA, Mukhamadieva SR, Yakupova DF, Khikmatullin RI, Zaynetdinov AF, Uziyanbaeva YV, Aminev SK, Nuriev IF, Jonas JB. Prevalence, awareness and control of diabetes in Russia: The Ural Eye and Medical Study on adults aged 40+ years. *PLoS One*. 2019;14(4):e0215636. doi: 10.1371/journal.pone.0215636.
- Клинические рекомендации. Сахарный диабет: диабетическая ретинопатия, диабетический макулярный отек (дата обращения: 11.09.2023). Clinical recommendations. Diabetes mellitus: diabetic retinopathy, diabetic macular edema (In Russ.). Accessed 11.09.2023. https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/115_2
- Петрачков ДВ, Филиппов ВМ, Алхарки Л. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения диабетической ретинопатии у пациентов с различными типами сахарного диабета. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2022;12(4):435–447. Petrachkov DV, Filippov VM, Lais A. Comparative analysis of the diabetic retinopathy surgical treatment results in patients with various types of diabetes mellitus. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2022;12(4):435–447 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2022.12.4.013.
- Nishi K, Nishitsuka K, Yamamoto T, Yamashita H. Factors correlated with visual outcomes at two and four years after vitreous surgery for proliferative diabetic retinopathy. *PLoS One*. 2021 Jan 14;16(1):e0244281. doi: 10.1371/journal.pone.0244281.
- Yau GL, Silva PS, Arrigg PG, Sun JK. Postoperative Complications of Pars Plana Vitrectomy for Diabetic Retinal Disease. *Semin Ophthalmol*. 2018;33(1):126–133. doi: 10.1080/08820538.2017.1353832.
- Велиева ИА. К вопросу о причинах прогрессирования диабетической ретинопатии после выполнения панретинальной лазерной коагуляции. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2022;12(2):218–225. Velieva IA. On the causes of the diabetic retinopathy progression after panretinal laser photocoagulation. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2022;12(2):218–225 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2022.12.2.029.
- Шишкин ММ, Сафарли НН, Касатикова ЕВ, Антонок СВ. Щадящая витреоретинальная хирургия при далекозашедшей пролиферативной диабетической ретинопатии: обоснование, техника, отдаленные результаты. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2009;4(2):23–28. Shishkin MM, Safarli NN, Kasatikova EV, Antonyuk SV. Sparing vitreoretinal surgery for advanced proliferative diabetic retinopathy: justification, technique, long-term results. *Bulletin of N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center* 2009;4(2):23–28 (In Russ.).
- Шишкин ММ, Юлдашева НМ. Интравитреальное введение ингибиторов ангиогенеза как этап щадящей витреоретинальной хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2011;6(1):77–81. Shishkin MM, Yuldasheva NM. Intravitreal injection of angiogenesis inhibitors as a stage of sparing vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy. *Bulletin of N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center* 2011;6(1):77–81 (In Russ.).
- Петрачков ДВ, Будзинская МВ, Матюшенко АГ, Сидамонидзе АЛ, Филиппов ВМ. Вискодиссекция с контрастированием эпиретинальных мембран в хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии. *Вестник офтальмологии*. 2021;137(4):18–23. Petrachkov DV, Budzinskaya MV, Matyushchenko AG, Sidamonidze AL, Filippov VM. Viscodissection with staining of epiretinal membranes in surgery of proliferative diabetic retinopathy. *Vestnik Oftalmologii*. 2021;137(4):18–23. (In Russ., In Engl.). doi: 10.17116/oftalma202113704118.
- Nisic F, Jovanovic N, Mavija M, Alimanovic-Halilovic E, Nisic A, Lepara O, Cemerlic A. Vitreous concentrations of vascular endothelial growth factor as a potential biomarker for postoperative complications following pars plana vitrectomy. *Arch Med Sci*. 2019 Mar;15(2):449–456. doi: 10.5114/aoms.2018.73208.
- Pei M, Zhao X, Wan G. A systematic review and meta-analysis of clinical outcomes of small gauge vitrectomy with or without intravitreal antivascular endothelial growth factor agents pretreatment for proliferative diabetic retinopathy. *Ophthalmic Res*. 2023 Mar 27. doi: 10.1159/000530231.
- Patel V, Rohowetz LJ, Pakravan P, Kalavar M, Yannuzzi NA, Sridhar J. Outcomes of Pars Plana Vitrectomy with Panretinal Photocoagulation for Treatment of Proliferative Diabetic Retinopathy Without Retinal Detachment: A Seven-Year Retrospective Study. *Clin Ophthalmol*. 2023 Feb 1;17:471–478. doi: 10.2147/OPTH.S400474.
- Tan Y, Fukutomi A, Sun MT, Durkin S, Gilhota J, Chan WO. Anti-VEGF crunch syndrome in proliferative diabetic retinopathy: A review. *Surv Ophthalmol*. 2021 Nov-Dec;66(6):926–932. doi: 10.1016/j.survophthal.2021.03.001.
- Петрачков ДВ, Барышев КВ, Филиппов ВМ. Анализ геморрагических осложнений в хирургии пролиферативной диабетической ретинопатии. Современные технологии в офтальмологии. 2022;1(41):108–113. Petrachkov DV, Baryshev KV, Filippov VM. Analysis of hemorrhagic complications in surgery for proliferative diabetic retinopathy. Modern technologies in ophthalmology. 2022;1(41):108–113 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2022-1-108-113.
- Shimura M, Yasuda K, Nakazawa T, Abe T, Shiono T, Iida T, Sakamoto T, Nishida K. Panretinal photocoagulation induces pro-inflammatory cytokines and macular thickening in high-risk proliferative diabetic retinopathy. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009 Dec;47(12):1617–1624. doi: 10.1007/s00417-009-1147-x.
- Mukhtar A, Khan MS, Junejo M, Ishaq M, Akbar B. Effect of par retinal photocoagulation on central macular thickness and visual acuity in proliferative diabetic retinopathy. *Pak J Med Sci*. 2016 Jan-Feb;32(1):221–224. doi: 10.12669/pjms.321.8758.
- Серпик ВГ, Арсютов ДГ, Гулидова ЕГ, Золотарев АВ, Исхакова АГ, Куликов АЮ, Целина МЭ, Ягудина РИ. Экономические аспекты лечения диабетического макулярного отека на региональном уровне в Российской Федерации. *Вестник офтальмологии*. 2017;133(6):138–148. Serpik VG, Arsyutov DG, Gulidova EG, Zolotarev AV, Iskhakova AG, Kulikov AYU, Tselina ME, Yagudina RI. Economic aspects of diabetic macular edema treatment at regional level in Russian Federation. *Vestnik Oftalmologii*. 2017;133(6):138–148 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma20171336138-148.
- Shroff CM, Gupta C, Shroff D, Atri N, Gupta P, Dutta R. Bimanual microincision vitreous surgery for severe proliferative diabetic retinopathy: outcome in more than 300 eyes. *Retina*. 2018 Sep;38 Suppl 1:S134–S145. doi: 10.1097/IAE.0000000000002093.
- Gershoni A, Barayev E, Jbara D, Hadayer A, Axer-Siegel R, Dotan A, Gal-Or O, Tuuminen R, Ehrlich R. Postoperative complications of combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy in diabetic retinopathy patients. *Front Med (Lausanne)*. 2022 Sep 30;9:978346. doi: 10.3389/fmed.2022.978346.
- Петрачков ДВ, Барышев КВ, Аржуханов ДД. Влияние интраоперационной панретинальной лазеркоагуляции сетчатки на морфометрические показатели макулярной области у пациентов с диабетической ретинопатией в ранние сроки наблюдения. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2021;2(17):356–361. Petrachkov DV, Baryshev KV, Arzhukhanov DD. Influence of intraoperative panretinal laser coagulation of the retina on the morphometric parameters of the macular area in patients with diabetic retinopathy in the early stages of follow-up. *Saratov Scientific Medical Journal*. 2021;2(17):356–361 (In Russ.).
- Damian I, Nicoară SD. Visual outcomes and prognostic factors following 23G vitrectomy for vitreous hemorrhage in eyes with proliferative diabetic retinopathy. *Arq Bras Oftalmol*. 2023 Mar-Apr;86(2):105–112. doi: 10.5935/0004-2749.20230037.
- Гамидов АА, Сурнина ЗВ, Андреева ИВ. Тактика комбинированного (ANTI-VEGF и лазерного) лечения вторичной оперированной рефрактерной неоваскулярной глаукомы (клиническое наблюдение). *Медицинский совет*. 2021;12:374–378. Gamidov AA, Surnina ZV, Andreeva IV. Management of patients with operated refractory neovascular glaucoma (clinical observation). *Meditinskiy sovet = Medical Council*. 2021;12:374–378 (In Russ.). doi: 10.21518/2079-701X-2021-12-374-378.
- Sun D, Lin Y, Zeng R, Yang Z, Deng X, Lan Y. The incidence and risk factors of neovascular glaucoma secondary to proliferative diabetic retinopathy after vitrectomy. *Eur J Ophthalmol*. 2021 Nov;31(6):3057–3067. doi: 10.1177/1120672120980686.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

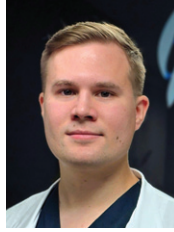
Филиппов Владислав Максимович
младший научный сотрудник отдела инновационных витреоретинальных
технологий
<https://orcid.org/0000-0002-0408-5369>

ABOUT THE AUTHORS

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

Filippov Vladislav M.
research assistant of the Innovative Vitreoretinal Technologies Department
<https://orcid.org/0000-0002-0408-5369>

Реактивация шунтов в хирургии глаукомы

А.Ю. Расческов¹А.А. Расческов¹И.А. Лоскутов^{2,3}

¹ ООО «Глазная хирургия Расческов»
ул. Патриса Лумумбы, 28а, Казань, 420000, Российская Федерация

² ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского»
ул. Щепкина, 61/2, Москва, 129110, Российская Федерация

³ Министерство здравоохранения Московской области
бульвар Строителей, 1, Московская область, Красногорск, 143407, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):63–68

Цель: описание основных способов реактивации и сохранения активности шунтовых систем (клапанный дренаж Ахмеда, шунт PRESERFLO) при снижении эффективности их работы на раннем или позднем послеоперационном сроке наблюдения в связи с пролиферативными изменениями в зоне фильтрации. **Методы.** Экспериментальное исследование, включающее 10 глаз (10 пациентов). После имплантации PRESERFLO в 2-х случаях был проведен нидлинг с введением дексаметазона в область фильтрационной подушки, в 3-х случаях — открытая пластика фильтрационной подушки с очисткой дистального конца трубки от фиброзной ткани и обработкой поля митомицином, в 2-х случаях — реимплантация шунта в другой сектор глаза. В случае шунта Ахмеда во всех 3-х случаях проводилась открытая пластика фильтрационной подушки с иссечением плотной фиброваскулярной мембраны вокруг корпуса клапана. **Результаты.** Вследствие хирургической реактивации работы шунтов во всех случаях удалось достичь компенсации ВГД в раннем послеоперационном периоде. **Заключение.** Использование шунтов из современных полимеров для создания дренажной системы глаза позволяет уменьшить зарастание вновь созданных путей оттока ВГЖ, но не решает проблему полностью. Реактивация функционирования шунтов является рутинным видом хирургического лечения глаукомы. В данной статье представлены основные способы реактивации и профилактики нарушения работы шунтов Ахмеда и PRESERFLO.

Ключевые слова: глаукома, шунт, Ахмед, PRESERFLO, реактивация

Для цитирования: Расческов А.Ю., Расческов А.А., Лоскутов И.А. Реактивация шунтов в хирургии глаукомы. *Офтальмология*. 2025;22(1):63–68. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-63-68>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Reactivation of Shunts in Glaucoma Surgery

A.Yu. Rascheskov¹, A.A. Rascheskov¹, I.A. Loskoutov^{2,3}

¹ Glaznaya Khirurgiya Rascheskov
Patrisa Lumumbi str., 28A, Kazan, 420000, Russian Federation

² M.F. Vladimirovsky Moscow Regional Research and Clinical Institute
Shepkina str., 61/2, Moscow, 129110, Russian Federation

³ Ministry of Healthcare of the Moscow Region
Stroiteley blvd., 1, Karsnogorsk, Moscow Region, 143407, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):63–68

Objective: to present the main methods of reactivation and maintaining the activity of shunt systems (Ahmed valve drainage, PRESERFLO shunts) in cases of reducing the effectiveness of their work in the early or late postoperative follow-up due to proliferative changes in the filtration zone. **Methods:** an experimental study involving, $n = 10$ eyes (10 patients). After PRESERFLO implantation: patients underwent needling with dexamethasone injection into the area of the filtration bleb in 2 cases, open plastic surgery of the filtration bleb with cleaning of the distal end of the tube from fibrous tissue and treatment of the filtration area with mitomycin in 3 cases, and reimplantation of the shunt into another sector of the eye in 2 cases. In the case of the Ahmed shunt, in all 3 cases, an open plastic surgery of filtration bleb was performed with excision of a dense fibrovascular membrane around the shunt body. **Results.** As a result of surgical reactivation of the shunts, compensation of IOP in the early postoperative period was achieved in all cases. **Conclusion.** The use of shunts made of modern polymers to create an alternative drainage system has reduced the problem of tissue proliferation response on newly created aqueous humor outflow paths, but has not completely solved it. Reactivation of shunts is a routine type of surgical treatment for glaucoma. This article presents the main methods to reactivate and prevent malfunction of the Ahmed and PRESERFLO shunts.

Keywords: glaucoma, shunt, Ahmed, PRESERFLO, reactivation

For citation: Rascheskov A.Yu., Rascheskov A.A., Loskoutov I.A. Reactivation of Shunts in Glaucoma Surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):63–68. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-63-68>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Лечение глаукомы представляется поэтапным процессом применения терапевтических и хирургических методик [1]. Большинство консервативных методов лечения (инстиляция гипотензивных капель, лазерные методики) направлено на восстановление активности работы естественной дренажной системы глаза (ЕДС). В момент, когда ресурса ЕДС становится недостаточно, принято рассматривать возможность применения альтернативной дренажной системы глаза (АДС). АДС — дополнительная, искусственная система оттока ВГЖ. Основными способами создания АДС служат синустрабекулэктомия (СТЭ), непроникающая глубокая склерэктомия (НГСЭ), имплантация шунтов разных моделей [2]. Преимуществом применения шунтов служит тот факт, что при их имплантации создаваемая конструкция нового пути оттока ВГЖ имеет каркас из полимерного материала, благодаря чему снижается частота уменьшения эффективности работы АДС вследствие зарастания вновь сформированных протоков, однако проблема не решается полностью. Так, по данным литературы, 50 % случаев СТЭ завершаются декомпенсацией ВГД в первые 5 лет наблюдения [3]. В то же время применение современных дренажных устройств (PRESERFLO) не привело к достаточному снижению ВГД лишь в 17,4 % случаев [4]. По данным

других авторов, пролиферация и последующий фиброз фильтрационной подушки происходит в 11,8–19 % случаев [5].

В нашей практике отмечается схожий показатель эффективности работы шунтов: до 20 % случаев в раннем или позднем послеоперационном периоде имеет место недостаточная активность, из-за которой происходит повышение ВГД. В большинстве случаев ведущей причиной снижения активности работы шунтов являются пролиферативные изменения в области фильтрационной подушки или непосредственно вокруг дистального конца шунта. Механизм этого изменения заключается либо в снижении оттока ВГЖ по шунту, что более характерно для исключительно трубчатых шунтов, например PRESERFLO, либо в затруднении оттока ВГЖ из области фильтрационной подушки, что свойственно для шунтов с корпусом, например шунта Ахмеда.

Нарушение функционирования АДС при операциях как с формированием новых путей из аутоканалей (СТЭ, НГСЭ), так и с применением шунтов послужило толчком для развития отдельного направления хирургии глаукомы — реактивации работы АДС. Сюда относятся уже зарекомендовавшие себя в практике методики: нидлинг, открытая пластика фильтрационной подушки, лазерные методики, например десцеметогониопунктура, и т.д. Методики реактивации работы

АДС в случае СТЭ и НГСЭ рассмотрены отечественными авторами и в целом сводятся к использованию медикаментозной терапии, нидлинга или проведению повторной операции [6]. Однако в отечественной литературе не обнаружены сведения о способах реактивации АДС после имплантации шунтов. В большинстве случаев операции с использованием шунтов переносят зону «конфликта» от угла передней камеры (УПК) в субтеноновое пространство в отдалении от лимба, где есть больше места для применения хирургических методик. Кроме того, операции при глаукоме с применением шунтов становятся все более распространенными, что связано не только со снижением функционирования АДС в послеоперационном периоде, но и с более низким риском возникновения интра- и послеоперационных осложнений. Так, по данным литературы, СТЭ сопровождалась интраоперационными осложнениями в 10 % случаев, тогда как имплантация шунта — в 7 %. При этом в первый год наблюдения осложнения наблюдались в 57 % случаев после СТЭ и в 34 % — после операции с использованием шунта [7]. С учетом этих данных можно предположить, что применение шунтов в хирургии глаукомы будет неуклонно расти, а вместе с тем и количество случаев пролиферативных изменений, ведущих к снижению активности АДС при использовании шунтов.

Целью данной работы явилось представление основных способов реактивации и сохранения активности шунтов (клапанный дренаж Ахмеда, шунт PRESERFLO) при снижении эффективности их работы в раннем или позднем послеоперационном периоде в связи с пролиферативными изменениями в зоне фильтрации.

МЕТОДЫ

Авторами публикации проведено исследование, включавшее 10 глаз 10 пациентов, которым ранее был имплантирован шунт PRESERFLO ($n = 7$) или Ахмеда ($n = 3$), а в послеоперационном периоде произошло повышение ВГД по причине снижения функции шунта, выявлены пролиферативные изменения в области фильтрационной подушки или дистального конца шунта.

В зависимости от причины и эффективности предшествующих вмешательств по реактивации пациентам с имплантированным PRESERFLO в 2-х случаях был проведен нидлинг с введением дексаметазона в область фильтрационной подушки, в 3-х случаях — открытая пластика фильтрационной подушки с очисткой дистального конца трубки от фиброзной ткани и обработкой поля митомидином С, в 2-х случаях — реимплантация шунта в другой сектор глаза.

При наличии шунта Ахмеда во всех 3-х случаях была выполнена открытая пластика фильтрационной подушки с иссечением плотной фиброваскулярной пролиферативной мембраны с верхней поверхности корпуса дренажа. Подробнее хирургическая техника приведена в разделе «Обсуждение».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В группе PRESERFLO уже на следующий день после операции по реактивации АДС у всех пациентов наблюдалась компенсация ВГД до нормальных значений от 11 до 17 мм рт. ст. ($M = 13,86$ мм рт. ст.). При этом в интраоперационном или раннем послеоперационном периоде не отмечалось возникновения осложнений.

В группе дренажа Ахмеда в 2-х случаях после операции было зарегистрировано нормальное значение ВГД (15 и 17 мм рт. ст.). В одном случае давление было повышено до 25 мм рт. ст., но его удалось снизить до 19 мм рт. ст. с помощью самостоятельного пальцевого массажа глазного яблока.

Таким образом, у всех пациентов после реактивации работы АДС, выполненной с помощью шунтов, удалось добиться повторной компенсации ВГД. При дальнейшем наблюдении (через 3 месяца) в 1 случае в группе шунта Ахмеда потребовалась дополнительная повторная реактивация шунта по причине возобновления пролиферативных изменений в области фильтрационного пузыря.

Для высокой эффективности в формировании АДС при помощи использования шунтов важно учитывать и использовать три определяющих фактора.

1. Особенности дооперационного состояния пациента и вида имплантируемого шунта.

Необходимо уточнять у пациента склонность к определенному типу рубцовых процессов. Склонность к образованию гипертрофических рубцов предопределяет объем профилактических мероприятий во время операции. Локальный статус глаза дает основание для выбора того или иного вида шунта, например для дренажа Ахмеда следует учитывать глубину передней камеры, при этом чаще всего требуется проведение факоэмульсификации хрусталика в качестве подготовительного этапа к имплантации шунта. Важно также учитывать вид и стадию глаукомы. Так, неосложненная первичная глаукома при наличии нативного хрусталика и высоких зрительных функций требует выбора шунта PRESERFLO, а увеальная, неоваскулярная глаукома — дренажа Ахмеда. Это обусловлено разным внутренним диаметром трубки шунтов (PRESERFLO — 70 мкм, дренаж Ахмеда — 305 мкм). Внешний диаметр трубки также имеет значение. Так, для имплантации шунта Ахмеда с внешним диаметром трубки 635 мкм крайне важна предварительная подготовка передней камеры в виде факоэмульсификации хрусталика, в то время как шунт PRESERFLO (внешний диаметр трубки 350 мкм) менее требователен к свободному пространству в передней камере, и зачастую такой шунт возможно имплантировать при сохранности нативного хрусталика.

2. Интраоперационно проводить необходимую профилактику чрезмерного пролиферативного ответа в послеоперационном периоде.

К перечню интраоперационных манипуляций, позволяющих предотвратить снижение активности АДС

из-за рубцевания, относится использование трех основных способов профилактики: во-первых, ингибирование клеточного роста с помощью митомицина С для обработки зоны имплантации и введение глюкокортикоидов в область фильтрационной подушки в финале операции; во-вторых, изолирование инородного тела шунта (корпуса шунта Ахмеда или дистального конца трубки PRESERFLO) от тканей глаза при помощи ареактивного, биосовместимого лоскута — аллопланта [8]; в-третьих, смещение фильтрационной подушки от лимба, то есть в зону с меньшим пролиферативным ответом.

3. Послеоперационное ведение пациентов в раннем и позднем послеоперационном периоде, контроль состояния фильтрационной подушки, осуществление реактивации системы АДС в нужные сроки.

После имплантации шунтов фильтрационная подушка должна быть плоской, разлитой. Отсутствие таких признаков или образование высокого, напряженного фильтрационного пузыря с демаркацией приводит к снижению оттока ВГЖ по системе АДС, а следовательно, к ее зарастанию в результате пролиферации, что в итоге приводит к повышению ВГД. Одним из наиболее эффективных способов активации АДС в раннем послеоперационном периоде является пальцевой массаж глазного яблока, выполняемый пациентом самостоятельно, что способствует прохождению ВГЖ по системе шунта и создает благоприятные условия для долгосрочной работы АДС [9]. При этом существует различие в применении данной техники у пациентов, перенесших имплантацию

шунтов с разным диаметром просвета трубки. Так, у шунта Ахмеда широкий диаметр трубки и соответствующая пропускная способность, которые позволяют проводить пальцевой массаж интенсивнее, то есть использовать более сильное надавливание в короткий промежуток времени. У шунта PRESERFLO диаметр трубки мал и пропускная способность ограничена небольшим диаметром, поэтому пальцевой массаж должен быть с легким надавливанием, но с более продолжительным воздействием.

В хирургической практике мы используем пошаговый, 5-ступенчатый подход для реактивации и сохранения активности работы АДС после имплантации шунтов, при котором первые два шага заключаются в интра- и послеоперационной профилактике, а начиная с третьего периода — в повторном хирургическом вмешательстве. При этом для шунта Ахмеда шаг 3 в виде закрытой пластики фильтрационной подушки является малоэффективным, и поэтому его следует пропускать, переходя сразу к шагу 4 — открытая пластика. Схематически этапы проиллюстрированы на рисунке 1.

Одним из ведущих способов контроля активности АДС является измерение ВГД до и сразу после пальцевого массажа глазного яблока. Поскольку при надавливании на глазное яблоко появляется транзиторная гипертензия в случае, если АДС проходима для ВГЖ, при измерении после такого приема будет регистрироваться снижение ВГД относительно уровня до массажа. Если изменения ВГД невыраженные, значит, АДС потеряла свою проходимость и требуется тот или иной вид ее реактивации.

Далее представляем перечень возможных хирургических методов реактивации шунтов с пояснениями, касающимися техники их выполнения.

1. Инъекция дексаметазона в область дистального конца трубки при помощи инсулинового шприца [10].

Данный упрощенный вид закрытой пластики фильтрационной подушки представляет собой самый первый и простой вид воздействия на зону фильтрации. Прокол иглой инсулинового шприца выполняется непосредственно в зоне проекции дистального конца шунта. Лекарственное средство при введении в область фильтрации гидродинамическим воздействием разрывает образовавшиеся спайки и дает возможность сформироваться правильной, разлитой фильтрационной подушке.

Пошаговый подход к ведению пациентов в случае нарушения функционирования шунта и последующей гипертензии:

A step-by-step approach to patient management in case of shunt malfunction and subsequent hypertension:

Шаг 1 интраоперационная профилактика: Экспозиция ММС области зоны дистального конца шунта. Введение дексаметазона, кеналага в область фильтрационной подушки в конце операции, оборачивание аллоплантом

Step 1 intraoperative prophylaxis: MMC exposure in the area of the distal end of the shunt. Injection of dexamethasone, Triamcinolone into the area of the filtration bleb at the end of the operation, wrapping with an Alloplant

Шаг 2 послеоперационная профилактика: Пальцевой массаж глазного яблока после возвращения ВГД к нормальным значениям (15-18 мм рт. ст., 1-2 недели после операции).

Step 2 postoperative prophylaxis: digital massage of the eyeball after IOP returns to normal values (15-18 mmHg, 1-2 weeks after surgery).

Шаг 3: При возникновении гипертензии – нидлинг с введением дексаметазона (закрытая пластика ФП)

Step 3: When hypertension occurs, needling with dexamethasone (closed plastic surgery)

Шаг 4: Открытая пластика фильтрационной подушки. Очистка области дистального конца трубки от фиброзной ткани и обработка поля ММС.

Step 4: Open plastic of filtration bleb. Cleaning the area of the distal end of the tube from fibrous tissue and exposure filtration area to the MMC.

Шаг 5: Реимплантация шунта в другой квадрант.

Step 5: Reimplantation of the shunt into another sector of the eye.

Данный подход подразумевает пошаговое действие, где 3, 4 и 5 этапы предпринимаются при недостаточной эффективности предыдущих.

This approach implies a step-by-step action, where the 3rd, 4th and 5th stages are undertaken with insufficient effectiveness of the previous ones.

Рис. 1. Пошаговый протокол для профилактики снижения эффективности работы шунтов, а также хирургические способы их реактивации

Fig. 1. Step-by-step protocol for preventing a decrease in the shunts effectiveness and surgical methods for their reactivation

2. Закрытая пластика фильтрационной подушки.

Этот способ имеет наибольшую применимость в случае напряженной фильтрационной подушки с демаркацией. При данной процедуре проводится разрез конъюнктивы до склеры размером 0,5–1 мм на расстоянии 2 мм от границы фильтрационной зоны. Через разрез в направлении дистального конца шунта поступательным движением вводят тонкий шпатель и выполняют им расслаивающие движения для открытия субтенонового пространства. В конце операции при помощи канюли в область фильтрации вводят каналог.

3. Открытая пластика фильтрационной подушки.

В случае шунта PRESERFLO:

Разрезом конъюнктивы открывается дистальный конец шунта и субтеноновое пространство. В случае отсутствия фильтрации (конец трубки закрыт пролиферативной тканью) выполняют аппликацию вскрытой зоны фильтрации с помощью губки, обработанной раствором митомицина С, со стандартной экспозицией. Только после этой обработки и промывания поверхности от остатков раствора можно удалять пролиферативные ткани с дистального конца трубки. Для того чтобы удостовериться в правильной работе шунта, необходимо добиться фильтрации жидкости через трубку с образованием пузырька ВГЖ на его конце (рис. 2). Если фильтрации не удастся достичь даже при легком надавливании на глазное яблоко, необходимо убедиться в проходимости шунта, для этого можно ввести небольшое количество трипанового синего до его появления в передней камере. Альтернатива данному способу — промывание трубки через доступ в передней камере. Для этого выполняют парацентез и при необходимости переднюю камеру заполняют вискоэластиком, далее канюлю 23Ga с изгибом 45° вводят в переднюю камеру и «надевают» на трубку шунта, физиологический раствор подают под давлением до появления капель жидкости на дистальном конце шунта. В случае отсутствия тока жидкости по шунту он подлежит замене.

В случае шунта Ахмеда:

Проводят разрез конъюнктивы рядом с зоной фильтрационного пузыря, после этого ножницами расслаивающими движениями конъюнктиву отделяют от новообразованной мембраны по верхней поверхности пластины шунта, освобождают и иссекают дренаж от образовавшихся плотных фиброваскулярных мембран (рис. 3), ушивают конъюнктиву.

4. Реимплантация шунта в другой квадрант

Реимплантация проводится в два этапа. На первом этапе необходимо извлечь шунт из его первоначального места расположения. В случае шунта PRESERFLO данный этап не вызывает затруднений, поскольку при его имплантации не используются фиксирующие швы, в отличие от шунта Ахмеда, который фиксируют к склере узловыми швами. Кроме того, воздействие корпусом дренажа на окружающие ткани приводит к активному процессу

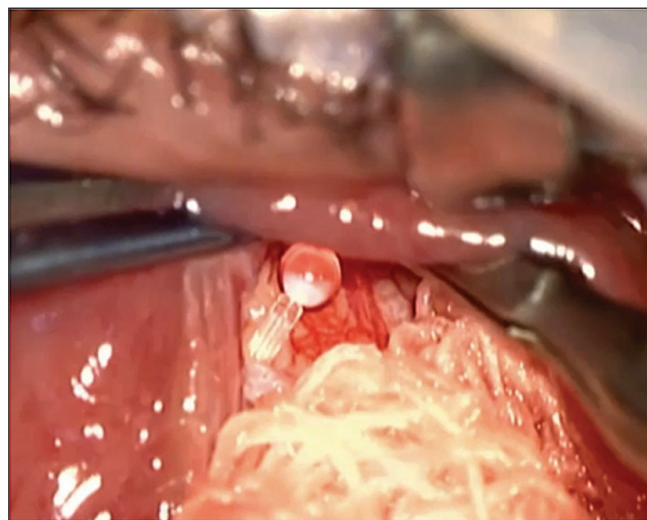


Рис. 2. Фильтрация жидкости через реактивированный посредством открытой пластики шунт PRESERFLO. Визуализируется пузырек внутриглазной жидкости на дистальном конце трубки

Fig. 2. Filtration of liquid through a PRESERFLO shunt reactivated by open plastic surgery. A bubble of intraocular fluid is visualized at the distal end of the tube

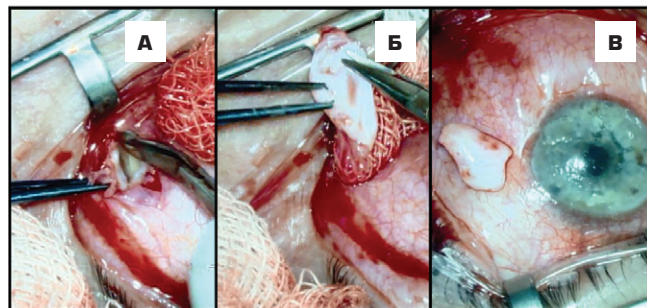


Рис. 3. Последовательные этапы иссечения фиброваскулярной мембраны, образовавшейся с верхней поверхности пластины шунта Ахмеда: А — вскрыто пространство между пролиферативной мембраной и корпусом шунта Ахмеда; Б — выделение мембраны расслаивающими движениями для ее полной мобилизации; В — мембрана удалена из зоны фильтрации и уложена на конъюнктиву рядом с зоной операции

Fig. 3. Sequential stages of excision of the fibrovascular membrane formed from the upper surface of the Ahmed shunt plate: А — the space between the proliferative membrane and the Ahmed shunt body was opened; Б — the membrane was isolated by exfoliating movements to fully mobilize it for complete excision; В — the membrane was removed from the filtration zone and placed on the conjunctiva next to the surgical area

пролиферации, в результате которого корпус дренажа прочно фиксируется в месте имплантации за счет прорастания ткани в отверстия пластины корпуса и вокруг нее. На этапе эксплантации необходимо ушивать место прокола в переднюю камеру, это позволит избежать фильтрации ВГЖ через фистулу. После извлечения шунта проводят его повторную имплантацию в другом квадранте, при этом техника имплантации не отличается от таковой при первой операции. При реимплантации шунт PRESERFLO

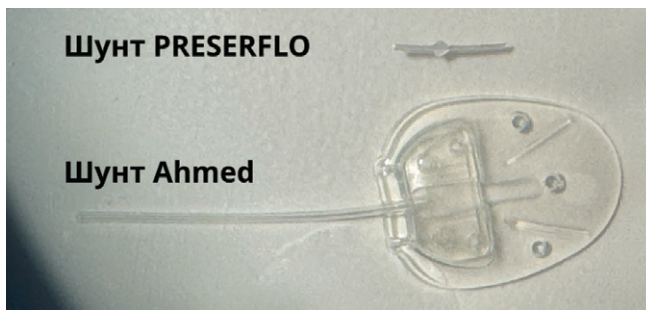


Рис. 4. Визуальное сопоставление конструкции и внешнего вида двух шунтов на единой фотографии: шунт PRESERFLO и Ahmed

Fig. 4. Visual comparison of the design and appearance of two shunts in a single photo: the PRESERFLO and Ahmed shunts

также имеет преимущество из-за более легкого этапа установки шунта, поскольку его размер относительно мал и не требует дополнительной фиксации нитями (рис. 4). Пациент реимплантацию PRESERFLO переносит легче, чем повторную имплантацию шунта Ахмеда.

Учитывая все более широкое использование шунтов для формирования АДС, направление, касающееся реактивации шунтов, в будущие годы будет развиваться и дополняться новыми методиками.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 5th Edition. Br J Ophthalmol. 2021;105:1–169. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-egsguidelines.
- Ang BCH, Lim SY, Betzler BK, Wong HJ, Stewart MW, Dorairaj S. Recent Advancements in Glaucoma Surgery—A Review. Bioengineering. 2023;10:1096. doi: 10.3390/bioengineering10091096.
- Gedde SJ, Schiffman JC, Feuer WJ, Herndon LW, Brandt JD, Budenz DL, Tube versus Trabeculectomy Study Group. Treatment outcomes in the Tube Versus Trabeculectomy [TVT] study after five years of follow-up. Am J Ophthalmol. 2012;153:789–803. e2. doi: 10.1016/j.ajo.2011.10.026.
- Battle JF, Corona A, Albuquerque R. Long-term Results of the PRESERFLO MicroShunt in Patients With Primary Open-angle Glaucoma From a Single-center Nonrandomized Study. J Glaucoma. 2021;30:281–286. doi: 10.1097/IJG.0000000000001734.
- Strzalkowska A, Strzalkowski P, Hoffmann EM, Pfeiffer N, Schuster AK. Outcomes of Open Bleb Revision After PreserFlo MicroShunt Failure in Patients With Glaucoma. J Glaucoma. 2023;32:681–685. doi: 10.1097/IJG.0000000000002246.
- Витков АА, Куроедов АВ, Макарова АС, Полева РП, Дорофеев ДА, Асиновскова ИИ. Повторная хирургия глаукомы: современный взгляд на проблему. Национальный журнал Глаукома. 2023;22(4):80–88. doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-4-80-88.
- Vitkov AA, Kuroyedov AV, Makarova AS, Poleva RP, Dorofeev DA, Asinovskova II. Repeat glaucoma surgery: modern view of the problem. National Journal glaucoma. 2023;22(4):80–88 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-4-80-88.
- Gedde SJ. Results from the Tube Versus Trabeculectomy Study. Middle East Afr J Ophthalmol. 2009;16:107–111. doi: 10.4103/0974-9233.56219.
- Расческов АЮ. Способ профилактики рубцевания фильтрационной подушки при проведении антиглаукоматозных операций с имплантацией дренажа клапанного типа Ahmed. Патент RU 2802556, 30.08.2023. Rascheskov AYU. Method of preventing scarring of the filtration bleb during anti-glaucomatous surgery with implantation of valve-type drainage Ahmed. Patent RU 2802556, 08.30.2023 (In Russ.).
- Smith M, Geffen N, Alasbali T, Buys YM, Trope GE. Digital ocular massage for hypertensive phase after Ahmed valve surgery. J Glaucoma. 2010;19:11–14. doi: 10.1097/IJG.0b013e31819c485b.
- Петров СЮ. Нидлинг как метод активации фильтрационных подушек: показания, особенности техники. Глаукома. 2013;2:75–84. Petrov SYU. Needling as a method of activating filtration pads: indications, technical features. Glaucoma. 2013;2:75–84. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Расческов Александр Юрьевич
кандидат медицинских наук, главный врач
<https://orcid.org/0000-0001-6147-5593>

Расческов Арсений Александрович
врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0002-0888-8281>

Лоскутов Игорь Арсеньевич
доктор медицинских наук, заведующий кафедрой офтальмологии и оптометрии
главный внештатный специалист-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0003-0057-3338>

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение глаукомы с формированием АДС претерпевает изменения благодаря появлению новых устройств. Применение шунта PRESERFLO в хирургии глаукомы нашло свою нишу при лечении первичной неосложненной глаукомы без пролиферативных изменений, в том числе при высоких зрительных функциях и наличии нативного хрусталика. В свою очередь, показаниями к использованию шунта Ахмеда служит вторичная глаукома после увеита или при наличии неоваскулярных мембран. Использование шунтов из современных полимеров для создания дренажной системы уменьшило, но не решило полностью проблему зарастания вновь созданных путей оттока ВГЖ. Реактивация работы шунтов становится рутинным видом хирургического лечения глаукомы. В статье приведены основные методики реактивации шунтов, которые используются в нашей практике и показали свою эффективность.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Расческов А.Ю. — концепция и дизайн исследования, исполнение хирургии, сбор и обработка материалов;
Расческов А.А. — написание текста, обзор литературы, концепция и дизайн исследования;
Лоскутов И.А. — анализ полученных данных, концепция и дизайн исследования, внесение окончательной правки.

ABOUT THE AUTHORS

Rascheskov Alexandr Yu.
PhD, chief physician
<https://orcid.org/0000-0001-6147-5593>

Rascheskov Arsenii A.
ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0002-0888-8281>

Loskoutov Igor A.
MD, head of the of Ophthalmology and Optometry Academic Department,
chief external specialist for ophthalmology
<https://orcid.org/0000-0003-0057-3338>

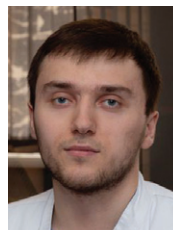
Влияние вида факоемульсификации катаракты на эффективность предшествующей антиглаукомной операции



Ю.Н. Юсеф



Г.В. Воронин



М.К. Берсункаев



А.В. Волжанин

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

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):69–73

Цель: сравнить эффективность имеющейся антиглаукомной операции (АГО) после выполнения факоемульсификации (ФЭ) и ФЭ с фемтосекундным сопровождением (фемто-ФЭ). **Пациенты и методы.** В исследование включены 30 больных (30 глаз) с ранее выполненной непроникающей АГО и катарактой с плотностью по Буррато II. Пациентов разделили поровну в группы ФЭ и фемто-ФЭ. Операции были выполнены в промежуток от 3 месяцев до 1 года после АГО. ВГД оценивали до операции, спустя 1 неделю, 1, 3 и 6 месяцев. **Результаты.** Исходные значения ВГД были сравнимы и составили в группе ФЭ $17,5 \pm 1,3$ мм рт. ст., в группе фемто-ФЭ — $17,9 \pm 1,5$ мм рт. ст. После ФЭ статистически значимый подъем ВГД наблюдался в сроки 1 неделя и 1 месяц, после фемто-ФЭ — в срок 1 неделя. В группе ФЭ по сравнению с группой фемто-ФЭ отмечался более выраженный подъем ВГД в сроки 1 неделя и 1 месяц (1 неделя: $27,0 \pm 3,6$ и $22,2 \pm 1,9$ мм рт. ст. соответственно; 1 месяц: $18,5 \pm 2,2$ и $13,0 \pm 0,7$ мм рт. ст. соответственно). В отдаленные сроки межгрупповой разницы не наблюдалось: $16,2 \pm 2,1$ и $16,5 \pm 1,6$ мм рт. ст. после ФЭ и фемто-ФЭ через 3 месяца соответственно; $16,8 \pm 1,0$ и $15,9 \pm 1,8$ мм рт. ст. после ФЭ и фемто-ФЭ через 6 месяцев соответственно. Во все сроки послеоперационного наблюдения количество применяемых антиглаукомных препаратов было больше в группе ФЭ. **Заключение.** Фемто-ФЭ безопаснее, чем ФЭ, в глазах с ранее выполненной АГО. После ФЭ в таких глазах с большей вероятностью, чем после фемто-ФЭ, потребуется гипотензивная терапия для стабилизации ВГД.

Ключевые слова: факоемульсификация, фемтолазер, внутриглазное давление, экстракция катаракты, глаукома

Для цитирования: Юсеф Ю.Н., Воронин Г.В., Берсункаев М.К., Волжанин А.В. Влияние вида факоемульсификации на эффективность предшествующей антиглаукомной операции. *Офтальмология*. 2025;22(1):69–73. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-69-73>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Effect of Phacoemulsification Subtype on the Efficacy of Previously Performed Glaucoma Surgery

Yusef Naim Yu., G.V. Voronin, M.K. Bersunkaev, A.V. Volzhanin

M.M. Hrasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A,B, Moscow, 119021, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):69–73

Purpose: to compare the efficacy of existing glaucoma surgery after phacoemulsification (PE) and femtosecond PE (femtoPE). **Patients and methods.** Study included 30 patients (30 eyes) who have undergone a non-penetrative glaucoma surgery with Burrato II cataract. Patients were evenly distributed to the PE and femtoPE groups. Cataract surgery was performed from 3 months to 1 year after glaucoma surgery. Intraocular pressure (IOP) was evaluated before surgery, on week 1, months 1, 3, and 6. **Results.** Baseline IOP was comparable in both groups: $17,5 \pm 1,3$ mmHg in a PE group and $17,9 \pm 1,5$ mmHg in a femtoPE group. In a PE group a statistically significant IOP increase happened on week 1 and month 1, in a femtoPE group it happened only on week 1. In comparison to the femtoPE group, the PE group was associated with bigger IOP increase after 1 week and 1 month (week 1: $17,0 \pm 3,6$ and $13,2 \pm 1,9$ mmHg, respectively; month 1: $13,5 \pm 2,2$ and $13,0 \pm 0,7$ mmHg, respectively). In months 3 and 6, there was no intergroup difference ($12,2 \pm 2,1$ and $12,5 \pm 1,6$ mmHg, respectively; $13,3 \pm 1,0$ and $12,1 \pm 1,8$ mmHg, respectively). In all follow-up terms amount of hypotensive eyedrops was bigger in the PE group. **Conclusion.** FemtoPE is safer than PE in eyes with previous glaucoma surgery. Such eyes are more likely to require hypotensive therapy after PE, rather than after femtoPE, for IOP compensation.

Keywords: phacoemulsification, femtolaser, intraocular pressure, cataract extraction, glaucoma

For citation: Yusef Yu.N., Voronin G.V., Bersunkaev M.K., Volzhanin A.V. Effect of Phacoemulsification Subtype on the Efficacy of Previously Performed Glaucoma Surgery. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):69–73. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-69-73>

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

There is no conflict of interests.

Будучи одной из основных причин необратимой слепоты во всем мире, глаукома является важной медико-социальной проблемой. В 2020 году среди лиц старше 50 лет глаукома была причиной слепоты в 3,6 млн случаев и снижения остроты зрения до 0,33 и ниже — в 4,1 млн случаев, а приблизительное число больных глаукомой в 2040 году прогнозируется равным 111,8 млн человек [1, 2]. Глаукома объединяет группу необратимых оптических нейропатий, единственным модифицируемым фактором риска развития которых является уровень внутриглазного давления (ВГД). Несмотря на прогресс в фармакологическом и лазерном лечении глаукомы, по-прежнему актуальным является хирургическое лечение, направленное на создание нового пути оттока внутриглазной жидкости из глаза.

Другой социально значимой офтальмологической проблемой является катаракта. Так, из-за катаракты в 2020 году у лиц старше 50 лет зрение отсутствовало в 15,2 млн случаев, а было снижено до 0,33 или ниже — в 78,8 млн случаев [1]. Однако, в отличие от глаукомы, снижение зрения из-за катаракты обратимо. Так, в ходе хирургического вмешательства возможно выполнение экстракции помутневшего хрусталика с последующей имплантацией искусственной интраокулярной линзы (ИОЛ).

Фактоэмульсификация (ФЭ) является «золотым стандартом» лечения катаракты, а также одним из наиболее распространенных хирургических вмешательств в офтальмологии. Так, в 2011 году ФЭ была выполнена

приблизительно в 19,5 млн случаев [3]. Традиционным методом выполнения ФЭ является ультразвуковая эмульсификация ядра хрусталика, описанная впервые С.Д. Kelman в 1967 году [4]. Принципиально технология ФЭ была улучшена 15 лет назад, когда для выполнения отдельных этапов операции было предложено использование фемтосекундного лазера (фемтолазера, фемто-ФЭ) [5]. Механизм фемто-ФЭ основан на способности инфракрасной энергии с длиной волны 1053 нм фокусироваться на необходимой глубине в преломляющих средах глаза [6], что позволяет автоматизировать выполнение тоннельного доступа, капсулорексиса и фрагментации ядра хрусталика. Хотя на сегодняшний день опубликован ряд крупных исследований, всесторонне сравнивающих ФЭ и фемто-ФЭ [3, 7–9], ряд аспектов фемто-ФЭ, в отличие от хорошо изученной классической ФЭ, до сих пор неизвестен.

Одним из таких аспектов является клиническое значение воспалительной реакции глаза в ответ на фемто-ФЭ в глазах с оперированной глаукомой. Любая местная воспалительная реакция, в том числе вследствие экстракции катаракты, является мощным стимулом к рубцеванию новых путей оттока с последующим неудачным исходом антиглаукомной операции [10]. В настоящее время данные об увеличении риска рубцевания вследствие антиглаукомных операций после ФЭ объединены в ряде обзоров [11–13], причем классическая антиглаукомная операция и имплантация дренажных устройств обладают, по-видимому, одинаковой восприимчивостью

Ю.Н. Юсеф, Г.В. Воронин, М.К. Берсункаев, А.В. Волжанин

Контактная информация: Берсункаев Мансур Нуриевич bersunkaev007@mail.ru

Влияние вида фактоэмульсификации катаракты на эффективность предшествующей...

к ФЭ [14]. Снижение объема операционной травмы (например, переход на ФЭ с экстракапсулярной экстракции [15–17]) и увеличение срока между антиглаукомным и катарактальным вмешательством [18, 19] ассоциируются с уменьшением риска декомпенсации ВГД.

Целью настоящей работы, таким образом, является сравнение влияния ФЭ и фемто-ФЭ на функциональность выполненной антиглаукомной операции.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование было проведено в ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» и выполнено в соответствии с этическими принципами, заложенными Хельсинкской декларацией и отраженными в правилах качественной клинической практики (GCP) и нормативных требованиях. Протокол исследования утвержден этическим комитетом ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова».

К критериям включения в исследование относились:

- незрелая катаракта с плотностью ядра II степени по Буррато;
- первичная открытоугольная глаукома II–III стадии с уровнем ВГД, стабилизированным после успешной антиглаукомной операции, выполненной в промежуток от 3 месяцев до 1 года до планируемой факохирургии;
- длина переднезадней оси глаза в пределах 22,5–24,5 мм;

- возраст от 50 до 90 лет.

Критерии невключения:

- аметропия свыше ± 5 дптр;
- неполный успех антиглаукомной операции, требующий приема гипотензивных препаратов;
- наличие вторичной или закрытоугольной глаукомы;
- наличие прочих причин повышения офтальмотонуса;
- несостоятельность связочного аппарата хрусталика вследствие псевдоэкзофолиативного синдрома или других причин;
- узкий ригидный зрачок;
- хронические воспалительные заболевания глаза;
- рубцовые изменения роговицы, кератэктазии.

Всего в исследование были включены 30 пациентов (18 женщин, 12 мужчин; 30 глаз). Пациенты были поровну (по 15 человек, 15 глаз) распределены в две группы в зависимости от используемой методики экстракции катаракты — ФЭ или фемто-ФЭ.

У всех пациентов, помимо стандартного офтальмологического обследования, оценивали роговично-компенсированное ВГД с помощью прибора Reichert 7 CR. Тонometriю выполняли до экстракции катаракты, ежедневно в течение 1 недели после операции, далее спустя 1, 3 и 6 месяцев. Данные тонometriи в течение первой недели не включали в дальнейший анализ, чтобы исключить влияние транзиторной офтальмогипертензии, связанной с наличием остаточного вискоэластичного материала в передней камере.

Антиглаукомные операции выполнялись разными хирургами, но по единой технологии. Проводили непроникающую глубокую склерэктомию, в ходе которой

очищали внутреннюю стенку шлеммова канала от юкстаканаликулярной ткани. В отсроченном послеоперационном периоде (3–6 недель после вмешательства) выполняли лазерную десцеметогониопунктуру.

Все операции экстракции катаракты проводили по стандартизированной методике одним хирургом.

Фемто-ФЭ отличалась от ФЭ наличием фемтолазерного сопровождения при выполнении капсулорексиса и фрагментации ядра хрусталика. Капсулорексис начинали после центрации фемтолазерной установки по зрачку, расстояние между точками составляло 5 мкм, между слоями — 2 мкм. Диаметр капсулорексиса находился в пределах 5–5,2 мм, но не ближе 1 мм к зрачковому краю радужки, частота фемтосекундного лазера — 80 кГц, длина импульса — 230–550 фс, длина волны — 1023 нм, уровень энергии — 6700 нДж.

Фрагментацию ядра хрусталика также выполняли с помощью фемтосекундного лазера с помощью 8 радиальных разрезов при энергии 6700 нДж.

Остальные этапы ФЭ и фемто-ФЭ были одинаковыми.

Статистическая обработка материала проводилась с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2013 (базовая обработка; версия программы 15.0.5153.1000) и IBM SPSS Statistics (статистическая обработка; версия программы 21.0.0.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все пациенты успешно прошли планируемые исследования от базового до последнего визита. У всех пациентов острота зрения повысилась.

Из дальнейшего анализа исключали пациентов с осложнениями, требующими изменения стандартной послеоперационной противовоспалительной терапии, такими как стойкое повышение ВГД, явления циклита, отек роговицы, синдром Тиндаля, десцеметит. Исключали также пациентов с синдромом Ирвина — Гасса и интраоперационными осложнениями, требующими изменения хирургической тактики — с разрывом задней капсулы хрусталика, выпадением стекловидного тела и т.п.

Среднее время между антиглаукомной операцией и экстракцией катаракты в обеих группах составило $6,8 \pm 2,3$ месяца. Данные о контроле ВГД представлены в таблице.

Таблица. Данные ВГД и принимаемых гипотензивных препаратов

Table. IOP and hypotensive therapy

		До операции Before surgery	1 неделя 1 week	1 месяц 1 month	3 месяца 3 months	6 месяцев 6 months
ФЭ/FE	ВГД, мм рт.ст. IOP mm Hg	17,5 \pm 1,3	27,0 \pm 3,6	18,5 \pm 2,2	16,2 \pm 2,1	16,3 \pm 1,0
	Кол-во препаратов Quantity of drugs	0,0	2,0 \pm 0,7	1,4 \pm 0,8	1,4 \pm 0,8	1,4 \pm 0,8
Фемто-ФЭ/femtoFE	ВГД, мм рт.ст. IOP mm Hg	17,9 \pm 1,5	22,2 \pm 1,9	13,0 \pm 0,7	16,5 \pm 1,6	15,9 \pm 1,8
	Кол-во препаратов Quantity of drugs	0,0	0,8 \pm 0,3	0,8 \pm 0,3	0,0	0,0

Спустя 1 неделю после операции уровень ВГД в обеих группах достоверно отличался от исходного ($p = 0,013$ для ФЭ, $p = 0,03$ для фемто-ФЭ). В 1 месяц достоверная разница с исходным уровнем сохранялась только в группе ФЭ ($p = 0,046$). Спустя 3 и 6 месяцев после вмешательства значения ВГД в обеих группах достоверно не отличались от предоперационного уровня.

Исходный уровень ВГД был сравним в обеих группах ($p = 0,71$). После экстракции катаракты статистически значимая межгрупповая разница наблюдалась на 1 неделе и 1 месяце (везде $p < 0,05$). Количество принимаемых антиглаукомных препаратов также значимо различалось между обеими группами ($p < 0,05$) во все сроки послеоперационного наблюдения.

ОБСУЖДЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Насколько нам известно, наше исследование — единственное, сравнивающее влияние различных видов ФЭ на результаты непроникающей операции при глаукоме. В подавляющем большинстве исследований, объединенных в обзоры, описывается влияние ультразвуковой ФЭ на классическую СТЭ (10–13); единственным отличающимся аспектом является применение антиметаболитов при СТЭ.

В нашем исследовании была получена статистически значимая межгрупповая разница в подъеме ВГД после факохирургии в раннем послеоперационном периоде: фемто-ФЭ сопровождалась менее выраженными воспалительной реакцией и подъемом ВГД.

Через 6 месяцев, то есть к концу наблюдения, уровень ВГД в обеих группах был сравнимым. Тем не менее в группе ФЭ абсолютный успех антиглаукомной операции у ряда пациентов перешел в раздел относительного: достичь целевого ВГД в таких случаях удалось

при использовании дополнительной гипотензивной терапии. Это сравнимо с данными ВГД через полгода после ФЭ и фемто-ФЭ в глазах без предшествующей антиглаукомной операции [20].

Известно о сравнительно более слабой воспалительной реакции в передней камере после фемто-ФЭ по сравнению с ФЭ, что, по-видимому, ассоциировано с уменьшением используемой ультразвуковой энергии [21]. Мы предполагаем, что это также является причиной лучших результатов в группе фемто-ФЭ по сравнению с ФЭ.

Изучение влияния местных факторов на послеоперационную реакцию глаза после экстракции катаракты является актуальным перспективным направлением, позволяющим прогнозировать декомпенсацию ВГД и уточнять показания к фемто-ФЭ. Так, известно о более выраженной воспалительной реакции в ответ на ФЭ по сравнению с фемто-ФЭ в глазах после имплантации дренажного устройства Ex-PRESS [22], при мелкой передней камере [23], а также в глазах с псевдоэкзофолиативным синдромом как с антиглаукомной операцией в анамнезе [24], так и без нее [25].

Фемто-ФЭ, таким образом, является менее травматичной процедурой по сравнению с традиционной ультразвуковой ФЭ и может быть рекомендована как метод выбора при наличии предшествующей антиглаукомной операции. В таких глазах это может быть принципиальным фактором, влияющим на степень компенсации ВГД, течение глаукомы и зрительный прогноз.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юсеф Ю.Н. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Воронин Г.В. — сбор материала, редактирование;
Берсункаев М.К. — сбор материала, написание текста;
Волжанин А.В. — написание текста, статистическая обработка.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Health*. 2021;9(2):e144–e160. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30489-7.
- Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014;121(11):2081–2090. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013.
- Day AC, Gore DM, Bunce C, Evans JR. Laser-assisted cataract surgery versus standard ultrasound phacoemulsification cataract surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;7(7):CD010735. doi: 10.1002/14651858.CD010735.pub2.
- Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol*. 1967;64(1):23–35.
- Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, Sarayba M. Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. *J Refract Surg*. 2009;25(12):1053–1060. doi: 10.3928/1081597X-20091117-04.
- Schumacher S, Fromm M, Oberheide U, Gerten G, Wegener A, Lubatschowski H. In vivo application and imaging of intralenticular femtosecond laser pulses for the restoration of accommodation. *J Refract Surg*. 2008;24(9):991–995. doi: 10.3928/1081597X-20081101-24.
- Qian DW, Guo HK, Jin SL, Zhang HY, Li YC. Femtosecond laser capsulotomy versus manual capsulotomy: a Meta-analysis. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(3):453–458. doi: 10.18240/ijo.2016.03.23.
- Chen X, Xiao W, Ye S, Chen W, Liu Y. Efficacy and safety of femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification for cataract: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Sci Rep*. 2015;5:13123. doi: 10.1038/srep13123.
- Popovic M, Campos-Möller X, Schlenker MB, Ahmed II. Efficacy and Safety of Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery Compared with Manual Cataract Surgery: A Meta-Analysis of 14 567 Eyes. *Ophthalmology*. 2016;123(10):2113–2126. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.07.005.
- Аветисов СЭ, Еричев ВП, Петров СЮ, Волжанин А.В. Влияние факохирургии на гидродинамику глаза после предшествующей синустрабекулэтомии. *Вестник офтальмологии* 2018;134(5):99–103. doi: 10.17116/oftalma201813405199.
- Аветисов СЭ, Еричев ВП, Петров СЮ, Волжанин А.В. Influence of cataract phacoemulsification on eye hydrodynamics in patients with prior trabeculectomy. *Vestnik Oftalmologii*. 2018;134(5):99–103 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201813405199.
- Patel HY, Danesh-Meyer HV. Incidence and management of cataract after glaucoma surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013;24(1):15–20. doi: 10.1097/ICU.0b013e32835ab55f.
- Vass C, Menapace R. Surgical strategies in patients with combined cataract and glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2004;15(1):61–66. doi: 10.1097/00055735-200402000-00012.
- Mathew RG, Murdoch IE. The silent enemy: a review of cataract in relation to glaucoma and trabeculectomy surgery. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(10):1350–1354. doi: 10.1136/bjo.2010.194811.
- Purohit M, Mohite AA, Sung VCT. Glaucoma control after phacoemulsification in eyes with functioning glaucoma filtration surgeries: trabeculectomies versus glaucoma drainage devices. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2022;260(11):3597–3605. doi: 10.1007/s00417-022-05680-z.
- Chee SP, Ti SE, Sivakumar M, Tan DT. Postoperative inflammation: extracapsular cataract extraction versus phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25(9):1280–1285. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00161-3.
- Chiselă D, Antohi I, Medvichi R, Danielescu C. The influence of cataract surgery on the efficacy of trabeculectomy in patients with open-angle glaucoma. *Oftalmologia*. 2004;48(2):71–80.

17. Manoj B, Chako D, Khan MY. Effect of extracapsular cataract extraction and phacoemulsification performed after trabeculectomy on intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26(1):75–78. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00321-1.
18. Awai-Kasaoka N, Inoue T, Takihara Y, Kawaguchi A. Impact of phacoemulsification on failure of trabeculectomy with mitomycin-C. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(3):419–424. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.09.035.
19. Husain R, Liang S, Foster PJ, Gazzard G. Cataract surgery after trabeculectomy: the effect on trabeculectomy function. *Arch Ophthalmol.* 2012;130(2):165–170. doi: 10.1001/archophthalmol.2011.329.
20. Devience EX, Awidi A, Kalarn S, DeVience S. Predictors of intraocular pressure reduction after femtosecond laser-assisted cataract surgery versus conventional phacoemulsification surgery: a prospective trial. *Int Ophthalmol.* 2023;43(1):285–292. doi: 10.1007/s10792-022-02427-x.
21. Ang RET, Quinto MMS, Cruz EM, Rivera MCR, Martinez GHA. Comparison of clinical outcomes between femtosecond laser-assisted versus conventional phacoemulsification. *Eye Vis (Lond).* 2018;5:8. doi: 10.1186/s40662-018-0102-5.
22. Graffi S, Tiosano B, Naftali M, Nakhoul N. Short-term anterior chamber inflammation in phacoemulsification with and without Ex-Press glaucoma implant. *Eur J Ophthalmol.* 2020;30(3):533–537. doi: 10.1177/1120672119839300.
23. Mencucci R, De Vitto C, Cennamo M, Vignapiano R, Buzzzi M, Favuzza E. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in eyes with shallow anterior chamber depth: comparison with conventional phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg.* 2020;46(12):1604–1610. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000341.
24. Tekcan H, Mangan MS, Alpogan O, Imamoglu S, Kose AO, Ercalik NY. The effect of uneventful cataract surgery in pseudoexfoliation glaucoma with or without previous mitomycin C-augmented trabeculectomy. *Int Ophthalmol.* 2022;42(11):3531–3539. doi: 10.1007/s10792-022-02351-0.
25. Cakir I, Altan C, Yalcinkaya G, Ozveren M, Kabakci AK, Taskapili M. Evaluation of post phacoemulsification inflammation in eyes with and without pseudoexfoliation syndrome according to phaco parameters via laser flare photometry. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022;38:102805. doi: 10.1016/j.pdpdt.2022.102805.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

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

Берсункаев Мансур Куриевич
аспирант
<https://orcid.org/0000-0003-0642-8262>

Волжанин Андрей Вячеславович
научный сотрудник отдела глаукомы
<https://orcid.org/0000-0002-1421-8882>

ABOUT THE AUTHORS

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

Voronin Grigory V.
MD, Professor, leading researcher of the Optical media eye pathology department
<https://orcid.org/0000-0002-5769-6593>

Bersunkaev Mansur K.
postgraduate
<https://orcid.org/0000-0003-0642-8262>

Volzhanin Andrey V.
researcher of the Glaucoma department
<https://orcid.org/0000-0002-1421-8882>

Новая комплексная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 2. Алгоритм лечения — мнение экспертов-офтальмологов

А.В. Трубилин¹В.Н. Трубилин¹Е.Г. Полунина¹Е.А. Каспарова²

Д.В. Анджелова², К.А. Мирзабекова³, Ю.В. Евстигнеева⁴, К.В. Чиненова⁴, И.А. Лещенко⁵

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

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

³ Офтальмологический центр Коновалова
ул. 3-я Тверская-Ямская, 56/6, Москва, 125047, Российская Федерация

⁴ Офтальмологическая клиника доктора Нуренкова
Рублевское шоссе, 48/1, Москва, 121609, Российская Федерация

⁵ ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Нижняя Первомайская, 70, Москва, 105203, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):74–83

В первой части статьи была представлена разработанная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024, которая учитывает не только объективные показатели состояния слезопродукции и степени выраженности воспаления тканей глазной поверхности, но и субъективные показатели — жалобы пациентов (шкала качества жизни SPEED). Данная классификация позволяет определить степень выраженности синдрома сухого глаза (ССГ), что, в свою очередь, дает возможность выбора адекватного объема и вида терапии этого заболевания. Представленное в данной статье исследование, проведенное на базе анкетирования экспертов-офтальмологов (метод Дельфи), позволило сформулировать алгоритм лечения синдрома сухого глаза при применении разработанной комплексной клинической классификации степени тяжести данной патологии. Эксперт-офтальмолог определял показания для назначения различных групп медикаментозных препаратов: слезозаменители, корнеопротекторы: гели с содержанием декспантенола, мазевые формы. Противовоспалительная терапия: дексаметазон, противоаллергические, нестероидные противовоспалительные препараты, препараты крови (аутологичная/алогенная сыворотка, PRP), циклоспорин, антисептики. Физиотерапевтическое лечение — гигиена век: теплые компрессы / орошение поверхности век теплой водой + самомассаж век, IPL-терапия, система Aktiva, система Plasma jett. Алгоритм позволяет определить показания для 13 видов терапии синдрома сухого глаза, рекомендованных к применению международной рабочей группой The Tear Film & Ocular Surface в зависимости от степени тяжести синдрома сухого глаза (слабая, средняя, тяжелая), наличия сопутствующей патологии или приема лекарственных средств на постоянной основе, а также длительности ССГ. Учитывая высокий уровень согласованности экспертов в оценке (коэффициент kappa Рэндолафа выше 0,6) при составлении алгоритма, его можно рекомендовать к применению в широкой офтальмологической практике, включая первичное амбулаторно-поликлиническое звено.

Ключевые слова: офтальмология, синдром сухого глаза, глазная поверхность, диагностика синдрома сухого глаза, классификация

Для цитирования: Трубилин А.В., Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Каспарова Е.А., Анджелова Д.В., Мирзабекова К.А., Евстигнеева Ю.В., Чиненова К.В. Лещенко И.А. Новая комплексная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза 2024. Часть 2. Алгоритм лечения — мнение экспертов-офтальмологов. *Офтальмология*. 2025;22(1):74–83. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-74-83>

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

Конфликт интересов отсутствует.

Благодарности: за участие в работе Т.А. Привезенцевой, В.Ю. Винник, П.Ю. Козловой.



New Comprehensive Clinical Classification of the Dry Eye Syndrome Severity 2024. Part 2. Treatment Algorithm — the Opinion of Ophthalmologists

V.N. Trubilin¹, E.G. Polunina¹, A.V. Trubilin¹, E.A. Kasparova², D.V. Andzhelova², K.A. Mirzabekova³, Yu.V. Evstigneeva⁴, K.V. Chinenova⁴, I.A. Leshenko⁵

¹Academy of postgraduate education of FMBA of Russia
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

²Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

³Konovalov Ophthalmology Center
3 Tverskaya-Yamskaya str., 56/6, Moscow, 125047, Russian Federation

⁴Ophthalmology Clinic of Dr. Kurenkov
Rublevskoe highway, 48, Moscow, 121609, Russian Federation

⁵National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov
Nizhnaya Pervomaiskaya str., 70, Moscow, 105203, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):74–83

The first part of the article presented the developed clinical classification of the severity of dry eye syndrome 2024, which takes into account not only objective indicators of the state of tear production and the degree of inflammation of the tissues of the ocular surface, but also subjective indicators — patient complaints (SPEED quality of life scale). This classification allows to determine the severity of dry eye syndrome (DES), which in turn makes it possible to choose an adequate volume and type of therapy for this disease. The study presented in this article, conducted on the basis of a questionnaire of ophthalmologist experts (Delphi method), made it possible to formulate an algorithm for treating dry eye syndrome using the developed comprehensive clinical classification of the severity of this pathology. The ophthalmologist expert determined the indications for prescribing various groups of drugs — tear substitutes, corneoprotectors: gels containing dexpanthenol, ointment forms. Anti-inflammatory therapy — dexamethasone, antiallergic, non-steroidal anti-inflammatory drugs, blood products (autologous/allogeneic serum, PRP), cyclosporine, antiseptics. Physiotherapeutic treatment — eyelid hygiene: warm compresses/irrigation of the eyelid surface with warm water + eyelid self-massage, IPL therapy, Aktiva system, Plasma jett system. The algorithm allows to determine indications for 13 types of dry eye syndrome therapy recommended for use by the international working group The Tear Film & Ocular Surface depending on the severity of dry eye syndrome (mild, moderate, severe), the presence of concomitant pathology or taking medications on an ongoing basis, as well as the duration of dry eye syndrome. Given the high level of expert agreement in the assessment (Randolph kappa coefficient above 0.6) when compiling the algorithm, it can be recommended for use in a wide ophthalmological practice, including primary outpatient care.

Keywords: ophthalmology, dry eye syndrome, ocular surface, dry eye syndrome diagnostics, classification

For citation: Trubilin A.V., Polunina E.G., Trubilin V.N., Kasparova E.A., Andzhelova D.V., Evstigneeva Yu.V., Chinenova K.V., Leshenko I.A. 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. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-74-83>

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

There is no conflict of interests.

Acknowledgments: for participation in the work T.A. Privezentseva, V.Yu. Vinnik, P.Yu. Hozlova.

В первой части статьи была представлена разработанная клиническая классификация степени тяжести синдрома сухого глаза (СТ ССГ) 2024, которая учитывает не только объективные показатели состояния слезопродукции и степени выраженности воспаления тканей глазной поверхности, но и субъективные показатели — жалобы пациентов (шкала качества жизни SPEED) [1].

Данная классификация позволяет определять степень выраженности синдрома сухого глаза (ССГ), что, в свою очередь, дает возможность выбора адекватного объема и вида терапии данного заболевания.

К традиционным методам лечения ССГ относят слезозаместительную терапию. В настоящее время суще-

ствует широкий спектр слезозаменителей с доказанной в различных научных исследованиях эффективностью. Принципиальным отличием препаратов вышеуказанной группы является их химическая основа, а также наличие или отсутствие консервантов. Основными действующими веществами заменителей слез являются гиалуроновая кислота в различной концентрации, карбомеры, трегалоза [2–5].

Существуют разные подходы к выбору того или иного слезозаместительного препарата, одним из которых является определение индивидуальной эффективности и переносимости вышеуказанного лекарственного средства в зависимости от его вязкости и свойств основного

действующего вещества. При этом принципиальное значение имеет отсутствие консерванта в составе слезозаменителей. Это связано с тем, что эти препараты инстиллируют длительно, иногда пожизненно, и отсутствие в их составе консерванта позволяет снизить токсическое действие капель на ткани глазной поверхности [1, 2]. Обращает также на себя внимание бесконтрольное применение объема слезозаместительной терапии, который в отдельных случаях используют пациенты. Нередко при сборе анамнеза пациенты сообщают, что они применяют слезозаместительную терапию до 15 раз в день, а это не только не купирует жалобы на сухость и дискомфорт в глазах, но и усиливает их. В соответствии с этим при назначении слезозаместительной терапии важно четко определять частоту инстилляций. Отдельные исследования свидетельствуют о формировании кальцификатов на роговице на фоне длительного применения слезозаменителей, в состав которых входит фосфат в виде буферной системы. Учитывая тот факт, что доказана безопасность применения цитратного буфера или триметамола, при назначении слезозаместительной терапии предпочтение отдают лекарственным формам, содержащим цитратный буфер [3], в частности, линейке препаратов компании Урсафарм — ХИЛО-КОМОД®, ХИЛОМАКС-КОМОД®, ХИЛОПАРИН-КОМОД®.

Часто слезозаместительную терапию дополняют назначением корнеопротекторных средств. Следует отметить, что в качестве корнеопротекторов применяют как препараты на гелевой основе, содержащие декспантенол, способствующие ускорению регенерации эпителия, так и лекарственные средства на мазевой основе [6]. Согласно отчету экспертной группы TFOS DEWS 2017 для лечения ССГ может быть использован витамин А, обладающий антиоксидантными свойствами, поэтому большой интерес представляет возможность применения мазевой формы, содержащей витамин А — ВИТА-ПОС®.

По данным различных исследований, помимо использования слезозаместительной терапии в последние десятилетия к основным методам лечения ССГ относят проведение гигиены век [7–9].

Гигиена век представляет, по существу, физиотерапевтический метод лечения. Традиционная методика выполнения гигиены век предполагает применение на первом этапе тепловых процедур, в частности в виде теплых компрессов, что позволяет размягчить липидный секрет мейбомиевых желез, раскрыть их выводные протоки, тем самым облегчая его эвакуацию и поступление на поверхность глаза. Исследования, касающиеся изучения влияния тепловых процедур на веки и роговицу, свидетельствуют о том, что важно строго дозировать тепловой режим, при котором температура не должна превышать 41–42 градуса [10].

Кроме того, важным аспектом лечения является регулярность проведения гигиены век, поэтому большой интерес представляют данные, полученные в ходе

выполненного научного исследования и свидетельствующие о том, что замена формата теплового воздействия — теплых компрессов — на орошение поверхности век потоком теплой воды не снижает эффективность гигиены век. При этом замена более простого в применении формата теплового воздействия в виде орошения поверхности век теплой водой, как было показано в исследовании, улучшает приверженность лечению ($p < 0,05$), что при длительном использовании данного вида теплового воздействия может привести к повышению его эффективности. На втором этапе гигиены век — самомассаже век с гелем, рекомендовано применение гипоаллергенных гелей, в частности гигиенического средства «Векингель П», в состав которого входят гиалуроновая кислота, ионы серебра и декспантень [11].

В настоящее время в значительной степени расширился спектр физиотерапевтических возможностей лечения ССГ, отдельные из которых пришли в офтальмологическую практику из дерматологии, в частности IPL-терапия [12, 13].

IPL-терапия представляет собой использование высокоинтенсивных, некогерентных и не лазерных источников света в диапазоне от 500 до 1200 нм. Во время лечения пациенту надевают защитные очки, закрывающие оба глаза. Импульсы света воздействуют на кожу щек, как правило, в области нижних век. В ходе одного сеанса используют 4–5 вспышек импульсного света. Данный вид воздействия позволяет повысить температуру век и улучшить их кровообращение. Предположительно, световые лучи IPL поглощаются хромофорами гемоглобина, что приводит к устранению новообразованных сосудов и снижению выраженности воспалительных реакций, таким образом способствуя восстановлению функциональной активности мейбомиевых желез [14, 15]. Однако ряд авторов обращают внимание на то, что применение данной методики в офтальмологической практике имеет низкий временной интервал, поэтому перед тем, как метод рекомендовать к использованию в широкой офтальмологической практике, необходимы дальнейшие научные исследования для изучения его эффективности, безопасности и разработки четких показаний и противопоказаний [16].

Большой интерес представляет появление новой маски Activa (SBM Sistemi, Италия), которая представляет собой полностью автоматизированное устройство в виде очков, оснащенное сенсорным экраном. Применение данного устройства позволяет прогреть веки, в результате этого, благодаря вибрационным движениям, происходит стимуляция эвакуации липидного секрета. Вся процедура длится 15 минут и включает две фазы в следующем хронологическом порядке: 1) нагрев (5 минут при 42 °C); 2) нагрев и вибрация (10 минут нагрева при 42 °C и вибрация до 20 Гц). Исследования, направленные на изучение эффективности и безопасности данного метода лечения, свидетельствуют том, что у всех пациентов после сеанса терапии отмечается

уменьшение симптомов дискомфорта с умеренной или высокой удовлетворенностью лечением [17, 18].

В настоящее время на отечественном рынке появился прибор JETT PLASMA LIFT MEDICAL, в протоколах применения которого прописан широкий спектр показаний к его использованию, включая лечение блефаритов, синдрома сухого глаза и дисфункции мейбомиевых желез. Механизмом действия данного устройства является фульгурация (от лат. *fulgur* — «молния», также *электрофульгурация*) постоянным током на участке воздействия. Глубина воздействия при фульгурации, а именно ожога, зависит от мощности воздействия, которую может регулировать врач. Ранее данный метод лечения применяли в гинекологической и дерматологической практике [19].

Разработчики оборудования предлагают при применении низких мощностей проводить воздействие как на поверхность кожи век, в области проекции мейбомиевых желез, так и на слизистую оболочку глаза. Отдельные исследования свидетельствуют об улучшении функциональной активности мейбомиевых желез [20].

Эффективность данного метода лечения вызывает большой интерес и расширяет возможности проведения физиотерапевтических методов лечения ССГ, однако требует проведения дополнительных исследований, которые будут направлены на оценку состояния конъюнктивы после курса лечения. В частности, это касается изучения функционального состояния бокаловидных клеток, расположенных в поверхностном эпителиальном слое конъюнктивы, продуцирующих муциновый компонент слезной пленки.

Исследования последних лет, направленные на изучение ССГ, свидетельствуют о том, что нарушение процесса слезообразования неразрывно связано с воспалительным процессом тканей глазной поверхности, поэтому важным аспектом является проведение противовоспалительной терапии. Чаще всего применяют стандартные формы противовоспалительных препаратов, к которым в первую очередь относят дексаметазон короткими курсами по убывающей схеме. Нередко данный препарат используют в разведении при необходимости его длительного использования, например при аутоиммунной этиологии ССГ [21–24].

В отдельных случаях для купирования воспалительного процесса при ССГ применяют нестероидные противовоспалительные препараты. Однако данная группа препаратов может негативно влиять на состояние роговицы, поэтому такая терапия используется короткими курсами и под наблюдением врача [25, 26].

Наибольший интерес представляет возможность лечения ССГ при применении глазных капель на основе дериватов крови — сыворотки крови и богатой тромбоцитами плазмы Platelet rich plasma (PRP). Состав сыворотки схож с составом слезной жидкости благодаря биофизическим свойствам, а также похожим значением pH и осмолярности. Аутологичная сыворотка (АС)

включает в себя, помимо множества факторов роста, лизоцим и фибронектин, субстанцию P, витамин A, оказывающие потенциально благотворное воздействие на эпителий конъюнктивы и роговицы [27]. В ситуациях, когда применение аутологичной сыворотки пациента противопоказано в связи с наличием у него системного аутоиммунного заболевания соединительной ткани или крови, альтернативой может стать применение аллогенной сыворотки от здорового донора.

Сыворотка относится к жидкой части крови, лишенной клеточных компонентов, которую получают путем коагуляции в сгусток крови, не содержащей антикоагулянтов. Для получения аутологичной/аллогенной сыворотки (АС) цельную кровь забирают в стерильные пробирки без антикоагулянта. После свертывания крови и последующего центрифугирования в течение 15 мин в режиме 3000 об/мин производят забор отделившейся бесклеточной части стерильным шприцем и перенос АС в стерильные флаконы-капельницы. С целью предотвращения разрушения сывороточных компонентов рекомендовано один флакон с АС для инстилляций хранить в холодильнике при температуре ~ -2–4 °С, а остальные флаконы-капельницы с АС поместить в морозильную камеру (-20 °С) для более длительного хранения. Содержимое 1 флакона используют в течение 5–7 дней, далее пациент применяет новый флакон с замороженной сывороткой из морозильной камеры. После размораживания АС флакон оставляют в холодильнике и инстиллируют в конъюнктивальную полость от 4 до 8 раз в день [28].

При приготовлении капель из PRP используют специальную стерильную пробирку фабричного производства, в которую добавлен антикоагулянт (декстроза + цитрат натрия), затем центрифугируют при 1600 об/мин в течение 10 мин., получая таким образом 3 слоя. В результате бедная тромбоцитами плазма оказывается сверху, PRP ниже, а внизу — отделенные белые и красные клетки. При контакте тромбоцитов с поврежденной тканью происходит их дегрануляция и выделение в окружающую микросреду ростовых/трофических факторов, которые вступают во взаимодействие с фибробластами лимбальной зоны и эпителиальными клетками и запускают каскад регенеративных реакций [29]. Вопрос о токсическом действии цитрата натрия на ткани глаза нуждается в дальнейшем изучении. Проведенные научные исследования свидетельствуют об эффективности вышеуказанной терапии при лечении средней степени тяжести и тяжелых проявлений ССГ [30–33].

Широкое распространение в лечении ССГ получили лекарственные средства, основой которых является циклоsporин. Значительное число исследований, направленных на изучение эффективности и безопасности применения данной группы препаратов, свидетельствует о том, что они используются как альтернативный метод лечения у пациентов с ССГ, ассоциированного с синдромом Шегрена [34–36].

Нередко синдром сухого глаза сопровождается или является следствием аллергического конъюнктивита, в этом случае следует использовать также инстилляции противоаллергических лекарственных средств [37].

При обострении воспалительного процесса на фоне хронического течения ССГ может возникнуть необходимость проведения профилактики вторичной инфекции. По данным различных научных исследований, применение лекарственных препаратов из группы антисептиков является более безопасным с точки зрения формирования резистентности по сравнению с антибиотиками при проведении профилактических курсов терапии [38].

Таким образом, лечение ССГ базируется на трех основных столпах: увлажнение и защита эпителия тканей глазной поверхности; физиотерапия, направленная на восстановление функциональной активности мейбомиевых желез; и купирование воспаления. Анализ данной литературы свидетельствует об отсутствии алгоритма, позволяющего сделать выбор между существующими альтернативными методами лечения. В представленном исследовании предпринята попытка разработать вышеуказанный алгоритм, который основан на дифференциальном подходе, учитывающем не только степень выраженности ССГ, но и анамнестические данные — сопутствующую патологию и лекарственные средства, которые пациент принимает на постоянной основе, следовательно, этиологию ССГ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведенное исследование было направлено на разработку алгоритма лечения ССГ в зависимости от степени тяжести ССГ (слабая, средняя, тяжелая). При составлении алгоритма в виде разработанной анкеты для опроса экспертов-офтальмологов (метод Дельфи) также учитывали показатели соматического статуса и прием лекарственных препаратов, принимаемых на постоянной основе при лечении сопутствующей патологии, потенциально влияющих на слезопроизводящую систему, по данным международной рабочей группы The Tear Film & Ocular Surface (TFOS) [39].

При оценке соматического статуса фиксировали наличие или отсутствие аутоиммунной патологии, аллергических реакций и косметологического воздействия (блефаропластика, инъекции ботулотоксина) в периорбитальной зоне. В подраздел анкеты «Терапия сопутствующих заболеваний» были включены следующие группы лекарственных средств: антиглаукомные препараты — глазные капли; таблетированные формы, принимаемые *per os*, — антидепрессанты; препараты для коррекции артериального давления; женские половые гормоны; стероиды, цитостатики, гормоны щитовидной железы. Кроме того, определяли длительность процесса, который учитывается при выборе того или иного вида терапии, — до 7 дней, до 1 месяца, более 1 месяца.

В алгоритм включены все основные виды терапии синдрома сухого глаза, рекомендованные к применению международной рабочей группой TFOS [39]. Эксперт-офтальмолог определял показания для назначения различных групп медикаментозных препаратов: слезозаменители, корнеопротекторы: гели с содержанием декспантенола, мази, зевые формы. Противовоспалительная терапия: дексаметазон, противоаллергические, нестероидные противовоспалительные препараты, препараты крови (аутологичная/ алогенная сыворотка, PRP), циклоспорин, антисептики. Физиотерапевтическое лечение — гигиена век: теплые компрессы / орошение поверхности век теплой водой + самомассаж век, IPL-терапия, система Aktiva, система Plasma jett. Всего в исследование было включено 13 видов терапии.

В работе приняли участие 33 офтальмолога в возрасте $45,0 \pm 8,1$ года (диапазон возраста от 32 до 60 лет), имеющих стаж профессиональной деятельности в среднем $23,5 \pm 7,2$ года. Основная профессиональная деятельность экспертов была связана с поликлиническим приемом (27 человек), хирургией (6 человек).

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Первичные данные заносили в электронную таблицу Microsoft Excel. Обработку данных проводили с использованием языка программирования Python 3 и прикладной библиотеки Pandas. Для оценки межэкспертной согласованности рассчитывали коэффициент каппа Рэндольфа с использованием прикладной библиотеки statsmodels. Интерпретацию данного коэффициента проводили по следующей шкале: 0,01–0,20 — крайне низкое согласие, 0,21–0,40 — низкое согласие, 0,41–0,60 — умеренное согласие, 0,61–0,80 — существенное согласие, 0,81–1,00 — почти полное согласие. Выбор наиболее приоритетной рекомендации по показаниям для различных видов терапии на основании экспертных оценок осуществляли по принципу большинства голосов. Поскольку варианты ответов в анкете имели бинарный характер (да / нет), то приоритетной позицией считалась доля выбора рекомендации более 50 %. Данные представлены в виде абсолютных чисел и процентов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ данных научной литературы, а также многолетний клинический опыт наблюдения за пациентами с ССГ показали необходимость разработки дифференцированного подхода к выбору тактики лечения этой патологии в зависимости от степени выраженности нарушения процесса слезообразования и воспалительного процесса тканей глазной поверхности. Это связано с несколькими факторами. В первую очередь с тем, что недифференцированный подход к назначению лекарственной терапии в значительной степени повышает медикаментозную нагрузку на глазную поверхность и приводит к усугублению тяжести течения ССГ. Например, применение цитостатиков при слабых проявлениях ССГ не является оправданным, но может показать свою эффективность при его тяжелом течении.

Кроме того, в настоящее время расширился спектр инструментальных диагностических методик, в том

числе использование щелевой лампы MediWorks, что позволяет зафиксировать неинвазивные показатели степени нарушения слезообразования и воспаления глазной поверхности и выводит диагностику ССГ на новый уровень объективизации. При этом у практикующих врачей возникает закономерный вопрос — как именно они могут применять полученные показатели в своей клинической практике? На наш взгляд, разработанный алгоритм лечения ССГ, основанный на комплексе субъективных (шкала SPEED), а также объективных инструментальных показателей нарушения процесса слезообразования и воспаления глазной поверхности является важным инструментом, который имеет большое практическое значение не только для врачей, специализирующихся на лечении ССГ, но и врачей амбулаторно-поликлинического звена.

В настоящее время в значительной степени расширился спектр возможностей лечения ССГ за счет появления новых физиотерапевтических методов лечения данной патологии: IPL-терапия, Plasma Jett, система Aktiva, механизм действия которых подробно описан в вводной части статьи. Данные методики не так давно появились в офтальмологической практике, однако вошли в настоящее исследование, в котором предпринята попытка не только определить показания для их назначения,

но и обозначить потенциально опасные, с точки зрения экспертов, участвовавших в исследовании, риски развития осложнений, которые могут возникнуть на фоне их использования. Вышеперечисленные соображения послужили предпосылкой для проведения данного исследования.

На первом этапе выполнен статистический анализ данных, полученных при анкетировании экспертов-офтальмологов, на базе которого сформирован алгоритм лечения ССГ в зависимости от степени тяжести его проявления — слабая, средняя, тяжелая (табл. 1, 2, 3), представленный ниже.

Следует отметить, что разработанный алгоритм позволяет определить общее направление в выборе того или иного вида лечения, однако не предполагает моментального назначения всех видов терапии. В каждом конкретном случае, с учетом показаний и противопоказаний (сопутствующая патология, применяемая на постоянной основе терапия, длительность патологического процесса), врач подбирает соответствующий вид лечения, имея возможность замены в рамках предложенного алгоритма на альтернативную терапию.

На втором этапе исследования, при применении статистического анализа, определяли степень межэкспертной согласованности. По 7 видам из 13 видов терапии

Таблица 1. Алгоритм лечения слабой степени тяжести синдрома сухого глаза по данным экспертов-офтальмологов

Table 1. Algorithm for the treatment of mild dry eye disease according to expert ophthalmologists

СЛАБАЯ СТЕПЕНЬ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА (ССГ) / MILD DRY EYE DISEASE (DED)	
РЕКОМЕНДОВАНО применение моно- или комплексной терапии / <i>RECOMMENDED use in mono or complex therapy</i>	НЕ РЕКОМЕНДОВАНО применение данных видов лечения / <i>The use of these types of treatment is NOT RECOMMENDED</i>
Слезозаменители / корнеопротекторы / <i>Artificial tears / corneoprotectors</i>	
Слезозаменители / <i>Artificial tears</i>	Корнеопротекторы гелевые формы Корнеопротекторы мазевые формы <i>Corneoprotectors gel forms</i> <i>Corneoprotectors ointment forms</i>
Противовоспалительная терапия / <i>Anti-inflammatory therapy</i>	
Противоаллергические препараты * Длительность ССГ больше 1 месяца / <i>Antiallergic drugs</i> * <i>Duration of e DED is more than 1 month</i>	Стероиды Антисептики Препараты (сыворотки) крови НПВС Циклоспорин <i>Steroids</i> <i>Antiseptics</i> <i>Blood preparations (serums)</i> <i>NSAID</i> <i>Cyclosporin</i>
Физиотерапия / <i>Physiotherapy</i>	
Гигиена век: Теплые компрессы /орошение поверхности век теплой водой + самомассаж век с гелем <i>Eyelid hygiene:</i> <i>Warm compresses/irrigation of the eyelid surface with warm water +self-massage of the eyelids with gel</i>	IPL-терапия Система Plasma Jett Система Aktiva IPL therapy Plasma Jett System Aktiva System

Примечание: * ограничения к применению.
Note: * restrictions on use.

Таблица 2. Алгоритм лечения средней степени тяжести синдрома сухого глаза по данным экспертов-офтальмологов**Table 2.** Algorithm for the treatment of moderate dry eye disease according to expert ophthalmologists

СРЕДНЯЯ СТЕПЕНЬ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА (ССГ) / MODERATE DRY EYE DISEASE (DED)	
РЕКОМЕНДОВАНО применение в моно- или в комплексной терапии / RECOMMENDED use in mono or complex therapy	НЕ РЕКОМЕНДОВАНО применение данных видов лечения / The use of these types of treatment is NOT RECOMMENDED
Слезозаменители / корнеопротекторы / Artificial tears / corneoprotectors	
Слезозаменители / Artificial tears	
Корнеопротекторы гелевые формы / Corneoprotectors gel forms	
Корнеопротекторы мазевые формы * Аллергические реакции в анамнезе; антиглаукомная терапия; длительность ССГ меньше 7 дней Corneoprotectors ointment forms * Allergic reactions in anamnesis; antiglaucoma therapy; duration of DED less than 7 days	
Противовоспалительная терапия / Anti-inflammatory therapy	
Противоаллергические препараты * Длительность процесса ССГ более 1 месяца Antiallergic drugs * Duration of DED is more than 1 month Steroids	Стероиды Циклоспорин Steroids Cyclosporin
Препараты (сыворотки) крови * Длительность ССГ меньше 1 месяца Blood preparations (serums) *Duration of DED is less than 1 month	
НПВС *Стероиды / цитостатики / гормоны щитовидной железы per os; длительность ССГ меньше 1 месяца NSAID *Steroids / cytostatics / thyroid hormones per os; duration of DED is less than 1 month	
Антисептики Antiseptics	
Физиотерапия / Physiotherapy	
Гигиена век: Теплые компрессы/орошение поверхности век теплой водой + самомассаж век с гелем Eyelid hygiene: Warm compresses/irrigation of the eyelid surface with warm water + self-massage of the eyelids with gel	
IPL-терапия Система Plasma Jett * Аутоиммунные заболевания; аллергические реакции в анамнезе; косметологические процедуры в периорбитальной зоне; антиглаукомная терапия; половые гормоны per os; стероиды / цитостатики / гормоны щитовидной железы per os; длительность ССГ меньше 1 месяца IPL therapy Plasma Jett System *Autoimmune diseases; history of allergic reactions; cosmetic procedures in the periorbital area; antiglaucoma therapy; sex hormones per os; steroids / cytostatics / thyroid hormones per os; duration of DED less than 1 month	
Система Aktiva * Аутоиммунные заболевания; аллергические реакции в анамнезе; антиглаукомная терапия, стероиды / цитостатики / гормоны щитовидной железы per os Aktiva System *Autoimmune diseases; history of allergic reactions; antiglaucoma therapy, steroids / cytostatics / thyroid hormones per os	

Примечание: * ограничения к применению.
Note: * restrictions on use.

(слезозаменители, гигиена век: теплые компрессы + самомассаж с гелем, корнеопротекторы гелевые формы, содержащие декспантенол, IPL-терапия, система АКТИВА, система Plasma Jett, циклоспорин) эксперты имели почти полное согласие, еще по 5 видам терапии (корнеопротекторы мазевые формы (Витапос), противоаллергические препараты, инстиляция препаратов крови (PRP), стероиды, НПВС) — существенное согласие и по одному виду терапии (антисептики) — умеренное

согласие (табл. 1). Это говорит о достаточном уровне согласованности в экспертных оценках по выбору рекомендаций к терапии.

ОГРАНИЧЕНИЯ

Данное исследование является пилотным с точки зрения формирования алгоритма лечения синдрома сухого глаза в зависимости от его степени тяжести. В разработанном алгоритме есть ряд ограничений.

Таблица 3. Алгоритм лечения тяжелой степени болезни сухого глаза по данным экспертов-офтальмологов

Table 3. Algorithm for treating severe dry eye disease according to expert ophthalmologists

СРЕДНЯЯ СТЕПЕНЬ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА (ССГ) / SEVERE DRY EYE DISEASE (DED)	
РЕКОМЕНДОВАНО применение в моно- или в комплексной терапии / RECOMMENDED use in mono or complex therapy	НЕ РЕКОМЕНДОВАНО применение данных видов лечения / The use of these types of treatment is NOT RECOMMENDED
Слезозаменители / корнеопротекторы / Artificial tears / corneoprotectors	
Слезозаменители / Artificial tears	Корнеопротекторы мазевые формы / Corneoprotectors ointment forms
Корнеопротекторы гелевые формы / Corneoprotectors gel forms	
Противовоспалительная терапия / Anti-inflammatory therapy	
Стероиды * Длительность ССГ меньше 1 месяца Steroids * Duration of ССГ is less than 1 month	НПВС Противоаллергические препараты NSAID Antiallergic drugs
Препараты (сыворотки) крови * Длительность процесса меньше 1 месяца Blood preparations (serums) * Duration of the process is less than 1 month	
Циклоспорин * Аллергические реакции в анамнезе; косметологические процедуры в периорбитальной зоне, антиглаукомная терапия, половые гормоны per os; стероиды / цитостатики / гормоны щитовидной железы per os; длительность ССГ меньше 1 месяца Cyclosporine * History of allergic reactions; cosmetic procedures in the periorbital area, antiglaucoma therapy, sex hormones per os; steroids / cytostatics / thyroid hormones per os; duration of DED less than 1 month	
Антисептики / Antiseptics	
Физиотерапия / Physiotherapy	
Гигиена век: Теплые компрессы / орошение поверхности век теплой водой + самомассаж век с гелем Eyelid hygiene: Warm compresses / irrigation of the eyelid surface with warm water + self-massage of the eyelids with gel	IPL-терапия Система Plasma Jett IPL therapy Plasma Jett System
Система Активa * Аутоиммунные заболевания; аллергические реакции в анамнезе; антиглаукомная терапия, стероиды / цитостатики / гормоны щитовидной железы per os Aktiva System * Autoimmune diseases; history of allergic reactions; antiglaucoma therapy, steroids / cytostatics / thyroid hormones per os	

Примечание: * ограничения к применению.
Note: * restrictions on use.



Рис. 1. Межэкспертная согласованность при указании рекомендаций к назначению различных видов терапии. Красная линия — нижняя граница умеренной согласованности, зеленая линия — уровень согласованности 0,5

Fig. 1. Inter-expert agreement in indicating recommendations for the appointment of various types of therapy. The red line is the lower limit of moderate agreement, the green line is the agreement level of 0.5

Например, не учтены известные факторы риска развития ССГ, такие как ношение контактных линз, рефракционные операции в анамнезе, компьютерный зрительный синдром и др. Вышеуказанные факторы необходимо учитывать при выборе терапии ССГ, однако включение их в разработанный алгоритм снижает однозначность понимания поставленного перед экспертом вопроса, так как степень их влияния на глазную поверхность зависит от времени их применения, рефракционных показателей и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенное исследование на базе анкетирования экспертов-офтальмологов (метод Дельфи) позволило сформулировать алгоритм лечения синдрома сухого глаза при применении комплексной клинической классификации степени тяжести данной патологии. Алгоритм позволяет определить показания для 13 видов терапии синдрома сухого глаза, рекомендованных

к применению международной рабочей группой The Tear Film & Ocular Surface в зависимости от степени тяжести синдрома сухого глаза (слабая, средняя, тяжелая), наличия сопутствующей патологии или приема лекарственных средств на постоянной основе, а также длительности патологического процесса. Учитывая высокий уровень согласованности экспертов в оценке (коэффициент kappa Рэндольфа выше 0,6) при составлении алгоритма, его можно рекомендовать к применению в широкой офтальмологической практике, включая первичное амбулаторно-поликлиническое звено.

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;
Каспарова Е.А. — сбор и обработка материала, написание текста;
Анджелова Д.В. — сбор и обработка материала;
Мирзабекова К.А. — сбор и обработка материала;
Евстигнеева Ю.В. — сбор и обработка материала;
Чиненова К.В. — сбор и обработка материала;
Лещенко И.А. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. 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.
2. 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.
3. Troisi M, Del Prete S, Troisi S, Marasco D, Rinaldi M, Costagliola C. Scanning Electron Microscopy (SEM) Evaluation of the Ultrastructural Effects on Conjunctival Epithelial Cells of a New Multiple-Action Artificial Tear Containing Cross-Linked Hyaluronic Acid, Cationic Liposomes and Trehalose. *Biomedicines*. 2024 Aug 23;12(9):1945. doi: 10.3390/biomedicines12091945.
4. Schrage NF, Frentz M, Reim M. Changing the composition of buffered eye-drops prevents undesired side effects. *Br J Ophthalmol*. 2010 Nov;94(11):1519–1522. doi: 10.1136/bjo.2009.177386.
5. Barabino S, Benitez-Del-Castillo JM, Fuchsluger T, Labetoulle M, Malachkova N, Meloni M, Utheim TP, Rolando M. Dry eye disease treatment: the role of tear substitutes, their future, and an updated classification. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2020 Sep;24(17):8642–8652. doi: 10.26355/eurrev_202009_22801.
6. Rajendraprasad RM, Kwatra G, Batra N. Carboxymethyl Cellulose versus Hydroxypropyl Methylcellulose Tear Substitutes for Dry Eye Due to Computer Vision Syndrome: Comparison of Efficacy and Safety. *Int J Appl Basic Med Res*. 2021 Jan-Mar;11(1):4–8. doi: 10.4103/ijabmr.IJABMR_399_20.
7. Huang R, Su C, Fang L, Lu J, Chen J, Ding Y. Dry eye syndrome: comprehensive etiologies and recent clinical trials. *Int Ophthalmol*. 2022 Oct;42(10):3253–3272. doi: 10.1007/s10792-022-02320-7.
8. Ahn H, Kim BY, Kim J, Ji YW, Jun I, Kim TI, Lee HK, Seo KY. How Long to Continue Eyelid Hygiene to Treat Meibomian Gland Dysfunction. *J Clin Med*. 2022 Jan 20;11(3):529. doi: 10.3390/jcm111030529.
9. Tanabe H, Kaido M, Kawashima M, Ishida R, Ayaki M, Tsubota K. Effect of Eyelid Hygiene Detergent on Obstructive Meibomian Gland Dysfunction. *J Oleo Sci*. 2019 Jan 1;68(1):67–78. doi: 10.5650/jos.ess18161.
10. Bitton E, Ngo W, Dupont P. Eyelid hygiene products: A scoping review. *Cont Lens Anterior Eye*. 2019 Dec;42(6):591–597. doi: 10.1016/j.clae.2019.09.008.
11. Медведев ИБ, Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Дергачева НН, Анджелова ДВ, Евстигнеева Ю.В. Современные возможности физиотерапевтического лечения дисфункции мейбомиевых желез. *Офтальмология*. 2022;19(2):235–241.
12. Medvedev IB, Trubilin VN, Polunina EG, Dergacheva NN, Andzhelova DV, Evstigneeva YuV. Modern Possibilities of Physiotherapeutic Treatment in Meibomian Gland Dysfunction. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):235–241 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-235-241.
13. Трубилин АВ, Полунина ЕГ, Трубилин ВН, Закарянский 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.
14. Trubilin AV, Polunina EG, Trubilin VN, Zakatianskii 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.
15. Gade A, Vasile GF, Hohman MH, Rubenstein R. Intense Pulsed Light (IPL) Therapy. 2024 Mar 1. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 35593833.
16. Майчук ДЮ, Лощкарева АО, Цветкова ТВ. Алгоритм комплексной терапии синдрома сухого глаза с дисфункцией мейбомиевых желез интенсивным импульсным светом (IPL) в сочетании с гигиеной век и слезозамещением. *Офтальмология*. 2020;17(3s):640–647.
17. Maychuk DYU, Loshkareva AO, Tsvetkova TV. The Complex Treatment Algorithm for Dry Eye Syndrome with Meibomian Gland Dysfunction. Combination of Intense Pulsed Light (IPL) with Eyelid Hygiene and Artificial Tears. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(3s):640–647 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-3S-640-647.
18. Li S, Yang K, Wang J, Li S, Zhu L, Feng J, Tian L, Jie Y. Effect of a Novel Thermostatic Device on Meibomian Gland Dysfunction: A Randomized Controlled Trial in Chinese Patients. *Ophthalmol Ther*. 2022 Feb;11(1):261–270. doi: 10.1007/s40123021-00431-5.
19. Shin KY, Lim DH, Moon CH, Kim BJ, Chung TY. Intense pulsed light plus meibomian gland expression versus intense pulsed light alone for meibomian gland dysfunction: A randomized crossover study. *PLoS One*. 2021 Mar 4;16(3):e0246245. doi: 10.1371/journal.pone.0246245.
20. Cote S, Zhang AC, Ahmadzai V, Maleken A, Li C, Oppedisano J, Nair K, Busija L, Downie LE. Intense pulsed light (IPL) therapy for the treatment of meibomian gland dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Mar 18;3(3):CD013559. doi: 10.1002/14651858.CD013559.
21. Vigo L, Pellegrini M, Carones F, Scoria V, Giannaccare G. Short-Term Effects of a Novel Eye Mask Producing Heat and Vibration for the Treatment of Meibomian Gland Dysfunction: A Pilot Study. *J Ophthalmol*. 2021 Aug 17;2021:1370002. doi: 10.1155/2021/1370002.
22. Vigo L, Pellegrini M, Carones F, Scoria V, Giannaccare G. Outcomes of serial sessions of Activa mask combined with intense pulsed light therapy in patients with Meibomian gland dysfunction. *BMC Ophthalmol*. 2022 Jul 19;22(1):313. doi: 10.1186/s12886-022-02538-0.
23. Fait T, Baltazar T, Bubenickova L, Kestranek J, Stepan M, Muller M, Turcan P. Treatment of Vulvovaginal Laxity by Electroporation: The Jett Plasma Medical for Her II Study. *J Clin Med*. 2023 Sep 27;12(19):6234. doi: 10.3390/jcm12196234.
24. Zemanova M. Treatment of mild forms of blepharitis using direct plasma discharge Advances in Ophthalmology & Visual System Preliminary Report. *Advances in Ophthalmology & Visual System*. 2020; 10:127–130. doi: 10.15406/aovs.2020.10.00397.
25. Kumari S, Dandamudi M, Rani S, Behaeghel E, Behl G, Kent D, O'Reilly NJ, O'Donovan O, McLoughlin P, Fitzhenry L. Dexamethasone-Loaded Nanostructured Lipid Carriers for the Treatment of Dry Eye Disease. *Pharmaceutics*. 2021 Jun 18;13(6):905. doi: 10.3390/pharmaceutics13060905.
26. Lin MX, Guo L, Saldanha JJ, VanCourt S, Zeng J, Karakus S, Hessen M, Li G, Akpek EK. Dexamethasone Intracanalicular Insert for Clinically Significant Aqueous-Deficient Dry Eye: A Randomized Controlled Trial. *Ophthalmology*. 2024 Sep;131(9):1033–1044. doi: 10.1016/j.ophtha.2024.03.010.
27. Li X, Jin X, Wang J, Li X, Zhang H. Dexamethasone attenuates dry eye-induced pyroptosis by regulating the KCNQ1OT1/miR-214 cascade. *Steroids*. 2022 Oct;186:109073. doi: 10.1016/j.steroids.2022.109073.
28. Utheim TP, Chen X, Fineid F, Steinkjer T, Heegaard S, Kolko M, Dartt DA, Khan AZ. Response predictors of a topical corticosteroid-based regimen for dry eyes: A real-life study. *Acta Ophthalmol*. 2025 Feb;103(1):93–98. doi: 10.1111/aos.16758.
29. Nguyen A, Kolluru A, Beglarian T. Dry eye disease: A review of anti-inflammatory therapies. *Taiwan J Ophthalmol*. 2023 Feb 13;13(1):3–12. doi: 10.4103/2211-5056.369606.

26. Messmer EM. Pathophysiology of dry eye disease and novel therapeutic targets. *Exp Eye Res.* 2022 Apr;217:108944. doi: 10.1016/j.exer.2022.108944.
27. Vazirani J, Sridhar U, Gokhale N, Doddigarla VR, Sharma S, Basu S. Autologous serum eye drops in dry eye disease: Preferred practice pattern guidelines. *Indian J Ophthalmol.* 2023 Apr;71(4):1357–1363. doi: 10.4103/IJO.IJO_2756_22. PMID: 37026267; PMCID: PMC10276663.
28. Каспарова ЕА, Криволапова ДА. Сыворотка крови в лечении эпителиопатии различного генеза. Клинические наблюдения. *Офтальмология.* 2024;21(4):769–776. Kasparova EA, Krivolapova DA. Blood Serum in the Treatment of Epitheliopathy of Various Genesis. *Clinical Observations. Ophthalmology in Russia.* 2024;21(4):769–776 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-4-769-776.
29. Sharkawy HE, Kantarci A, Deady J. Platelet — rich plasma: growth factors and proand anti-inflammatory properties. *J. Periodontol.* 2007;78(4):661–669. doi: 10.5272/jimab.2016224.1379.
30. Kang MJ, Lee JH, Hwang J, Chung SH. Efficacy and safety of platelet-rich plasma and autologous-serum eye drops for dry eye in primary Sjögren's syndrome: a randomized trial. *Sci Rep.* 2023 Nov 7;13(1):19279. doi: 10.1038/s41598-023-46671-2.
31. Jongkhajornpong P, Lekhanont K, Rattanasiri S, Numthavaj P, McKay G, Attia J, Thakkestian A. Efficacy of 100% autologous platelet-rich plasma and 100% autologous serum in dry eye disease: a randomised controlled trial. *BMJ Open Ophthalmol.* 2024 Oct 8;9(1):e001857. doi: 10.1136/bmjophth-2024-001857.
32. Jongkhajornpong P, Lekhanont K, Rattanasiri S, Numthavaj P, McKay G, Attia J, Thakkestian A. Efficacy of 100% autologous platelet-rich plasma and 100% autologous serum in dry eye disease: a randomised controlled trial. *BMJ Open Ophthalmol.* 2024 Oct 8;9(1):e001857. doi: 10.1136/bmjophth-2024-001857.
33. Balal S, Udoh A, Pappas Y, Cook E, Barton G, Hassan A, Hayden K, Bourne RRA, Ahmad S, Pardhan S, Harrison M, Sharma B, Wasil M, Sharma A. The feasibility of finger prick autologous blood (FAB) as a novel treatment for severe dry eye disease (DED): protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2018 Oct 31;8(10):e026770. doi: 10.1136/bmjopen-2018-026770.
34. Gao M, Zhao L, Liang R, Zhu Q, Zhao Q, Kong X. Evaluation of the Efficacy and Safety of Topical 0.05% Cyclosporine Eye Drops (II) in the Treatment of Dry Eye Associated with Primary Sjögren's Syndrome. *Ocul Immunol Inflamm.* 2023 Oct;31(8):1662–1668. doi: 10.1080/09273948.2022.2094812.
35. Moawad P, Shamma R, Hassanein D, Ragab G, El Zawahry O. Evaluation of the effect of topical tacrolimus 0.03% versus cyclosporine 0.05% in the treatment of dry eye secondary to Sjogren syndrome. *Eur J Ophthalmol.* 2022 Jan;32(1):673–679. doi: 10.1177/1120672121992680.
36. Moscovici BK, Holzchuh R, Sakasagawa-Naves FE, Hoshino-Ruiz DR, Albers MB, Santo RM, Hida RY. Treatment of Sjögren's syndrome dry eye using 0.03% tacrolimus eye drop: Prospective double-blind randomized study. *Cont Lens Anterior Eye.* 2015 Oct;38(5):373–378. doi: 10.1016/j.clae.2015.04.004.
37. Nye M, Rudner S, Bielory L. Emerging therapies in allergic conjunctivitis and dry eye syndrome. *Expert Opin Pharmacother.* 2013 Aug;14(11):1449–1465. doi: 10.1517/14656566.2013.802773.
38. Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Кожухов АА, Куренков ВВ, Морева НВ, Трубилин АВ. Медикаментозная терапия конъюнктивитов. Литературный обзор. *The EYE ГЛАЗ.* 2023;25(3):225–233. Trubilin VN, Polunina EG, Kozhukhov AA, Kurenkov VV, Moreva NV, Trubilin AV. Medical therapy for conjunctivitis. Literature review. *The EYE GLAZ.* 2023;25(3):225–233 (In Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2023-3-225-233.
39. Craig JP, Alves M, Wolffsohn JS, Downie LE, Efron N, Galor A, Gomes JAP, Jones L, Markoulli M, Stapleton F, Starr CE, Sullivan AG, Willcox MDP, Sullivan DA. TFOS Lifestyle Report Introduction: A Lifestyle Epidemic — Ocular Surface Disease. *Ocul Surf.* 2023 Apr;28:304–309. doi: 10.1016/j.jtos.2023.04.014. Epub 2023 Apr 29. PMID: 37121544.

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>

Каспарова Евгения Аркадьевна
кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии оптических сред глаза
<https://orcid.org/0000-0001-8594-2395>

Анджелова Диана Владимировна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник

Мирзобекова Каринэ Арменовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Евстигнеева Юлия Владимировна
кандидат медицинских наук, офтальмолог

Чиненова Ксения Владимировна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Лещенко Ирина Антоновна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии

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>

Kasparova Evgeniya A.
PhD, leading research officer of the optical media of the Eye pathology department
<https://orcid.org/0000-0001-8594-2395>

Andzhelova Diana V.
MD, senior research officer

Mirzabekova Karina A.
PhD, ophthalmologist

Evsstigneeva Yulia V.
PhD, ophthalmologist

Chinenova Ksenia V.
PhD, ophthalmologist

Leshenko Irina A.
PhD, Associate Professor of the of Ophthalmology department

Анализ эффективности использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва



И.Э. Азнаурян¹ С.И. Рычкова^{2,3,4}

С.Г. Агагулян¹, В.О. Баласанян¹, Н.И. Курышева⁴, А.Б. Лавер⁴

¹ ЦОЗДиП «Ясный Взор»

ул. Новоалексеевская, 23, Москва, 129626, Российская Федерация

² Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН
Большой Каретный переулок, 19, Москва, 127051, Российская Федерация

³ ФГАОВ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Островитянова, 1, Москва, 117997, Российская Федерация

⁴ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):84–91

Работа посвящена одной из актуальных проблем современной офтальмологии — исследованию возможностей использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении пациентов с врожденной частичной атрофией зрительного нерва (ЧАЗН).

Цель — проанализировать эффективность использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва. **Пациенты и методы.** Наблюдали 22 пациентов с врожденной ЧАЗН в возрасте от 10 до 25 (в среднем $16,3 \pm 0,8$) лет. Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием оценивали величину девиации и амплитуду фузии при помощи компьютерной программы «Нлинок», а также показатели зрительной памяти при помощи компьютерной программы «Экспло», для оценки выраженности стереокинетического эффекта (СЭ) использовали компьютерную программу, содержащую кольцевое изображение, вращение которого на экране монитора компьютера вызывало иллюзию объемной фигуры; определяли порог электрической чувствительности (ПЭЧ) и электрическую лабильность (ЭЛ) по стандартной методике при помощи чрескожного электростимулятора «ЭСКОМ». В качестве метода функционального лечения использовали занятия с жидкокристаллическими очками (ЖКО) Strabo Glasses. **Результаты.** После использования ЖКО острота зрения лучше видящего глаза повысилась в среднем с $0,32 \pm 0,04$ до $0,44 \pm 0,04$ и хуже видящего глаза — с $0,25 \pm 0,03$ до $0,4 \pm 0,04$ ($p < 0,001$) на фоне улучшения электрофизиологических показателей — снижения ПЭЧ и повышения ЭЛ ($p < 0,001$). Наблюдалось уменьшение величины девиации и увеличение амплитуды фузии ($p < 0,001$). Количество пациентов с устойчивым бинокулярным зрением увеличилось с 59,1 до 77,3%. Наблюдалось улучшение показателей зрительной памяти при исследовании как с цветными, так и с ахроматическими зрительными стимулами ($p < 0,05$). Выраженность СЭ увеличилась в монокулярных условиях наблюдения и уменьшилась в бинокулярных ($p < 0,05$), что свидетельствовало о нормализации взаимодействия монокулярного и бинокулярного механизма пространственного восприятия.

Заключение. Занятия с ЖКО Strabo Glasses являются достаточно эффективным методом функционального лечения врожденной ЧАЗН. Данный метод позволяет повысить монокулярную и бинокулярную остроту зрения; улучшить электрофизиологические показатели; уменьшить величину девиации и увеличить амплитуду фузии; улучшить характер зрения; нормализовать взаимодействие монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия; улучшить показатели зрительной памяти.

Ключевые слова: частичная атрофия зрительного нерва, жидкокристаллические очки, функциональное лечение

Для цитирования: Азнаурян И.Э., Рычкова С.И., Агагулян С.Г., Баласанян В.О., Курышева Н.И., Лавер А.Б. Анализ эффективности использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва. *Офтальмология*. 2025;22(1):84–91. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-84-91>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Analysis of the Effectiveness of the Use of Liquid Crystal Glasses in the Functional Treatment of Congenital Partial Atrophy of the Optic Nerve

I.E. Aznauryan¹, S.I. Rychkova^{2,3,4}, S.G. Agagulyan¹, V.O. Balasanyan¹, N.I. Huryшева⁴, A.B. Laver⁴

¹ The Association of Pediatric Ophthalmology Clinics “Yasniy Vzor”
Novoalekseevskaya str., 23, Moscow, 129626, Russian Federation

² Kharkevich Institute for Information Transmission Problems RAS
Bolshoy Karetny lane, 19, Moscow, 127051, Russian Federation

³ Pirogov Russian National Research Medical University
Ostrovityanov str., 1, Moscow, 117997, Russian Federation

⁴ Medico-Biological University of Innovation and Continuing Education
of Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA Russia
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):84–91

The work is devoted to one of the actual problems of modern ophthalmology — the study of the possibilities of using liquid crystal glasses in the functional treatment of patients with congenital partial atrophy of the optic nerve (PAON). **The purpose** is to evaluate the effectiveness of the use of liquid crystal glasses in the functional treatment of congenital partial atrophy of the optic nerve. **Patients and methods.** 22 patients with congenital PAON aged from 10 to 25 (on average 16.3 ± 0.8) years were observed. Along with a standard ophthalmological examination, the deviation value and amplitude of fusion were evaluated using the computer program “Klinok”, as well as visual memory indicators were determined using the computer program “Expo”. To assess the severity of the stereokinetic effect, a computer program containing a ring image was used, the rotation of which on the computer monitor screen, it caused the illusion of a three-dimensional figure; the threshold of electrical sensitivity (ES) and electrical lability (EL) were determined using a standard technique using a percutaneous electrical stimulator “ESOM”. As a method of functional treatment, the liquid crystal glasses (Strabo Glasses), were used. **Results.** the visual acuity of the better-seeing eye increased on average from 0.32 ± 0.04 to 0.44 ± 0.04 and the worse-seeing eye from 0.25 ± 0.03 to 0.4 ± 0.04 ($p < 0.001$) in combination of improved electrophysiological parameters — a decrease in ES and an increase in EL ($p < 0.001$). A decrease in the deviation value and an increase in the fusion amplitude ($p < 0.001$) were observed. The number of patients with stable binocular vision increased from 59.1 % to 77.3 %. There was an improvement in visual memory indicators in the study with both color and achromatic visual stimuli ($p < 0.05$). The severity of the stereokinetic effect increased in monocular observation conditions and decreased in binocular ($p < 0.05$), which indicated normalization of the interaction of monocular and binocular mechanisms of spatial perception. **Conclusion.** Visual training with Strabo Glasses is a fairly effective method of functional treatment of congenital PAON. This method allows to increase monocular and binocular visual acuity; improve electrophysiological parameters; reduce the deviation value and increase the amplitude of fusion; improve the nature of vision; normalize the interaction of monocular and binocular mechanisms of spatial perception; improve visual memory.

Keywords: partial optic nerve atrophy, liquid crystal glasses, functional treatment.

For citation: Aznauryan I.E., Rychkova S.I., Agagulyan S.G., Balasanyan V.O., Huryшева N.I., Laver A.B. Analysis of the Effectiveness of the Use of Liquid Crystal Glasses in the Functional Treatment of Congenital Partial Atrophy of the Optic Nerve. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):84–91. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-84-91>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Атрофия зрительного нерва представляет собой дегенеративный процесс в аксонах ганглиозных клеток сетчатки. В зависимости от выраженности патологических изменений в волокнах зрительного нерва она подразделяется на полную (АЗН) и частичную (ЧАЗН), а по времени возникновения — на врожденную и приобретенную. Причиной врожденной ЧАЗН обычно является перинатальная патология (внутриутробная инфекция, ишемически-гипоксическая энцефалопатия, гидроцефально-гипертензионный синдром, внутричерепные кровоизлияния при тяжелом родоразрешении,

кровоизлияния в оболочки зрительного нерва и сетчатку, хроническая гипоксия и вторичные нарушения микроциркуляции тканей глаза и мозговых структур) [1–4].

ЧАЗН является одной из основных причин слепоты и слабовидения, так как проявляется целым комплексом выраженных нарушений зрительных функций [5]. Между тем исследования в этой области направлены прежде всего на анализ эффективности нейротрофических и физиотерапевтических методов лечения для повышения остроты зрения у пациентов с ЧАЗН, а способы улучшения бинокулярных зрительных функций рассматриваются в основном в рамках хирургического

устранения или уменьшения угла косоглазия [6–10]. При этом значительно меньше внимания уделяется изучению возможностей функционального лечения бинокулярных нарушений у пациентов с ЧАЗН и психофизиологическим особенностям таких пациентов [11]. В связи с этим разработка эффективных способов функционального лечения пациентов с ЧАЗН, предусматривающих индивидуальный подход с учетом различных аспектов зрительного восприятия, является одной из актуальных задач современной офтальмологии.

Цель — проанализировать эффективность использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Наблюдали 22 пациентов с врожденной ЧАЗН в возрасте от 10 до 25 лет. Клинические характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Исследование проводили на базе школьного отделения № 5 (для детей с офтальмопатологией) школы № 1499 г. Москвы.

Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием оценивали величину девиации и амплитуды фузии при помощи компьютерной программы «Клинок» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН) [12, 13].

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов

Table 1. Clinical characteristics of the patients

Клинические характеристики пациентов с ЧАЗН (N = 22) Clinical characteristics of patients with PAON (N = 22)		Показатели Indicators
Возраст, $M \pm m$ (годы) Age, $M \pm m$ (years)		16,3 ± 0,8
Пол, женский/мужской Gender, woman/man		7/15
Корригированная острота зрения лучше видящего глаза до лечения, $M \pm m$ (усл. ед.) Corrected visual acuity of the best-seeing eye before treatment, $M \pm m$ (standard units)		0,32 ± 0,04
Корригированная острота зрения хуже видящего глаза до лечения, $M \pm m$ (усл. ед.) Corrected visual acuity of the worse-seeing eye before treatment, $M \pm m$ (standard units)		0,26 ± 0,03
Корригированная острота зрения бинокулярная до лечения, $M \pm m$ (усл. ед.) Corrected binocular visual acuity before treatment, $M \pm m$ (standard units)		0,33 ± 0,04
Виды рефракции, абсолютное число пациентов (%) The types of refraction, absolute number of children (%)	Гиперметропическая Hypermetropic	9 (40,9 %)
	Миопическая Myopic	11 (50,0 %)
	Смешанный астигматизм Mixed astigmatism	2 (9,1 %)
Врожденный нистагм, абсолютное число пациентов (%) Congenital nystagmus, absolute number of patients (%)		6 (27,2 %)
Врожденная аниридия, абсолютное число пациентов (%) Congenital aniridia, absolute number of patients (%)		2 (9,1 %)
Сходящееся косоглазие, абсолютное число пациентов (%) Convergent strabismus, absolute number of children (%)	На фоне гиперметропической рефракции In hypermetropic refraction	2 (9,1 %)
	На фоне миопической рефракции In myopic refraction	3 (13,6 %)
Характер зрения, абсолютное число пациентов (%) Type of vision, absolute number of patients (%)	Бинокулярный Binocular	13 (59,1 %)
	Бинокулярный неустойчивый Binocular unstable	4 (18,2 %)
	Одновременный Simultaneous	4 (18,2 %)
	Монокулярный Monocular	1 (4,5 %)

Определение величины девиации и измерение фузионных резервов при помощи данной программы проводили в условиях анаглифного разделения полей зрения, когда один глаз через красный светофильтр видит на экране только красное изображение, а другой глаз через синий светофильтр — только синее изображение.

Для определения девиации пациента просили совместить, управляя мышкой компьютера, центр красного изображения с центром синего. Если пациент успешно справлялся с этой задачей, программа отмечала ортотропию (отсутствие девиации), если пациент через красно-синие фильтры видел изображения совмещенными, но на экране их центры не совпадали — программа отмечала величину девиации по горизонтали и вертикали в градусах (рис. 1).

При измерении фузионных резервов задачей пациента было сохранение целостного бинокулярного зрительного образа. Для этого он должен был постепенно конвергировать (при измерении положительных фузионных резервов) или дивергировать (при измерении отрицательных фузионных резервов) зрительные оси. В тот момент, когда бинокулярный образ уже не мог удерживаться и начинал двоиться, врач останавливал программу и на экране фиксировалась максимальная достигнутая величина фузионных резервов в градусах (рис. 2).

Показатели зрительной памяти определяли при помощи компьютерной программы «Экспо» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН) [14]. При этом оценивали показатели зрительной памяти, используя два вида тестовых изображений:

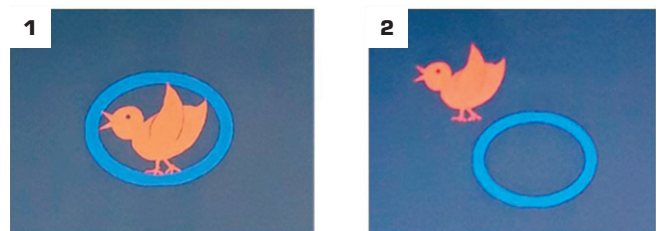


Рис. 1. Вариант зрительных стимулов, используемых для определения величины девиации при помощи компьютерной программы «Клинок». Положение на экране изображений при отсутствии девиации (1) и при ее наличии (2)

Fig. 1. A variant of visual stimuli used to determine the deviation value using the computer program "Klinok". The position of images on the screen in the absence of deviation (1) and in its presence (2)

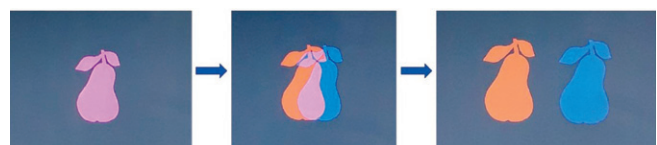


Рис. 2. Вариант зрительных стимулов, используемых для измерения фузионных резервов при помощи компьютерной программы «Клинок»

Fig. 2. A variant of visual stimuli used to measure fusion reserves using the computer program "Klinok"

1) ахроматичные (нецветные) при длительности предъявления каждого стимула 0,4 и 2 с;

2) цветные при длительности предъявления также 0,4 и 2 с. (рис. 3).

Серию из 10 изображений предъявляли на экране монитора в случайном порядке в бинокулярных условиях наблюдения при оптимальной оптической коррекции аметропии. После этого каждое изображение на экране появлялось отдельно, и ребенок должен был определить — видел он его уже или нет.

Результат оценивали в баллах (максимальный результат 10 баллов, минимальный 0 баллов).

Выраженность стереокинетического эффекта (СЭ) оценивали при помощи компьютерной программы, разработанной М.В. Жмуровым (рис. 4) [15]. Для исследования СЭ использовали кольцевое изображение с эксцентриситетом (смещением центрального элемента кольцевого изображения от центра вращения) 0,4, вращающееся на экране ноутбука со скоростью 60 об/мин. на расстоянии 3 м от глаз пациента (рис. 4).

Задачей пациента было определить величину виртуальной объемной фигуры (обычно в виде конуса, иногда чередующегося с восприятием воронки), возникающей при наблюдении вращающегося кольцевого изображения. СЭ оценивали в бинокулярных условиях наблюдения (оба глаза открыты) и монокулярных (один глаз закрыт заслонкой). Для сравнения рядом с ноутбуком были расположены семь эталонных бумажных конусов высотой 5, 10, 15, 20, 25 и 30 см. Пациент должен был указать бумажный конус, наиболее близкий по величине к виртуальному конусу или виртуальной воронке.

Определяли также порог электрической чувствительности (ПЭЧ) и электрическую лабильность (ЭЛ) по стандартной методике при помощи чрескожного электростимулятора «ЭСОМ» (рис. 5) [6, 7, 16].

Функциональное лечение проводили при помощи жидкокристаллических очков (ЖКО) Strabo Glasses, разработанных в ЦОЗДиП «Ясный Взор» [17]. Длительность альтернирующего (поочередного) затемнения правого и левого стекол очков под действием электрического тока на первом этапе (10 занятий) составляла 150 мс и на втором (еще 10 занятий) — 50 мс. Занятия проводили по 15–20 минут в день.

В качестве зрительного стимула при проведении занятий с ЖКО использовали компьютерную программу «Поиск» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН). Программа разрабатывалась для плеоптического лечения амблиопии в условиях поляроидного разделения полей зрения [18]. Однако в нашей работе мы использовали только игровые схемы программы и условия фазовой гаплоскопии, создаваемые ЖКО (рис. 6). Другие методы лечения ЧАЗН в период исследования не использовали.

Статистическую обработку материала проводили при помощи программы SPSS. Для сравнения связанных выборок использовали *W*-критерий Уилкоксона. Статистическая значимость была установлена на уровне $p < 0,05$.

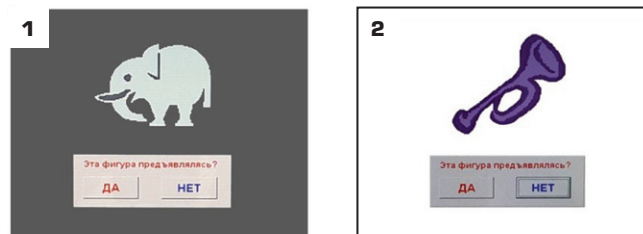


Рис. 3. Варианты тестовых изображений в компьютерной программе «Экспо»: ахроматических (1) и цветных (2)

Fig. 3. Variants of test images in the “Expo” computer program: achromatic (1) and color (2)



Рис. 4. Зрительный стимул для оценки выраженности стереокинетического эффекта

Fig. 4. Visual stimulus for assessing the severity of the stereokinetic effect



Рис. 5. Чрескожный электростимулятор «ЭСОМ»

Fig. 5. Percutaneous electrical stimulator “ESOM”



Рис. 6. Жидкокристаллические очки Strabo Glasses (1) и варианты зрительных стимулов, используемых в игровой схеме программы «Поиск» (2)

Fig. 6. Strabo Glasses liquid crystal glasses (1) and variants of visual stimuli used in the game scheme of the “POISK” program (2)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате использования ЖКО наблюдали повышение остроты зрения лучше видящего глаза с $0,32 \pm 0,04$ до $0,44 \pm 0,04$ ($p < 0,001$) и хуже видящего глаза с $0,25 \pm 0,03$ до $0,4 \pm 0,04$ ($p < 0,001$) (рис. 7).

При этом параллельно наблюдалось улучшение электрофизиологических показателей — снижение ПЭЧ и повышение ЭЛ ($p < 0,001$) (рис. 8).

Можно предположить, что положительная динамика остроты зрения и электрофизиологических показателей достигалась за счет стимулирующего действия зрительных стимулов, предъявляемых в альтернирующем

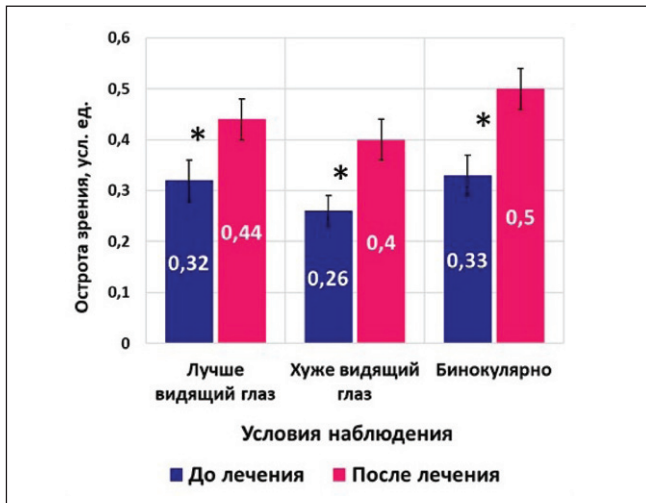


Рис. 7. Динамика остроты зрения в результате лечения, * $p < 0,001$
 Fig. 7. Dynamics of visual acuity as a result of treatment, * $p < 0,001$

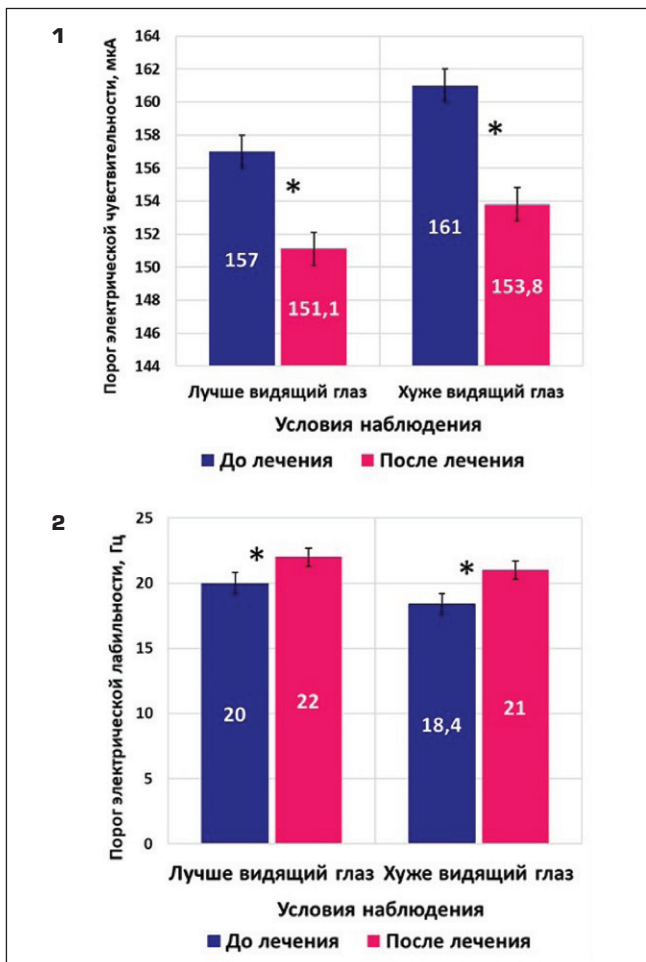


Рис. 8. Динамика электрофизиологических показателей в результате лечения: порога электрической чувствительности (1) и электрической лабильности (2), * $p < 0,001$

Fig. 8. Dynamics of electrophysiological parameters as a result of treatment: threshold of electrical sensitivity (1) and electrical lability (2), * $p < 0,001$

режиме, на сетчатку, а также на проводящие и центральные отделы зрительного анализатора.

Средние значения величины девиации (по результатам исследования с компьютерной программой «Клинок») достоверно уменьшились, а амплитуды фузии существенно увеличились в результате лечения ($p < 0,001$). Вероятно, это связано с улучшением микродвижений глаз и повышением устойчивости бификсации (рис. 9).

Наблюдалась положительная динамика характера зрения в виде увеличения количества пациентов с устойчивым бинокулярным зрением. У одного пациента характер зрения из монокулярного стал одновременным, у трех пациентов из одновременного — бинокулярным неустойчивым и у четырех пациентов из неустойчивого бинокулярного — устойчивым (рис. 10).

Показатели зрительной памяти улучшились при исследовании с ахроматическими и цветными стимулами ($p < 0,05$) как при быстром (0,4 с) последовательном

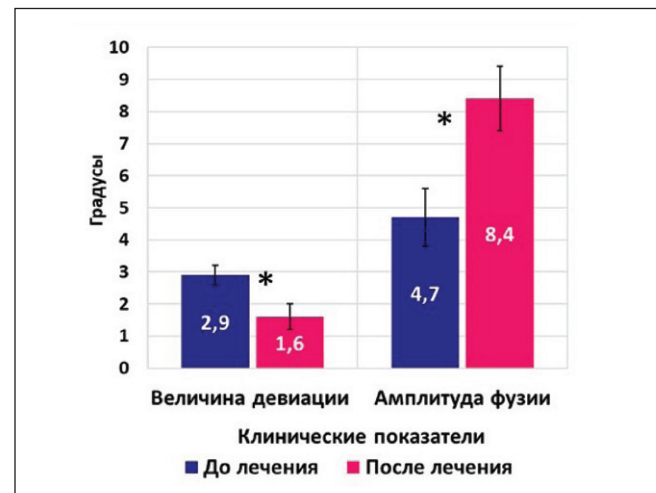


Рис. 9. Динамика величины девиации и амплитуды фузии в результате лечения, * $p < 0,001$

Fig. 9. Dynamics of deviation and amplitude of fusion as a treatment result, * $p < 0,001$

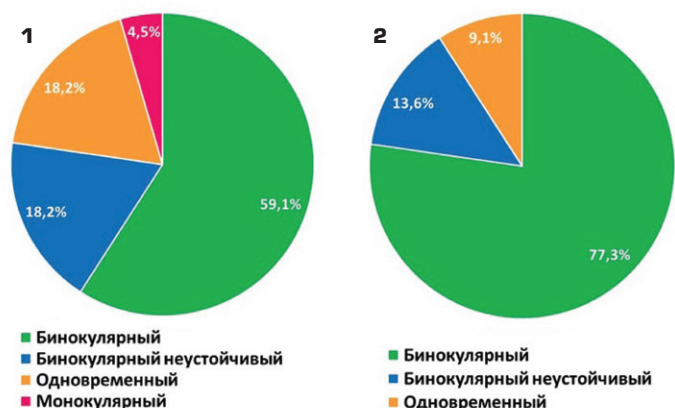


Рис. 10. Характер зрения до лечения (1) и после лечения (2)

Fig. 10. The nature of vision before treatment (1) and after treatment (2)

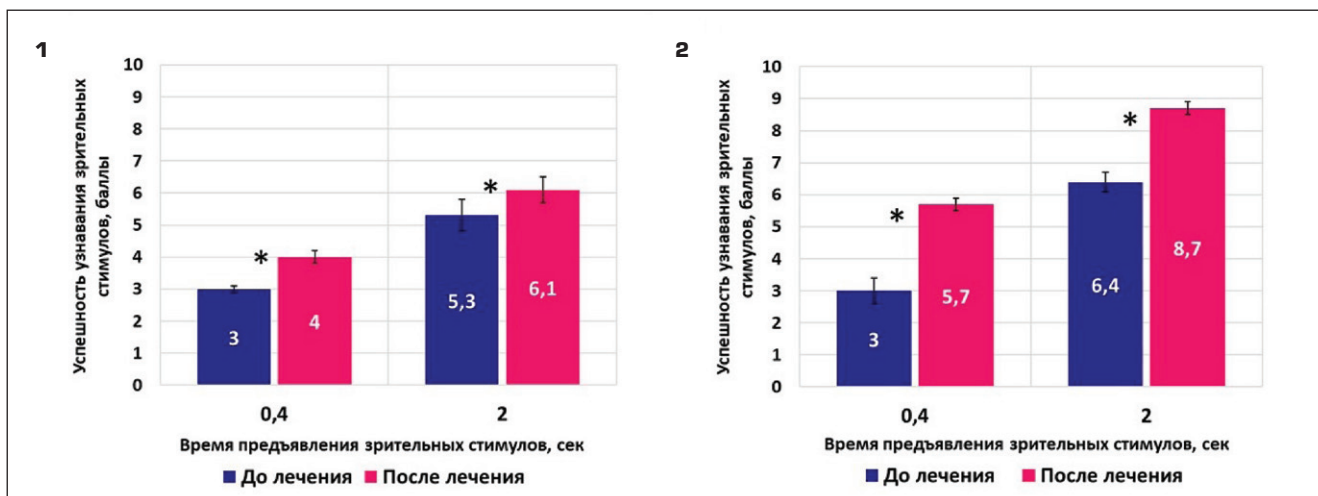


Рис. 11. Динамика показателей зрительной памяти с ахроматическими (1) и цветными (2) стимулами в результате лечения, * $p < 0,05$

Fig. 11. Dynamics of visual memory indicators with achromatic (1) and color (2) stimuli as a treatment result, * $p < 0.05$

предъявлении на экране монитора, так и при более медленном (2 с) последовательном предъявлении ($p < 0,05$) (рис. 11). Эти данные могут свидетельствовать об улучшении процессов обработки зрительной информации на уровне коркового отдела зрительного анализатора и ассоциативных областей головного мозга.

Выраженность СЭ (оцениваемая по величине эффекта виртуального конуса, вызываемого вращением кольцевого зрительного стимула) увеличилась в монокулярных условиях наблюдения и уменьшилась в бинокулярных ($p < 0,05$), что свидетельствует о нормализации взаимодействия монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия (рис. 12).

ОБСУЖДЕНИЕ

Возможности использования фазовой гаплоскопии, создаваемой при помощи жидкокристаллических очков, для восстановления сенсорной фузии активно исследуются офтальмологами на протяжении последних десятилетий.

Так, например, результаты успешного использования ЖКО, работающих синхронно с компьютерной программой, для диагностики и восстановления бинокулярных зрительных функций у детей с содружественным косоглазием были представлены в 1999 году в исследовании, проведенном в МНИИ им. Гельмгольца [19]. Была также показана эффективность применения очков с ЖК-линзами для лечения амблиопии [20–22]. Разработанная в 2016 году И.Э. Азнауряном и соавт. модель ЖКО Strabo Glasses была успешно использована для восстановления сенсорной фузии у детей с оперированным содружественным косоглазием [17, 23, 24].

Полученные в предыдущих работах результаты, демонстрирующие положительную динамику бинокулярных зрительных функций у пациентов с амблиопией и содружественным косоглазием, согласуются с результатами

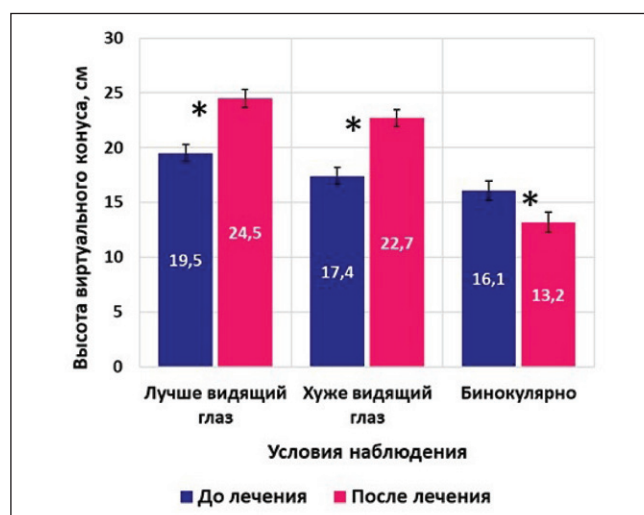


Рис. 12. Динамика стереокинетического эффекта в результате лечения, * $p < 0,05$

Fig. 12. Dynamics of stereokinetic effect as a treatment result, * $p < 0.05$

нашего исследования в группе пациентов с ЧАЗН. Вероятно, это можно объяснить общими закономерностями воздействия фазовой гаплоскопии на механизмы пространственного зрительного восприятия при различной офтальмопатологии.

Развитие бинокулярного зрения в течение первого года жизни связано с формированием под воздействием поступающей зрительной информации глазодоминантных колонок и бинокулярных нейронов первичной зрительной коры. Нарушение связей между глазодоминантными колонками, соответствующими правому и левому глазу, может приводить к торможению зрительной информации от хуже видящего или косящего глаза [24, 25].

В связи с этим можно предположить, что фазовая гаплоскопия (когда зрительная информация поочередно

подается то правому, то левому глазу в относительно быстром режиме) создает условия, при которых, с одной стороны, доминирующий глаз не оказывает тормозящего действия на информацию от другого глаза, а с другой стороны, поступающая от обоих глаз информация способна интегрироваться на уровне центральных отделов зрительного анализатора.

Такой подход может объяснить положительную динамику не только остроты зрения и бинокулярных зрительных функций, но и зрительной памяти. Данная функция, являясь одним из важных компонентов пространственного восприятия, также зависит от успешности интеграции зрительной информации от обоих глаз в единое пространственное представление. Получаемая при участии движений глаз зрительная информация от различных зон поля зрения удерживается кратковременной памятью, включаясь в общее восприятие сцены. При этом интегрированный зрительный образ является намного более устойчивым, чем первичные зрительные впечатления, из которых он был построен. В условиях альтернирующего предъявления стимулов мозг некоторое время удерживает зрительную информацию, полученную от одного глаза. Постепенно качество удерживаемой зрительной информации ухудшается, но при поступлении информации от второго глаза

происходит сравнение и интеграция новой зрительной информации со следами прежней [26]. Воздействуя на данный механизм, фазовая гаплоскопия, вероятно, позволяет улучшить процесс взаимодействия центральных отделов зрительного анализатора со структурами высшей нервной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ показал достаточно высокую эффективность использования ЖКО Strabo Glasses в функциональном лечении врожденной ЧАЗН. Данный метод позволяет повысить монокулярную и бинокулярную остроту зрения; улучшить электрофизиологические показатели; уменьшить величину девиации и увеличить амплитуду фузии; улучшить характер зрения; нормализовать взаимодействие монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия; улучшить показатели зрительной памяти.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Азнаурян И.Э. — разработка жидкокристаллических очков, обсуждение концепции исследования, редактирование статьи;
Рычкова С.И. — сбор и обработка материала, подготовка иллюстраций, написание статьи;
Агагулян С.Г. — обсуждение полученных результатов, редактирование статьи;
Баласанян В.О. — обсуждение полученных результатов, редактирование статьи;
Курышева Н.И. — обсуждение и редактирование статьи;
Лавер А.Б. — сбор и обработка материала, написание статьи, редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Федорова СН, Белова ОВ. Структура и причины врожденных атрофий зрительного нерва в Хабаровском крае. Вестник Оренбургского государственного университета. 2004;5(38):225–227.
Fedorova SN, Belova OV. Structure and causes of congenital atrophy of the optic nerve in the Khabarovsk territory. Annals of Orenburg State University. 2004;5(38):225–227 (In Russ.).
- Закирова ГЗ, Миннегалиева АЗ. Хирургическое лечение атрофии зрительного нерва у детей: методики, эффективность. Тихоокеанский медицинский журнал. 2021;3(85):67–70.
Zakirova GZ, Minnegalievaz AZ. Surgical treatment of optic nerve atrophy in children: methods, effectiveness. Pacific Medical Journal. 2021;3(85):67–70 (In Russ.). doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-67-703.
- Brodsky MC. Optic atrophy in children. Pediatric Neuro-Ophthalmology. N.Y.: Springer; 2009 december. 199 p. doi: 10.1007/978-0-387-69069-8_4.
- Erkan Turan K, Taylan Sekeroglu H, Koc I, Sanac AS. Bilateral optic disc pathologies as an accompanying feature of comitant strabismus in children. Int Ophthalmol. 2018 Apr;38(2):425–428. doi: 10.1007/s10792-017-0474-x.
- Егорова ТС. Значение индивидуальной программы реабилитации (абилитации) для детей — инвалидов по зрению. Российский офтальмологический журнал. 2018;11(1):67–73.
Egorova TS. The importance of an individual rehabilitation program (habilitation) for visually impaired children. Russian Ophthalmological Journal. 2018;11(1):67–73 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-1-67-73.
- Бибков ММ, Сафин ШМ, Муслимова ЗР, Даутова ЗА, Сафина ЗМ, Воеводин ВА. Чрескожная электростимуляция у пациентов с частичной атрофией зрительного нерва вследствие опухолей хиазмально-селлярной области. Офтальмологические ведомости. 2014;7(3):77–83.
Bibkov MM, Safin SM, Muslimova ZR, Dautova ZA, Safina ZM, Voevodin VA. Percutaneous electrical stimulation in patients with partial optic nerve atrophy due to chiasm-sellar tumors. Ophthalmology journal. 2014;7(3):77–83 (In Russ.). doi: 10.17816/OV353-180.
- Выборная ТР, Давыдов ДВ. Частичная атрофия зрительного нерва: патогенез и методы лечения (обзор литературы). Московский хирургический журнал. 2016;6:20–24.
Vybornaya TR, Davydov DV. Partial optic nerve atrophy: pathogenesis and methods of Treatment (literature review). Moscow surgical journal. 2016;6:20–24 (In Russ.).
- Поваляева ДА, Сорокин ЕЛ, Данилова ЛП, Еманова ЛП, Гохуа ТИ. Исследование клинической эффективности комплексного лечения частичной атрофии зрительного нерва. Вестник российских университетов. 2014;19(4):1196–1199.
Povalyayeva DA, Sorokin EL, Danilova LP, Emanova LP, Gohua TI. Research of clinical efficiency of complex treatment of partial optic nerve atrophy. Russian University Reports. 2014;19(4):1196–1199.
- Макаров ВК. Комплексный одномоментный метод лечения вторичного косоглазия и частичной атрофии зрительного нерва у детей. Российская педиатрическая офтальмология. 2010;5(2):28–30.
Makarov VK. Complex simultaneous method of secondary squint and partial atrophy of the optic nerve treatment in children. Russian Pediatric Ophthalmology. 2010;5(2):28–30 (In Russ.). doi: 10.17816/rpjo37444.
- Писаревская ОВ, Бачалдина ЛН, Гаспарян МА. Современные подходы к зрительной реабилитации пациентов с нейромоторными нарушениями. Acta Biomedica Scientifica. 2022;7(1):90–95.
Pisarevskaya OV, Bachaldina LN, Gasparyan MA. Modern approaches to visual rehabilitation of patients with neuromotor disorder. Acta Biomedica Scientifica. 2022;7(1):90–95 (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.11.
- Сенько ИВ, Рычкова СИ, Грачева МА, Тахчиди ХП. Развитие бинокулярных функций у пациентов с косоглазием путем воздействия на функциональную скотому компьютерными методами. Сенсорные системы. 2016;30(4):319–325.
Senko IV, Rychkova SI, Gracheva MA, Tahchidi HP. Binocular functions developing in patients with strabismus by means of computerized treatment of the functional suppression scotoma. Sensory systems. 2016;30(4):319–325 (In Russ.).
- Подугольникова ТА. Острота зрения и нарушения бинокулярных функций у учащихся начальной школы с проблемами чтения. Евразийское Научное Объединение. 2015;2(2):291–293.
Podugolnikova TA. Visual acuity and binocular dysfunction in elementary school students with reading problems. Eurasian Scientific Union. 2015;2(2):291–293 (In Russ.).
- Воронова МР, Починок ЕМ, Пономарева МН, Быковская НП. Состояние фории и фузионных резервов у детей с миопией. Анализ эффективности применения ортоптического лечения, на примере КП Клинок 2. Университетская медицина Урала. 2020;6(4):57–58.
Voronova MR, Pochinok EM, Ponomareva MN, Bykovskaya NP. Status of phoria and fusion reserves in children with myopia. Analysis of the effectiveness of orthoptic treatment application, using the example of the computer program Klinok 2. University Medicine of the Urals. 2020;6(4):57–58.
- Васильева НН, Рожкова ГИ. Тренировка бинокулярных зрительных функций у младших школьников с трудностями в чтении как фактор коррекционной работы. Новые исследования. 2011;1(28):5–17.
Vasilyeva NN, Rozhkova GI. Training of binocular visual functions in junior schoolchildren with reading difficulties as a factor of correctional work. New Researches. 2011;1(28):5–17 (In Russ.).
- Рычкова СИ, Лихванцева ВГ. Монокулярная оценка глубины (обзор литературы). The EYE ГЛА3. 2022;24(1):43–54.

- Rychkova SI, Likhvantseva VG. Monocular Depth Estimation (Literature Review). The EYE GLAZ. 2022;24(1):43–54 (In Russ.). doi: 10.33791/2222-4408-2022-1-43-54.
16. Патеюк ЛС, Дракон АК, Шелудченко ВМ, Корчажкина НБ. Физические методы лечения в офтальмологии. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(1):146–152.
Pateyuk LS, Drakon AK, Sheludchenko VM, Korchazhkina NB. Physical methods of treatment in ophthalmology. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(1):146–152 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-1-146-152.
 17. Азнаурян ИЭ, Шпак АА, Баласанян ВО, Азнаурян ЭИ, Агагулян СГ. Сравнение эффективности восстановления сенсорной фузии при лечении на синоптофоре и жидкокристаллическими очками детей с оперированным сопутствующим косоглазием. Офтальмохирургия. 2020;1:57–61.
Aznauryan IE Shpak AA, Balasanyan VO, Aznauryan EI, Agagulyan SG. Comparison of bifoveal fusion recovery efficiency using synoptophore and the liquid crystal glasses in children operated for esotropia. Ophthalmosurgery. 2020;1:57–61 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2020-1-57-61.
 18. Рожкова ГИ, Лозинский ИТ, Грачева МА, Большаков АС, Воробьев АВ, Сенко ИВ, Белокопытов АВ. Функциональная коррекция нарушенного бинокулярного зрения: преимущества использования новых компьютерных технологий. Сенсорные системы. 2015;2:99–121.
Rozhkova GI, Lozinsky IT, Gracheva MA, Bolshakov AS, Vorobyev AV, Senko IV, Belokopytov AV. Functional correction of impaired binocular vision: the benefits of using new computer technologies. Sensory Systems. 2015;2:99–121 (In Russ.).
 19. Григорян АЮ, Аветисов ЭС, Кашенко ТП, Ячменева ЕИ. Применение жидкокристаллических очков для исследования и восстановления бинокулярных функций. Вестник офтальмологии. 1999;115(1):27–28.
Grigoryan AU, Avetisov EC, Kaschenko TP, Yachmeneva EI. The use of liquid crystal glasses for the study and restoration of binocular functions. Annals of Ophthalmology. 1999;115(1):27–28 (In Russ.).
 20. Erbağcı I, Okumuş S, Öner V, Coşkun E, Çelik O, Ören B. Using liquid crystal glasses to treat amblyopia in children. J AAPOS. 2015 Jun;19(3):257–259. doi: 10.1016/j.jaapos.2015.04.001.
 21. Spierer A, Raz J, Benezra O, Herzog R, Cohen E, Karshai I, Benezra D. Treating amblyopia with liquid crystal glasses: a pilot study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010 Jul;51(7):3395–3398. doi: 10.1167/iovs.09-4568.
 22. Wang J, Neely DE, Galli J, Schliesser J, Graves A, Damarjian TG, Kovarik J, Bowsher J, Smith HA, Donaldson D, Haider KM, Roberts GJ, Sprunger DT, Plager DA. A pilot randomized clinical trial of intermittent occlusion therapy liquid crystal glasses versus traditional patching for treatment of moderate unilateral amblyopia. J AAPOS. 2016 Aug;20(4):326–331. doi: 10.1016/j.jaapos.2016.05.014.
 23. Aznauryan IE Agagulyan SG Aznauryan EI, Balasanyan VO, Shpak AA. New method of sensory fusion rehabilitation using intermittent occlusion with LCD glasses. Journal of AAPOS. 2018;22(4):e20. doi: 10.1016/j.jaapos.2018.07.068.
 24. Азнаурян ИЭ, Шпак АА, Баласанян ВО, Азнаурян ЭИ, Агагулян СГ. Восстановление сенсорной фузии у детей методом попеременного разобщения полей зрения. Вестник Восстановительной медицины. 2021;20(3):118–124.
Aznauryan IE Shpak AA, Balasanyan VO, Aznauryan EI, Agagulyan SG. Bifoveal Fusion recovery by liquid crystal glasses in children. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2021;20(3):118–124. doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-3-118-124.
 25. Birch EE. Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity. Oxford University Press. London. 1993.
 26. Rychkova S, Ninio J. Alternation frequency thresholds for stereopsis as a technique for exploring stereoscopic difficulties. Iperception. 2011;2(1):50–68. doi: 10.1068/i0398.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Азнаурян Игорь Эрикович
доктор медицинских наук, профессор, академик Академии
медико-технических наук РФ, врач-офтальмолог, руководитель системы
Детских глазных клиник «Ясный взор»

Рычкова Светлана Игоревна
доктор медицинских наук, врач-офтальмолог, доцент кафедры глазных болезней

Агагулян Сатеник Гагиковна
врач-офтальмолог, заместитель руководителя Детских глазных клиник
«Ясный Взор» по научно-образовательной работе

Баласанян Виктория Олеговна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, заместитель руководителя
Детских глазных клиник «Ясный Взор» по клинической работе

Курышева Наталия Ивановна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней

Лавер Александр Богданович
аспирант кафедры глазных болезней

ABOUT THE AUTHORS

Aznauryan Igor E.
MD, Professor, ophthalmologist, Head of the Children's Eye Clinics
“Yasny Vzor”

Rychkova Svetlana I.
MD, ophthalmologist, assistant professor of the department of eye diseases

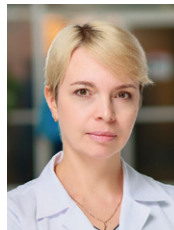
Agagulyan Satenic G.
ophthalmologist, deputy head of Children's Eye Clinics “Yasny Vzor”
for scientific and educational work

Balasanyan Victoria O.
PhD, ophthalmologist, deputy head of Children's Eye Clinics “Yasny Vzor”
for clinical work.

Kuryshva Natalia I.
MD, Professor, head of the department of eye diseases

Laver Alexander B.
graduate student of the eye diseases department

Клиническая оценка эффективности комбинированного лечения неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации

Л.А. Голота¹Н.В. Помыткина^{1,2}Л.П. Данилова¹

¹ Хабаровский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
ул. Тихоокеанская, 211, Хабаровск, 680033, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Муравьева-Амурского, 35, Хабаровск, 680000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):92–99

Актуальность. Ингибиторы ангиогенеза при лечении возрастной макулярной дегенерации (ВМД) не устраняют сопутствующий данной патологии окислительный стресс. **Цель:** анализ комплексной терапии неоваскулярной формы ВМД (нВМД) в виде сочетания нутрицевтика Ресвера Форте® (ООО «ВИЗУС ЛАБ») с интравитреальным введением афлиберцепта. **Пациенты и методы.** Исследованы 36 пациентов (36 глаз) с нВМД, возраст — $72,0 \pm 3,8$ года. Сформированы две группы, сопоставимые по полу и возрасту. В основной группе (20 пациентов) дополнительно к терапии афлиберцептом применяли пероральный курс поливитаминового комплекса Ресвера Форте® (712 мг). В группе сравнения (16 пациентов, 16 глаз) проводилась терапия афлиберцептом. Срок наблюдения — 1,5 года. **Результаты.** После трех «загрузочных» интравитреальных введений афлиберцепта у всех 36 пациентов отмечено снижение активности макулярной неоваскуляризации, интервал увеличен на 2 недели. К 12 мес. ни у одного пациента основной группы не отмечалось активности ВМД, центральная толщина сетчатки (ЦТС) снизилась до $251,5 \pm 9,1$ мкм, максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) повысилась до $0,8 \pm 0,06$. Среднее количество интравитреальных введений за год в основной группе составило 7 ± 1 . В группе сравнения у шести пациентов отмечалось возобновление активности ВМД, потребовалось увеличения числа инъекций до 9–10 в год. ЦТС составила $293,0 \pm 20,3$ мкм против $251,5 \pm 9,1$ мкм в основной группе ($p < 0,08$). МКОЗ группы сравнения составила $0,8 \pm 0,06$ против $0,6 \pm 0,09$ в основной группе ($p < 0,05$). **Заключение.** Дополнение анти-VEGF-терапии нВМД пероральным нутрицевтиком Ресвера Форте® способствовало объективному улучшению морфофункциональных результатов лечения.

Ключевые слова: неоваскулярная возрастная макулярная дегенерация, Ресвера Форте®, макулярная неоваскуляризация, анти-VEGF-терапия

Для цитирования: Голота Л.А., Помыткина Н.В., Данилова Л.П. Клиническая оценка эффективности комбинированного лечения неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации. *Офтальмология*. 2025;22(1):92–99. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-92-99>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Clinical Evaluation of the Effectiveness of Neovascular Age-related Macular Degeneration Combined Treatment

L.A. Golota¹, N.V. Pomytkina^{1,2}, L.P. Danilova¹

¹ The Khabarovsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Tikhookeanskaya str., 211, Khabarovsk, 680033, Russian Federation

² Far Eastern State Medical University
Murav'yeva-Amurskogo str., 35, Khabarovsk, 680000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):92–99

Relevance. Angiogenesis inhibitors in the treatment of age-related macular degeneration (AMD) do not eliminate the oxidative stress associated with this pathology. **Purpose:** evaluation of complex therapy for neovascular AMD (nAMD) combining the nutraceutical Resvera Forte® (VISUS LAB LLC) with intravitreal administration of aflibercept. **Patients and methods.** The study involved 36 patients (36 eyes) with nAMD, aged 72.0 ± 3.8 years. Two groups were formed, comparable by gender and age. In the main group (20 patients), in addition to aflibercept therapy, an oral course of the multivitamin complex Resvera Forte® (712 mg) was prescribed. In the comparison group (16 patients, 16 eyes), aflibercept therapy was administered. The observation period was 1.5 years. **Results.** After three "loading" intravitreal injections of aflibercept, all 36 patients showed a decrease in macular neovascularization activity, the interval was increased by 2 weeks. By 12 months, no patient in the main group had AMD activity, the central retinal thickness (CRT) decreased to $251.5 \pm 9.1 \mu\text{m}$, and the best-corrected visual acuity (BCVA) increased to 0.8 ± 0.06 . The average number of intravitreal injections per year in the main group was 7 ± 1 . In the comparison group, six patients showed resumption of AMD activity, which required an increase in the number of injections to 9–10 per year. CRT was $293.0 \pm 20.3 \mu\text{m}$ versus $251.5 \pm 9.1 \mu\text{m}$ in the main group ($p < 0.08$). The BCVA in the comparison group was 0.8 ± 0.06 versus 0.6 ± 0.09 in the main group ($p < 0.05$). **Conclusion.** Supplementation of anti-VEGF therapy for nAMD with the oral nutraceutical Resvera Forte® contributed to an objective improvement in the morphofunctional results of its treatment.

Keywords: neovascular age-related macular degeneration, Resvera Forte®, macular neovascularization, anti-VEGF therapy

For citation: Golota L.A., Pomytkina N.V., Danilova L.P. Clinical Evaluation of the Effectiveness of Neovascular Age-related Macular Degeneration Combined Treatment. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):92–99. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-92-99>

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

There is no conflict of interest.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Возрастной макулярной дегенерацией (ВМД) страдают миллионы людей во всем мире. Заболевание является одной из главных причин потери центрального зрения. Основным фактором риска развития ВМД является пожилой возраст, при этом степень потери зрения варьирует от легкой до тяжелой. У пациентов старше 75 лет риск развития ранней ВМД составляет 25 %, а риск формирования поздней ВМД — 8 %. Вместе с тем из-за старения населения ожидается увеличение случаев заболевания [1]. Учитывая увеличивающуюся продолжительность жизни и коморбидность пациентов, проблема ВМД является крайне актуальной.

Ведущей причиной необратимой потери центрального зрения, слепоты и слабovidения при неоваскулярной форме ВМД (нВМД) является развитие макулярной неоваскуляризации (МНВ). Важнейшими патогенетическими факторами, способствующими ее формированию, выступают гипоксия и окислительный стресс, активирующие выработку эндотелиального фактора роста сосудов (Vascular Endothelial Growth Factor — VEGF) [2].

На современном этапе базовым методом лечения ВМД является анти-VEGF-терапия, подавляющая

прогрессию факторов неангиогенеза, тем самым воздействующая на патогенез заболевания [3]. На сегодняшний день в Российской Федерации зарегистрированы четыре анти-VEGF-препарата, одобренные для лечения нВМД: ранибизумаб, афлиберцепт, бролуцизумаб и фа-рицимаб.

Однако ингибиторы ангиогенеза, подавляя активность новообразованных сосудов субретинальных мембран, не способны полностью устранить пусковые механизмы развития МНВ при нВМД. Поэтому все чаще в литературе подчеркивается важная роль окислительного стресса в патогенезе ВМД, который формирует структурно-функциональное повреждение пигментного и нейроэпителия, хориокапилляров, мембраны Бруха. Это создает риск дальнейшего снижения зрительных функций и развития рецидивов МНВ, но главное, окислительный стресс стимулирует выработку факторов VEGF, что снижает эффективность препаратов VEGF [4].

Роль дефицита нутрицевтиков в патогенезе прогрессирования ВМД доказана, несмотря на скептическое отношение к назначению комплексных БАД [5, 6]. Так, в Федеральных клинических рекомендациях акцентируется внимание на необходимости назначения поливитаминов пациентам с промежуточной и поздней стадией

L.A. Golota, N.V. Pomytkina, L.P. Danilova

Contact information: Golota Lyudmila A. naukakhvmtk@mail.ru

Clinical Evaluation of the Effectiveness of Neovascular Age-related Macular Degeneration Combined...

ВМД, состав которых оптимизирован для лечения заболеваний сетчатки (в том числе поливитаминов, содержащих лютеин и зеаксантин). Их прием рекомендуется в виде периодических курсов для поддержания зрительных функций [7]. Применение поливитаминов при нВМД также может оказать позитивный эффект за счет снижения интенсивности окислительного стресса [6, 8, 9].

Одним из препаратов антиоксидантной группы является витаминно-минеральный комплекс Ресвера Форте® (ООО «ВИЗУС ЛАБ»), который представляет собой липосомальный сбалансированный витаминный комплекс, содержащий не только каротиноиды (лютеин, зеаксантин), но и витамины группы В (В₁, В₂, ниацин (В₃), В₆, фолиевую кислоту (В₉, В₁₂), витамины С и Е, микроэлементы (цинк, медь, селен), L-Лизин 150 мг, витамин Н (биотин), таурин, рутин, а также ресвератрол 100 мг. Компоненты, входящие в состав Ресвера Форте®, оказывают активное антиоксидантное и нейропротекторное действие [10].

Данный препарат активно участвует в нейтрализации свободных радикалов, защищая сетчатку от оксидативного стресса. Имеющийся в его составе ресвератрол обладает активным антиангиогенным и противовоспалительным действием за счет подавления выработки VEGF и интерлейкинов (IL-6, IL-8).

Мы предположили, что дополнение анти-VEGF-терапии курсовым приемом препарата Ресвера Форте® у пациентов с нВМД благодаря эффективности входящих в него компонентов может улучшить функциональные исходы лечения.

Цель исследования: проанализировать клиническую эффективность комплексной терапии нВМД, включающей интравитреальное введение ингибитора ангиогенеза афлиберцепта, дополненное пероральным курсовым приемом нутрицевтика Ресвера Форте®.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Клинический материал был представлен 36 пациентами (36 глаз) с нВМД в возрасте от 59 до 80 лет (средний возраст — $72,0 \pm 3,8$ года). Критерии включения: наличие активной нВМД, отсутствие ранее VEGF-терапии. В исследование включали один глаз каждого пациента с наиболее тяжелыми проявлениями ВМД (наличие макулярной неоваскулярной мембраны 1-го или 2-го типа, интра- и субретинальной жидкости, твердых экссудатов, интравитреальных геморрагий, отслойки пигментного и нейроэпителлия).

Критерии не включения в исследование: снижение прозрачности оптических сред глаза, затрудняющее оценку состояния макулы, осложненная миопия, глаукома, диабетическая ретинопатия, регматогенная отслойка сетчатки, состояние после хирургических вмешательств на глазу, тяжелая сопутствующая соматическая патология (сахарный диабет, перенесенные сосудистые катастрофы).

На момент начала лечения у 15 пациентов (39 %) имела место МНВ (макулярная неоваскуляризация)

смешанного типа, преимущественно скрытая: у 6 пациентов группы сравнения и у 9 из основной группы. У 21 пациента (71 %) была диагностирована МНВ 2-го типа: у 11 из основной группы и 10 из группы сравнения. У всех пациентов с нВМД отмечалось наличие отслойки пигментного и нейроэпителлия, а также интравитреальной жидкости. Длительность жалоб на снижение остроты зрения у пациентов, включенных в исследование, составляла от 1 до 8 месяцев.

Все пациенты, вошедшие в исследование, в течение года получали терапию афлиберцептом. Данный препарат, как известно, является ингибитором ангиогенеза и представляет собой человеческий рекомбинантный гибридный белок, состоящий из VEGF-связывающих доменов VEGFR-1 и VEGFR-2, соединенных с Fc-фрагментом человеческого IgG и плацентарного фактора роста (PGF). По механизму лечебного действия афлиберцепт является «рецептором-ловушкой» VEGF, имитирующим нативные рецепторы, с молекулярной массой 115 кДа [11, 12]. Эффективность и безопасность анти-VEGF-терапии при нВМД подтверждены результатами рандомизированных исследований, проведенных зарубежными и отечественными офтальмологами на большом клиническом материале [13–16]. Афлиберцепт всем пациентам назначали в режиме Tread and Extend (T&E, «лечить и увеличивать интервал»): три «загрузочные» интравитреальные инъекции. Если после этого признаки активности заболевания не выявлялись, интервал между инъекциями, согласно протоколу, последовательно увеличивали на 2 недели, а в случае возобновления активности МНВ интервал, соответственно, сокращали.

Для изучения терапевтической эффективности комплекса Ресвера Форте® общая совокупность пациентов была разделена на две группы, примерно сопоставимые по полу, возрасту, давности и выраженности морфологических изменений сетчатки. Основную группу составили 20 пациентов (20 глаз). В группу сравнения были включены 16 пациентов (16 глаз).

У пациентов основной группы в дополнение к анти-VEGF-терапии применяли пероральный курс поливитаминового комплекса Ресвера Форте® (712 мг). Препарат использовался по одной капсуле внутрь двукратно, ежедневно, в течение двух месяцев. Повторный курс лечения проводился через 6 месяцев.

Офтальмологическое обследование пациентов включало стандартные методы: визометрию с определением максимальной корригируемой остроты зрения (МКОЗ) (фороптер RT-6100, NIDEK), биомикроскопию с помощью щелевой лампы с использованием бесконтактной линзы 65 дптр. С помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) (Optovue, SOLIX, США; протокол исследования Retina Cube) и ОКТ с функцией ангиографии (ангио-ОКТ) (Optovue, SOLIX, США; протокол исследования AngioVue Retina) исследовали ряд морфометрических показателей макулярной зоны, таких

как центральная толщина сетчатки (ЦТС), наличие и распространенность отслойки пигментного эпителия сетчатки или нейроэпителия сетчатки, субретинальной и интратретинальной жидкости, определение типа МНВ, а также выраженность и активность неоваскулярной сети мембраны.

Помимо этого, оценивали состояние светочувствительности центральной зоны сетчатки с помощью микропериметра MAIA (Macular Integrity Assessment, CenterVue, Италия).

Все исследования выполняли исходно перед началом лечения, через 6 месяцев, 1–1,5 года.

Статистический анализ разницы исследуемых показателей в сравниваемых группах был выполнен с помощью критерия Стьюдента. Результаты считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Перед введением афлиберцепта у всех 36 пациентов исходно среднее значение МКОЗ составило $0,32 \pm 0,07$

(от 0,1 до 0,42), уровень внутриглазного давления (ВГД) находился в пределах 18–23 мм рт. ст. Среднее значение ЦТС в основной группе соответствовало $553,8 \pm 35,8$, в группе сравнения — $601,3 \pm 50,6$ мкм (разница статистически незначимая, $p < 0,09$). Средний порог светочувствительности в основной группе варьировал в пределах $19,5 \pm 2,4$, в группе сравнения $18,4 \pm 1,9$ dB.

После трех «загрузочных» интравитреальных введений афлиберцепта у всех 36 пациентов отмечены признаки снижения активности МНВ. В основной группе и группе сравнения это подтверждалось, соответственно, повышением МКОЗ до $0,45 \pm 0,06$ и $0,32 \pm 0,08$; уменьшением ЦТС до $278 \pm 15,5$ и $285 \pm 20,1$ мкм; повышением порога светочувствительности в макулярной области до $22,2 \pm 0,5$ и $21,2 \pm 0,3$ dB.

По данным ОКТ, у пациентов обеих групп определялась значительная редукция отслойки пигментного и нейроэпителия за счет резорбции суб- и интратретинальной жидкости (рис. 1, 2). Проведение ангио-ОКТ выявило снижение интенсивности васкуляризации МНВ (рис. 3).

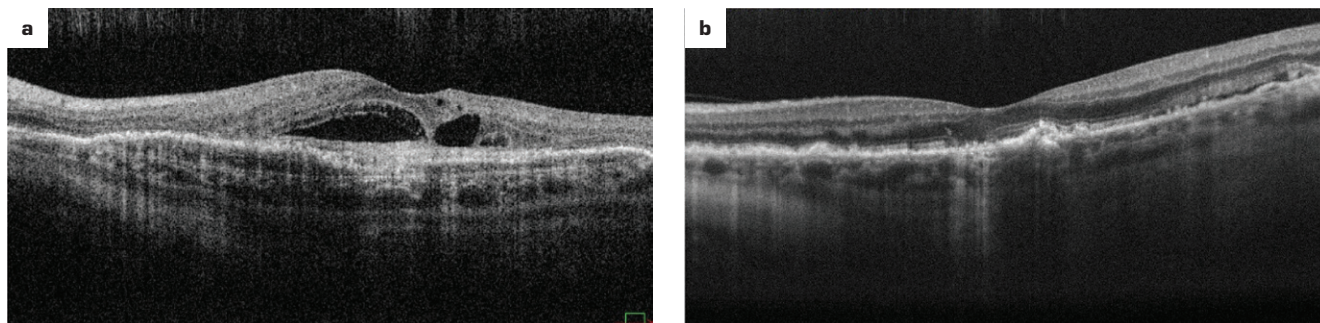


Рис. 1. ОКТ макулы правого глаза пациента Н. группы сравнения: а — до интравитреального введения афлиберцепта, на ОКТ кистозный отек, плоская фиброваскулярная отслойка нейроэпителия, плоская распространенная фиброваскулярная отслойка пигментного эпителия, признаки МНВ 2-го типа; б — после проведения «загрузочных» интравитреальных инъекций, на ОКТ друзы, отслойка пигментного эпителия уменьшилась, сохраняется локальная плоская отслойка нейроэпителия

Fig. 1. OCT of the macula of patient's N. right eye, comparison group: a — before intravitreal administration of aflibercept, OCT shows cystic edema, flat fibrovascular detachment of the neuroepithelium, flat widespread fibrovascular detachment of the pigment epithelium, signs of type 2 MNV; b — after “loading” intravitreal injections, OCT shows drusen, detachment of the pigment epithelium has decreased, local flat detachment of the neuroepithelium remains

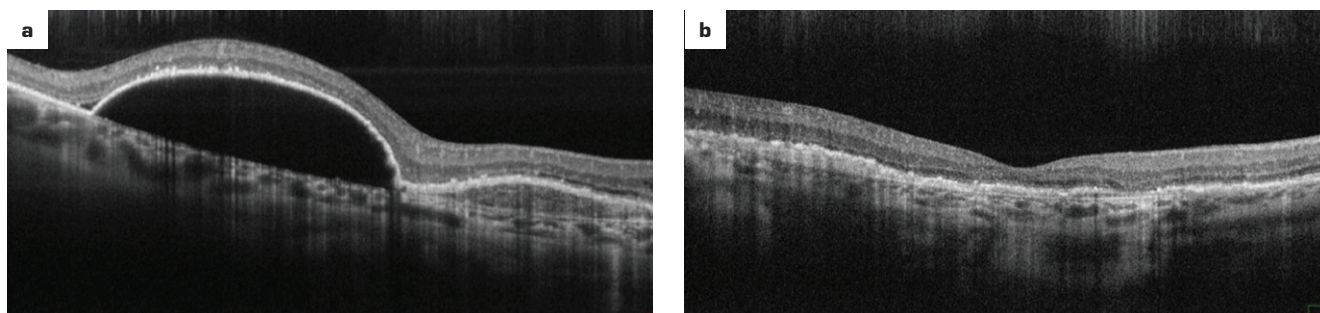


Рис. 2. ОКТ макулы левого глаза пациента К. основной группы: а — до интравитреального введения афлиберцепта, на ОКТ — высокая серозная отслойка пигментного эпителия, МНВ 1-го типа; б — после проведения «загрузочных» интравитреальных инъекций, на ОКТ — друзы, отслойка пигментного эпителия регрессировала

Fig. 2. OCT of the macula of patient's K. left eye, the main group: a — before intravitreal administration of aflibercept, on OCT — high serous detachment of the pigment epithelium, type 1 MNV; b — after “loading” intravitreal injections, on OCT — drusen, detachment of the pigment epithelium regressed

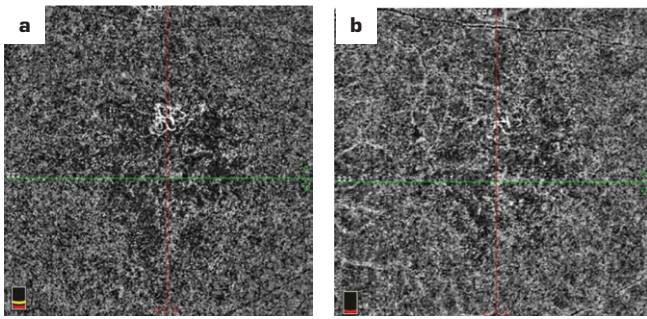


Рис. 3. Ангио-ОКТ макулярной области пациентки Р. основной группы: а — до интравитреального введения афлиберцепта, на ангио-ОКТ признаки МНВ 1-го типа; б — после проведения «загрузочных» интравитреальных инъекций, по ангио-ОКТ отмечается снижение интенсивности МНВ

Fig. 3. Angio-OCT of the macular area of patient R., the main group: a — before intravitreal administration of aflibercept, angio-OCT shows signs of type 1 MNV; b — after "loading" intravitreal injections, angio-OCT shows a decrease in the intensity of MNV

Учитывая достигнутое купирование активности МНВ в обеих группах, интервал между интравитреальными введениями, согласно протоколу, был увеличен на 2 недели.

Спустя 6 месяцев наблюдения у всех пациентов основной группы, получавших дополнительно комплекс Ресвера Форте®, отсутствовали признаки истончения нейроэпителия и сосудистой оболочки. При этом отмечалось увеличение средней МКОЗ до $0,75 \pm 0,05$. Такая положительная динамика у всех пациентов этой группы была обусловлена стабильным регрессом МНВ. Показатель ЦТС в группе снизился до $249,0 \pm 11,2$ мкм за счет резорбции интра- и субретинальной жидкости. Отмечено также увеличение порога светочувствительности до значений $25,10 \pm 0,08$ dB (рис. 4).

У пациентов группы сравнения, не принимавших Ресвера Форте®, через 6 месяцев от начала лечения значения МКОЗ в среднем составили $0,61 \pm 0,05$. Порог светочувствительности умеренно возрос до $21,30 \pm 0,09$ dB, в то время как в основной группе порог светочувствительности составил $25,10 \pm 0,08$ dB (рис. 5).

Функциональные изменения у пациентов группы сравнения коррелировали с выявленными изменениями хориоретинального комплекса. Так, через 6 месяцев наблюдения у 6 пациентов отмечалась реактивация МНВ. По данным ОКТ, это выражалось увеличением ЦТС в среднем до $329,6 \pm 5,1$ мкм, появлением отслойки пигментного эпителия, нейроэпителия, наличием суб- и интратретинальной жидкости, интратретинальных геморрагий. Учитывая появление признаков активности ВМД, интервал между введением ингибиторов ангиогенеза по протоколу у этих 6 пациентов был сокращен на 2 недели (рис. 6).

К 12-му месяцу наблюдения ни у одного пациента основной группы на фоне приема двух курсов комплекса Ресвера Форте® не отмечалось активности нВМД (рис. 7),

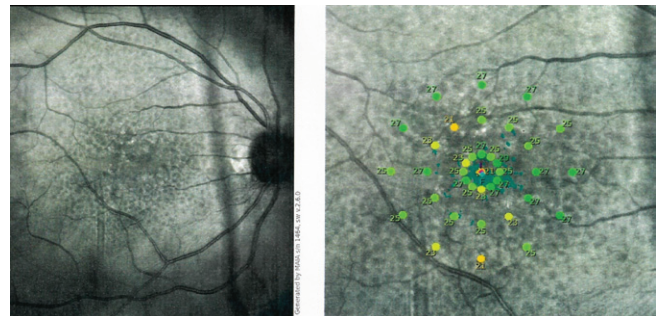


Рис. 4. Данные микропериметрии пациента основной группы через 6 месяцев после начала анти-VEGF-терапии, средний порог светочувствительности — 25,3 dB

Fig. 4. Microperimetry data of the patient in the main group 6 months after the start of anti-VEGF therapy, average photosensitivity threshold — 25.3 dB

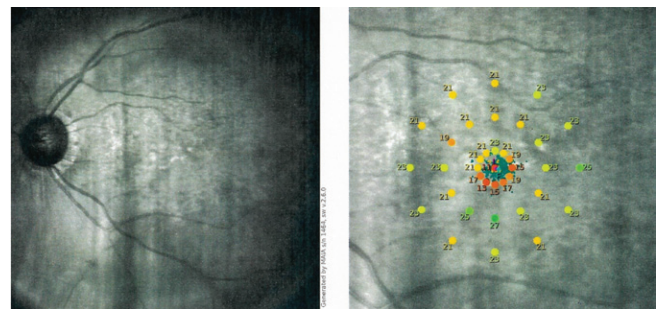


Рис. 5. Данные микропериметрии пациента группы сравнения через 6 мес. после начала анти-VEGF-терапии, средний порог светочувствительности — 21,2 dB

Fig. 5. Microperimetry data of the comparison group patient 6 months after the start of anti-VEGF therapy, average photosensitivity threshold — 21.2 dB

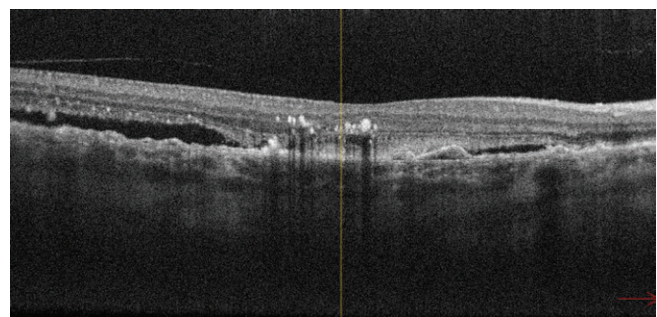


Рис. 6. ОКТ макулы правого глаза пациента В. группы сравнения: отмечается реактивация МНВ 2-го типа, распространенная отслойка нейроэпителия, интратретинальная жидкость, твердые экссудаты, друзы

Fig. 6. OCT of the macula of patient's B. right eye, comparison group: reactivation of type 2 retinal neural network, widespread detachment of the neuroepithelium, intraretinal fluid, hard exudates, drusen are noted

а средняя МКОЗ увеличилась до $0,80 \pm 0,06$, при исходной $0,20 \pm 0,42$. ЦТС снизилась до значений $251,5 \pm 9,1$ мкм. Средний порог светочувствительности повысился до показателей $25,40 \pm 0,05$ dB (рис. 8). В соответствии с этим

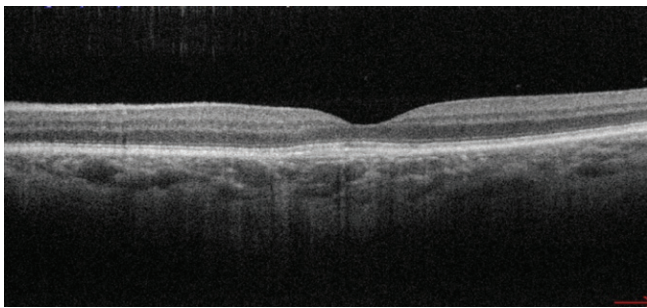


Рис. 7. ОКТ макулы правого глаза пациента Т. основной группы: признаков активной МНВ нет, участки атрофии пигментного эпителия

Fig. 7. OCT of the macula of patient's T. right eye, the main group: no signs of active MNV, areas of atrophy of the pigment epithelium

интервал между инъекциями у пациентов этой группы был увеличен до 12 недель. В результате среднее количество интравитреальных введений за год в основной группе составило 7 ± 1 .

В группе сравнения у 6 пациентов с активной нВМД спустя 1–1,5 года продолжалось снижение морфологических и функциональных показателей макулярной сетчатки, что потребовало уменьшения интервала между инъекциями до 10 недель и, соответственно, привело к увеличению их числа до 9–10 в год.

К концу срока наблюдения показатели ЦТС в группе сравнения составили $293,0 \pm 20,3$ мкм, что было статистически значимо выше в основной группе: $251,5 \pm 9,1$ мкм ($p < 0,08$), (табл., рис. 10). МКОЗ группы сравнения к этому сроку составила $0,8 \pm 0,06$ против основной группы $0,6 \pm 0,09$ ($p < 0,05$), (табл., рис. 11). Средний порог светочувствительности в группе сравнения повысился до значений $22,60 \pm 0,05$ dB (рис. 9), но они были статистически значимо ниже основной группы $25,40 \pm 0,05$ dB ($p < 0,08$), (табл., рис. 12).

ОБСУЖДЕНИЕ

Неоваскулярная форма ВМД — одна из основных причин неустраняемой центральной слепоты в развитых странах, поэтому патогенетически ориентированное лечение этого мультифакторного заболевания является одной из актуальных проблем. Согласно клиническим рекомендациям первой линией лечения активной МНВ при нВМД является интравитреальное введение ингибиторов ангиогенеза, но известно, что в патогенезе ВМД немалую роль играет окислительный стресс [17, 18]. В связи с этимнутрицевтические комплексы, являющиеся антиоксидантами, способны снижать уровень окислительного стресса за счет улучшения тканевого метаболизма, способствуя повышению активности фоторецепторов и увеличению ретиальной светочувствительности. Соответственно, назначениенутрицевтиков является обязательным для пациентов с ВМД [7].

Проведенное нами исследование эффективности дополнительного применения комплекса Ресвера Форте®

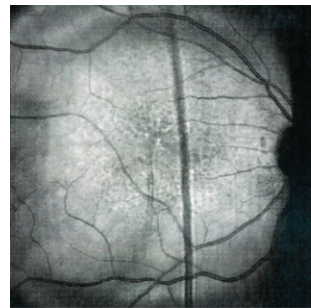


Рис. 8. Данные микропериметрии правого глаза пациента Т. основной группы через 1 год анти-VEGF-терапии на фоне приема двух курсов Ресвера Форте®. Средний порог светочувствительности — 26,3 dB

Fig. 8. Microperimetry data of patient's T. right eye, the main group after 1 year of anti-VEGF therapy, while taking two courses of Resvera Forte®. Average photosensitivity threshold — 26.3 dB

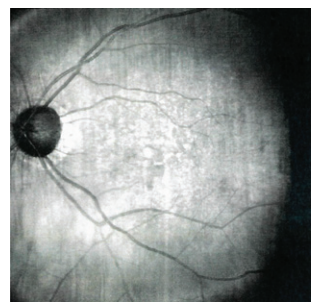


Рис. 9. Данные микропериметрии левого глаза пациента Г. через 1 год анти-VEGF-терапии группы сравнения, средний порог светочувствительности — 22,6 dB

Fig. 9. Microperimetry data of the left eye of patient G. after 1 year of anti-VEGF therapy in the comparison group, average photosensitivity threshold — 22.6 dB

Таблица. Сравнительная динамика изучаемых показателей в обеих группах

Table. Comparative dynamics of the studied indicators in both groups

Показатель	Основная группа	Группа сравнения
Исходно		
Максимально скорректированная острота зрения / Best corrected visual acuity	0,32 ± 0,70	0,29 ± 0,70
Центральная толщина сетчатки, мкм / Central retinal thickness, μm	553,8 ± 0,7	601,3 ± 50,6
Микропериметрия, dB / Microperimetry, dB	19,3 ± 1,3	17,6 ± 1,2
Через 6 мес.		
Максимально скорректированная острота зрения / Best corrected visual acuity	0,75 ± 0,05	0,61 ± 0,05
Центральная толщина сетчатки, мкм / Central retinal thickness, μm	255,0 ± 11,2	329,0 ± 0,1
Микропериметрия, dB / Microperimetry, dB	25,10 ± 0,08	21,30 ± 0,09
Через 1 год наблюдения		
Максимально скорректированная острота зрения / Best corrected visual acuity	0,80 ± 0,06	0,60 ± 0,09
Центральная толщина сетчатки, мкм / Central retinal thickness, μm	251,5 ± 9,1	293,5 ± 20,3
Микропериметрия, dB / Microperimetry, dB	25,40 ± 0,50	21,90 ± 0,09

Примечание: статистически значимая разница между одноименными показателями обеих групп $p < 0,05$.
 Note: statistically significant difference between the same indicators of both groups $p < 0.05$.

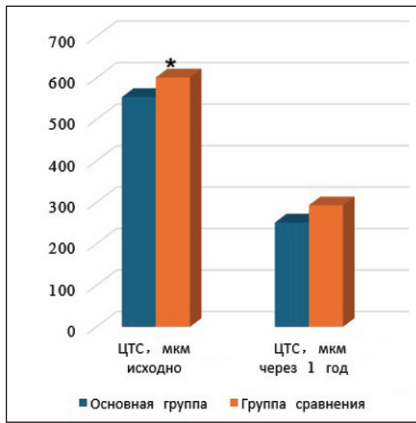


Рис. 10. Динамика центральной толщины сетчатки в мкм в сравниваемых группах
Примечание: * статистически значимая разница показателей 1-й и 2-й групп, $p < 0,08$.

Fig. 10. Dynamics of central retinal thickness, μm , in the compared groups

Note: * statistically significant difference in the indicators of the 1st and 2nd groups, $p < 0.08$.

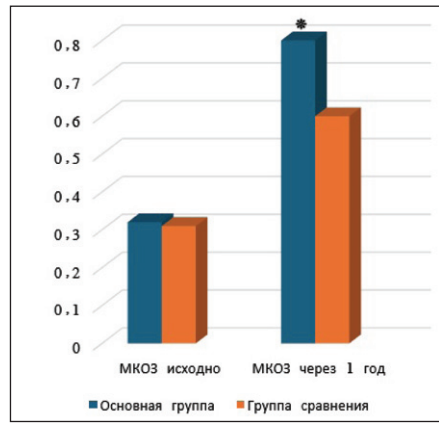


Рис. 11. Динамика максимально скорректированной остроты зрения в сравниваемых группах
Примечание: * статистически значимая разница показателей 1-й и 2-й групп, $p < 0,05$.

Fig. 11. Dynamics of best corrected visual acuity in the compared groups

Note: * statistically significant difference in the indicators of the 1st and 2nd groups, $p < 0.05$.

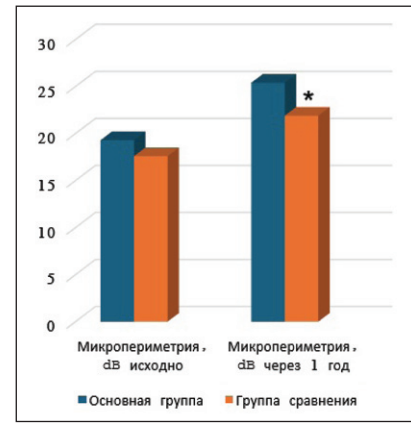


Рис. 12. Динамика данных микропериметрии, дБ, в сравниваемых группах
Примечание: * статистически значимая разница показателей 1-й и 2-й групп, $p < 0,08$.

Fig. 12. Dynamics of microperimetry data, dB, in the compared groups

Note: * statistically significant difference in the indicators of the 1st and 2nd groups, $p < 0.08$.

при анти-VEGF-терапии показало, что это способствовало статистически значимым морфологическим и функциональным положительным изменениям нВМД.

У пациентов данной группы на фоне сочетанного лечения (анти-VEGF-терапия и курсовой прием нутрицевтиков) в сравнении с таковыми без использования нутрицевтиков (группа сравнения) отмечен статистически значимо более выраженный стабильный регресс показателя ЦТС, редукция интра- и субретинальной жидкости, повышение МКОЗ и порога светочувствительности. Это позволило увеличить интервал между инъекциями до 10–12 недель и сократить общее количество инъекций до 7–8 в течение года. При этом в основной группе не произошло ни одного случая реактивации МНВ. Полученные результаты согласуются с подобными исследованиями других авторов [6, 8, 9].

ВЫВОДЫ

1. Исследование показало, что дополнение анти-VEGF-терапии нВМД пероральными курсами приема нутрицевтика Ресвера Форте® у 20 пациентов с нВМД

в сравнении с группой пациентов с нВМД, получавших лишь анти-VEGF-терапию, к исходу динамического наблюдения (1–1,5 года) способствовало статистически значимо более выраженной положительной динамике морфофункциональных показателей макулярной зоны.

2. В группе пациентов, получавших дополнительно периодическую курсовую терапию Ресвера Форте®, отсутствовали случаи реактивации субретинальной неоваскулярной мембраны на протяжении 12 месяцев наблюдения.

3. Пациентам с неоваскулярной формой ВМД в дополнение к проведению анти-VEGF-терапии возможно рекомендовать применение в качестве одного из нутрицевтиков препарата Ресвера Форте®.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Голота Л.А. — проведение исследований, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, анализ литературы, написание текста;
Помыткина Н.В. — концепция и дизайн исследования, анализ литературы, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Данилова Л.П. — редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Thomas CJ, Mirza RG, Gill MK. Age-Related Macular Degeneration. Med Clin North Am. 2021;105(3):473–491. doi: 10.1016/j.mcna.2021.01.003.
- Chang MA, Bresler SB, Munoz B, West SC Racial differences and other risk factors for the incidence and progression of age-related macular degeneration: Salisbury Eye Evaluation Project (SEE). Investig. Ophthalmol. Vis. Sci. 2008;49:2395–2402. doi: 10.1167/iovs.07-1584.
- Терещенко АВ, Белый ЮА, Ковалевская МА, Милюткина СО. К вопросу оценки эффективности анти-VEGF-терапии макулярного отека при ВМД. Офтальмохирургия. 2014;4:95–100. Tereshchenko AV, Belyi YA, Kovalevskaya MA, Milyutkina SO. The evaluation attempts in anti-VEGF therapy of AMD macular edema. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2014;4:95–100 (In Russ.).
- Бойко ЭВ, Чурашов СВ, Камилова ТА. Молекулярно-генетические основы возрастной макулярной дегенерации. Вестник офтальмологии. 2013;129(2):86–90. Boiko EV, Churashov SV, Kamilova TA. Molecular genetic basis of age-related macular degeneration. Russian Annals of Ophthalmology. 2013;129(2):86–90 (In Russ.).
- Эскина ЭН, Белогурова АВ, Гветадзе АА, Сморгчова АС. Применение офтальмонутрицевтика при «сухой» форме возрастной макулярной дегенерации. Вестник офтальмологии. 2020;136(4):86–92. Eskina EN., Belogurova AV, Gvetadze AA, Smorchkova AS. Practical application of ophthalmic nutraceuticals in patients with dry form of age-related macular degeneration. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(4):86–92 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013604186.
- Егоров ВВ, Гоуха ТИ, Смолякова ГП, Данилова ЛП, Еманова ЛП, Жайворонок НС. Дальневосточные природные фитоминеральные средства в лечении заболеваний глаза. Часть I. Использование дальневосточного природного фитоминерального средства Ламифарэн в лечении возрастной макулярной дегенерации сетчатки. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2012;13(2):74–77. Egorov VV, Gokhua TI, Smolyakova GP, Danilova LP, Emanova LP, Zhavoronok NS. Far Eastern natural phytomineral remedies in the treatment of eye diseases. Part I. Use of the Far Eastern natural phytomineral remedy Lamifaren in the treatment of age-related macular degeneration of the retina. RMJ. Clinical ophthalmology. 2012;13(2):74–77 (In Russ.).

7. Клинические рекомендации. Макулярная дегенерация возрастная. Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей офтальмологов»; 2024. <https://diseases.medelement.com/disease/макулярная-дегенерация-возрастная-кр-рф-2024/18141> (дата обращения 27.01.2025). Clinical guidelines. Age-related macular degeneration. All-Russian public organization "Association of ophthalmologists"; 2024 (In Russ.). URL: <https://diseases.medelement.com/disease/макулярная-дегенерация-возрастная-кр-рф-2024/18141> (accessed 01/27/2025).
8. Данилова ЛП, Егоров ВВ, Смолякова ГП, Поваляева ДА, Жайворонок НС, Удовиченко ЕВ, Еманова ЛП. Эффективность сочетанной терапии неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации с применением анти-VEGF-препарата афлиберцепт и нутрицевтика «Ресвега форте». Современные технологии в офтальмологии. 2021;(1):153–157. Danilova LP, Egorov VV, Smoliakova GP, Povalyaeva DA, Zhajvoronok NS, Udovichenko EV, Emanova LP. Effectiveness of combined therapy of neovascular age-related macular degeneration using anti-VEGF drug aflibercept and nutraceutical "Resvega Forte". Modern technologies in ophthalmology. 2021;(1):153–157 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2021-1-153-157.
9. Егоров ВВ, Гохуа ТИ, Смолякова ГП, Данилова ЛП, Еманова ЛП, Жайворонок НС. Лечение возрастной макулярной дегенерации с применением дальневосточного природного фитоминерального средства «Ламифарэн». Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2011;6:29–31. Egorov VV, Gokhua TI, Smoliakova GP, Danilova LP, Emanova LP, Zhaivoronok NS. Treatment of an age-related macular degeneration with application of the far-eastern natural phyto-mineral complex-gel "LAMIFAREN". Bulletin of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences. 2011;6:29–31 (In Russ.).
10. Свидетельство о государственной регистрации продукции № АМ.01.20.003.R.000656.12.24; ТУ 10.89.19-126-35002567-2024. Certificate of state registration of products No. AM.01.20.003.R.000656.12.24; TU 10.89.19-126-35002567-2024 (In Russ.).
11. VEGF Trap-Eye (aflibercept ophthalmic solution) briefing document. Ophthalmologic Drugs Advisory Committee. Tarrytown, NY: Regeneron Pharmaceuticals, Inc.; 2011.
12. Государственный реестр лекарственных средств. Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Эйлеа ЛП003544 от 2020 г. State Register of Medicines. Instructions for medical use of the medicinal product Eylea LP003544 from 2020 (In Russ.).
13. Dugel PU, Singh RP, Koh A, Ogura Y, Weissgerber G, Gedif K, Jaffe GJ, Tadayoni R, Schmidt-Erfurth U, Holz FG. HAWK and HARRIER: Ninety-Six-Week Outcomes from the Phase 3 Trials of Brolicizumab for Neovascular Age-Related Macular Degeneration. Ophthalmology. 2021;128(1):89–99. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.06.028.
14. Heier JS, Khanani AM, Quezada Ruiz C, Basu K, Ferrone PJ, Brittain C, Figueroa MS, Lin H, Holz FG, Patel V, Lai TYY, Silverman D, Regillo C, Swaminathan B, Viola F, Cheung CMG, Wong TY; TENAYA and LUCERNE Investigators. Efficacy, durability, and safety of intravitreal faricimab up to every 16 weeks for neovascular age-related macular degeneration (TENAYA and LUCERNE): two randomised, double-masked, phase 3, non-inferiority trials. Lancet. 2022;399(10326):729–740. doi: 10.1016/S0140-6736(22)00010-1.
15. Данилова ЛП, Егоров ВВ, Смолякова ГП, Еманова ЛП, Швачко НС. Анализ эффективности применения ингибитора ангиогенеза ранибизумаба в лечении хориоидальной неоваскуляризации у больных возрастной макулярной дегенерацией. Здоровоохранение Дальнего Востока. 2010;2:35–38. Danilova LP, Egorov VV, Smolyakova GP, Emanova LP, Shvachko NS. Analysis of the efficacy of angiogenesis inhibitor ranibizumab in the treatment of choroidal neovascularization in patients with age-related macular degeneration. Public health of the Far East. 2010;2:35–38 (In Russ.).
16. Alghamdi A, Keegan D, Connell P, Dooley I, O'Toole L. Adherence of patients with age-related macular degeneration to AREDS 2-recommended nutritional supplements. Ir J Med Sci. 2023;192(6):3163–3167. doi: 10.1007/s11845-023-03351-4.
17. Nozaki M, Raisler BJ, Sakurai E, Sarma JV, Barnum SR, Lambris JD, Chen Y, Zhang K, Ambati BK, Baffi JZ, Ambati J. Drusen complement components C3a and C5a promote choroidal neovascularization. Proc Natl Acad Sci USA. 2006;103(7):2328–2333. doi: 10.1073/pnas.0408835103.
18. Zhou J, Jang YP, Kim SR, Sparrow JR. Complement activation by photooxidation products of A2E, a lipofuscin constituent of the retinal pigment epithelium. Proc Natl Acad Sci USA. 2006;103(44):16182–7. doi: 10.1073/pnas.0604255103.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Голота Людмила Александровна
врач-офтальмолог отделения витреоретинальной хирургии № 2

Помыткина Наталья Викторовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог отделения лазерной хирургии;
ассистент кафедры общей и клинической хирургии
<https://orcid.org/0000-0003-3757-8351>

Данилова Любовь Петровна
заведующая отделением витреоретинальной хирургии №2,
врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0003-0665-1755>

ABOUT THE AUTHORS

Golota Lyudmila A.
ophthalmologist of the Vitreoretinal Surgery Department no. 2

Pomytkina Natalia V.
PhD., ophthalmologist of the Laser Surgery Department; assistant of the General and Clinical Surgery Department
<https://orcid.org/0000-0003-3757-8351>

Danilova Lyubov P.
Head of the Department of the Vitreoretinal Surgery Department no. 2,
ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0003-0665-1755>

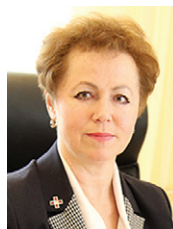
Импрессионная цитология бульбарной конъюнктивы у пациентов рефракционного профиля



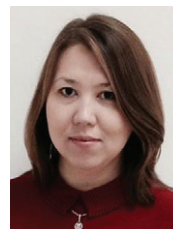
А.В. Дога



С.А. Борзенок



И.А. Мушкова



А.Н. Каримова

М.Р. Образцова, М.Х. Хубецова, Д.С. Островский

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(1):100–107

Актуальность. Поддержание здоровой глазной поверхности очень важно как для выполнения качественной зрительной работы, так и для удовлетворительного социально активного образа жизни. Для защиты и поддержания нормального баланса глазной поверхности необходима стабильная и функциональная слезная пленка. **Цель:** определить плотность бокаловидных клеток бульбарной конъюнктивы у пациентов рефракционного профиля на до- и послеоперационном этапе с учетом состояния глазной поверхности. **Пациенты и методы.** В рамках данной работы были обследованы 62 пациента (62 глаза) рефракционного профиля, средний возраст которых составил $26,5 \pm 2,1$ года. Всем пациентам, помимо стандартной рефракционной диагностики, определяющей возможность безопасного проведения кераторефракционной хирургии, была проведена оценка статуса глазной поверхности: тест Ширмера-1, проба Норна, окрашивание глазной поверхности 0,1 % р-ром флюоресцеина и 0,1 % раствором лиссаминового зеленого, определение времени разрыва слезной пленки и потери секрета мейбомиевых желез при мейбографии верхнего и нижнего века на диагностическом модуле щелевой лампы Mediworks (Китай). Сроки наблюдения составили до операции, 1 неделя, 1, 3 и 6 месяцев после операции. **Результаты.** Было выявлено неравномерное распределение плотности бокаловидных клеток во всех группах исследования с последующим восстановлением к 6-му месяцу. **Заключение.** Результаты оценки состояния глазной поверхности с помощью стандартных офтальмологических методов исследования и с помощью современного диагностического модуля скрининга синдрома сухого глаза соответствовали нормальному течению восстановительного периода после кераторефракционной хирургии на фоне назначенной таргетной терапии в борьбе с индуцированным синдромом сухого глаза, в то время как исследование количества бокаловидных клеток показало наличие изменений, в частности, в группах с исходным наличием синдромом сухого глаза, что подтверждает высокую информативность и диагностическую значимость импрессионной цитологии.

Ключевые слова: бокаловидная клетка, слезная пленка, синдром сухого глаза, импрессионная цитология, кераторефракционная хирургия

Для цитирования: Дога А.В., Борзенок С.А., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Образцова М.Р., Хубецова М.Х., Островский Д.С. Импрессионная цитология бульбарной конъюнктивы у пациентов рефракционного профиля. *Офтальмология*. 2025;22(1):100–107. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-100-107>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Impression Cytology of Bulbar Conjunctiva in Refractive Patients

A.V. Doga, S.A. Borzenok, I.A. Mushkova, A.N. Karimova, M.R. Obratsova, M.Kh. Khubetsova, D.S. Ostrovskiy

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

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):100-107

Actuality. Maintaining a healthy eye surface is very important both for performing high-quality visual work and for maintaining a socially active lifestyle. A stable and functional tear film is necessary to protect and maintain the normal balance of the eye surface. **Purpose:** to determine the density of goblet cells of the bulbar conjunctiva in refractive profile patients at the pre- and postoperative stages, taking into account the condition of the ocular surface. **Patients and methods.** Within the framework of this work, 62 (62 eyes) refractive profile patients were examined, their average age was 26.5 ± 2.1 years. In addition to the standard refractive diagnosis, which determines the possibility of safe keratorefractive surgery, all patients underwent an assessment of the status ocular surface: Schirmer-1 test, Norn test, staining of the ocular surface with 0.1% fluorescein and 0.1% lissamine green, determination of tear film break up time and loss of meibomian gland secretion during upper meibography and the lower eyelid on the diagnostic module of the Mediworks slit lamp (China). The follow-up periods were before surgery, 1 week, 1, 3 and 6 months after surgery. **Results.** The results of this study showed an uneven distribution of goblet cell density in all study groups, followed by recovery the 6th month. **Conclusion.** Thus, the results of assessing condition of the ocular surface using standard ophthalmological research methods and using a modern diagnostic module for screening dry eye syndrome corresponded to the normal course of the recovery period after keratorefractive surgery against the background of prescribed targeted therapy in the fight against induced dry eye syndrome, while a study of the number of goblet cells showed the presence of changes, in groups with the initial presence of dry eye syndrome, this confirms high informative value and diagnostic significance of impression cytology.

Keywords: goblet cell, tear film, dry eye syndrome, impression cytology, keratorefractive surgery

For citation: Doga A.V., Borzenok S.A., Mushkova I.A., Karimova A.N., Obratsova M.R., Khubetsova M.Kh., Ostrovskiy D.S. Impression Cytology of Bulbar Conjunctiva in Refractive Patients. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):100-107. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-100-107>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Поддержание здоровой глазной поверхности очень важно как для выполнения качественной зрительной работы, так и для поддержания социально-активного образа жизни. Для защиты и поддержания нормального баланса глазной поверхности необходима стабильная и функциональная слезная пленка. Слезная пленка содержит липиды, муцины, белки, электролиты, воду, которые составляют основу общепризнанной двухслойной модели слезной пленки — липидного и водно-муцинового слоя [1, 2]. Значительное нарушение структурных компонентов слезной пленки может привести к развитию синдрома сухого глаза (ССГ), снижающего качество зрительных функций и комфорта глаз.

В настоящее время высокотехнологичной и быстро развивающейся отраслью в офтальмологии является кераторефракционная хирургия (КРХ) для коррекции большого спектра рефракционных аномалий [3, 4]. Несмотря на благоприятный прогноз, касающийся получения в короткие сроки желаемого зрительно-функционального результата, существует и обратная сторона КРХ — развитие индуцированного или усугубление уже имеющегося ССГ [5, 6]. В основе патогенеза этого процесса лежит тот факт, что проведение лазерной коррекции

зрения приводит к повреждению чувствительных нервных волокон роговицы с последующим изменением чувствительности роговой оболочки глаза, что сопровождается снижением базальной секреции слезной жидкости и нарушением стабильности слезной пленки на глазной поверхности, угнетением рефлекса моргания век [7, 8].

Установлено также, что чем больше глубина абляции стромы при проведении КРХ, тем больше зона повреждения глубоких стромальных нервных волокон, что приводит к замедленной регенерации подэпителиального нервного сплетения [9]. Данные конфокальной микроскопии показывают, что сроки реиннервации роговичного интерфейса после выполнения рефракционной экстракции линтикулы (РЭЛ) составляют 3–6 месяцев, а при роговичной клапанной хирургии — от 6 месяцев, что сопровождается субъективными признаками ССГ у пациентов в послеоперационном периоде [10, 11]. Другим не менее актуальным патогенетическим звеном пострефракционного ССГ является повреждение бокаловидных клеток конъюнктивы установленным на глазную поверхность вакуумным кольцом рукоятки лазерной установки [1].

Бокаловидные клетки бульбарной конъюнктивы ответственны за секрецию большей части муцинов в водно-муциновый слой слезной пленки [12]. Бокаловидные

клетки вырабатывают секреторные муцины, в частности муцин MUC5AC, который представляет собой крупный гелеобразующий муцин, являющийся основным компонентом водно-муцинового слоя слезной пленки, ответственного за удержание прекорнеальной слезной пленки на роговичном эпителии [12]. Именно слизистый гель препятствует адгезии воспалительных клеток, бактерий и вирусов, детрита клеток к глазной поверхности. Водно-муциновый слой обеспечивает легкое скольжение век по главному яблоку. Кроме того, находящийся на эпителии роговицы муцин сглаживает все неровности эпителиальной поверхности, создавая характерный для нее зеркальный блеск [12]. Секреция муцина из бокаловидных клеток регулируется нервным импульсом, возникающим из-за активации эфферентных парасимпатических нервных волокон роговицы и конъюнктивы [13]. На увеличение секреции муцина бокаловидными клетками также оказывает влияние и повышение концентрации медиаторов воспаления глазной поверхности — ИЛ-4 и IFN- γ [14]. В связи с этим при проведении КРХ происходит механическое воздействие вакуумным кольцом на глазную поверхность с последующим обратимым повреждением бокаловидных клеток бульбарной конъюнктивы, а также активацией про- и противовоспалительных факторов, запускающих развитие ССГ [15].

В связи с этим актуальными аспектами в борьбе с ССГ среди офтальмологического сообщества являются понимание этиопатогенетического звена ксероза глазной поверхности, доступная и экономически выгодная диагностика ССГ и таргетная схема лечения.

Однако, учитывая полисимптомность ССГ, его активизация в ряде случаев может быть затруднена. Данный факт объясняет продолжающийся поиск патогенетически ориентированных высокоточных методов диагностики данного состояния. Одним из указанных методов может выступать оценка количества бокаловидных клеток конъюнктивы.

Не менее актуальным методом и по сей день в изучении морфологии клеточного состава бульбарной конъюнктивы глаза является метод импрессионной цитологии (ИЦ), впервые представленный в 1977 году доктором P.R. Egbert и соавт. и доктором R.W. Thatcher и соавт. [16, 17]. Благодаря ИЦ бульбарной конъюнктивы можно проводить идентификацию эпителиальных клеток, клеток Лангерганса, бокаловидных клеток с последующим цитометрическим анализом для верификации патологических состояний глазной поверхности [18].

Традиционно ИЦ используют в верификации патологических процессов, происходящих в бульбарной конъюнктиве при ССГ, конъюнктивитах, плоскоклеточной неоплазии глазной поверхности, синдроме Шегрена, синдроме Стивенса — Джонсона, дефиците витамина А, что позволяет проводить динамическое наблюдение и контролировать схемы лечения таких пациентов [19–21].

Например, доктор K.S. Khimani и соавт. из медицинского колледжа Бейлора (США) в первой части своего исследования продемонстрировали снижение плотности и уменьшение размера бокаловидных клеток бульбарной конъюнктивы у пациентов с диагнозом ССГ испарительной формы и у пациентов с диагнозом ССГ испарительной формы на фоне синдрома Шегрена по сравнению с контрольной группой. В исследование были включены пациенты с исходно нормальным статусом глазной поверхности без статистически значимой разницы в распределении плотности и морфометрических параметров бокаловидных клеток в контрольных сроках наблюдения [19, 22].

Не менее интересным опытом поделились доктор P. Kumar и соавт. из медицинского колледжа Сантоса в Индии, при этом в проведенном исследовании была изучена специфичность и чувствительность теста Ширмера-1, ВРСП и окрашивания глазной поверхности бенгальским розовым по сравнению с принятым в исследованиях за золотой стандарт методом ИЦ бульбарной конъюнктивы. Было показано, что наиболее специфичным и чувствительным методом оценки состояния глазной поверхности при ССГ является ИЦ, чувствительность указанных методов была распределена следующим образом: ВРСП > окрашивание бенгальским розовым > тест Ширмера; а специфичность: тест Ширмера > ВРСП > окрашивание бенгальским розовым в порядке убывания [19, 23].

Таким образом, в настоящее время по-прежнему актуальным методом в верификации патологических процессов, происходящих на глазной поверхности, является ИЦ, не требующая больших финансовых затрат и времени в клинической практике офтальмолога.

Цель исследования — определить плотность бокаловидных клеток бульбарной конъюнктивы у пациентов рефракционного профиля на до- и послеоперационном этапе с учетом состояния глазной поверхности.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В рамках данной работы были обследованы 62 пациента (62 глаза) рефракционного профиля, средний возраст которых составил $26,5 \pm 2,1$ года. Критериями включения в группы исследования были диагноз миопии средней степени (от $-3,25$ до $-6,0$ дптр включительно) с миопическим астигматизмом (до $-1,5$ дптр включительно), бинокулярный характер зрения с ведущим правым глазом, параметры средней кератометрии $43,0$ – $44,0$ дптр, переносимость очковой и мягкой контактной коррекции. Критериями невключения служили: сопутствующая соматическая патология: сахарный диабет, аритмии, нервно-психические расстройства, аутоиммунные заболевания (склеродермия, системная красная волчанка) и офтальмологическая патология: катаракта, глаукома, нистагм, кератоконус, отслойка сетчатки, а также прием ретиноидов при лечении розацеа. Пациенты были проинформированы о проводимых методах диагностики

состояния глазной поверхности и технологии КРХ, все согласия получены. Права, безопасность и благополучие пациентов были обеспечены.

Всем пациентам, помимо стандартной рефракционной диагностики, определяющей возможность безопасного выполнения КРХ, была проведена оценка статуса глазной поверхности: тест Ширмера-1, проба Норна, окрашивание глазной поверхности 0,1 % раствором флюоресцеина и 0,1 % раствором лиссаминового зеленого, определение времени разрыва слезной пленки (ВРСП) и потери секрета мейбомиевых желез при мейбографии верхнего и нижнего века на диагностическом модуле щелевой лампы Mediworks (Китай). После оценки статуса глазной поверхности на наличие дооперационного ССГ все пациенты были разделены на четыре группы: группа 1 (12 глаз) — пациенты без ССГ после операции ФемтоЛазик, группа 2 (12 глаз) — пациенты без ССГ после операции РЭЛ, группа 3 (24 глаза) — пациенты с ССГ после операции ФемтоЛазик, группа 4 (14 глаз) — пациенты с ССГ после операции РЭЛ.

После оценки состояния глазной поверхности с помощью стандартных офтальмологических методов исследования и современного диагностического модуля щелевой лампы Mediworks у всех пациентов был взят мазок-отпечаток с бульбарной конъюнктивы с помощью фильтра «JET BIOFIL» МСЕ НЕЙЛОН диаметром 13 мм, круглой формы и размером пор 0,45 мкм с последующим окрашиванием фильтра красителем альциановым синим и PAS-реакции. Однако не по всем пациентам в установленные сроки удалось получить данные по ИЦ по следующим причинам: неявка пациента в назначенный день для забора клеточного материала, недостаточное количество клеток на поверхности фильтра для проведения цитометрического анализа. Сроки наблюдения по итогам проведения ИЦ бульбарной конъюнктивы у пациентов группы 1 составили до операции, 1, 3 и 6 месяцев после операции; у группы 2 — до операции, 1 неделя, 1, 3 и 6 месяцев; у группы 3 — до операции, 1 неделя, 1, 3 и 6 месяцев; у группы 4 — до операции, 1 и 6 месяцев.

Статистический анализ полученных данных осуществлялся в статистической программе GraphPad Prism 7, фоторегистрация образцов ИЦ на световом микроскопе Olympus, расчет площади клеточного материала с помощью маркеров выделения изучаемой зоны образца и подсчет бокаловидных клеток с помощью анализатора «cell calculator» в программе ImageJ. Расчет плотности бокаловидных клеток осуществлялся по формуле:
$$\text{плотность бокаловидных клеток} = \frac{\text{Количество клеток в исследуемой зоне}}{\text{Площадь клеточного материала}}$$
, единица измерения «клетки/мм²».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно анализу литературных данных вопрос, касающийся распределения плотности бокаловидных клеток у пациентов рефракционного профиля с подтвержден-

ным ССГ или с исходно не выявленными признаками ксероза глазной поверхности недостаточно изучен. В связи с этим в данной статье будут представлены результаты собственных исследований.

При выполнении работы на базе отдела лазерной рефракционной хирургии и Центра фундаментальных и прикладных медико-биологических проблем головной организации ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России были получены данные о статусе глазной поверхности при выполнении клинических офтальмологических методов исследования поверхности глаза и ИЦ бульбарной конъюнктивы.

При выполнении биомикроскопии переднего отрезка, окрашивании глазной поверхности витальными красителями во всех четырех группах в изучаемые сроки наблюдения отсутствовали патологические изменения. При проведении пробы Норна и теста Ширмера-1 в дооперационном периоде во всех четырех группах показатели не опускались ниже нормальных значений, но при определении ВРСП на дооперационном этапе в группах 3 и 4 показатели были ниже нормальных значений, а именно, в группе 3 среднее арифметическое и ошибка среднего арифметического ($M \pm m$) составила $5,15 \pm 1,1$, а в группе 4 — $6,7 \pm 1,75$, что и послужило основанием для диагноза ССГ.

В послеоперационном периоде во всех четырех группах не были замечены патологические изменения в зоне интерфейса роговицы, потеря секрета мейбомиевых желез, а также уменьшение ВРСП при проведении пробы Норна и базальная слезопродукция при выполнении теста Ширмера-1 на всех сроках наблюдения. Однако в течение первых трех месяцев послеоперационного периода во всех четырех группах значения ВРСП на диагностическом модуле щелевой лампы Mediworks были ниже нормы — менее 14 секунд. К 6-му месяцу наблюдения во всех четырех группах слезная пленка была стабильной и ВРСП более 14 секунд. Результаты общих стандартных офтальмологических методов исследования глазной поверхности совместно с диагностическим модулем щелевой лампы Mediworks представлены в таблице.

После проведения клинических методов исследования глазной поверхности всем пациентам была выполнена ИЦ, в ходе которой никаких осложнений при проведении данной процедуры зафиксировано не было.

На рисунке 1 представлена фоторегистрация мазка-отпечатка бульбарной конъюнктивы красителем альциановым синим и PAS-реакция. Световая микроскопия, $\times 10$. Краситель альциановый синий фиксирует кислые мукополисахариды бокаловидной клетки в бирюзовый цвет, а PAS-реакция окрашивает нейтральные мукополисахариды бокаловидной клетки в пурпурный цвет. Бокаловидные клетки бульбарной конъюнктивы указаны черной стрелкой, как показано на фоторегистрации снимка в указанный срок наблюдения.

Таблица 1. Оценка состояния глазной поверхности с помощью стандартных методов исследования и современного диагностического модуля**Table 1.** Assessment of the condition of the ocular surface using standard research methods and using a modern diagnostic module

Сроки наблюдения / Observation periods	Группы исследования / Research groups	Биомикроскопия / Biomicroscopy	Окрашивание глазной поверхности 0,1 % раствором флюоресцеина (N, I-IV ст.) / Staining of the ocular surface with 0,1% solution of fluorescein (N, I-IV degrees)	Окрашивание глазной поверхности 0,1 % раствором лиссаминового зеленого (N, I-IV ст.) / Staining of the ocular surface with 0,1 % lissamine green solution (N, I-IV degrees)	Проба Норна (сек) / Norn test (sec) (N = 21,1 ± 2,0) M ± m	Тест Ширмера-1 (мм) / Schirmer Test-1 (mm) (N = 15–25, >25 ↑, <10 ↓) M ± m	ВРСР / TBUT (N = > 14 c) M ± m	Мейбография / Maybography
До операции / Before the operation	1	N	N	N	20,30 ± 0,25	20,50 ± 0,49	15,60 ± 0,45	N
	2	N	N	N	20,20 ± 0,27	20,60 ± 0,25	15,95 ± 0,10	N
	3	N	N	N	20,10 ± 0,22	20,30 ± 0,44	5,15 ± 1,10	N
	4	N	N	N	20,50 ± 0,5	20,50 ± 0,50	6,70 ± 1,75	N
1 неделя после операции / 1 week after surgery	1	N	N	N	20,20 ± 0,25	20,30 ± 0,41	8,30 ± 1,12	N
	2	N	N	N	20,10 ± 0,2	20,50 ± 0,37	9,70 ± 0,38	N
	3	N	N	N	20,37 ± 0,43	20,45 ± 0,45	4,80 ± 0,98	N
	4	N	N	N	20,10 ± 0,20	20,10 ± 0,25	6,23 ± 1,59	N
1 месяц после операции / 1 month after surgery	1	N	N	N	20,40 ± 0,20	20,60 ± 0,75	10,20 ± 1,06	N
	2	N	N	N	20,60 ± 0,25	20,70 ± 0,27	10,20 ± 0,29	N
	3	N	N	N	20,40 ± 0,45	20,50 ± 0,46	8,70 ± 0,73	N
	4	N	N	N	20,10 ± 0,2	20,30 ± 0,40	11,80 ± 2,10	N
3 месяца после операции / 3 months after surgery	1	N	N	N	20,90 ± 0,66	20,60 ± 0,44	13,60 ± 2,40	N
	2	N	N	N	20,90 ± 0,2	20,80 ± 0,40	13,30 ± 1,60	N
	3	N	N	N	20,50 ± 0,47	20,60 ± 0,49	12,30 ± 0,75	N
	4	N	N	N	20,20 ± 0,28	20,30 ± 0,57	14,20 ± 2,59	N
6 месяцев после операции / 6 months after surgery	1	N	N	N	20,70 ± 0,38	21,00 ± 0,63	16,10 ± 0,92	N
	2	N	N	N	20,70 ± 0,70	20,50 ± 0,35	15,70 ± 0,38	N
	3	N	N	N	20,60 ± 0,48	20,80 ± 0,64	16,20 ± 0,65	N
	4	N	N	N	20,10 ± 0,25	20,20 ± 0,50	16,30 ± 0,76	N

Примечание: N — норма, ↑ — повышение секреции слезы, ↓ — понижение секреции слезы.
Note: N — norm, ↑ — increased secretion of tears, ↓ — decrease in tear secretion.

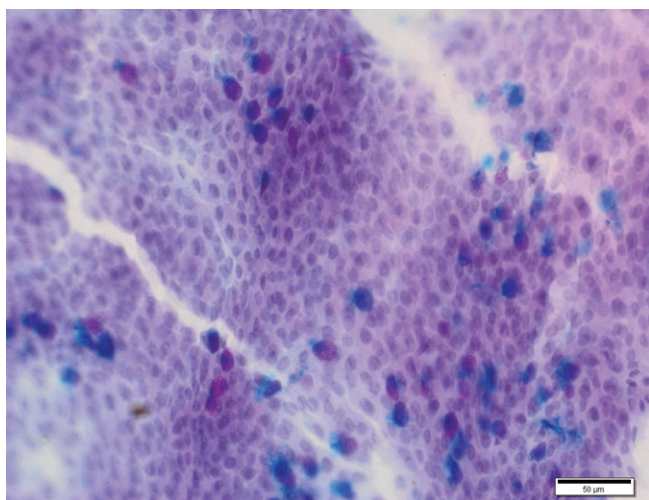


Рис. 1. Световая микроскопия образца ИЦ конъюнктивы, окраска PAS-реакция, альциановый синий

Fig. 1. Light microscopy of Alcian blue and PAS-reaction staining of the impression cytology conjunctiva samples

После проведения ИЦ каждого образца был выполнен расчет площади клеточного материала с помощью маркеров выделения изучаемой зоны образца и подсчет бокаловидных клеток с помощью анализатора «cell calculator» в программе ImageJ с последующим статистическим анализом в программе GraphPad Prism7. Расчет плотности бокаловидных клеток осуществлялся по формуле:
$$\text{плотность бокаловидных клеток} = \frac{\text{Количество клеток в исследуемой зоне}}{\text{Площадь клеточного материала}}, \text{ клетки/мм}^2.$$

Результаты цитологического исследования бульбарной конъюнктивы каждой группы представлены на рисунках 2–5. Можно отметить, что в группах 1 и 3 прослеживается падение количества бокаловидных клеток на сроке 1 месяц после операции. В группе 1 плотность бокаловидных клеток бульбарной конъюнктивы составила $\pm 49,70$ клеток/мм², а в группе 3 — $\pm 69,07$ клеток/мм²; с последующим постепенным повышением плотности бокаловидных клеток к 6 месяцам до $\pm 86,26$ клеток/мм² в группе 1, в то время как в группе 3 на всех сроках послеоперационного наблюде-

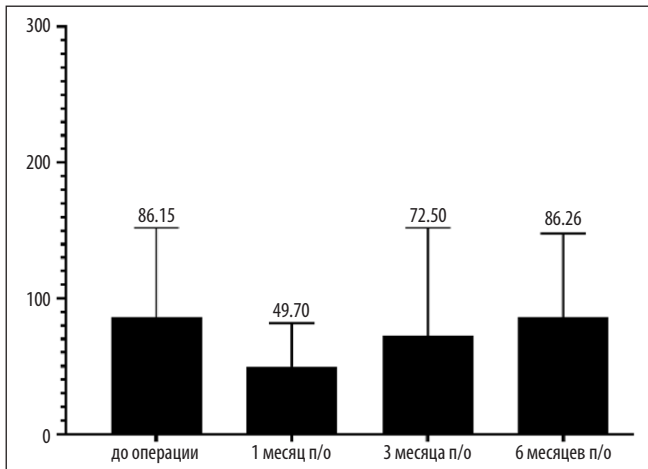


Рис. 2. Распределение плотности бокаловидных клеток в исследуемом образце мазка-отпечатка бульбарной конъюнктивы у пациентов без субъективных и объективных признаков ССГ группы 1

Fig. 2. Distribution of the density of goblet cells in the test sample of the bulbar conjunctiva smear-imprint in patients without subjective and objective signs of dry eye syndrome group 1

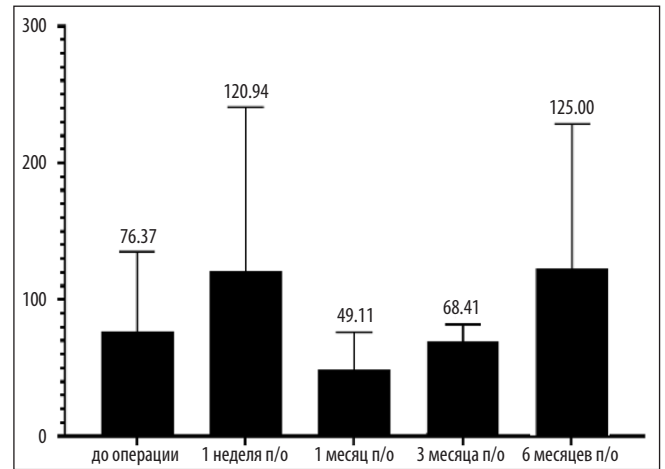


Рис. 3. Распределение плотности бокаловидных клеток в исследуемом образце мазка-отпечатка бульбарной конъюнктивы у пациентов без субъективных и объективных признаков ССГ группы 2

Fig. 3. Distribution of the density of goblet cells in the test sample of the bulbar conjunctiva smear-imprint in patients without subjective and objective signs of dry eye syndrome group 2

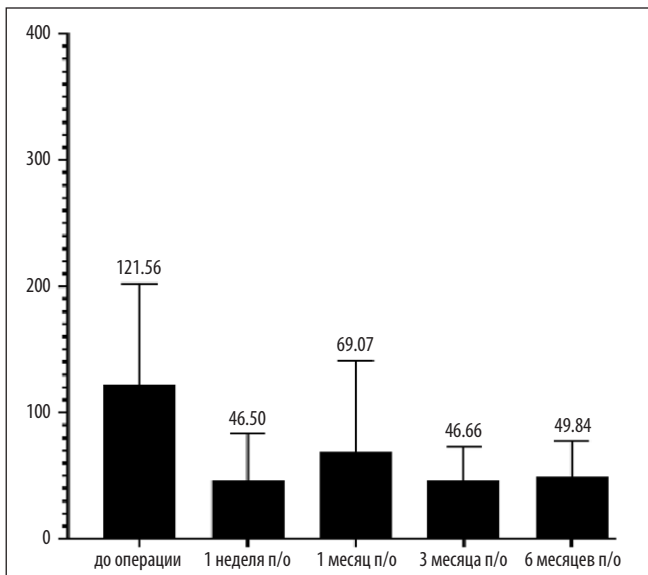


Рис. 4. Распределение плотности бокаловидных клеток в исследуемом образце мазка-отпечатка бульбарной конъюнктивы у пациентов с субъективными и объективными признаками ССГ группы 3.

Fig. 4. Distribution of the density of goblet cells in the test sample of the bulbar conjunctiva smear-imprint in patients with subjective and objective signs of dry eye syndrome group 3

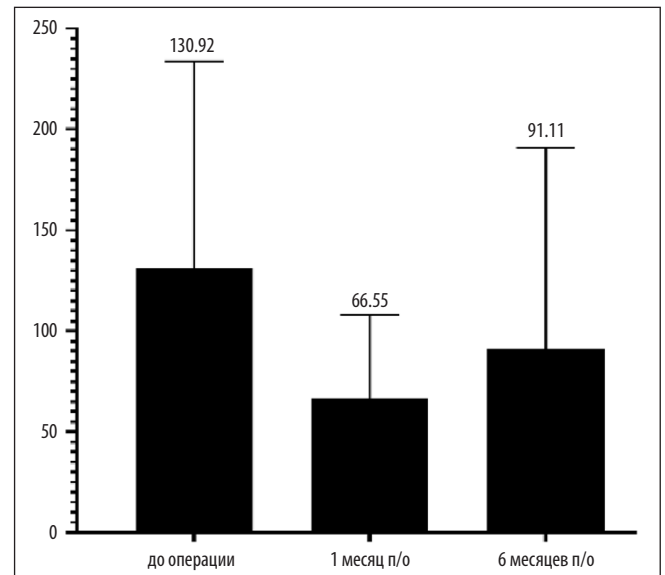


Рис. 5. Распределение плотности бокаловидных клеток в исследуемом образце мазка-отпечатка бульбарной конъюнктивы у пациентов с субъективными и объективными признаками ССГ группы 4

Fig. 5. Distribution of the density of goblet cells in the test sample of the bulbar conjunctiva smear-imprint in patients with subjective and objective signs of dry eye syndrome group 4

ния отмечалось сниженное количества бокаловидных клеток.

Указанную динамику можно объяснить исходно отсутствием в группе 1 субъективных и объективных признаков ССГ, а также особенностью восстановительного периода по реиннервации роговицы согласно литературным данным [10, 11]. В группе 2 отмечалось относительно постоянное количество бокаловидных клеток бульбарной конъюнктивы на до- и послеоперационном

этапе, что, видимо, обусловлено более коротким периодом реабилитации, а также отсутствием клинических признаков ССГ. В группе 4 имело место снижение количества бокаловидных клеток на сроке наблюдения 1 месяц с последующим восстановлением к 6-му месяцу. Падение количества бокаловидных клеток в данной группе обусловлено исходным состоянием глазной поверхности. Однако в группе 4 имелось более выраженное восстановление количества бокаловидных клеток

по сравнению с группой 3 с аналогичным исходным состоянием глазной поверхности, что может быть обусловлено особенностями этапов оперативного вмешательства двух разных технологий и аспектами восстановительного периода иннервации роговицы.

Всем пациентам в послеоперационном периоде, помимо стандартной противовоспалительной и антибактериальной схемы, был назначен курс дополнительного увлажнения глазной поверхности с применением глазных капель Хилозар-КОМОД® до 6 раз в день и глазной мази Вита-ПОС® на ночь 1 раз в день в течение первых трех месяцев. Глазные капли Хилозар-КОМОД® представляют собой универсальное средство для увлажнения, смазывания и ускорения заживления глазной поверхности в послеоперационном периоде. В основе данного офтальмологического препарата лежит высокомолекулярная гиалуроновая кислота 0,1 % концентрации, способствующая образованию тонкой пленки на поверхности роговицы и конъюнктивы, предохраняющей глаза от пересыхания, с уменьшением ощущений дискомфорта, сухости, усталости, рези и раздражения глаз [24]. Благодаря второму, не менее важному, компоненту глазных капель Хилозар-КОМОД® — декспантенолу (провитамин В5) происходит поддержание и пролонгирование увлажняющих свойств натрия гиалуроната за счет связывания молекул ОН группы [24–26]. Для пролонгированного увлажнения глазной поверхности во время ночного сна всем пациентам был назначен препарат Вита-ПОС® в качестве средства репаративной регенерации эпителия роговицы, действующим веществом которого является витамин-А-пальмитат [27].

Таким образом, результаты оценки глазной поверхности с помощью стандартных офтальмологических

методов исследования и современного диагностического модуля щелевой лампы Mediworks соответствовали нормальному течению восстановительного периода после КРХ на фоне проведенной таргетной терапии в борьбе с индуцированным ССГ, в то время как исследование количества бокаловидных клеток показало наличие изменений, в частности, в группах с исходным наличием ССГ, что подтверждает высокую информативность и диагностическую значимость импрессионной цитологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты настоящего исследования показали, что импрессионная цитология бульбарной конъюнктивы совместно с общими офтальмологическими методами исследования и с помощью диагностического модуля скрининга синдрома сухого глаза определяют подлинный статус глазной поверхности и ориентирует на безопасное проведение кераторефракционной хирургии, быстрый восстановительный период, контроль схемы лечения индуцированного синдрома сухого глаза.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Дога А.В. — научное консультирование, редактирование статьи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
 Борзенко С.А. — научное консультирование, редактирование статьи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
 Мушкова И.А. — научное консультирование, редактирование статьи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
 Каримова А.Н. — научная идея и дизайн работы, сбор данных, написание текста, редактирование статьи;
 Хубецова М.Х. — научная идея и дизайн работы, сбор данных, написание текста, редактирование статьи;
 Островский Д.С. — научная идея и дизайн работы, сбор данных, написание текста, редактирование статьи;
 Образцова М.Р. — сбор данных, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Novack GD, Asbell P, Barabino S, Michael VW, Joseph B, Gary NF, Goldstein M, Michael AL, Schrader S, Stapleton F. FOS DEWS II Clinical Trial Design Report. *Ocul Surf. Author manuscript*. 2017;15(3):629–649. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.009.
- Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, Caffery B, Dua HS, Joo Ch.K, Liu Z, Nelson JD, Nichols JJ, Tsubota K, Stapleton F. TFOS DEWS II definition and classification report. *Ocul Surf*. 2017;15(3):276–283. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.008.
- Дога АВ, Мушкова ИА, Семенов АД, Каримова АН, Кечин ЕВ. Этапы развития и современные аспекты кераторефракционной хирургии. *Практическая медицина*. 2016;6(98):36–41.
 Doga AV, Mushkova IA, Semenov AD, Karimova AN, Kechin EV. Stages of development and modern aspects of keratorefractive surgery. *Practical medicine*. 2016;6(98):36–41 (In Russ.).
- Morgan IG, French AN, Ashby RS. The epidemics of myopia: aetiology and prevention. *Prog Retin Eye Res*. 2018;62:134–149. doi: 10.1016/j.preteyeres.2017.09.004.
- Hyman L. Myopic and hyperopic refractive error in adults: an overview. *Ophthalmic Epidemiol*. 2007;14(4):192–197. doi: 10.1080/09286580701535517.
- D'Souza S, James E, Swarup R, Mahuvakar S, Pradhan A, Gupta K. Algorithmic approach to diagnosis and management of post-refractive surgery dryeye. *Indian J Ophthalmol*. 2020;68(12):2888–2894. doi: 10.4103/ijo.IJO_1957_20.
- Edward YW, Leung A, Rao S, Lam DS. Effect of laser in situ keratomileusis on tear stability. *Ophthalmology*. 2000;107(12):2131–2135. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00388-2.
- Wang B, Naidu RK, Chu R, Dai J, Qu X, Zhou H. Dry eye disease following refractive surgery: A 12-month follow-up of SMILE versus FS-LASIK in high myopia. *J Ophthalmol*. 2015;2015:132417. doi: 10.1155/2015/132417.
- Elfadl MA, Zein HA, Eid AM, Abd Elaleem AT. The ablation depth effect on dry eye after LASIK treatment for myopia. *J Egypt Ophthalmol Soc*. 2018;111:96.
- Pérez-Santonja JJ, Sakla HF, Cardona C, Chipont E, Alió JL. Corneal sensitivity after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis for low myopia. *Am J Ophthalmol*. 1999;127(5):497–504. doi: 10.1016/s0002-9394(98)00444-9.
- Cruzat A, Qazi Y, Hamrah P. In Vivo Confocal Microscopy of Corneal Nerves in Health and Disease. *Ocul Surf*. 2017;15(1):15–47. doi: 10.1016/j.jtos.2016.09.004.
- Dartt DA. Control of mucin production by ocular surface epithelial cells. *Exp Eye Res*. 2004;78(2):173–785. doi: 10.1016/j.exer.2003.10.005.
- Dartt DA, Hodges RR, Li D, Shatos MA, Lashkari K, Serhan CN. Conjunctival goblet cell secretion stimulated by leukotrienes is reduced by resolvin D1 and E1 to promote resolution of inflammation. *J Immunol*. 2011;186(7):4455–4466. doi: 10.4049/jimmunol.1000833.
- Massingale ML, Li X, Vallabhajosyula M, Chen D, Wei Y, Asbell PA. Analysis of inflammatory cytokines in the tears of dry eye patients. *Cornea*. 2009;28(9):1023–1027. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181a16578.
- Ryan DS, Bower KS, MD, Sia RK, Shatos MA, Howard RS, Mines MJ, Stutzman RD, Dartt DA. Goblet cell response after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42(8):1181–1189. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.05.008.
- Egbert PR, Lauber S, Maurice DM. A simple conjunctival biopsy. *Am J Ophthalmol*. 1977;84(6):798–801. doi: 10.1016/0002-9394(77)90499-8.
- Thatcher RW, Darougar S, Jones, B. Conjunctival impression cytology. *Arch Ophthalmol*. 1977;95(4):678–681. doi: 10.1001/archophth.1977.04450040144022.
- Kunert KS, Tisdale AS, Gipson IK. Goblet cell numbers and epithelial proliferation in the conjunctiva of patients with dry eye syndrome treated with cyclosporine. *Arch Ophthalmol*. 2002;120:330–337. doi: 10.1001/archophth.120.3.330.
- Дога АВ, Мушкова ИА, Борзенко СА, Каримова АН, Хубецова МХ, Островский ДС, Образцова МР. Основные аспекты импрессионной цитологии бульбарной конъюнктивы. *Вестник национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2023;26–29.
 Doga AV, Borzenok SA, Mushkova IA, Karimova AN, Khubetsova MKh, Ostrovskiy DS, Obratsova MR. The main aspects of the impression cytology of the bulbar conjunctiva. *Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov*. 2023;26–29 (In Russ.).
- Shiboski SC, Shiboski CH, Criswell LA, Baer AN, Challacombe S, Lanfranchi H, Schiodt M, Umehara H, Vivino F, Zhao Y, Dong Y, Greenspan D, Heidenreich AM, Helin P, Kirkham B, Kitagawa K, Larkin G, Li M, Lietman T, Lindgaard J, McNamara N, Sack K, Shirlaw P, Sugai S, Vollenweider C, Whitcher J, Wu A, Zhang S, Zhang W, Greenspan JS, Daniels TE. American College of Rheumatology clas-

- sification criteria for Sjögren's syndrome: a data-driven, expert consensus approach in the Sjögren's International Collaborative Clinical Alliance cohort. *Arthritis Care Res. (Hoboken)*. 2012;64(4):475-487. doi: 10.1002/acr.21591.
21. Pflugfelder SC, Tseng SC, Yoshino K, Monroy D, Felix C, Reis BL. Correlation of goblet cell density and mucosal epithelial membrane mucin expression with rose bengal staining in patients with ocular irritation. *Ophthalmology*. 1997;104(2):223-235. doi: 10.1016/s0161-6420(97)30330-3.
 22. Khimani KS, Go JA, Souza RG, Mitchell T, Yu Z, Paiva CS, Saumur M, Stephen C. Regional Comparison of Goblet Cell Number and Area in Exposed and Covered Dry Eyes and Their Correlation with Tear MUC5AC. *Sci Rep*. 2020;10:2933. doi: 10.1038/s41598-020-59956-7.
 23. Kumar P, Bhargava R, Kumar M, Ranjan S, Kumar M, Verma P. The Correlation of Routine Tear Function Tests and Conjunctival Impression Cytology in Dry Eye Syndrome. *Korean J Ophthalmol*. 2014;28(2):122-129. doi: 10.3341/kjo.2014.28.2.122.
 24. Королёва ИА, Оганезова ЖГ, Егоров ЕА. Оптимизация выбора препаратов слезозаместительной терапии при синдроме «сухого глаза». *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2016;4:227-231. doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-4-227-231.
 25. Koroleva IA, Oganezova JG, Egorov EA. Optimization of tear substitute drugs choice in dry eye syndrome therapy. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2016;4:227-231 (In Russ.). doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-4-227-231.
 26. Hahne M, Reichl S. Simulation of corneal epithelial injuries by mechanical and corrosive damage: Influence of fetal bovine serum and dexpanthenol on epithelial regeneration in a cell culture model. *Ophthalmologie*. 2010;107(6):529-536. doi: 10.1007/s00347-009-2079-x.
 27. aczyńska K, Iwaskiewicz-Bilikiewicz B, Stozkowska W, Sadlak-Nowicka J. Clinical evaluation of provitamin B5 drops and gel for postoperative treatment of corneal and conjunctival injuries. *Klin. Oczna*. 2003;105(4):175-178.
 28. Tabuchi N, Toshida H, Koike D, Odaka A, Suto C, Ohta T, Murakami A. Effect of retinol palmitate on corneal and conjunctival mucin gene expression in a rat dry eye model after injury. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2017;33(1):24-33. doi: 10.1089/jop.2015.0161.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дога Александр Викторович
доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора по научно-клинической работе
<https://orcid.org/0000-0003-2519-8941>

Борзенко Сергей Анатольевич
доктор медицинских наук, академик РАН, заведующий Центром фундаментальной офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0001-9160-6240>

Мушкова Ирина Альфредовна
доктор медицинских наук, заведующая отделом лазерной рефракционной хирургии
<https://orcid.org/0000-0002-5601-8280>

Каримова Аделя Насибуллаевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лазерной рефракционной хирургии
<https://orcid.org/0000-0001-6926-7780>

Хубецова Мадина Хетаговна
кандидат медицинских наук, заведующая глазным тканевым банком
<https://orcid.org/0000-0002-6378-8750>

Островский Дмитрий Сергеевич
кандидат медицинских наук, офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0002-2817-7102>

Образцова Мария Романовна
аспирант
<https://orcid.org/0000-0002-9933-9754>

ABOUT THE AUTHORS

Doga Aleksandr V.
MD, Professor, deputy director
<https://orcid.org/0000-0003-2519-8941>

Borzenok Sergey A.
MD, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Center for Fundamental Ophthalmology,
<https://orcid.org/0000-0001-9160-6240>

Mushkova Irina A.
MD, head of the Department of Laser Refractive Surgery,
<https://orcid.org/0000-0002-5601-8280>

Karimova Adela N.
PhD, Senior Researcher of the Department of Laser Refractive Surgery
<https://orcid.org/0000-0001-6926-7780>

Khubetsova Madina K.
PhD, head of the eye tissue bank
<https://orcid.org/0000-0002-6378-8750>

Ostrovskiy Dmitriy S.
PhD, ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0002-2817-7102>

Obraztsova Maria R.
postgraduate
<https://orcid.org/0000-0002-9933-9754>

Оценка эффективности комбинированного лечения диабетического макулярного отека

С.И. Закиева^{1,2}А.Д. Алиев^{1,2}А.К. Ахмедов¹М.М. Магомедова^{1,2}М.Т. Минаилова¹

¹ ГБУ РД НКО «Дагестанский центр микрохирургии глаза»
ул. Халилова, 12/2, Наспийск, 368305, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
пл. Ленина 1, Махачкала, 367000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):108–113

Цель работы — сравнить эффективность комбинированного лечения диабетического макулярного отека и оценить корреляции клинико-функциональных и aberromетрических показателей. **Пациенты и методы.** Обследованы 47 пациентов (56 глаз), из них 27 женщин и 20 мужчин с диабетическим макулярным отеком (ДМО), средний возраст составил $61,3 \pm 1,8$ года. В 1-ю группу включены 22 пациента (27 глаз), которым проводилось интравитреальное введение ингибитора неоваскуляризации (ИВВ ИА) афлиберцепта с последующей лазерной коагуляцией сетчатки (ЛКС). Во 2-ю группу вошли 25 пациентов (29 глаз), получивших комбинированное хирургическое вмешательство, включающее ИВВ ИА афлиберцепта и одномоментное субтеноновое введение пролонгированного кортикостероида бетаметазона с последующей ЛКС. Максимальная корригированная острота зрения (МКОЗ) в 1-й группе составила $0,51 \pm 0,20$ знака, во 2-й — $0,44 \pm 0,30$ знака. Пациентам обеих групп выполнено в среднем $5,48 \pm 1,50$ ИВВ афлиберцепта. Период наблюдения составил 12 месяцев. **Результаты.** По данным исследований выявлено, что в 1-й группе МКОЗ к концу срока наблюдения составила $0,59 \pm 0,22$, а во 2-й группе — $0,66 \pm 0,25$ ($p = 0,02$). После проведения 5 инъекций во 2-й группе наблюдалось статистически значимое снижение толщины центральной зоны сетчатки (ТЦЗС) в среднем на $270,17 \pm 12,37$ мкм, а также снизилась частота обнаружения субретинальной жидкости (СРЖ) на 54,2 % и интравитреальной жидкости (ИВЖ) на 55,8 %. В 1-й группе был отмечен менее существенный морфологический результат ($p < 0,05$). В обеих группах отмечалось статистически значимое уменьшение всех компонентов aberраций уже после второго этапа лечения, однако в 1-й группе результат оказался нестабильным ($p = 0,04$). **Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что у пациентов 2-й группы удалось достичь высоких морфофункциональных результатов и сохранить их на статистически значимом уровне к концу срока наблюдения в 89 % случаев, а у пациентов 1-й группы — в 68 % случаев, однако последние результаты оказались нестабильными.

Ключевые слова: диабетический макулярный отек, неоваскуляризация, ингибиторы неоваскуляризации, aberрации высших порядков

Для цитирования: Закиева С.И., Алиев А.Д., Ахмедов А.К., Магомедова М.М., Минаилова М.Т. Оценка эффективности комбинированного лечения диабетического макулярного отека. *Офтальмология*. 2025;22(1):108–113. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-108-113>

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

Конфликт интересов: отсутствует.



Investigation of the Effectiveness of the Combined Treatment of Diabetic Macular Edema

S.I. Zakieva^{1,2}, A.D. Aliyev^{1,2}, A.H. Ahmedov¹, M.M. Magomedova^{1,2}, M.T. Mikailova¹

¹ Dagestan Center for Eye Microsurgery
Halilova str., 12/2, Kaspiysk, 368305, Russian Federation

² Dagestan State Medical University
Lenin sq., 1, Makhachkala, 367000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):108–113

The purpose: to compare the effectiveness of combination treatment of patients with diabetic macular edema (DME) and to assess the correlations of clinical, functional and aberrometric indicators. **Patients and methods.** 47 patients (56 eyes) were examined, 27 were women and 20 were men with DME, the average age was 61.3 ± 1.8 years. The 1st group included 22 patients (27 eyes) who underwent intravitreal administration of the neoangiogenesis inhibitor (IA IN) aflibercept followed by laser retinal coagulation (LRC). The 2nd group included 25 patients (29 eyes) who received a combined surgical intervention, including IA IN aflibercept and one-time subtenon administration of the prolonged corticosteroid betamethasone followed by laser coagulation of the retina. Best corrected visual acuity (BCVA) in the 1st group was 0.51 ± 0.2 digits, in the 2nd group 0.44 ± 0.3 digits. Patients of both groups underwent an average of 5.48 ± 1.5 IVs of IV aflibercept. The observation period was 12 months. **Results.** According to research data, it was revealed that in the 1st group the BCVA by the end of the treatment period was 0.59 ± 0.22 ($p = 0.02$), and in the 2nd group this indicator was 0.66 ± 0.25 ($p = 0.02$). After the 5th injection, there was a statistically significant decrease in CRT by an average of 270.17 ± 92.37 μm in the 2nd group ($p = 0.05$), and a less significant morphological result was noted in the 1st group ($p < 0.05$). In both groups, a statistically significant decrease in all components of higher-order aberrations was noted already after the first 3 injections, however, in the 1st group, the result was unstable ($p = 0.04$). **Conclusions.** The obtained results indicate that in patients from the 2nd group it was possible to achieve high morphofunctional results and maintain them at a statistically significant level by the end of the observation period in 89% of cases, and in patients of the 1st group in 68% of cases, however, the results turned out to be unstable.

Keywords: diabetic macular edema, neoangiogenesis inhibitors, higher order aberrations

For citation: Zakieva S.I., Aliyev A.D., Ahmedov A.H., Magomedova M.M., Mikailova M.T. Investigation of the Effectiveness of the Combined Treatment of Diabetic Macular Edema. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):108–113. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-108-113>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным Международной федерации диабета (International Diabetes Federation, IDF), количество пациентов с сахарным диабетом (СД) в возрасте 20–79 лет в мире достигло 537 млн (IDFAtlas 2021), что опередило прогнозируемые темпы прироста на 10–12 лет, а к 2045 году ожидается практически двукратное увеличение до 783 млн человек [1]. В Российской Федерации (РФ) так же, как и в других странах мира, продолжается рост заболеваемости СД — с 2000 года численность пациентов увеличилась в 2 раза [2]. По последним данным Росстата, количество пациентов с СД в РФ на период окончания 2021 года составило 5 млн 168,8 тыс. человек. Развитие диабетической ретинопатии (ДР) отмечается у каждого третьего больного СД, а у каждого десятого возникает угроза необратимой слепоты [3]. Основной причиной потери центрального зрения у больных трудоспособного возраста с сахарным диабетом является диабетический макулярный отек (ДМО) [4]. Согласно данным зарубежных авторов, ДМО встречается у 6,8 % от общего числа лиц, страдающих СД [5]. Важную роль

в развитии ДМО отводят нарушению проницаемости ретинальных сосудов, ретинальной ишемии в результате капиллярной и артериолярной неперфузии, а также действию некоторых цитокинов и факторов роста, имеющих разнонаправленное действие (провоспалительных, проангиогенных и противовоспалительных).

С 1980-х годов до недавнего времени лазерная коагуляция сетчатки в макулярной зоне являлась стандартом лечения макулярного отека (МО). В связи с тем что ЛКС направлена не на повышение зрительных функций, а на стабилизацию процесса, важной проблемой был поиск более эффективных способов лечения ДМО. Появление ингибиторов неоангиогенеза изменило подходы к лечению МО и позволило добиться улучшения зрительных функций у пациентов с диабетической ретинопатией. Однако ряд зарубежных исследователей выявил, что до 34,2 % пациентов могут быть резистентны к проводимому лечению, что выражается в сохранении отека в центральном отделе сетчатки и незначительном улучшении остроты зрения [6, 7]. Кроме того, антивазопролиферативная терапия направлена лишь на одну составную часть процесса воспаления.

Учитывая современные представления о воспалительной природе патогенеза ДМО, обоснованным можно считать использование кортикостероидов пролонгированного действия. Они обладают мощным противовоспалительным эффектом, позволяя тем самым снизить сосудистую проницаемость, стабилизировать плотные контакты между клетками эндотелия, уменьшить отложения фибрина, ингибировать синтез простагландинов, VEGF и провоспалительных цитокинов [8].

Общим недостатком большинства применяемых методов лечения является симптоматичность и односторонность воздействия на один из нескольких факторов патогенеза, что определяет их недостаточную эффективность. В связи с этим актуальным является поиск оптимальных методов лечения ДМО, а наиболее перспективным представляется комбинированный подход, включающий сочетание ингибиторов неоваскуляризации, кортикостероидов и лазерной коагуляции сетчатки.

Целью данной работы явилось проведение сравнительного анализа эффективности комбинированного лечения диабетического макулярного отека, включающего интравитреальное введение афлиберцепта, субтенозное введение бетаметазона и лазерную коагуляцию сетчатки, на основании данных морфофункциональных и аберрометрических исследований.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Клиническое исследование выполнено на базе кафедры глазных болезней № 1 с усовершенствованием врачей ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» и отделения патологии сетчатки и лазерной хирургии ГБУ РД НКО «Дагестанский центр микрохирургии глаза».

Всего обследованы 47 пациентов (56 глаз), из них 27 женщин и 20 мужчин с клинически значимым ДМО, средний возраст составил $61,3 \pm 1,8$ года. Для достоверного анализа данных визометрии, оптической когерентной томографии и суммарной аберрометрии все включенные в исследование пациенты были артификальными и без выраженных деструктивных изменений стекловидного тела, что позволило минимизировать уровень аберраций, возникающих за счет изменения оптических свойств хрусталика и стекловидного тела. Средняя длительность заболевания составила $9,4 \pm 2,8$ года.

В 1-ю группу включены 22 пациента (27 глаз), получавших интравитреальное введение ингибитора неоваскуляризации афлиберцепта с последующей (спустя 10–15 дней) лазерной коагуляцией сетчатки. Во 2-ю группу вошли 25 пациентов (29 глаз), которым проводилось комбинированное хирургическое вмешательство, включающее ИВВ афлиберцепта, одномоментное субтенозное введение пролонгированного кортикостероида бетаметазона с последующей (спустя 10–15 дней) лазерной коагуляцией сетчатки [8].

Критерии включения в исследование: наличие диабетического макулярного отека с вовлечением фовеа, МКОЗ выше 0,1.

Критерии невключения: пролиферативная форма ДР, наличие витреомакулярного тракционного синдрома, лазерных и/или витреоретинальных вмешательств, помутнение оптических сред, сферозэквивалент выше $\pm 3,0$ дптр и воспалительные заболевания глаз.

Пациентам проводилось стандартное офтальмологическое обследование, а также оптическая когерентная томография (ОКТ) высокого разрешения (RTVueXR 100 «AVANTI» OPTOVUE США), в том числе в ангиорежиме, прецизионная визометрия с использованием оригинального оптического типа и суммарная аберрометрия с помощью анализатора оптических сред глаза OPD-Scan III («Nidek», Япония).

По данным макулярной карты ОКТ были определены показатели толщины центральной зоны сетчатки, наличие интра- и субретинальной жидкости. Активность заболевания оценивали по частоте встречаемости и сочетанию различных типов жидкости у каждого пациента и изменению этого сочетания на фоне лечения.

Прецизионную визометрию проводили с использованием оригинального тест-объекта, адаптированного в современную таблицу ETDRS [9–11].

Суммарная аберрометрия проводилась путем определения уровня среднеквадратичного отклонения волнового фронта, обозначаемого как RMS (root mean square) и равного 0,038 мкм или менее $\frac{1}{4}$ длины волны оптического пути. Определяли величину аберраций 3-го и 4-го порядка: вертикальный трейфойл, кому и величину сферической аберрации [12, 13].

Всем пациентам интравитреально вводили афлиберцепт 2 мг в условиях операционной по стандартному методу после местной эпibuльбарной анестезии раствором инокаина («Сентисс Фарма», Индия). В обеих группах выполняли 3 загрузочные инъекции с ежемесячным контролем и последующим переводом на режим PRN. Спустя 10–15 дней проводили ЛКС по типу «решетки» в субпороговом режиме. Объем и параметры ЛК подбирали индивидуально. Пациентам 2-й группы, наряду с интравитреальным введением ИА, одномоментно проводили субтенозное введение бетаметазона (0,5 мл) по общепринятой методике. Пациентам выполнено в среднем $6,48 \pm 1,5$ инъекции афлиберцепта за $10,5 \pm 3,1$ месяца. Начиная с 12-й недели лечения пациенты обеих групп при необходимости могли получать дополнительную ЛКС (резервное лазерное лечение). Период наблюдения составил 12 месяцев с ежемесячным плановым осмотром.

Критериями оценки эффективности лечения являлись повышение максимальной скорректированной остроты зрения, снижение показателей суммарных аберраций оптической системы глаза, уменьшение толщины центральной зоны сетчатки, сокращение интравитреальной и субретинальной жидкости.

Критериями резистентности считали сохраняющуюся ТЦЗС выше 300 мкм или ее уменьшение менее чем на 10 % от исходной после не менее 3-х ранее выполненных ежемесячных инъекций афлиберцепта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 1-й группе пациентов МКОЗ до лечения составляла $0,23 \pm 0,06$, максимальное статистически значимое повышение остроты зрения на $0,21 \pm 0,02$ наблюдалось после 3-й инъекции, но результаты оказались нестабильными. В 5 % случаев острота зрения не изменилась (рис. 1). Во 2-й группе МКОЗ составляла $0,17 \pm 0,04$, повышение остроты зрения уже после 1-й инъекции было зарегистрировано в 42 % случаев (11 глаз). Максимальное повышение остроты зрения по данным прецизионной визометрии наблюдалось после 3-й инъекции и составило $0,52 \pm 0,25$ в 79 % случаев (21 глаз) ($p = 0,02$) (рис. 1).

Динамика морфологических показателей в 1-й группе исследования представлена на рисунках 2–4, во второй группе — на рисунках 5–7. В 1-й группе частота обнаружения ИРЖ до лечения составила 56,5 %, после 1, 3 и 5-й инъекций — 9,1, 7,2, 1,7 % соответственно; СРЖ выявлена в 78,9 %, а после 1, 3 и 5-й инъекций — в 35,2, 22,3, 24,7 % соответственно, результаты были

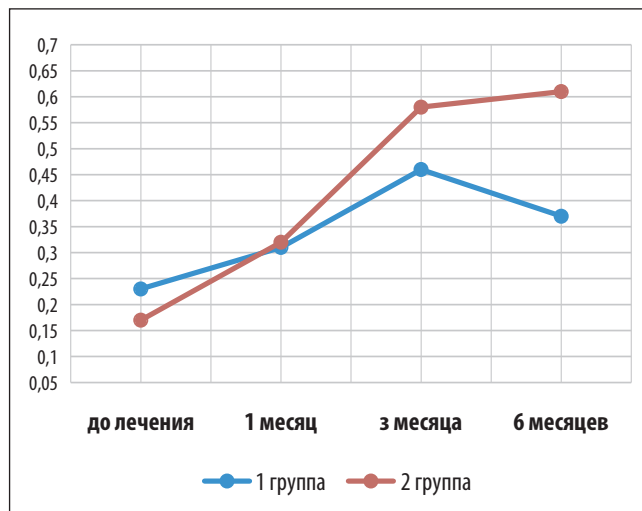


Рис. 1. Динамика МКОЗ у пациентов 1-й и 2-й групп до лечения, через 1, 3, 6 месяцев после лечения

Fig. 1. Dynamics of BCVA in patients of groups 1 and 2 before treatment, 1, 3, 6 months after treatment

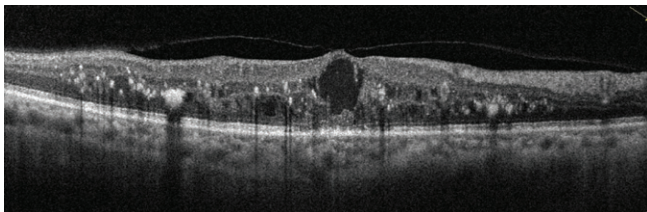


Рис. 2. Морфологические показатели в 1-й группе исследования до лечения

Fig. 2. Morphological indicators in the 1st group before treatment

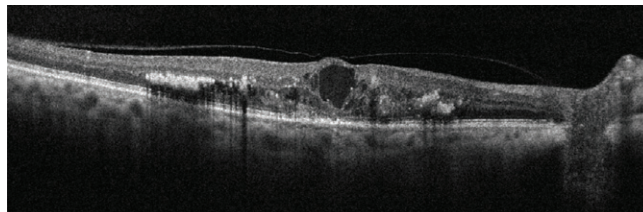


Рис. 3. Морфологические показатели в 1-й группе исследования после 3-х загрузочных инъекций

Fig. 3. Morphological indicators in the 1st group after 3 loading injections

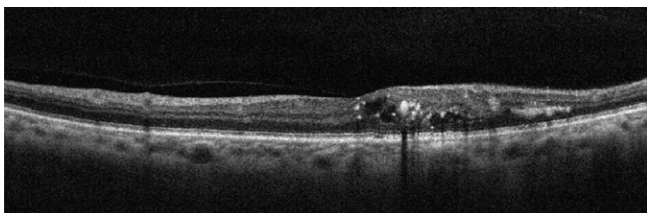


Рис. 4. Морфологические показатели в 1-й группе исследования после 12 месяцев наблюдения

Fig. 4. Morphological indicators in the 1st group after 12 months of follow-up

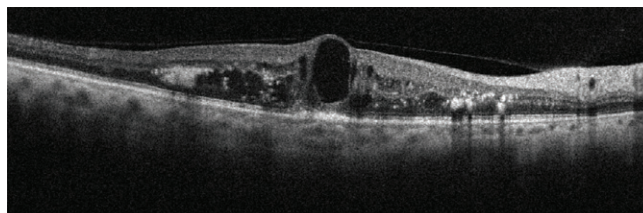


Рис. 5. Морфологические показатели во 2-й группе исследования до лечения

Fig. 5. Morphological indicators in the 2nd group before treatment

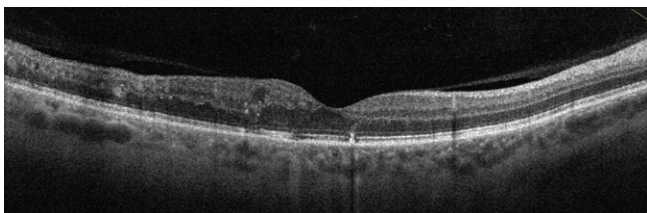


Рис. 6. Морфологические показатели во 2-й группе исследования после 3-х загрузочных инъекций

Fig. 6. Morphological indicators in the 2nd group after 3 loading injections

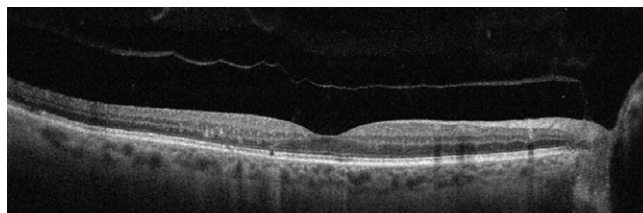


Рис. 7. Морфологические показатели во 2-й группе исследования после 12 месяцев наблюдения

Fig. 7. Morphological indicators in the 2nd group after 12 months of follow-up

Таблица 1. Сравнительная оценка динамики aberrаций высших порядков до и после лечения**Table 1.** Comparative assessment of the higher order aberrations dynamics before and after treatment

Признак / Sign	Группа / Group	До лечения / Before treatment	После 1 ИВИ / After 1 IVI	После 3 ИВИ / ИВИ / After 3 IVI	После 5 ИВИ / After 5 IVI
НО-RMS АВП, мм	1-я	6,01 ± 0,71	5,89 ± 0,20	5,42 ± 0,10	3,98 ± 0,12
	2-я	6,12 ± 0,28	5,25 ± 0,37	3,79 ± 0,16	1,79 ± 0,10
Т. Coma / Кома, мкм	1-я	2,289 ± 0,830	2,112 ± 0,650	1,802 ± 0,560	1,301 ± 0,080
	2-я	2,443 ± 0,830	2,101 ± 0,640	1,506 ± 0,560	0,127 ± 0,068
Т. Trefoil / Трефойл, мкм	1-я	1,175 ± 0,250	1,154 ± 0,070	0,902 ± 0,480	0,721 ± 0,020
	2-я	1,124 ± 0,270	1,093 ± 0,040	0,071 ± 0,220	0,522 ± 0,040
Т. Sphera / Сферич. аберр., мкм	1-я	2,762 ± 0,260	2,541 ± 0,400	1,765 ± 0,370	1,601 ± 0,040
	2-я	2,922 ± 0,280	2,103 ± 0,360	1,463 ± 0,230	1,204 ± 0,230

статистически значимыми ($p < 0,02$). Частота обнаружения ИРЖ во 2-й группе исходно составила 74,1 %, после 1, 3 и 5-й инъекций — 27,3, 12,8, и 0,7 % соответственно, наличие СРЖ выявлено в 81,7 %, а после 1, 3, 5-й инъекций — 31,2, 18,3, 12,5 % соответственно ($p = 0,22$). В 1-й группе наблюдалось максимальное сокращение СРЖ после 3-й инъекции, а во 2-й группе — уже после первого этапа комбинированного лечения. Следует отметить, что во всех случаях к концу периода наблюдения зафиксировано уменьшение толщины сетчатки более чем на 30–35 %, однако повышение остроты зрения отметили только в 62 % случаев (34 глаза).

При анализе морфологических результатов во 2-й группе в 98 % случаев (54 глаза) было обнаружено статистически значимое снижение ТЦЗС уже через один месяц после лечения с $342,06 \pm 33,59$ до $194,18 \pm 18,36$ мкм с последующим снижением до $169,12 \pm 12,36$ мкм после 5-й инъекции ($p = 0,04$).

Анализ динамики уровня aberrаций высших порядков позволил выявить, что у пациентов 2-й группы статистически значимое снижение их значений наблюдалось уже после 1-й инъекции. Исходная величина НО — RMS составляла $7,04 \pm 0,62$ мм, после 5-й инъекции — $1,2 \pm 0,11$ мм ($p = 0,02$) (табл. 1). Величина Т. Coma исходно и после 5 инъекций составила $2,239 \pm 0,83$ и $0,31 \pm 0,08$ мкм соответственно; величина Т. Trefoil исходно — $1,078 \pm 0,250$ мкм, после 5-й инъекции — $0,321 \pm 0,020$ мкм ($p = 0,02$), величина сферической aberrации (Т. Sphera) исходно — $2,762 \pm 0,26$ мкм, после 5-й инъекции — $1,101 \pm 0,04$ мкм ($p = 0,02$) (табл. 1).

По данным суммарной aberrометрии отмечалось статистически значимое снижение уровня АВП, что достоверно коррелировало со всеми клинико-функциональными показателями ($p = 0,001$). Во 2-й группе исходная величина НО — RMS составляла $6,12 \pm 0,28$ мм, после 5-й инъекции — $1,79 \pm 0,11$ мм, величина Т. Coma сократилась с $2,443 \pm 0,830$ до $0,127 \pm 0,060$ мкм, величина Т. Trefoil исходно составила $1,124 \pm 0,250$ мкм, после 5-й инъекции — $0,522 \pm 0,040$ мкм ($p < 0,05$); исходная величина сферической aberrации (Т. Sphera) — $2,992 \pm 0,280$ мкм, после 5-й инъекции — $1,204 \pm 0,040$ мкм ($p < 0,05$) (табл. 1). В 1-й группе отмечали снижение всех

показателей суммарной aberrометрии в течение 3-х месяцев после начала лечения, однако к концу периода наблюдения результаты оказались нестабильными, кроме того, наблюдалось повышение величины Т. Trefoil.

Таким образом, применение бетаметазона во 2-й группе потенцирует действие афлиберцепта и позволяет добиться синергичного лечебного эффекта. Проведение морфофункционального анализа дало возможность выявить статистически значимые прямые корреляционные связи между исходной остротой зрения, толщиной сетчатки, а также между всеми функциональными и морфологическими параметрами до и после лечения в обеих группах ($p < 0,05$). Динамика показателей АВП также достоверно коррелировала с показателями МКОЗ и изменениями ТЦЗС. Так, при наличии элевации макулярной зоны и уменьшения оси глаза происходит увеличение всех компонентов aberrаций, в наибольшей степени это aberrации высшего порядка (НО), aberrации 3-го порядка (Т. Coma), трэфойл (Т. Trefoil) и сферические aberrации (Т. Sphera).

За весь период наблюдения осложнений в виде внутриглазного воспаления и повышения внутриглазного давления ни в одной группе выявлено не было.

Выводы

1. Применение комбинированного способа в лечении ДМО, включающего интравитреальное введение ИА афлиберцепта, субтенонное введение кортикостероида бетаметазона и лазерную коагуляцию сетчатки, обеспечивает повышение МКОЗ у 89 % пациентов уже через 2 месяца наблюдения, сокращение ТЦЗС более чем на 300 мкм у 92 % пациентов, а также значительное уменьшение всех компонентов aberrаций оптической системы глаза. К концу срока наблюдения в 63 % случаев удалось добиться сохранения морфологического профиля центральной зоны сетчатки и в 52 % — сохранения зрительных функций на достигнутом уровне.

2. Проведение суммарной aberrометрии позволяет оценивать динамику aberrаций высших порядков, индуцированных изменениями морфологических параметров сетчатки, установить прямую корреляционную связь между функциональными, морфологическими и aberrометрическими параметрами на каждом этапе

лечения, а также определить степень их влияния на качество оптической системы глаза.

3. Использование оригинального тест-объекта, адаптированного в современную таблицу ETDRS, дает возможность прецизионно оценивать динамику остроты зрения и исключить факторы, отрицательно влияющие на достоверность полученных данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCE

1. Дедов ИИ, Шестакова МВ, Майоров АЮ, ред. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Клинические рекомендации. 9-й выпуск (дополненный). М.; 2019. Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYU, eds. Standards of specialized diabetes care. Clinical guidelines. 9th Edition (revised). Moscow; 2019 (In Russ.). doi: 10.14341/DM221S1.
2. Федеральная служба государственной статистики. Здравоохранение в России 2021 г. Публикация от 03.02.2022. Доступно по: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218> (дата доступа 11.04.2023). Federal State Statistics Service. Healthcare in Russia 2021. Publication dated 03.02.2022. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13218>. (Link active as of 11.04.2023).
3. Фурсова АЖ, Дербенева АС, Тарасов МС. Клиническая эффективность антиангиогенной терапии диабетического макулярного отека (2-летние результаты). Российский офтальмологический журнал. 2021;14(2):42–49. Fursova AZh, Derbeneva AS, Tarasov MS. Clinical efficacy of antiangiogenic therapy for diabetic macular edema in real clinical practice (2-year results). Russian ophthalmological journal. 2021;14(2):42–49 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-2-42-49.
4. Фурсова АЖ, Дербенева АС, Тарасов МС. Роль биомаркеров по данным оптической когерентной томографии — ангиографии в оценке результатов долгосрочной анти-VEGF терапии диабетического макулярного отека. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(4):95–102. Fursova AZh, Derbeneva AS, Tarasov MS. The role of optical coherence tomography angiography biomarkers in assessing the outcome of long-term anti-VEGF therapy of diabetic macular edema. Russian ophthalmological journal. 2021;14(4):95–102 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-4-95-102.
5. Mao J, Zhang S, Zheng Z. Prediction of anti-VEGF efficacy in diabetic macular oedema using intraocular cytokines and macular optical coherence tomography. Acta Ophthalmol. 2022;100(4):e891–e898. doi: 10.1111/aos.15008.
6. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 10th edn. Brussels, Belgium; 2021 [cited 11.04.2023]. Available from: <https://www.diabetesatlas.org>
7. Wei Q, Wan Z, Hu Y, Peng Q. Cytokine and Chemokine Profile Changes in Patients After Intravitreal Conbercept Injection for Diabetic Macular Edema. Drug Des Devel Ther. 2019 Dec 24(13):4367–4374. doi: 10.2147/DDDT.S222004.
8. Алиев АД, Магомедова ММ, Алиев АГ, Закиева СИ, Микаилова ММ. Клинический анализ эффективности комбинированного лечения макулярного отека сетчатки. Российский офтальмологический журнал. 2017;1:5–8. Aliev AD, Magomedova MM, Aliev AG, Zakieva S.I., Mikailova M.M. A clinical analysis of the effectiveness of combined treatment of retinal macular edema. Russian ophthalmological journal. 2017;1:5–8 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-1-5-8.
9. Алиев АД, Алиев АА, Нурудинов ММ, Магомедова ММ, Алиева МА. Оптический тип для исследования остроты зрения. Патент RU 2695919, 30.07.2019. Aliev AD, Aliev AA, Nurudinov MM, Magomedova MM, Alieva MA. Magomedova Optotype and table for precision visometric studies. Patent RU 2695919, 30.07.2019.
10. Алиев А-ГД, Алиев АА, Нурудинов ММ. Оптический тип и таблица для прецизионных визометрических исследований. Российский офтальмологический журнал. 2019;12(4):8–12. Aliev A-GD, Aliev AA, Nurudinov MM. Optotype and table for precision visometric studies. Russian ophthalmological journal. 2019;12(4):8–12 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-4-8-12
11. Магомедова ММ, Нурудинов ММ, Алиев А-ГД, Алиев АА, Максудова ЗН, Закиева СИ. Сравнительный анализ и оценка достоверности методов исследования остроты зрения у пациентов с макулярной патологией. Вестник Дагестанской медицинской академии. 2018;1:56–59. Magomedova MM, Nurudinov MM, Aliev A-GD, Aliev AA, Maksudova ZN, Zakieva S.I. Comparative analysis and evaluation of the reliability of methods for studying visual acuity in patients with macular pathology. Bulletin of the Dagestan Medical Academy. 2018;1:56–59 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2018-2-84-86.
12. Алиев А-ГД, Исмаилов МИ. Клиническая классификация аберраций оптической системы глаза человека и их роль в офтальмохирургии. Вестник Оренбургского государственного университета. 2004;1:177–179. Aliev A-GD, Ismailov MI. Clinical classification of aberrations of the human eye optical system and their role in ophthalmic surgery. Annals of Orenburg State University. 2004;1:177–179 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-4-8-12.
13. Балашевич ЛИ, Качанов АБ, Варавка АА. Клиническая аберрометрия при патологии хрусталика. Вестник Оренбургского государственного университета. 2013;4:36–39. Balashevich LI, Kachanov AB, Varavka AA. Clinical aberrometry in the pathology of the lens. Annals of Orenburg State University. 2013;4:36–39 (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Закиева Сават Ибрагимовна

кандидат медицинских наук, доцент кафедры глазных болезней; зав. отделением «Патология сетчатки и лазерной хирургии» <https://orcid.org/0009-0009-8695-051X>

Алиев Абдулгамид Давудович

доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой глазных болезней № 1 <https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Ахмедов Алиомар Камилевич

кандидат медицинских наук, директор, главный внештатный офтальмолог Министерства здравоохранения республики Дагестан <https://orcid.org/0009-0000-7275-9241>

Магомедова Марьям Магомедгаджиевна

врач-ординатор отделения «Функциональная диагностика и лазерная хирургия»; ассистент кафедры глазных болезней № 1 <https://orcid.org/0009-0005-7394-0874>

Микаилова Майсарат Тинамагомедовна

офтальмохирург отделения «Патология сетчатки и лазерной хирургии» <https://orcid.org/0009-0009-8571-0952>

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Закиева С.И. — разработка и дизайн исследования, статистическая обработка данных, написание текста;
Алиев А.Д. — редактирование, окончательное утверждение рукописи;
Ахмедов А.К. — написание текста;
Магомедова М.М. — получение и анализ данных, статистическая обработка данных, написание текста;
Микаилова М.Т. — получение и анализ данных.

ABOUT THE AUTHORS

Zakieva Savat I.

PhD, Associate Professor of the Eye Diseases Department no. 1; Head of Retinal Pathology and Laser Surgery Department <https://orcid.org/0009-0009-8695-051X>

Aliev Abdulgamid D.

MD, Professor, head of the Eye Diseases Department no. 1 <https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Akhmedov Aliomar K.

PhD, director of Dagestan Center for Eye Microsurgery; Chief freelance ophthalmologist of the Ministry of Health of the Republic of Dagestan

Magomedova Maryam M.

resident at the of Functional Diagnostics and Laser Surgery Department; assistant of the Eye Diseases Department no. 1 <https://orcid.org/0009-0005-7394-0874>

Mikailova Maysarat T.

ophthalmic surgeon, Department of Retinal Pathology and Laser Surgery <https://orcid.org/0009-0009-8571-0952>

Комплексный подход в лечении патологии макулярного интерфейса у пациента с пигментным ретинитом

С.А. Кочергин^{1,2}А.А. Овсянко^{1,2}М.В. Гусаков¹

¹ Московский городской офтальмологический центр ГБУЗ г. Москвы
«Московский многопрофильный научно-клинический центр имени С.П. Боткина»
Департамента здравоохранения г. Москвы
2-й Боткинский пр-д, 5, к. 19, Москва, 125284, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, Москва, 125993, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):114–119

Цель: на примере клинического случая проанализировать влияние хирургического лечения эпиретинального фиброза и последующей медикаментозной терапии на зрительные функции у пациента с пигментным ретинитом. **Методы.** Пациентка Н., 56 лет, обратилась в ММНЦ им С.П. Боткина с жалобами на постепенное снижение зрения, искажение прямых линий на левом глазу, плавающие помутнения в обоих глазах. В течение 15 лет пациентка отмечает, что хуже видит в ночное время суток и в помещениях с малым количеством освещения. По результатам обследования был установлен диагноз: OU эпиретинальный фиброз, астероидный гиалоз, пигментный ретинит, начальная катаракта. В связи с наличием специфических жалоб на левом глазу, данных оптической когерентной томографии, низкой максимально скорректированной остроты зрения (0,2) пациенту было проведено оперативное вмешательство: OS Микроинвазивная закрытая субтотальная витрэктомия + удаление эпиретинальной мембраны + тампонада витреальной полости. **Результаты.** На следующие сутки отмечалось снижение метаморфопсий и повышение максимально скорректированной остроты зрения до 0,5. Через 1 неделю после операции наблюдалось снижение остроты зрения до 0,4, увеличение числа метаморфопсий и развитие клинической картины кистозного макулярного отека. Сочетанная послеоперационная консервативная терапия, включавшая инстилляционное применение глюкокортикостероида, нестероидного противовоспалительного препарата, корнеопротектора и ингибитора карбоангидразы, позволила достигнуть снижения макулярного отека и увеличения остроты зрения до 0,8. **Заключение.** Хирургическое лечение эпиретинального фиброза в сочетании с послеоперационной консервативной терапией, включающей ингибитор карбоангидразы и нестероидный противовоспалительный препарат, у пациентов с пигментным ретинитом способно приводить к улучшению анатомической картины макулярной зоны и увеличению остроты зрения.

Ключевые слова: пигментный ретинит, витреоретинальная хирургия, эпиретинальный фиброз, кистозный макулярный отек, ингибиторы карбоангидразы, нестероидные противовоспалительные препараты

Для цитирования: Кочергин С.А., Овсянко А.А., Гусаков М.В. Комплексный подход в лечении патологии макулярного интерфейса у пациента с пигментным ретинитом. *Офтальмология*. 2025;22(1):114–119. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-114-119>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Complex Method of Treatment of Macular Interface Pathology in a Patient with Retinitis Pigmentosa

S.A. Kochergin^{1,2}, A.A. Ovsyanko^{1,2}, M.V. Gusakov¹

¹ Moscow City Ophthalmological Center, S.P. Botkin Hospital
2nd Botkinsky travel, 5, Moscow, 125284, Russian Federation

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education
Barrikadnaya str., 2/1, Moscow, 125993, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):114–119

Relevance. Evaluate the effect of surgical treatment of epiretinal fibrosis and postoperative drug therapy on visual functions in a patient with retinitis pigmentosa. **Purpose.** Patient H., 56 y.o., applied to the Moscow City Ophthalmological Center, S.P. Botkin Hospital with complaints of a decrease vision, distortion of straight lines in the left eye, floating opacities in both eyes. For 15 years, the patient notes that she sees worse at night and in rooms with little lighting. According to the results of the examination, the diagnosis was established: OU Epiretinal fibrosis, Synchysis Scintillans, retinitis pigmentosa, initial cataract. Due to the presence of specific complaints in the left eye, optical coherence tomography data, and low visual acuity (0.2), the patient underwent surgery: OS Microinvasive subtotal vitrectomy + epiretinal membrane removal + tamponade of the vitreal cavity. **Results.** On the next day, there was a decrease in metamorphopsies and an increase in visual acuity to 0.5. One week after surgery, there was a decrease in visual acuity in the operated eye to 0.4, an increase in the number of metamorphopsies and the development of the clinical picture of cystic macular edema. Combined postoperative conservative therapy, which included the installation use of a glucocorticosteroid, a nonsteroidal anti-inflammatory drug and a carbonic anhydrase inhibitor, allowed to achieve a decrease in macular edema and an increase in visual acuity to 0.8. **Conclusion.** Surgical treatment of epiretinal fibrosis in combination with postoperative conservative therapy, including a carbonic anhydrase inhibitor and a nonsteroidal anti-inflammatory drug, in patients with retinitis pigmentosa can lead to an improvement in the anatomical picture of the macular profile and an increase in visual acuity.

Keywords: retinitis pigmentosa, vitreoretinal surgery, epiretinal fibrosis, cystoid macular edema, carbonic anhydrase inhibitor, nonsteroidal anti-inflammatory drug

For citation: Kochergin S.A., Ovsyanko A.A., Gusakov M.V. Complex Method of Treatment of Macular Interface Pathology in a Patient with Retinitis Pigmentosa. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):114–119. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-114-119>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Пигментный ретинит (ПР) представляет собой группу наследственных заболеваний, проявляющихся в виде первичного поражения палочковых фоторецепторных клеток и развития никталопии, сужения периферического поля зрения. На поздних стадиях данного заболевания посредством патогенетических каскадов (окислительный стресс, воспаление, нарушение клеточного питания) наблюдается дегенерация колбочковых фоторецепторных клеток и развитие дисхроматопсии со снижением центрального зрения [1, 2]. Помимо типичных клинических проявлений, выделяют характерные офтальмоскопические признаки ПР, включающие перераспределение пигмента по типу «костных телец», бледность диска зрительного нерва и сужение сосудов сетчатки [3].

В настоящее время в мире насчитывается около 1,5 миллиона пациентов с установленным диагнозом ПР, причем в 70–80 % случаев данное заболевание встречается изолированно и не входит в состав различных синдромов (например, синдрома Ушера) [3, 4]. Несмотря на то что ПР не относится к числу распространенных нозологий, обсуждение вопроса, касающегося ведения данной патологии, имеет высокую клиническую ценность

в соответствии с тем, что эта группа заболеваний поражает преимущественно работоспособное население в возрасте 30–40 лет, приводя к стремительному снижению качества и уровня жизни у данной группы пациентов, вплоть до развития инвалидности по зрению [1, 4]. Отдельно стоит отметить, что в российских клинических рекомендациях и международных правилах отсутствуют единые утвержденные схемы по ведению пациентов с данной патологией, а методы хирургического лечения при этом не имеют доказанной эффективности.

У пациентов с ПР часто встречается образование эпиретинальных мембран (ЭРМ) и развитие витреомакулярного тракционного синдрома (ВМТС) [5, 6]. В 12–19 % случаев данные виды патологии сопряжены с развитием кистозного макулярного отека (КМО) [1, 7]. Подобные изменения способны значительно снижать остроту зрения среди пациентов с ПР, а проведение витреоретинальной операции ассоциировано с невысокими перспективами повышения зрительных функций [8].

Существуют различные подходы, касающиеся ведения пациентов с впервые выявленным КМО при пигментном ретините: терапевтическое лечение с использованием местной или системной формы ингибитора карбоангидразы, хирургическое лечение в виде интравитреальных

S.A. Kochergin, A.A. Ovsyanko, M.V. Gusakov

Contact information: Gusakov Mikhail V. mkernny@yandex.ru

115

контур фовеа искажен, толщина сетчатки 310 мкм, в макулярной зоне выявляются участки эпиретинального фиброза, частичная отслойка задней гиалоидной мембраны. На уровне внутреннего ядерного слоя имеются гипорефлективные кистозные полости.

Пациентке было произведено оперативное лечение на левом глазу: OS микроинвазивная закрытая субтотальная 25G-витрэктомия с удалением эпиретинальной мембраны и тампонадой витреальной полости BSS (хирург А.А. Овсянко).

РЕЗУЛЬТАТЫ

На следующие сутки после операции МКОЗ левого глаза повысилась до 0,5. При ОКТ-исследовании отмечалось снижение толщины сетчатки в зоне фовеа до 314 мкм, уменьшение гипорефлективных кистозных полостей. Для профилактики послеоперационного инфицирования и снижения воспаления пациентке были назначены следующие препараты для местной инстилляций: ципрофлоксацин 0,3 % + дексаметазон 0,1 % (Комбинил®) по 1 капле 4 раза в день 14 дней, бромфенак по 1 капле 1 раз в день 2 месяца, декспантенол 5 % по 1 капле 4 раза в день 1 месяц (рис. 3б). На повторном осмотре через 1 неделю после операции пациентка сообщила о снижении четкости центрального зрения, МКОЗ = 0,4. При биомикроскопии отмечалось отсутствие гиперемии конъюнктивы, роговица — прозрачная, передняя камера — средней глубины, влага передней камеры — прозрачная, признаков инфекционного воспаления нет. По данным оптической когерентной томографии на левом глазу выявлена следующая картина: увеличение толщины сетчатки в зоне фовеа до 355 мкм, а также размеров кистозных полостей на уровне внутреннего ядерного слоя в зоне фовеа (рис. 3в). Состояние было расценено как проявление послеоперационного кистозного макулярного отека. Пациентке была произведена инъекция в субтеноново пространство 1 мл Бетаметазона 7 мг/мл (Дипромет) и продлен курс местной консервативной терапии, включающей инстилляцию дексаметазона 0,1 % по 1 капле 3 раза в день, бромфенака по 1 капле 1 раз в день.

На повторном осмотре через 1 месяц после операции жалобы сохранялись, МКОЗ левого глаза составляла 0,4, по данным оптической когерентной томографии имелось увеличение толщины сетчатки в зоне фовеа до 372 мкм (рис. 3г). В связи с отсутствием положительной динамики на фоне проводимого лечения были проанализированы научные исследования по вопросу ведения КМО, ассоциированного с ПР, и принято решение о применении

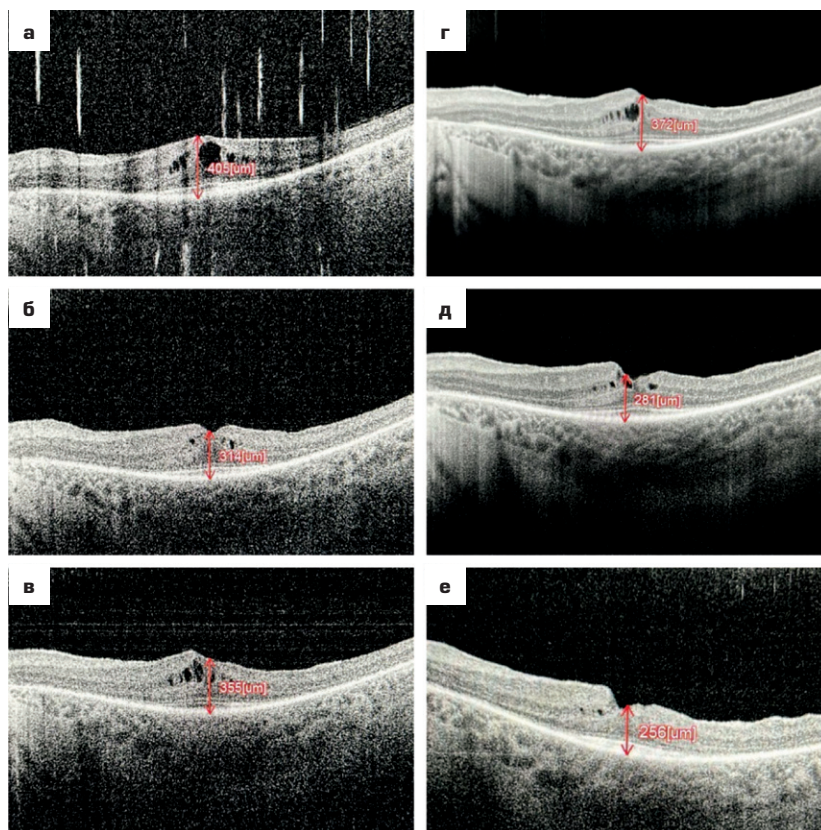


Рис. 3. Результаты оптической когерентной томографии макулярной зоны левого глаза до операции (а), на следующий день после операции (б), через 1 неделю после операции (в), через 1 месяц после операции (г), через 2 месяца после операции (д), через 6 месяцев после операции (е)

Fig. 3. OCT results of macular zone of the left eye before surgery (a), the day after surgery (б), one week after surgery (в), one month after surgery (г), two months after surgery (д), six months after surgery (е)

ингибитора карбоангидразы, который способен увеличивать транспорт жидкости через пигментный эпителий сетчатки в сосудистую оболочку путем деактивации каналов-транспортёров для хлорид-ионов, а также о продолжении местного использования нестероидного противовоспалительно препарата для снижения выработки провоспалительных цитокинов, ассоциированных с формированием КМО [9–13]. Пациентке была назначена местная инстилляцией препаратов бромфенак 0,09% (Броксинак®) по 1 капле 1 раз в день длительно, дорзоламид 2 % (Дорзоламид Сентисс) по 1 капле 2 раза в день под контролем внутриглазного давления.

Тонometрия проводилась каждую неделю в течение месяца. Среднее значение внутриглазного давления в прооперированном глазу составило $16,00 \pm 0,71$ мм рт. ст., побочных эффектов от проведенной топической терапии в виде воспаления и зуда век, токсического конъюнктивита, поверхностного точечного кератита не наблюдалось. Через 2 месяца после операции пациентка отметила повышение четкости центрального зрения левого глаза, МКОЗ составила 0,6. На картине оптической когерентной томографии имело место снижение

толщины сетчатки в зоне фовеа до 281 мкм, уменьшение размеров кистозных полостей (рис. 3д). Принято решение продолжить курс местной инстилляционной терапии нестероидным противовоспалительным препаратом и ингибитором карбоангидразы под контролем внутриглазного давления.

На повторном осмотре через 3 месяца после операции жалобы отсутствовали, МКОЗ левого глаза составила 0,7, тонометрия — 15 мм рт. ст. По ОКТ-картине отмечалось уменьшение размеров гипорефлективных кистозных полостей во внутреннем ядерном слое. Через 6 месяцев после операции был произведен повторный осмотр пациентки. МКОЗ прооперированного глаза составила 0,8, тонометрия 16 мм рт. ст., по данным оптической когерентной томографии наблюдалось снижение толщины сетчатки в зоне фовеа до 256 мкм и резорбция гипорефлективных кистозных полостей (рис. 3е).

В связи со стабилизацией клинической картины инсталляционная терапия была отменена. В течение последующего месяца проводилось еженедельное измерение внутриглазного давления. Среднее значение тонометрии в левом глазу составило $16,50 \pm 1,12$ мм рт. ст., на повторном осмотре через 7 месяцев после операции МКОЗ левого глаза — 0,8, тонометрия 17 мм рт. ст., отсутствовали изменения картины ОКТ. Пациентке был назначен повторный осмотр с проведением ОКТ-исследования через 3 месяца.

Для верификации диагноза пациентка была направлена в ФГБНУ «Медико-генетический научный центр им. академика Н.П. Бочкова» для прохождения молекулярно-генетической диагностики. На момент последнего осмотра было произведено исследование на наличие частых патогенных вариантов, характерных для пигментного ретинита, однако мутаций, приводящих к данному заболеванию, не было выявлено. В связи с этим пациентка была направлена на расширенный молекулярно-генетический скрининг. На момент последнего офтальмологического осмотра пациентка находится в листе ожидания для проведения исследования.

ОБСУЖДЕНИЕ

В данном клиническом случае наблюдалась типичная картина глазного дна, характерная для пигментного ретинита: воскови́дный диск зрительного нерва, узкие сосуды сетчатки и отложения пигмента в виде «костных телец» на обоих глазах, а также классическая клиническая картина в виде концентрического сужения полей зрения на обоих глазах при проведении статической компьютерной периметрии. На подобные изменения также указано в доступных источниках информации [1, 3, 4]. Эпиретинальный фиброз встречается у 94 % пациентов с ПР и ассоциирован с формированием тракционного макулярного отека и снижением центрального зрения [1, 7]. Учитывая данный факт, проведение витреоретинального вмешательства у данной группы пациентов является перспективным для зрения, так как оперативное

вмешательство способно увеличить шанс на улучшение зрительных функций.

Отдельного внимания заслуживает послеоперационное ведение данной группы пациентов. В нашем клиническом случае мы столкнулись с формированием КМО после проведения оперативного вмешательства, который сопровождался снижением остроты зрения. В метаанализе и других исследованиях было отмечено, что использование ингибиторов карбоангидразы способно приводить к снижению отека сетчатки у пациентов с пигментным ретинитом путем активации оттока жидкости через пигментный эпителий сетчатки в сосудистую оболочку, а использование нестероидных противовоспалительных препаратов ассоциировано со снижением выработки провоспалительных цитокинов и снижением риска развития КМО [9–13].

Стоит отметить, что механизм действия ингибиторов карбоангидразы на резорбцию макулярного отека остается недостаточно изученным и требует проведения дальнейших клинических исследований. В нашем клиническом случае сочетанная послеоперационная консервативная терапия, включавшая инстилляции глюкокортикостероида, нестероидного противовоспалительного препарата, корнеопротектора и ингибитора карбоангидразы, позволила достигнуть снижения макулярного отека и увеличения остроты зрения. Сочетанную инстилляционную терапию препаратами Дорзоламид Сентисс и Броксинак проводили в течение 5 месяцев под контролем внутриглазного давления, что позволило получить снижение макулярного отека с 372 до 256 мкм и увеличения МКОЗ с 0,4 до 0,8. Через 1 месяц после отмены препаратов признаки ухудшения клинической картины в виде снижения МКОЗ и увеличения макулярного отека отсутствовали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургическое лечение эпиретинального фиброза в сочетании с послеоперационной консервативной терапией, включающей ингибитор карбоангидразы и нестероидный противовоспалительный препарат с возможностью длительного применения, у пациентов с пигментным ретинитом способно приводить к улучшению анатомической картины макулярной зоны и увеличению остроты зрения. Необходимо продолжать исследование по ведению данной патологии среди пациентов с пигментным ретинитом, этапности использования консервативного и хирургического методов лечения и изучению роли сочетанной инстилляционной терапии ингибитором карбоангидразы и нестероидным противовоспалительным препаратом в снижении отека макулярной зоны.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Кочергин С.А. — окончательное утверждение рукописи, научное редактирование; Овсянко А.А. — разработка и дизайн исследования, анализ и обработка литературы, написание текста; Гусаков М.В. — разработка и дизайн исследования, анализ и обработка литературы, написание текста.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- O'Neal TB, Luther EE. Retinitis Pigmentosa. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. PMID: 30137803.
- Yang YJ, Peng J, Ying D, Peng QH. A Brief Review on the Pathological Role of Decreased Blood Flow Affected in Retinitis Pigmentosa. *J Ophthalmol*. 2018 Feb 25; 2018:3249064. doi: 10.1155/2018/3249064.
- Verbake SK, van Huet RAC, Boon CJF, den Hollander AI, Collin RWJ, Klaver CCW, Hoyng CB, Roepman R, Klevering BJ. Non-syndromic retinitis pigmentosa. *Prog Retin Eye Res*. 2018;66:157–186. doi: 10.1016/j.preteyeres.2018.03.005.
- Cross N, van Steen C, Zegaoui Y, Satherley A, Angelillo L. Retinitis Pigmentosa: Burden of Disease and Current Unmet Needs. *Clin Ophthalmol*. 2022;16:1993–2010. doi: 10.2147/OPTH.S365486.
- Tan L, Long Y, Li Z, Ying X, Ren J, Sun C, Meng X, Li S. Ocular abnormalities in a large patient cohort with retinitis pigmentosa in Western China. *BMC Ophthalmol*. 2021 Jan 18;21(1):43. doi: 10.1186/s12886-020-01797-z.
- Fragiotta S, Rossi T, Carnevale C, Cutini A, Tricarico S, Casillo L, Scuderi G, Vingolo EM. Vitreo-macular interface disorders in retinitis pigmentosa. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol*. 2019;257(10):2137–2146. doi: 10.1007/s00417-019-04418-8.
- Arias JD, Kalaw FGP, Alex V, Yassin SH, Ferreyra H, Walker E, Wagner NE, Bo-roah S. Investigating the associations of macular edema in retinitis pigmentosa. *Sci Rep*. 2023;13(1):14187. doi: 10.1038/s41598-023-41464-z.
- Strong S, Liew G, Michaelides M. Retinitis pigmentosa-associated cystoid macular oedema: pathogenesis and avenues of intervention. *Br. J. Ophthalmol*. 2017; 101(1):31–37. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-309376.
- Huckfeldt RM, Comander J. Management of Cystoid Macular Edema in Retinitis Pigmentosa. *Semin Ophthalmol*. 2017;32(1):43–51. doi: 10.1080/08820538.2016.1228404.
- Strong S, Liew G, Michaelides M. Retinitis pigmentosa-associated cystoid macular oedema: pathogenesis and avenues of intervention. *Br J Ophthalmol*. 2017;101:31–37. doi: 10.1136/bjophthalmol-2016-309376.
- Huang Q, Chen R, Lin X, Xiang Z. Efficacy of carbonic anhydrase inhibitors in management of cystoid macular edema in retinitis pigmentosa: A meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(10):e0186180. doi: 10.1371/journal.pone.0186180.
- Bakthavatchalam M, Lai FHP, Rong SS, Ng DS, Brelen ME. Treatment of cystoid macular edema secondary to retinitis pigmentosa: a systematic review. *Surv Ophthalmol*. 2018 May-Jun;63(3):329–339. doi: 10.1016/j.survophthal.2017.09.009.
- Денисова Е.В., Храброва М.А. Кистовидный макулярный отек, ассоциированный с пигментным ретинитом: клиника, диагностика, подходы к лечению. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2020;4:27–36. Denisova E.V., Khrabrova M.A. Cystoid macular edema associated with retinitis pigmentosa: clinic, diagnostic, treatment approaches. *Russian pediatric ophthalmology*. 2020;4:27–36 (In Russ.). doi: 10.17816/rpo2020-15-4-27-36.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кочергин Сергей Александрович
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии

Овсянко Алексей Александрович
кандидат медицинских наук, заведующий офтальмологическим отделением
ассистент кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0009-0006-8262-5427>

Гусаков Михаил Владимирович
клинический ординатор
<https://orcid.org/0000-0002-4447-5919>

ABOUT THE AUTHORS

Kochergin Sergey A.
MD, Professor of the Ophthalmology Department

Ovsyanko Alexey A.
PhD, Head of the Ophthalmology Department, assistant of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0009-0006-8262-5427>

Gusakov Mikhail V.
clinical resident
<https://orcid.org/0000-0002-4447-5919>

Морфофункциональные результаты антиангиогенной терапии у пациентов с далекозашедшей неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией



А.Н. Нуликов



В.Р. Жалимова



Д.С. Мальцев

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации
ул. Боткинская, д. 21, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):120–126

Цель: изучить морфофункциональные результаты антиангиогенной терапии далекозашедшей неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации (нВМД) у пациентов с исходно низкой остротой зрения. **Пациенты и методы.** В исследование включили пациентов с нВМД и максимально скорректированной остротой зрения (МКОЗ) менее 0,1, ранее не получавших антиангиогенную терапию. В ходе лечения пациентам вводили три ежемесячные инъекции бrolуцизумаба, оценка результатов проводилась на контрольном осмотре через два месяца после последней инъекции. В начале и в конце периода наблюдения всем пациентам было выполнено стандартное офтальмологическое обследование и проведена оптическая когерентная томография (ОКТ) с оценкой морфологических изменений макулы. **Результаты.** В исследование были включены 23 глаза (17 мужчин и 6 женщин, $79,2 \pm 7,1$ года). За период исследования острота зрения изменилась с $1,47 \pm 0,36$ до $1,36 \pm 0,31$ LogMAR ($p = 0,77$), центральная толщина сетчатки снизилась с $393,1 \pm 159,8$ до $348,3 \pm 199,2$ мкм ($p = 0,11$), макулярный объем — с 7,3 до 6,0 мм³ ($p < 0,05$). В начале периода наблюдения по данным ОКТ и офтальмоскопии определялись тяжелые морфологические изменения в макуле в виде атрофии пигментного эпителия сетчатки (ПЭС), субретинального фиброза, гигантских интратретиальных кист и субретинальных кровоизлияний. **Заключение.** У пациентов с далекозашедшей нВМД, низкой остротой зрения и выраженными анатомическими изменениями в макуле антиангиогенная терапия даже наиболее эффективными препаратами выглядит неперспективной с точки зрения функциональных результатов.

Ключевые слова: антиангиогенная терапия, неоваскулярная возрастная макулярная дегенерация, бrolуцизумаб, оптическая когерентная томография

Для цитирования: Нуликов А.Н., Жалимова В.Р., Мальцев Д.С. Морфофункциональные результаты антиангиогенной терапии у пациентов с далекозашедшей неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией. *Офтальмология*. 2025;22(1):120–126. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-120-126>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Short-term Outcomes of Anti-VEGF therapy in Neovascular Age-related Macular Degeneration with Initially Low Visual Acuity

A.N. Kulikov, V.R. Zhalimova, D.S. Maltsev

S.M. Kirov Military Medical Academy
Botkinskaya str., 21, St Petersburg, 194044, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):120-126

Purpose: To study the short-term outcomes of anti-VEGF therapy in neovascular age-related macular degeneration (nAMD) in patients with initially low visual acuity. **Patients and methods.** Treatment-naive nAMD patients with best-corrected visual acuity (BCVA) less than 0.1 were included. All participants received three monthly injections of brodalumab. Outcome measures were evaluated at two months after the last injection. At the beginning and at the end of the follow-up, all patients received standard ophthalmic examination and optical coherence tomography (OCT) to assess anatomical changes in the macula. **Results.** The study included 23 eyes (17 males and 6 females, 79.2 ± 7.1 years). During the study period, BCVA changed from 1.47 ± 0.36 to 1.36 ± 0.31 LogMAR ($p = 0.77$), central retinal thickness decreased from 393.1 ± 159.8 to 348.3 ± 199.2 μm ($p = 0.11$). Macular volume decreased from 7.3 to 6.0 mm^3 ($p < 0.05$). Severe morphological changes of the macula were found at baseline, including retinal pigment epithelium atrophy, subretinal fibrosis, giant intraretinal cysts and/or subretinal hemorrhages. **Conclusion.** Patients with nAMD, low visual acuity, and severe anatomical changes in the macula have a very limited or no benefits from anti-VEGF therapy.

Keywords: anti-VEGF therapy, neovascular age-related macular degeneration, brodalumab, optical coherence tomography

For citation: Kulikov A.N., Zhalimova V.R., Maltsev D.S. Short-term Outcomes of Anti-VEGF therapy in Neovascular Age-related Macular Degeneration with Initially Low Visual Acuity. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):120-126. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-120-126>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Возрастная макулярная дегенерация (ВМД) — хроническое прогрессирующее многофакторное заболевание макулярной зоны сетчатки, которое является одной из ведущих причин тяжелой и необратимой потери зрения у пациентов старше 55 лет [1].

В основе патогенеза неоваскулярной формы возрастной макулярной дегенерации (нВМД) лежит патологический рост новообразованных сосудов из сосудистой оболочки через дефекты мембраны Бруха в субретинальное пространство или под пигментный эпителий сетчатки (ПЭС).

Фактор роста эндотелия сосудов (VEGF — Vascular Endothelial Growth Factor) является основной движущей силой ангиогенеза при ВМД, в связи с этим эффективным, доказанным и патогенетически обоснованным методом лечения нВМД является анти-VEGF-терапия. Механизм действия ингибиторов ангиогенеза, представляющих собой антитела или оптомеры, состоящие из нуклеотидов, заключается в связывании и инактивации биологически активного VEGF [2]. Как правило, лечение начинается с загрузочной схемы (три инъекции с интервалом в один месяц) и далее продолжается с выбором оптимального режима терапии для достижения максимальной эффективности лечения при минимальном количестве инъекций и посещений врача.

Неприверженность лечению и несоблюдение режимов терапии являются важной причиной неблагопри-

ятного морфофункционального прогноза у пациентов с нВМД. Данная проблема связана с наличием системной сопутствующей патологии у пациентов (требующей наблюдения и визитов к другим специалистам), исходной низкой остротой зрения и необходимостью многочисленных диагностических визитов в клинику [3]. По результатам опроса и ретроспективного анализа большинство пациентов из числа опрошенных прекращают терапию в связи с неудовлетворенностью результатами, а также финансовым бременем [4]. Отсутствие или несвоевременное начало лечения приводит к неблагоприятным морфологическим изменениям макулярной зоны сетчатки и низким зрительным функциям.

Естественный морфологический исход нВМД включает формирование субретинального фиброза, атрофию ПЭС, гигантские кисты нейросенсорной сетчатки (НСС) и субретинальные кровоизлияния. Хотя эти изменения являются проявлением активности заболевания и требуют лечения, они в большинстве случаев имеют необратимый характер и потенциально могут обуславливать неблагоприятный функциональный исход, несмотря на лечение. Такая ситуация поднимает вопрос о целесообразности лечения, однако в настоящий момент отсутствуют критерии, по которым антиангиогенная терапия может быть остановлена либо не проводиться совсем в связи с ее бесперспективностью.

A.N. Kulikov, V.R. Zhalimova, D.S. Maltsev

Contact information: Zhalimova Valeria R. valeria.zhalimova@yandex.ru

Short-term Outcomes of Anti-VEGF therapy in Neovascular Age-related Macular Degeneration...

Ранее было показано, что проведение антиангиогенной терапии в случаях далекозашедшей нВМД с существенным нарушением режима лечения не дает преимуществ пациентам по сравнению с отсутствием лечения [5]. Однако остается неясным, даст ли таким пациентам пользу адекватная антиангиогенная терапия, в том числе проводимая наиболее эффективными антиангиогенными препаратами, к числу которых относится бrolуцизумаб. В связи с этим целью настоящего исследования было изучение анатомо-функциональных изменений у пациентов с далекозашедшей нВМД и низкой остротой зрения на фоне антиангиогенной терапии бrolуцизумабом.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Данное проспективное исследование было проведено на базе клиники офтальмологии имени профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. Критерием включения в исследование являлась активная нВМД с максимально корригируемой остротой зрения (МКОЗ) менее 0,1 вследствие изменений сетчатки из-за нВМД. Критериями невключения в исследование послужили наличие заболеваний, нарушающих прозрачность оптических сред и препятствующих выполнению оптической когерентной томографии (ОКТ), глаукома, иная макулярная патология за исключением нВМД, ранее перенесенные операции по поводу патологии сетчатки.

Всем пациентам были выполнены три инъекции бrolуцизумаба с интервалом в один месяц и дальнейшей оценкой эффективности лечения через два месяца после последней инъекции. На каждом визите проводилась ОКТ, визометрия по таблице Снеллена с конвертацией в единицы LogMAR и офтальмоскопия. ОКТ

выполняли с помощью томографа RTVue-100 (Optovue, США) с использованием протокола ММ6, который позволяет провести картирование макулярной зоны с вычислением толщины и объема сетчатки, используя радикальные сканы макулы длиной 6 мм. Проводили анализ центральной толщины сетчатки (ЦТС), макулярного объема и морфологических изменений в центре макулы, включая субретинальный фиброз, атрофию ПЭС, интра-ретинальной жидкости (ИРЖ), субретинальной жидкости (СРЖ), жидкости под ПЭС (СПЖ) и гигантских кист НСС. При офтальмоскопии обращали внимание на наличие субретинальных кровоизлияний.

По данным ОКТ гигантскую кисту НСС (рис. 1А) определяли как интра-ретинальную гипорефлективную полость с горизонтальным размером более 400 мкм, расположенную в центре фовеа. Под субретинальным фиброзом (рис. 1Б) понимали оптически плотный гипер-рефлективный субретинальный материал неоднородной структуры с сопутствующей наружной ретинальной атрофией. Атрофия ПЭС (рис. 1В) представляла собой участки хориоидальной гипер-трансмиссии вследствие потери пигментного эпителия, фоторецепторов и слоя хориокапилляров. Под ИРЖ (рис. 1Г) понимали гипорефлективные зоны в НСС. СРЖ (рис. 1Г) представляла собой гипорефлективное пространство между НСС и ПЭС. СПЖ определялась как гипорефлективная полость между ПЭС и мембраной Бруха.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для статистической обработки данных использовали MedCalc 18.4.1 (Medcalc Software, Бельгия), парный t-тест — для сравнения количественных показателей до лечения и в конце периода наблюдения. Тест McNemar

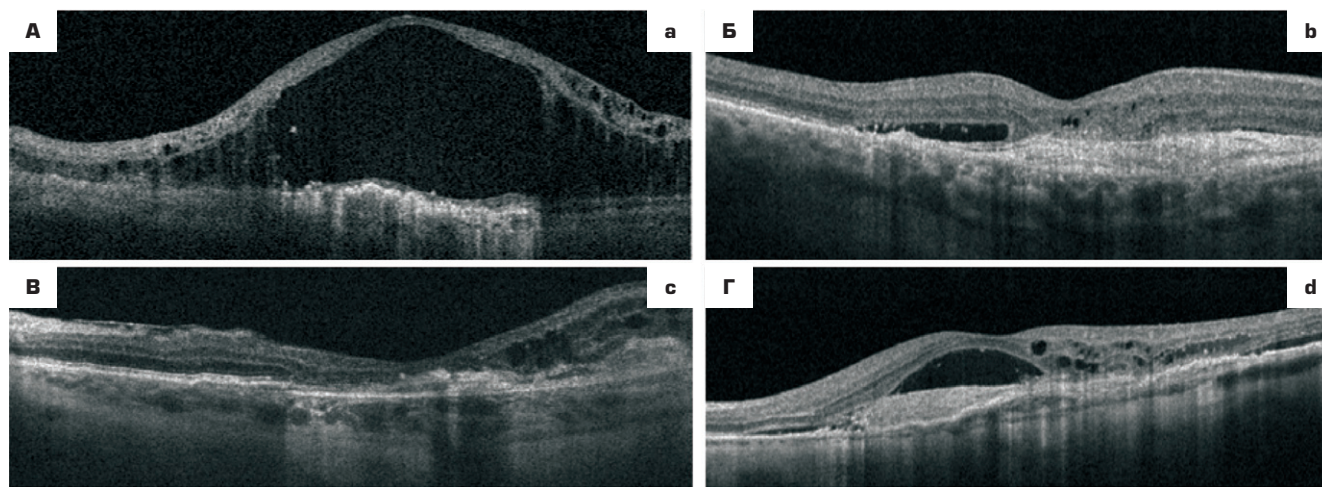


Рис. 1. Кросс-секционные сканы оптической когерентной томографии, демонстрирующие репрезентативные примеры тяжелых морфологических изменений у пациентов с неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией и остротой зрения менее 0,1: А — гигантская интра-ретинальная киста; Б — субретинальный фиброз; В — атрофия пигментного эпителия сетчатки; Г — суб- и интра-ретинальная жидкость

Fig. 1. Structural optical coherence tomography scans showing representative examples of severe morphological changes in eyes with neovascular age-related macular degeneration and best-corrected visual acuity less than 0.1: a — giant intraretinal cyst; b — subretinal fibrosis; c — retinal pigment epithelium atrophy; d — subretinal fluid, intraretinal fluid

применяли для оценки изменения частоты встречаемости различных типов жидкости. Тест Wilcoxon использовали для сравнения кумулятивной встречаемости различных типов жидкости. Порогом статистической значимости считали $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование были включены 23 человека (17 мужчин, 6 женщин), ранее не получавших антиангиогенную терапию, средний возраст которых составил $79,2 \pm 7,1$ года с периодом наблюдения 5 мес. (табл. 1). За это время было выполнено 3 загрузочных инъекции брелуцизумаба с интервалом один месяц с последующей оценкой результатов лечения на контрольном визите через 2 месяца.

За период исследования острота зрения (табл. 2) изменилась статистически незначимо с $1,47 \pm 0,36$ до $1,36 \pm 0,31$ LogMAR ($p = 0,77$). ЦТС (табл. 2) снизилась на $44,8$ мкм, с $393,1 \pm 159,8$ до $348,3 \pm 199,2$ мкм ($p = 0,11$), но снижение не достигло порога статистической значимости. Макулярный объем (табл. 2) снизился статистически значимо на $1,33$ мм³, с $7,3$ до $6,0$ мм³ ($p < 0,05$).

Частота встречаемости ИРЖ (рис. 2) снизилась на $43,5$ % (95 % ДИ $16,65-43,48$ %, $p = 0,002$), частота встречаемости СПЖ (рис. 2) — на $8,7$ % (95 % ДИ $-5,95-8,70$ %, $p = 0,5$), частота встречаемости СРЖ (рис. 2) — на $34,8$ % (95 % ДИ $1,66-50,00$ %, $p = 0,04$). Кумулятивная встречаемость жидкости снизилась статистически значимо с медианного значения $1,0$ до $0,0$ ($p < 0,001$), при этом по крайней мере один вид жидкости регрессировал у 14 из 23 пациентов и появился у 2 из 23 пациентов.

По данным ОКТ и офтальмоскопии в начале периода наблюдения с высокой частотой определялись неблагоприятные морфологические изменения в макуле (рис. 3) в виде субретинального фиброза, атрофии ПЭС, гигантских кист НСС и субретинального кровоизлияния (табл. 3).

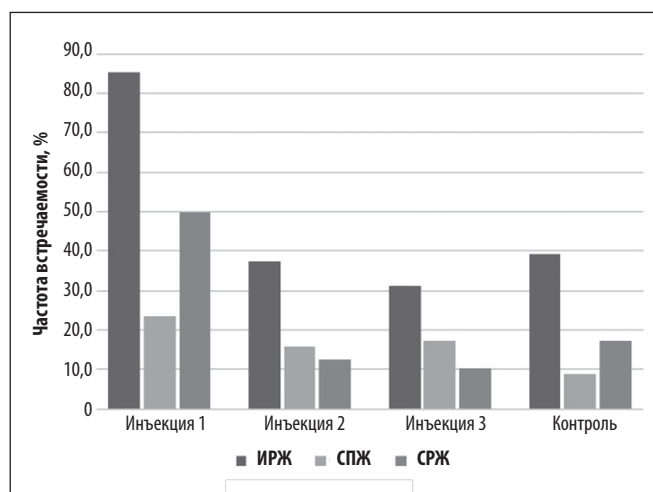


Рис. 2. Частота встречаемости различных типов жидкости в группе пациентов за весь период наблюдения

Fig. 2. Prevalence of retinal fluid in study group over follow-up period

Таблица 1. Исходные демографические и клинические показатели в группе пациентов

Table 1. Baseline demographical and clinical characteristics of study group

	Пациенты, получающие терапию (n = 23) Treated patients (n = 23)
Число наблюдений Eyes, n	23
Возраст, лет Age, y	$79,2 \pm 7,1$
Мужчин/женщин Males/females	17/6
Количество инъекций Number of injections, n	3
Период наблюдения, мес Follow-up period, months	5

Таблица 2. Изменения анатомо-функциональных показателей в группе пациентов за весь период наблюдения

Table 2. Changes of anatomical and functional characteristics in study group

	Пациенты, получающие терапию (n = 23) Treated patients (n = 23)
Исходная ЦТС, мкм Baseline CRT, μ m	$393,1 \pm 159,8$
Финальная ЦТС, мкм Final CRT, μ m	$348,3 \pm 199,2$
<i>p</i>	$p > 0,05$
Исходная МКОЗ Baseline BCVA	$1,47 \pm 0,36$
Финальная МКОЗ Final BCVA	$1,36 \pm 0,31$
<i>p</i>	$p > 0,05$
Исходный макулярный объем, мм ³ Baseline macular volume	7,3
Финальный макулярный объем, мм ³ Final macular volume	6,0
<i>p</i>	$p < 0,05$

Примечание: МКОЗ — максимальная корригированная острота зрения; ЦТС — центральная толщина сетчатки.

Note: BCVA — best corrected visual acuity; CRT — central retinal thickness.

Таблица 3. Исходная и финальная частота встречаемости анатомических изменений сетчатки в группе пациентов за весь период наблюдения

Table 3. Baseline and final prevalence of retinal changes in study group over follow-up period

	Начало Baseline	Конец End of follow-up
Субретинальный фиброз Subretinal fibrosis	91,3 %	95,6 %
Атрофия ПЭС RPE atrophy	100 %	100 %
Гигантские кисты НСС Giant intraretinal cysts	30,4 %	21,7 %
Субретинальное кровоизлияние Subretinal hemorrhage	17,4 %	0 %*

Примечание: * изменение частоты встречаемости по сравнению с началом исследования $p < 0,05$; НСС — нейросенсорная сетчатка; ПЭС — пигментный эпителий сетчатки.

Note: * change in frequency of occurrence compared to the beginning of the study $p < 0,05$; NSR — neurosensory retina; RPE — retinal pigment epithelium.

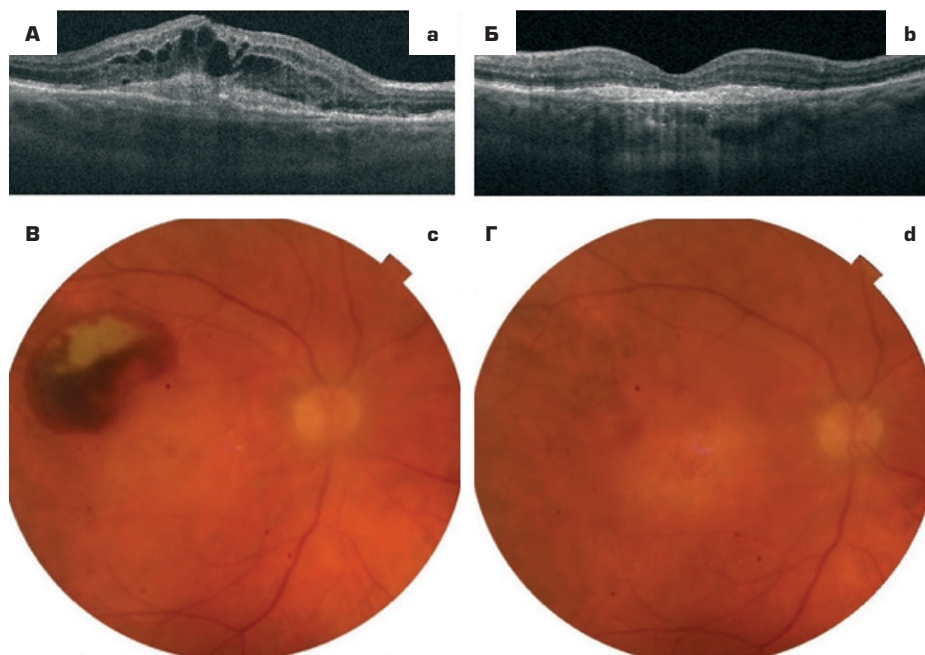


Рис. 3. Репрезентативный пример динамики морфологических изменений макулярной области в ходе исследования: А — оптическая когерентная томография в начале исследования (исходная МКОЗ = 0,05); Б — оптическая когерентная томография в конце исследования (финальная МКОЗ = 0,05); В — офтальмоскопия в начале исследования; Г — офтальмоскопия в конце исследования

Fig. 3. Anatomical changes in study group over follow-up period: A — structural optical coherence tomography scan at the beginning of follow-up period (baseline BCVA = 0.05); b — structural optical coherence tomography scan at the end of follow-up period (final BCVA = 0.05); c — photo of the fundus at the beginning of follow-up period; d — photo of the fundus at the end of follow-up period

При проведении антиангиогенной терапии данные структурные изменения сохранились к концу периода наблюдения без статистически значимых изменений частоты встречаемости, за исключением субретинальных кровоизлияний, которые регрессировали в 100 % случаев, что оказалось статистически значимым ($p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

В предыдущих исследованиях мы показали, что неадекватный режим анти-VEGF-терапии в условиях реальной клинической практики у пациентов с низкой остротой зрения и выраженными анатомическими изменениями в макуле является бесперспективным и в части функциональных результатов не отличается от картины полного отсутствия лечения [5]. Однако, для того чтобы понять возможность полного отказа от терапии, необходимо также выяснить возможность достижения каких-либо положительных результатов в этой группе пациентов на фоне интенсивного лечения. В данную работу мы включили пациентов с аналогичными морфофункциональными исходами и провели антиангиогенную терапию с сохранением режима лечения одним из наиболее эффективных препаратов, который в условиях клинических исследований позволяет достичь максимального анатомического улучшения. В ситуации, когда даже такая терапия не дает положительных

результатов, а неадекватное лечение по функциональным исходам неотличимо от естественного течения заболевания, отказ от антиангиогенной терапии выглядит обоснованным.

В ходе исследования всем пациентам выполнялось интравитреальное введение бролуцизумаба. Данный препарат представляет собой одноцепочечный фрагмент гуманизированного антитела и отличается от других ингибиторов ангиогенеза наименьшей молекулярной массой (26 кДа), что позволяет вводить большее количество препарата в одной дозе. Бролуцизумаб препятствует связыванию VEGF-A с его рецепторами за счет высокой аффинности к различным изоформам VEGF-A [6]. В регистрационных клинических исследованиях эффективности и безопасности препарата бролуцизумаб HAWK и HARRIER межинъекционный интервал составил 12 недель на протяжении 48 недель. Доля глаз с ИРЖ

и СРЖ на 96-й неделе в обоих исследованиях составила 24 %, что существенно меньше, чем в группе пациентов, получавших афлиберцепт. При анализе остроты зрения через 96 недель бролуцизумаб продемонстрировал сравнимую с афлиберцептом эффективность [7]. Полученные данные свидетельствуют о том, что данный препарат улучшает анатомические показатели, остроту зрения и имеет длительный срок действия, что указывает на его хорошие перспективы применения в условиях реальной клинической практики. Тем не менее в нашем исследовании мы не обнаружили положительных функциональных изменений у пациентов с тяжелыми анатомическими нарушениями в макуле даже при применении бролуцизумаба.

При анализе морфологических изменений макулярной зоны сетчатки по данным ОКТ и офтальмоскопии исходно низкая МКОЗ у пациентов с далекозашедшей нВМД чаще всего была связана с формированием субретинального фиброза, атрофией ПЭС и гигантскими кистами НСС. В некоторых случаях активность заболевания проявлялась в виде образования субретинального кровоизлияния небольшого размера и парамакулярной локализации. Несмотря на проведение антиангиогенной терапии, данные структурные изменения сохранялись к концу периода наблюдения, за исключением

субретинального кровоизлияния, что объясняет отсутствие функциональных изменений, так же как и необратимый характер этих изменений.

Наиболее распространенным естественным исходом нВМД является субретинальный фиброз. Его формирование связано с ростом новообразованных сосудов, экссудацией и кровоизлияниями в месте их роста, которые ведут к накоплению внеклеточного матрикса и образованию соединительной ткани. Нарушение нормальных взаимоотношений между сетчаткой и ПЭС, а также разрушение ПЭС обуславливают атрофию наружной сетчатки и необратимое снижение зрительных функций [8, 9].

Атрофия ПЭС является одной из важных причин низкого функционального прогноза у пациентов с нВМД. Дегградация ПЭС в целом является типичным процессом для этих пациентов, что проявляется высокой частотой географической атрофии при разных формах ВМД [10]. Хотя хориоидальная неоваскуляризация (ХНВ) может нести протективные функции в отношении ПЭС при отсутствии экссудативной активности, в случае экссудации она также вносит вклад в потерю ПЭС. В данном исследовании повреждение ПЭС определяли с помощью ОКТ. С точки зрения мультимодальной диагностики оптимальным вариантом для определения степени сохранности ПЭС является аутофлуоресценция, которая позволяет оценить весь масштаб поражения [11].

Гигантские кисты НСС также являются морфологическими проявлениями далекозашедшей нВМД. Анализируя исследования по изучению диабетического отека, можно сделать вывод о том, что большой горизонтальный диаметр кист (>450 мкм) — важный негативный прогностический фактор. Физический разрыв нейронных связей объемом кисты с необратимым нарушением передачи сигнала между фоторецепторами и ганглиозными клетками сетчатки негативно сказывается на функциональном прогнозе [5, 12, 13].

Одна из причин, ассоциированная с нВМД, неблагоприятного функционального прогноза — субретинальное кровоизлияние (СРК). Источником субретинального кровоизлияния при ВМД является хориоидальная неоваскуляризация. В основе патогенеза дегенеративного процесса сетчатки лежит токсическое влияние продуктов распада крови на фоторецепторы и нарушение метаболических процессов между ПЭС и остальными слоями сетчатки с возможным последующим формированием субретинального рубца в зоне кровоизлияния. Частота встречаемости СРК любых размеров достигает 62,1 %, однако обширные СРК встречаются существенно реже — в 7,5 % [14]. Исходный размер и локализация кровоизлияния влияют на функциональный прогноз пациента. Улучшение остроты зрения на фоне лечения возможно в случаях

с диаметром кровоизлияний не более 1,5 диаметра диска зрительного нерва [15]. В нашей группе пациентов по данным офтальмоскопии СРК до начала лечения встречалось у четырех человек, однако оно было локализовано парамакулярно и не влияло на зрительные функции. На фоне проводимой терапии бролуцизумабом в конце периода наблюдения произошла полная резорбция СРК в каждом отдельном случае, что не повлияло на функциональный статус пациентов.

Анализируя динамику структурных и функциональных изменений на фоне проведенной терапии, можно сделать вывод об их стабильном характере и нецелесообразности продолжения лечения пациентов с такими тяжелыми анатомическими необратимыми изменениями в макуле. Однако, учитывая наличие геморрагических осложнений и положительную динамику в виде их резорбции на фоне терапии, данные пациенты должны находиться под регулярным наблюдением. Эти же критерии (острота зрения менее 0,1 с субретинальным фиброзом, гигантскими кистами и атрофией ПЭС) могут быть использованы для оценки целесообразности инициации антиангиогенной терапии в ранее не леченных глазах.

С экономической точки зрения использование регламента для остановки или непроведения антиангиогенной терапии может позволить перераспределить усилия в направлении перспективных случаев и в целом повысить фармакоэкономическую эффективность антиангиогенной терапии у пациентов с нВМД.

К ограничениям исследования необходимо отнести относительно небольшое число включенных случаев и отсутствие долгосрочных исходов. Последний факт требует проведения дальнейших исследований в этом направлении с более длительной терапией. Однако характер выявленных изменений в макуле подразумевает, что функциональный статус таких глаз останется прежним даже на фоне длительного лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этом исследовании было показано, что у пациентов с далекозашедшей нВМД, низкой остротой зрения, субретинальным фиброзом, атрофией ПЭС и гигантскими интратретинальными кистами антиангиогенная терапия даже наиболее эффективными препаратами выглядит неперспективной с точки зрения функциональных результатов. Вместе с данными об отсутствии существенных функциональных изменений без проведения лечения непроведение или остановка антиангиогенной терапии в таких случаях выглядят оправданными.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Жалимова В.Р. — сбор и обработка материалов, написание текста;
Мальцев Д.С. — статистическая обработка материалов, написание текста;
Куликов А.Н. — научное редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Keenan TDL, Cukras CA, Chew EY. Age-Related Macular Degeneration: Epidemiology and Clinical Aspects. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1256:1–31. doi: 10.1007/978-3-030-66014-7_1.
- Гильманшин ТР, Зайнуллин РМ, Кудоярова КИ, Каланов МР, Халимов ТА. Лечение влажной формы возрастной макулярной дегенерации: возможности и перспективы. Обзор литературы. Точка зрения. Восток-Запад. 2019;19(2):124–128. Gilmanshin TR, Zainullin RM, Kudoyarova KI, Kalanov MR, Khalimov TA. Treatment of age-related macular degeneration: opportunities and prospects. Literature review. Point of view. East-West. 2019;(2):124–128 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2019-2-124-128.
- Дурасов АБ. Терапия неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации: обоснованные ожидания врача и пациента. Клиническая офтальмология. 2021;21(3):169–174. Durasov AB. Therapy of neovascular age-related macular degeneration: reasonable expectations of the doctor and the patient. *Clinical ophthalmology*. 2021;21(3):169–174 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2021-21-3-169-174.
- Бобыкин ЕВ, Крохалев ВЯ, Береснева НС, Буслаев РВ, Морозова ОВ. Причины прекращения анти-VEGF-терапии в условиях реальной клинической практики: результаты телефонного опроса пациентов с заболеваниями макулы. Офтальмологические ведомости. 2020;13(4):73–82. doi: 10.17816/OV41716. Bobykin EV, Krokhalev VYa, Beresneva NS, Buslaev RV, Morozova OV. Reasons for anti-VEGF treatment discontinuation in real clinical practice: results of a phone survey of patients with macular diseases. *Ophthalmology Journal*. 2020;13(4):73–82. doi: 10.17816/OV41716.
- Куликов АН, Жалимова ВР, Мальцев ДС. Долгосрочные исходы нарушения режима антиангиогенной терапии далекозашедшей неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации. Офтальмология. 2022;19(3):658–664. Kulikov AN, Zhalimova VR, Maltsev DS. Long-Term Outcomes of Nonadherence to Anti-VEGF Therapy in Advanced Neovascular Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(3):658–664 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-3-658-664.
- Nguyen QD, Das A, Do DV, Dugel PU, Gomes A, Holz FG, Koh A, Pan CK, Sepah YJ, Patel N, MacLeod H, Maurer P. Brolicicuzumab: Evolution through Preclinical and Clinical Studies and the Implications for the Management of Neovascular Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology*. 2020 Jul;127(7):963–976. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.12.031.
- Dugel PU, Koh A, Ogura Y. HAWK and HARRIER: Phase 3, multicenter, randomized, double-masked trials of brolicicuzumab for neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2020;127(1):72–84. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.04.017.
- Будзинская МВ, Плюхова АА, Афанасьева МА, Горкавенко ФВ. Новые критерии эффективности анти-VEGF-терапии при экссудативной форме возрастной макулярной дегенерации. Вестник офтальмологии. 2022;138(4):58–66. Budzinskaya MV, Plyukhova AA, Afanasyeva MA, Gorkavenko FV. New criteria of effectiveness of anti-VEGF therapy in exudative age-related macular degeneration. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2022;138(4):58–66 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213804158.
- Tenbrock L, Wolf J, Boneva S, Schlecht A, Agostini H, Wieghofer P, Schlunck G, Lange C. Subretinal fibrosis in neovascular age-related macular degeneration: current concepts, therapeutic avenues, and future perspectives. *Cell Tissue Res*. 2022 Mar;387(3):361–375. doi: 10.1007/s00441-021-03514-8.
- Плюхова АА, Будзинская МВ. Роль анти-VEGF-терапии в прогрессировании географической атрофии сетчатки. Вестник офтальмологии. 2018;134(5):289–293. Plyukhova AA, Budzinskaya MV. The role of anti-VEGF therapy in geographic atrophy progression. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2018;134(5):289–293 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2018134051289.
- Maltsev DS, Kulikov AN, Perminova SM, Burnasheva MA, Vasiliev AS. Multimodal imaging in nonexudative choroidal neovascularization: A Pilot Study of Status of Retinal Pigment Epithelium. *Retina*. 2023 Nov 1;43(11):2019–2026. doi: 10.1097/IAE.0000000000003896.
- Yalçın G, Özdek Ş, Baran Aksakal FN. Defining Cystoid Macular Degeneration in Diabetic Macular Edema: An OCT-Based Single-center Study. *Turk J Ophthalmol*. 2019 Dec 31;49(6):315–322. doi: 10.4274/tjo.galenos.2019.22687.
- Boiko EV, Maltsev DS. Quantitative optical coherence tomography analysis of retinal degenerative changes in diabetic macular edema and neovascular age-related macular degeneration. *Retina*. 2018 Jul;38(7):1324–1330. doi: 10.1097/IAE.0000000000001696.
- Ying GS, Maguire MG, Daniel E, Grunwald JE, Ahmed O, Martin DF; Comparison of Age-Related Macular Degeneration Treatments Trials Research Group. Association between Antiplatelet or Anticoagulant Drugs and Retinal or Subretinal Hemorrhage in the Comparison of Age-Related Macular Degeneration Treatments Trials. *Ophthalmology*. 2016 Feb;123(2):352–360. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.09.046.
- Козина ЕВ, Заболотный АВ, Малафеев АВ. Анализ клинических случаев анти-VEGF-терапии массивных субретинальных кровоизлияний, осложняющих влажную возрастную макулодистрофию. Офтальмохирургия. 2016;3:28–32. Kozina EV, Zabolotny AV, Malafeev AV. Analysis of clinical cases of anti-VEGF therapy of massive subretinal hemorrhages complicating age-related macular degeneration. *Ophthalmosurgery*. 2016;3:28–32 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2016-3-28-31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Куликов Алексей Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры офтальмологии
имени профессора В.В. Волкова
<https://orcid.org/0000-0002-5274-6993>

Мальцев Дмитрий Сергеевич
доктор медицинских наук, заведующий отделением лазерной хирургии
клиники офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0001-6598-3982>

Жалимова Валерия Рафаэлевна
врач-офтальмолог клиники офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0001-8024-0300>

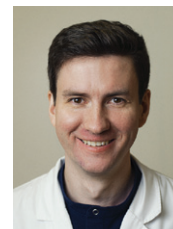
ABOUT THE AUTHORS

Kulikov Alexey N.
MD, Professor, head of the ophthalmology department
<https://orcid.org/0000-0002-5274-6993>

Maltsev Dmitrii S.
MD, head of medical retina division of ophthalmology department
<https://orcid.org/0000-0001-6598-3982>

Zhalimova Valeria R.
ophthalmologist of the ophthalmology department
<https://orcid.org/0000-0001-8024-0300>

Преимущества мультимодальной визуализации в диагностике регматогенной отслойки сетчатки

Н.В. Нероева¹О.В. Зайцева^{1,2}А.И. Ушаков¹С.В. Милаш¹

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

² ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Долгоруковская, 4, Москва, 127006, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):127–135

Цель: изучить возможности современной мультимодальной ультраширокопольной системы визуализации глазного дна на основе конфокального сканирующего лазерного офтальмоскопа (сSLO) в пред- и послеоперационном обследовании пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки (РОС). **Пациенты и методы.** Обследованы 20 пациентов (20 глаз) с РОС в возрасте $45,4 \pm 14,8$ года (12 женщин и 8 мужчин), прооперированных методом локального эписклерального пломбирования. В рамках предоперационного обследования всем пациентам выполнялось стандартное офтальмологическое обследование (в том числе включающее осмотр глазного дна с 3-зеркальной линзой Гольдмана и линзой 78 дптр). В качестве дополнительного метода диагностики проводили исследование на приборе Mirante (Nidek, Япония) до и через 3 дня после эписклерального пломбирования. Сравнивали количество пациентов с РОС, у которых были обнаружены первичные разрывы и зоны регматогенной периферической витреохориоретинальной дистрофии (ПВХРД) с помощью стандартной предоперационной офтальмоскопии и визуализации в различных диагностических режимах на мультимодальной ультраширокопольной платформе сSLO (цветное изображение сSLO, инфракрасная визуализация, ретрорежим, оптическая когерентная томография (ОКТ) макулярной области и периферии сетчатки). **Результаты.** Визуализация с помощью сSLO в различных диагностических режимах позволила обнаружить первичный разрыв сетчатки у всех 20 пациентов (100 %) с РОС, включая трех пациентов, у которых разрывы не были обнаружены в ходе стандартного предоперационного осмотра глазного дна с 3-зеркальной линзой Гольдмана и линзой 78 дптр. Мультимодальный подход позволил документально зафиксировать исходный ретинальный статус, границы отслоенной сетчатки, локализацию разрыва и зон ПВХРД. В послеоперационном периоде ультраширокопольная визуализация в комбинации с периферической ОКТ позволила объективно задокументировать прилегание сетчатки, блокирование разрывов и зон регматогенной ПВХРД валом вдавления. **Вывод.** Использование мультимодальных возможностей ультраширокопольной диагностической системы показало высокую информативность при обследовании пациентов с РОС, оно позволяет точно определить и документировать границы РОС, разрывы сетчатки, их морфометрические особенности, а также иные особенности ретинального статуса пациента, провести детальный мониторинг анатомического успеха операции после оперативного вмешательства.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки, эписклеральное пломбирование, SLO, ультраширокое поле, мультимодальная визуализация

Для цитирования: Нероева Н.В., Зайцева О.В., Ушаков А.И., Милаш С.В. Преимущества мультимодальной визуализации в диагностике регматогенной отслойки сетчатки. *Офтальмология*. 2025;22(1):127–135. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-127-135>

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

Конфликт интересов отсутствует.



The Advantages of Multimodal Imaging in the Diagnosis of Rhegmatogenous Retinal Detachment

N.V. Neroeva¹, O.V. Zaytseva^{1,2}, A.I. Ushakov¹, S.V. Milash¹

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

² Russian University of Medicine
Dolgorukovskaya str., 4, Moscow, 127006, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):127–135

Purpose: To study the possibilities of a modern multimodal ultra-wide field fundus imaging system based on a confocal scanning laser ophthalmoscope (cSLO) in the pre- and postoperative examination of patients with rhegmatogenous retinal detachment (RRD). **Patients and methods.** 20 patients (20 eyes) with RRD aged 45.4 ± 14.8 years (12 women and 8 men) who underwent local scleral buckling were examined. As part of the preoperative examination, all patients underwent a standard ophthalmological examination (including an examination of the fundus with a Goldmann three mirror lens and a 78D lens). As an additional diagnostic method, a study was performed on a Mirante device (Nidek, Japan) before and 3 days after local scleral buckling. We compared the number of patients with RRD who had primary breaks and zones of rhegmatogenous peripheral degenerations detected using standard preoperative ophthalmoscopy and imaging in various diagnostic modes on a multimodal ultra-wide field cSLO platform (color image cSLO, infrared imaging, retro-mode, optical coherence tomography (OCT) of the macular area and the periphery of the retina). **Result.** cSLO imaging in various diagnostic modes revealed a primary retinal break in all 20 patients (100 %) with RRD, including three patients whose breaks were not detected during a standard preoperative fundus examination with a Goldmann three mirror lens and a 78D lens. The multimodal approach made it possible to document the initial retinal status, the boundaries of the detached retina, the localization of the breaks and the zones of the rhegmatogenous peripheral degenerations. In the postoperative period, ultra-wide field imaging in combination with peripheral OCT made it possible to objectively document the attachment of the retina, the blocking of breaks and areas of rhegmatogenous degeneration by through external scleral indentation. **Conclusions.** The use of the multimodal opportunities of the ultra-wide field diagnostic system has shown high informativity in the examination of patients with RRD, makes it possible to accurately identify and document the boundaries of RRD, retinal breaks, their morphometric features, as well as other features of the patient's retinal status, and to conduct detailed monitoring of the anatomical success of surgery after surgery.

Keywords: rhegmatogenous retinal detachment, scleral buckling, SLO, ultra-wide field, multimodal visualization

For citation: Neroeva N.V., Zaytseva O.V., Ushakov A.I., Milash S.V. The Advantages of Multimodal Imaging in the Diagnosis of Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):127–135. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-127-135>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительные достижения витреоретинальной хирургии, эписклеральные технологии при регматогенной отслойке сетчатки (РОС) не теряют актуальности и на сегодняшний день с успехом выполняются при определенных клинических показаниях [1].

В частности, показанием к проведению локального эписклерального пломбирования является достаточно «свежая» локальная или распространенная РОС с одиночным разрывом или несколькими разрывами в смежных квадрантах глазного дна либо отрывом сетчатки от зубчатой линии. В случае множественных разрывов в разных квадрантах глазного дна оправдано круговое эписклеральное пломбирование. Одним из основных условий при выборе эписклерального подхода при хирургическом вмешательстве являются пролиферативная витреоретинопатия не выше стадии С2, а также относительно небольшой размер периферических дефектов сетчатки.

На сегодняшний день стандартом диагностического алгоритма предоперационного обследования при РОС

является комплексное обследование, включающее визометрию, рефрактометрию, тонометрию, периметрию (при достаточной остроте зрения), биомикроскопию, прямую и непрямую бинокулярную офтальмоскопию с линзами 60D, 78D или 90D, осмотр глазного дна с 3-зеркальной линзой Гольдмана, ультразвуковое исследование глазного яблока для исключения объемного образования хориоидеи, а при помутнении преломляющих сред глаза — для определения площади, высоты и конфигурации РОС и, при необходимости детальной оценки зрительных функций, электрофизиологическое исследование для решения вопроса о целесообразности проведения операции и прогноза зрительных функций после лечения [2].

Основным методом визуализации при поиске разрывов и/или зон регматогенной периферической витреохориоидальной дистрофии (ПВХРД) является непрямая офтальмоскопия с помощью линз большой оптической силы, а также для более детального осмотра периферических отделов глазного дна — офтальмоскопия с помощью 3-зеркальной линзы Гольдмана [3].

Н.В. Нероева, О.В. Зайцева, А.И. Ушаков, С.В. Милаш

Контактная информация: Ушаков Александр Игоревич winter215@yandex.ru

Точная локализация и морфометрическая характеристика разрывов и зон регматогенной ПВХРД позволяют выработать оптимальную тактику хирургического лечения [4], сформировать план операции, определить локализацию и протяженность вала вдавления. Именно адекватный подбор длины эписклеральной пломбы и ее правильное расположение являются основными факторами анатомического успеха операции.

По данным литературы, анатомический успех эписклерального вмешательства достигает 82–89 % [5, 6].

Известны определенные законы топографии РОС в зависимости от локализации разрывов сетчатки [7]. Знание этих закономерностей позволяет хирургу быстрее обнаружить причину отслойки и выбрать оптимальную тактику хирургического лечения. Например, при верхних РОС, пересекающих меридиан 12 часов, или тотальных отслойках первичный разрыв в 93 % случаев располагается в пределах треугольника с вершиной на 12 часах и сторонами, удаленными на 1,5 часа в обе стороны от 12 часов. При нижних пузыревидных отслойках сетчатки разрыв располагается чаще в верхних квадрантах. Нижние отслойки, исходящие из нижнего разрыва, не имеют пузыревидной формы и не образуют складок.

Однако рутинный осмотр глазного дна с помощью бесконтактных линз либо 3-зеркальной линзы Гольдмана не всегда позволяет обнаружить дефект сетчатки. Основными причинами, затрудняющими выявление разрывов, являются их малые размеры, снижение прозрачности оптических сред, локализация на крайней периферии, плохая контрастность на фоне истонченной сетчатки, прикрытость разрывов складками сетчатки или преретинальной пролиферацией, маскировка дефектов сетчатки зонами дегенеративных изменений.

Неблокированные разрывы сетчатки являются причиной неприлегания сетчатки после первичной операции [8], поэтому выявление сквозных дефектов сетчатки на этапе предоперационного обследования, детальная оценка иных особенностей ретинального статуса исключительно важны для достижения стабильного прилегания сетчатки в результате эписклерального вмешательства.

Ограниченные возможности выявления разрывов сетчатки в процессе осмотра глазного дна с помощью диагностических линз в предоперационном периоде определяют актуальность поиска дополнительных методов визуализации.

В последние годы в практику офтальмологов внедряются современные мультимодальные диагностические платформы для бесконтактной визуализации глазного дна на основе конфокального сканирующего лазерного офтальмоскопа (cSLO), использующие ультраширокопольную оптику [9–11]. Увеличенное поле зрения позволяет быстро и неинвазивно получать изображения периферической сетчатки в диагностических целях.

Принцип работы SLO основан на точечном сканировании глазного дна лазерным излучением и исполь-

зовании конфокальных технологий для регистрации интенсивности отраженного излучения записывающим устройством [11]. Конфокальная апертура SLO, в отличие от обычной фундус-камеры, блокирует любой рассеянный или отраженный за пределами фокальной плоскости свет, который может потенциально вызвать нечеткость изображения и повлиять на его качество, что позволяет получать четкие, детализированные и высококонтрастные изображения. Количество лазерных источников света и длина волны отличаются в зависимости от производителя. Способность проникать на разную глубину сетчатки дает мультимодальной лазерной офтальмоскопии дополнительные преимущества, позволяя локализовать патологические изменения на разных анатомических уровнях, не видимых при стандартной офтальмоскопии и на фундус-фотографиях.

cSLO обеспечивает регистрацию изображения глазного дна даже без мидриаза и при не совсем прозрачных средах (благодаря длинноволновым лазерным источникам), в противоположность традиционным фундус-камерам, чувствительным к количеству света, попадающего в глаз.

В ходе клинических исследований и обширной клинической практики такие платформы продемонстрировали высокую информативность в диагностике и мониторинге различных заболеваний глазного дна: возрастной макулярной дегенерации, диабетической ретинопатии, окклюзии вен сетчатки, ретинопатии недоношенных, наследственных дистрофий сетчатки и др. [9–11]. В литературе встречаются работы, подтверждающие преимущества широкопольной и ультраширокопольной визуализации в диагностике ПВХРД и РОС [10, 12–15].

Целью данного исследования стало изучение возможностей современной мультимодальной ультраширокопольной системы визуализации глазного дна на основе cSLO в пред- и послеоперационном обследовании пациентов, которым была проведена эписклеральная операция по поводу РОС.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены двадцать глаз 20 пациентов с РОС, проходивших стационарное лечение в отделе патологии сетчатки и зрительного нерва ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России. Возраст пациентов составил от 20 до 66 лет (в среднем $45,4 \pm 14,8$ года), среди них 12 женщин и 8 мужчин. Максимально скорректированная острота зрения на глазах (МКОЗ) с РОС составила от 0,01 до 1,0 (в среднем $0,31 \pm 0,15$); 5 глаз с РОС были артефактными.

Всем пациентам проведено локальное эписклеральное пломбирование, достигнуто анатомическое прилегание сетчатки. В послеоперационном периоде выполнена отграничительная лазерная коагуляция сетчатки вокруг разрыва на валу вдавления для формирования хориоретинальной спайки.

В рамках предоперационного обследования всем пациентам выполнялось стандартное офтальмологическое обследование (сбор анамнеза, визометрия, пневмотонометрия, биомикроскопия, непрямая бинокулярная офтальмоскопия с помощью бесконтактной линзы 78 дптр, офтальмоскопия с 3-зеркальной линзой Гольдмана для детального осмотра периферии глазного дна). Положение оболочек, высота и протяженность отслойки сетчатки были документированы с помощью ультразвукового В-сканирования.

В качестве дополнительного метода обследования использовалась мультимодальная ультраширокопольная диагностическая платформа Mirante (Nidek, Япония). Эта система объединяет возможности cSLO и спектральной оптической когерентной томографии (ОКТ). В системе Mirante для получения изображений в разных диагностических режимах используются 4 отдельных лазерных источника с различной длиной волны: синий лазер — 488 нм, зеленый лазер — 532 нм, красный лазер — 670 нм и инфракрасный лазер — 790 нм. Для получения цветного изображения cSLO используются три лазерных источника: синий, зеленый и красный. Ретрорежим использует инфракрасное (ИК) лазерное излучение и эксцентричные апертуры (в работе использованы DR, DL) для создания псевдотрехмерных изображений сетчатки.

Для ультраширокопольной визуализации применяли специальный адаптер 163°.

Динамическая (в реальном времени) ультраширокопольная ИК-офтальмоскопия (790 нм) проводилась по всем сегментам глазного дна (по аналогии со стандартной офтальмоскопией) и записывалась на видео с помощью установленного программного обеспечения для записи с экрана.

Всем пациентам с РОС было проведено исследование на приборе Mirante в следующих режимах визуализации: динамическая ультраширокопольная ИК-офтальмоскопия, цветная фундус-фотография на основе cSLO (синий, зеленый и красный лазер), в том числе ультраширокого поля 163°, ретрорежим 163°, ОКТ макулярной области и периферии сетчатки.

Исследование на приборе Mirante и последующая интерпретация результатов были выполнены независимым оператором с большим опытом проведения мультимодальной визуализации.

Повторное исследование на диагностической системе осуществляли в ходе послеоперационного мониторинга пациента через 3 дня после хирургического вмешательства.

Периферическую ОКТ выполняли в комбинации с цветной фундус-фотографией cSLO, ИК-визуализацией и ретрорежимом как для детекции первичного ретинального разрыва, так и в послеоперационном периоде для оценки блокирования разрыва, выявления остаточной субретинальной жидкости и ее границ.

Проведено сравнение количества пациентов с РОС, у которых были обнаружены первичные разрывы и зоны регматогенной ПВХРД с помощью стандартной предоперационной офтальмоскопии и мультимодальной визуализации с использованием системы Mirante.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе стандартной предоперационной офтальмоскопии разрывы сетчатки были выявлены у 17 из 20 пациентов (85 %). У 3-х пациентов в ходе стандартного офтальмологического обследования разрывы сетчатки обнаружены не были: у 1 пациента в связи с пузырьковым характером РОС в сочетании с узким зрачком, у 2 пациентов из-за расположения разрывов на крайней периферии глазного дна и при наличии артефакции. У 7 (35 %) пациентов, помимо разрывов сетчатки, были выявлены зоны регматогенной ПВХРД.

С помощью ультраширокопольной визуализации в различных диагностических режимах в комбинации с ОКТ документально подтверждены все ранее полученные офтальмоскопические находки и, кроме того, получена дополнительная информация, повлиявшая на выбор тактики оперативного вмешательства.

В процессе мультимодальной визуализации первичные разрывы сетчатки были обнаружены у всех 20 пациентов (100 %).

Цветная фундус-фотография на основе cSLO позволила документально зафиксировать исходный ретинальный статус, границы отслоенной сетчатки, локализацию разрыва и зон ПВХРД, иные особенности заболевания и наглядно продемонстрировать их пациенту.

Для поиска и четкой визуализации сквозных дефектов сетчатки и границ отслоенной сетчатки были использованы ретрорежим и ИК-визуализация. Для подтверждения или исключения сквозного характера дефекта и уточнения границ отслойки сетчатки проводили ОКТ на периферии глазного дна. Сквозной характер дефекта был подтвержден на томограмме во всех случаях. Кроме того, ОКТ зон ПВХРД позволила исключить в 3-х глазах наличие истончений и тракций.

В послеоперационном периоде ультраширокопольная визуализация в комбинации с периферической ОКТ позволила объективно задокументировать прилегание сетчатки, блокирование разрывов и зон регматогенной ПВХРД валом вдавления.

ОКТ использовалась также для уточнения состояния макулярной области до и после операции. Томография сетчатки после операции в 20 % случаев выявила наличие небольшого объема остаточной субретинальной жидкости центральнее вала вдавления. При этом контакт краев разрыва сетчатки с подлежащими тканями на валу вдавления, подтвержденный методом периферической ОКТ, позволил расценить данную жидкость как остаточную, что не потребовало дополнительных манипуляций.

КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

1. Пациентка К., 29 лет, обратилась с жалобами на появление темной завесы сверху и снаружи. Острота зрения с максимальной коррекцией 0,6. При осмотре выявлена распространенная отслойка сетчатки во внутреннем отделе без захвата макулярной зоны с крупным дырчатым разрывом на 8:30 (рис. 1).

2. Пациентка Н., 42 года, обратилась с жалобами на появление темной завесы сверху, снижение остроты зрения. Острота зрения с максимальной коррекцией 0,5. При осмотре выявлена распространенная отслойка сетчатки в нижней половине глазного дна с частичным захватом макулярной зоны, крупным клапанным разрывом на 5 часах (рис. 2).

3. Пациент П., 66 лет, обратился с жалобами на появление темной завесы снизу. Острота зрения с максимальной коррекцией 0,8. В анамнезе артефакция. При осмотре выявлена пузыревидная распространенная отслойка сетчатки в верхнем отделе, область фовеа прилежит (рис. 3).

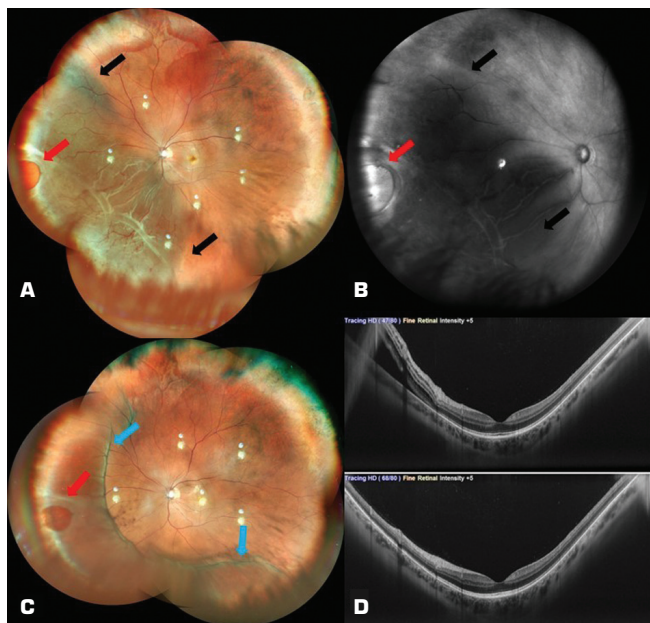


Рис. 1. Пациентка К.: А — на панорамном цветном изображении cSLO визуализируется отслойка сетчатки от 6 до 10 часов (границы отслойки обозначены черными стрелками) с разрывом на 8:30 (красная стрелка); В — на изображении в ретрорежиме разрыв сетчатки визуализируется как гиперрефлективная область (красная стрелка), зона отслоенной сетчатки выглядит гипорефлективно (черные стрелки); С — на панорамном цветном изображении cSLO показан вал вдавления (синие стрелки) с заблокированным разрывом на 8:30 (красная стрелка); D — ОНТ макулярной зоны до и через 3 суток после операции

Fig. 1. Patient K.: A — the panoramic color image cSLO visualizes retinal detachment from 6 to 10 [the boundaries of the detachment are indicated by black arrows] with a break at 8:30 (red arrow); B — in the retro-mode image, the retinal break is visualized as a hyperreflective area (red arrow), the area of detached retina looks hyporeflective (black arrows); C — the panoramic color image cSLO shows blocked retinal break through external scleral indentation (blue arrows) with a blocked break at 8:30 (red arrow); D — the OCT of the macular area is presented before and 3 days after surgery

4. Пациентка М., 50 лет, обратилась с жалобами на резкое снижение зрения. Острота зрения 0,01 н/к, эксцентрично. При осмотре выявлена субтотальная отслойка сетчатки в нижнем и наружном отделах с захватом макулярной зоны (рис. 4).

5. Пациентка Х., 41 год, обратилась с жалобами на резкое снижение остроты зрения. Острота зрения 0,03 н/к, эксцентрично. При осмотре выявлена субтотальная отслойка сетчатки с захватом макулярной зоны, множественными разрывами и зонами решетчатой дистрофии (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Использование мультимодальной ультраширокопольной диагностической системы в практике предоперационного обследования пациентов с РОС позволяет детально визуализировать и документировать все изменения на глазном дне, включая крайнюю периферию: границы и топографию отслойки, гофры/складки сетчатки,

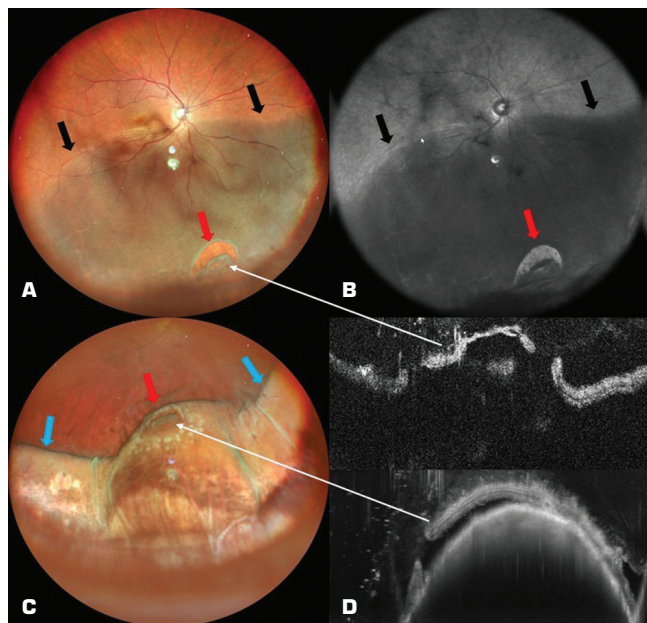


Рис. 2. Пациентка Н.: А — на цветном изображении cSLO визуализируется зона отслоенной сетчатки от 3 до 8 часов (черные стрелки) с клапанным разрывом на 5 часах (красная стрелка); В — на ИК-изображении клапанный разрыв сетчатки виден в виде гиперрефлективной области (красная стрелка), а зона отслоенной сетчатки визуализируется как гиперрефлективная (черные стрелки) область; С — на цветном изображении cSLO показан вал вдавления (синие стрелки) с заблокированным разрывом (красная стрелка); D — периферическая ОНТ зоны разрыва сетчатки до и через 3 дня после эписклерального пломбирования

Fig. 2. Patient N.: A — the color image cSLO visualizes the area of detached retina from 3 to 8 [black arrows] with a flap retinal break at 5 (red arrow); B — in the IR image, the retinal break is visible as a hyperreflective area (red arrow), and the area of detached retina is visualized as a hyperreflective (black arrows) area; C — the color image cSLO shows blocked retinal break (red arrow) through external scleral indentation (blue arrows); D — peripheral OCT of the retinal break zone before and 3 days after scleral buckling

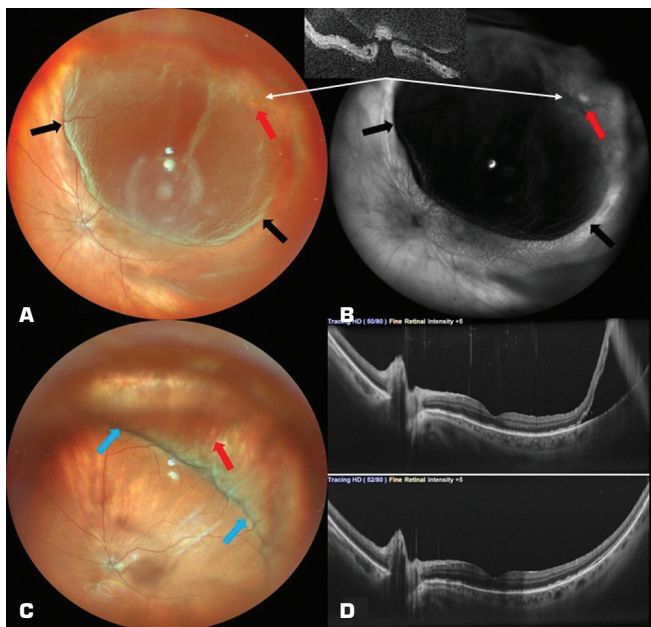


Рис. 3. Пациент П.: А — на цветном изображении сSLO визуализируется высокая отслойка сетчатки в верхнем отделе (черные стрелки) с разрывом на 1 часе на крайней периферии (красная стрелка). Представлена ОКТ области разрыва; В — в ретрорежиме разрыв сетчатки визуализируется как округлый гиперрефлективный участок (красная стрелка), а зона отслоенной сетчатки выглядит гипорефлективной областью (черные стрелки); С — на цветном изображении сSLO показан вал вдавления (синие стрелки) с заблокированным разрывом (красная стрелка); D — представлена ОКТ макулярной зоны до и через 3 дня после эписклерального пломбирования

Fig. 3. Patient P.: A — is a high retinal detachment in the upper part (black arrows) visualized on the color image with a break at 1 at the retinal periphery (red arrow). The OCT of the break is presented; B — in retro-mode, the retinal break is visualized as a rounded hyperreflective area (red arrow), and the area of detached retina looks like a hyporeflexive area (black arrows); C — the color image cSLO shows blocked retinal break (red arrow) through external scleral indentation (blue arrows); D — the OCT of the macular area is presented before and 3 days after scleral buckling

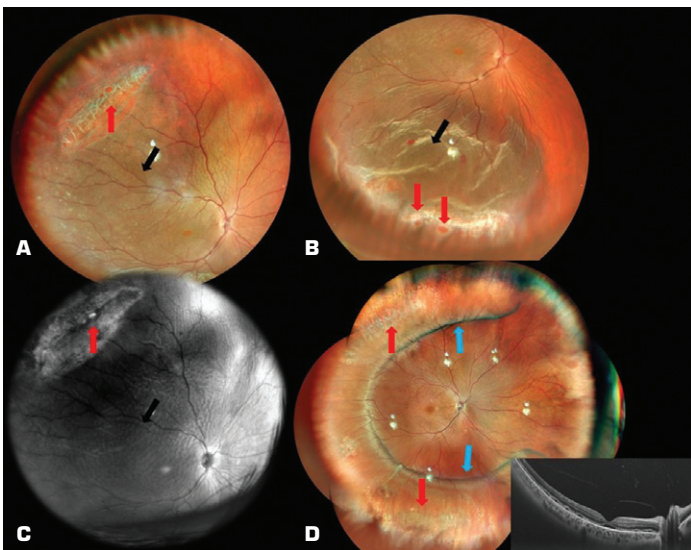


Рис. 5. Пациентка X.: А и В — на цветных фундус-фотографиях сSLO визуализируется отслойка сетчатки (черные стрелки) от 5 до 1 часа с множественными разрывами (красные стрелки) в проекции решетчатых дистрофий; С — ретромодальное изображение разрыва сетчатки (красная стрелка) в области решетчатой дистрофии. Отслойка сетчатки визуализируется как гиперрефлективная область со множеством складок (черная стрелка); D — на панорамном цветном изображении сSLO показан вал вдавления (синие стрелки) с заблокированными разрывами (красные стрелки) и зонами решетчатой дистрофии. На скане ОКТ в области макулы через 3 суток после операции выявлена остаточная субретинальная жидкость

Fig. 5. Patient X.: A and B — retinal detachment (black arrows) from 5 to 1 with multiple breaks (red arrows) in the projection of lattice degeneration of the retina is visualized on color fundus photos cSLO; C — retromodal image of retinal break (red arrow) in the area of lattice degeneration. Retinal detachment is visualized as a hyporeflexive area with many folds (black arrow); D — the panoramic color image cSLO shows an external scleral indentation (blue arrows) with blocked breaks (red arrows) and areas of lattice degeneration. An OCT scan revealed residual subretinal fluid in the macula area 3 days after surgery

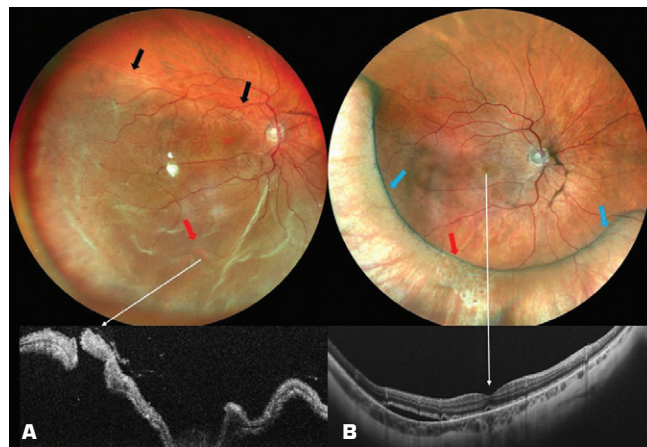


Рис. 4. Пациентка М.: А — на цветном изображении сSLO визуализируется область отслоенной сетчатки (черные стрелки) с разрывом на 7 часах (красная стрелка). Представлена периферическая ОКТ разрыва и складок сетчатки; В — на цветном изображении сSLO показан вал вдавления (синие стрелки) с заблокированным разрывом (красная стрелка). На скане ОКТ в области макулы через 3 суток после операции выявлена локальная остаточная субретинальная жидкость.

Fig. 4. Patient M.: A — the area of detached retina (black arrows) with a break at 7 (red arrow) is visualized on the color image cSLO. The peripheral OCT of retinal break and folds is presented; B — the color image cSLO shows blocked retinal break (red arrow) through external scleral indentation (blue arrows). An OCT scan revealed local residual subretinal fluid in the macula area 3 days after surgery.

локализацию и морфометрическую характеристику разрывов и зон ПВХРД. В этой работе информативность данного диагностического метода превосходит результаты стандартного офтальмологического обследования благодаря мультимодальному диагностическому подходу, скорости и бесконтактному характеру исследования, возможности офтальмоскопии на узкий зрачок, без света (динамическая ИК-офтальмоскопия) и в условиях неполной прозрачности оптических сред. Визуализация с помощью cSLO в различных диагностических режимах позволила обнаружить первичный разрыв сетчатки у всех 20 пациентов (100 %) с РОС, включая трех пациентов, у которых разрывы не были обнаружены в ходе стандартного предоперационного осмотра глазного дна с 3-зеркальной линзой Гольдмана и линзой 78 дптр.

Традиционная офтальмоскопия остается золотым стандартом для исследования глазного дна, однако в случаях РОС не всегда обеспечивает достаточную визуализацию границ отслоенной сетчатки, зон ПВХРД и разрывов. Визуализация глазного дна с использованием ультраширокопольной оптики может быть дополнением или даже альтернативой привычной офтальмоскопии [16]. В ряде работ у пациентов с РОС были показаны взаимозаменяемые результаты обследования с помощью ультраширокопольного cSLO и непрямой офтальмоскопии. Kohnberg и соавт. обнаружили, что ультраширокопольные изображения улучшили выявление особенностей РОС по сравнению с непрямой офтальмоскопией [13]. Abadia и соавт. сообщили о схожих результатах. Ультраширокопольная визуализация и стандартный осмотр глазного дна определяли характеристики РОС в полном соответствии с интраоперационным обследованием [14]. Ohsugi и соавт. применили технологию глубокого обучения к ультраширокопольным изображениям и достигли высоких показателей выявления РОС [17]. Аналогичным образом в недавно проведенной работе была продемонстрирована способность модели искусственного интеллекта локализовать и описывать РОС на ультраширокопольных изображениях, сравнимую с производительностью врача-офтальмолога [18]. Ультраширокопольная визуализация в комбинации с макулярной ОКТ дает сопоставимые результаты между удаленной (виртуальной) и очной послеоперационной оценкой результатов витреоретинальных вмешательств с чувствительностью 91 % и специфичностью 100 % для обнаружения отслоений сетчатки и со 100 % специфичностью и 100 % чувствительностью для обнаружения новых разрывов сетчатки или недостаточного лазерного лечения [19].

Одни авторы свидетельствуют о высоких показателях обнаружения ПВХРД при использовании ультраширокопольной оптики cSLO [15, 20, 21]. Напротив, другие авторы не согласны с тем, что ультраширокопольная визуализация представляет собой замену клинической офтальмоскопии из-за возможного пропуска некоторых периферических ретинальных поражений [13, 22, 23]. Од-

ной из основных проблем является плохая визуализация верхней и нижней периферии, связанная, как правило, с «артефактами ресниц» [13, 22, 23]. Шанс обнаружения изменений в височном и носовом квадрантах глазного дна значительно выше. Во многих исследованиях проводили фиксацию изображений только в первичном положении взора. Процент обнаружения патологических изменений на периферии глазного дна значительно увеличивался при анализе нескольких изображений с разной точкой фиксации [24]. Более половины разрывов были пропущены, когда оценивалось только одно изображение, и примерно три из четырех разрывов были обнаружены с двумя изображениями [24].

Важно отметить, что в нашей работе мы проводили полноценную ультраширокопольную ИК-офтальмоскопию в реальном времени 360° периферии сетчатки с последующей фиксацией в псевдоцветном изображении и ретро-режиме выявленных изменений и зон интереса; с верификацией границ РОС, участков ПВХРД и разрывов с помощью ОКТ. Для минимизации влияния «артефактов ресниц» при визуализации верхних и нижних отделов глазного дна мы приподнимали верхнее веко и наклоняли адаптер.

В предоперационной диагностике РОС особенные преимущества имеет использование ретрорежима и ИК-визуализации [25, 26]. В наших клинических примерах зона отслоенной сетчатки в ИК и ретрорежиме четко визуализируется как гипорефлективная область (более темная) из-за присутствия субретинальной жидкости, которая рассеивает излучение в инфракрасном диапазоне. В случаях невысоких и субклинических отслоек сетчатки в проекции ПВХРД границы были видны только в ретрорежиме благодаря его способности четко отображать края раздела внутриглазных структур.

Ранее Д.С. Мальцевым и соавт. была показана высокая информативность ретромодалной визуализации в отношении выявления локальных бессимптомных отслоек сетчатки и разрывов в сравнении с непрямой офтальмоскопией [26]. В этом исследовании ретрорежим позволял выявлять наружные ретинальные складки, которые были не видны на цветных изображениях cSLO и при традиционной офтальмоскопии. Наружные гофры сетчатки являются важным предиктором послеоперационной МКОЗ [27]. Ретинальные разрывы как на ИК-изображениях, так и на псевдотрехмерных выглядят гиперрефлективными (светлыми) участками вследствие беспрепятственного прохождения лучей через область дефекта сетчатки и последующего отражения от нижележащих пигментного эпителия и хориоидеи. Сквозной дефект ярко «подсвечивается» на фоне гипорефлективной зоны отслоенной сетчатки, что в значительной степени облегчает поиск и локализацию разрывов в ходе ИК-офтальмоскопии. Дальнейшее проведение ОКТ в области предполагаемого разрыва позволяет подтвердить сквозной характер дефекта.

В послеоперационном периоде мультимодальное обследование дает возможность уточнить и документировать ретинальный статус, блокирование разрыва и зон ПВХРД на валу вдавления, имеет высокую информативность в выявлении и мониторинге остаточной субретинальной жидкости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование мультимодальных возможностей ультраширокопольной диагностической системы (цветное изображение cSLO, ИК-визуализация, ретрорежим, ОКТ) показало высокую информативность при обследовании пациентов с РОС. Мультимодальная диагностика позволяет точно определить и документировать границы

РОС, разрывы сетчатки, их морфометрические особенности, а также иные особенности ретинального статуса пациента, провести детальный мониторинг анатомического успеха оперативного вмешательства. Детальная оценка предоперационного ретинального статуса у пациента с РОС является необходимым условием выбора оптимальной тактики хирургического и анатомического лечения.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Нероева Н.В. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование; Зайцева О.В. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование, написание текста; Ушаков А.И. — сбор и обработка материала, написание текста; Милаш С.В. — сбор и обработка материал; написание текста; подготовка иллюстраций; оформление списка литературы; редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Fallico M, Alosi P, Reibaldi M, Longo A, Bonfiglio V, Avitabile T, Russo A. Scleral Buckling: A Review of Clinical Aspects and Current Concepts. *J Clin Med*. 2022; 11(2):314. doi: 10.3390/jcm11020314.
- Gariano RF, Kim CH. Evaluation and management of suspected retinal detachment. *Am Fam Physician*. 2004;69(7):1691–1698.
- Natkunarahaj M, Goldsmith C, Goble R. Diagnostic effectiveness of noncontact slitlamp examination in the identification of retinal tears. *Eye (Lond)*. 2003 Jul;17(5):607–609. doi: 10.1038/sj.eye.6700456.
- Saxena S, Lincoff H. Finding the retinal break in rhegmatogenous retinal detachment. *Indian J Ophthalmol*. 2001;49(3):199–202.
- Znaor L, Medic A, Binder S, Vucinovic A, Marin Lovric J, Puljak L. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;3(3):CD009562. doi: 10.1002/14651858.cd009562.pub2.
- Шукин АД. Современная экстрасклеральная хирургия в лечении регматогенной отслойки сетчатки: оценка эффективности применения и функциональные результаты. *Офтальмологические ведомости*. 2019;12(4):23–28. Shchukin AD. Modern extrac scleral surgery in the treatment of regmatogenous retinal detachment: efficacy evaluation and functional results. *Ophthalmology Reports*. 2019;12(4):23–28 (In Russ.). doi: 10.17816/OV18780.
- Lincoff H, Gieser R. Finding the retinal hole. *Arch Ophthalmol*. 1971;85:565–569. doi: 10.1001/archophth.1971.00990050567007.
- Takkar B, Azad S, Shashni A, Pujari A, Bhatia I, Azad R. Missed retinal breaks in rhegmatogenous retinal detachment. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(11):1629–1633. doi: 10.18240/ijo.2016.11.15.
- Patel SN, Shi A, Wibbelsman TD, Klufas MA. Ultra-widefield retinal imaging: an update on recent advances. *The Adv Ophthalmol*. 2020;12:2515841419899495. doi: 10.1177/2515841419899495.
- Kumar V, Surve A, Kumawat D, Takkar B, Azad S, Chawla R, Shroff D, Arora A, Singh R, Venkatesh P. Ultra-wide field retinal imaging: A wider clinical perspective. *Indian J Ophthalmol*. 2021 Apr;69(4):824–835. doi: 10.4103/ijo.IJO_1403_20.
- Terasaki H, Sonoda S, Tomita M, Sakamoto T. Recent Advances and Clinical Application of Color Scanning Laser Ophthalmoscope. *J Clin Med*. 2021;10(4):718. doi: 10.3390/jcm10040718.
- Salvanos P, Navaratnam J, Ma J, Bragadóttir R, Moe MC. Ultra-widefield autofluorescence imaging in the evaluation of scleral buckling surgery for retinal detachment. *Retina*. 2013;33(7):1421–427. doi: 10.1097/iae.0b013e318283138d.
- Kornberg DL, Klufas MA, Yannuzzi NA, Orlin A, D'Amico DJ, Kiss S. Clinical Utility of Ultra-Widefield Imaging with the Optos Optomap Compared with Indirect Ophthalmoscopy in the Setting of Non-Traumatic Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Semin Ophthalmol*. 2016;31(5):505–512. doi: 10.3109/08820538.2014.981551.
- Abadia B, Desco MC, Mataix J, Palacios E, Navea A, Calvo P, Ferreras A. Non-Mydriatic Ultra-Wide Field Imaging Versus Dilated Fundus Exam and Intraoperative Findings for Assessment of Rhegmatogenous Retinal Detachment. *Brain Sci*. 2020 Aug 5;10(8):521. https://doi.org/10.3390/brainsci10080521
- Fogliato G, Borrelli E, Iuliano L, Ramoni A, Querques L, Rabiolo A, Bandello F, Querques G. Comparison Between Ultra-Widefield Pseudocolor Imaging and Indirect Ophthalmoscopy in the Detection of Peripheral Retinal Lesions. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2019;50(9):544–549. doi: 10.3928/23258160-20190905-02.
- Brown K, Sewell JM, Trempe C, Peto T, Trivison TG. Comparison of image-assisted versus traditional fundus examination. *Eye Brain*. 2013;5:1–8. doi: 10.2147/eb.s37646.
- Ohsugi H, Tabuchi H, Enno H, Ishitobi N. Accuracy of deep learning, a machine-learning technology, using ultra-wide-field fundus ophthalmoscopy for detecting rhegmatogenous retinal detachment. *Sci Rep*. 2017;7(1):9425. doi: 10.1038/s41598-017-09891-x.
- Li H, Cao J, You K, Zhang Y, Ye J. Artificial intelligence-assisted management of retinal detachment from ultra-widefield fundus images based on weakly-supervised approach. *Front Med (Lausanne)*. 2024;11:1326004. doi: 10.3389/fmed.2024.1326004.
- Anguita R, Ahmed S, Makuloluwa A, Hind J, Roth J, Wickham L. Prospective validation of a virtual post-operative clinic in vitreoretinal surgery. *Eye (Lond)*. 2024;38(17):3258–3262. doi: 10.1038/s41433-024-03272-1.
- Kumar J, Kohli P, Babu N, Krishnakumar K, Arthur D, Ramasamy K. Comparison of two ultra-widefield imaging for detecting peripheral retinal breaks requiring treatment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021;259(6):1427–1434. doi: 10.1007/s00417-020-04938-8.
- Elhady, Amr M.; Elnaggar, Osama R. Fundus screening for peripheral retinal lesions in myopic patients before refractive surgery using ultra-wide field scanning laser ophthalmoscopy. *Delta Journal of Ophthalmology*. 2024;25(4):229–234. doi: 10.4103/djo.djo_32_24.
- Yang D, Li M, Wei R, Xu Y, Shang J, Zhou X. Optomap ultrawide field imaging for detecting peripheral retinal lesions in 1725 high myopic eyes before implantable collamer lens surgery. *Clin Exp Ophthalmol*. 2020;48(7):895–902. doi: 10.1111/ceo.13809.
- Lin AC, Kalaw FGP, Schönbach EM, Song D, Koretz Z, Walker E, Breazzano MP, Scott NL, Boroah S, Ferreyra H, Spencer DB, Goldbaum MH, Nudleman ED, Freeman WR, Toomey CB. The Sensitivity of Ultra-Widefield Fundus Photography Versus Scleral Depressed Examination for Detection of Retinal Horseshoe Tears. *Am J Ophthalmol*. 2023 Nov;255:155–160. doi: 10.1016/j.ajo.2023.07.010.
- Karatepe Hashas AS, Popovic Z, Abu-Ishkheidem E, Bond-Taylor M, Svedberg K, Jarar D, Zetterberg M. A new diagnostic method for retinal breaks in patients with posterior vitreous detachment: Ultra-wide-field imaging with the Zeiss Clarus 700. *Acta Ophthalmol*. 2023;101(6):627–635. doi: 10.1111/aos.15652.
- Banda HK, Shah A, Shah GK. Application of wide-field infrared reflectance imaging in retinoschisis, retinal detachments, and schisis detachments. *Int J Retina Vitreous*. 2019;5(Suppl 1):42. doi: 10.1186/s40942-019-0188-5.
- Maltsev DS, Kulikov AN, Burnasheva MA, Chhablani J. Retro-mode scanning laser ophthalmoscopy in evaluation of peripheral retinal lesions. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2021; 259(2):301–306. doi: 10.1007/s00417-020-04872-9.
- Cho M, Witmer MT, Favarone G, Chan RP, D'Amico DJ, Kiss S. Optical coherence tomography predicts visual outcome in macula-involving rhegmatogenous retinal detachment. *Clin Ophthalmol*. 2012;6:91–96. doi: 10.2147/oph.s28173.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Нероева Наталья Владимировна
кандидат медицинских наук, руководитель отдела патологии сетчатки и зрительного нерва
https://orcid.org/0000-0003-1038-2746

Зайцева Ольга Владимировна
кандидат медицинских наук, заместитель директора по организационно-методической работе, ведущий научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, доцент кафедры глазных болезней
https://orcid.org/0000-0003-4530-553X

ABOUT THE AUTHORS

Neroeva Natalia V.
PhD, head of the pathology of the retina and optic nerve department
https://orcid.org/0000-0003-1038-2746

Zaytseva Olga V.
PhD, deputy director, leading researcher of the pathology of the retina and optic nerve department, Assistant Professor
https://orcid.org/0000-0003-4530-553X

Н.В. Нероева, О.В. Зайцева, А.И. Ушаков, С.В. Милаш

Контактная информация: Ушаков Александр Игоревич winter215@yandex.ru

Преимущества мультимодальной визуализации в диагностике регматогенной отслойки сетчатки

Ушаков Александр Игоревич
младший научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва
<https://orcid.org/0000-0003-0556-0149>

Милаш Сергей Викторович
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии
рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики
<https://orcid.org/0000-0002-3553-9896>

Ushakov Aleksandr I.
junior researcher of the pathology of the retina and optic nerve department
<https://orcid.org/0000-0003-0556-0149>

Milash Sergei V.
PhD, senior researcher of the refraction pathology, binocular vision
and ophthalmoeconomics department
<https://orcid.org/0000-0002-8864-4518>

Изучение роли персонализированных факторов риска неудовлетворительного ответа на ангиостатическую терапию на основе регрессионных моделей заболевания

В.Г. Лихванцева^{1,2} С.Г. Капкива^{1,2,3}Е.Б. Третьяк¹, В.И. Наумова^{1,3}, Х.М. Плиева^{1,3}, Т.Е. Борисенко⁴

¹ ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

² 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

³ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

⁴ ФГБУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва 119021, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):136–142

Цель исследования: изучить роль персонализированных факторов риска неудовлетворительного ответа на ангиостатическую терапию на основе регрессионных моделей заболевания. **Пациенты и методы.** Исследование имело ретроспективный когортный дизайн, включало 84 пациента (92 глаза) с диагнозом «макулярная неоваскуляризация» (МНВ, активная форма). У 18 (19,5 %) человек процесс был двусторонним. Изучали персонализированные морфометрические показатели сетчатки и внутриглазного давления (ВГД) на глазах пациентов с МНВ, получавших интравитреальные инъекции (ИВИ) Эйлеа в фиксированном режиме, в корреляции с ответом на лечение. Ответ ранжировали на пять типов. Результаты оценивали клинически и морфометрически оптической когерентной томографией (ОКТ). Строили логистические регрессионные модели заболевания и на них изучали роль различных факторов в лечении заболевания и силу их связи с неблагоприятным исходом. **Результаты.** Представлены два логистических регрессионных уравнения с формулами расчета прогноза эффективности лечения ангиостатиками. Проанализирована сила связи факторов риска неблагоприятного ответа, таких как высота отслойки пигментного эпителия, наличие интравитреального отека, персонализированные показатели внутриглазного давления больного глаза, принадлежность заболевания пациента к наследственной форме ВМД, наличие вредных привычек (курение). Показано, что увеличение высоты отслойки пигментного эпителия (маркер PED_H = 170 микрон) на 1 микрон при прочих неизменных предикторах увеличивает отношение шанса отрицательного исхода к положительному на 1 %. При таком значении маркер чувствительности плохого ответа на лечение ангиостатиками составил 0,493, а специфичности — 0,737. При возникновении интравитреального отека отношение шанса отрицательного исхода к положительному увеличивалось на 68 %. В условиях повышения внутриглазного давления риск плохого ответа возрастал в 4 раза. Прогноз для курящего на 30 % хуже по сравнению с некурящим пациентом. Наследственная форма ВМД повышает риск развития плохого ответа на лечение на 25 %. **Заключение.** Представлена логистическая регрессионная модель заболевания, предсказывающая правильно 94 % нереспонденции, что делает прогноз достоверным, надежным и точным. Проанализированы модифицируемые (курение, PED_H > 170 микрон, наличие IRF, повышение ВГД) и немодифицируемые (наследственная норма заболевания) факторы риска, имеющие важное значение в практической офтальмологии и повышающие вероятность развития неблагоприятного исхода ангиостатического лечения.



Ключевые слова: макулярная неоваскуляризация, отслойка ретиального пигментного эпителия, антиангиогенная терапия, фактор риска, внутриглазное давление, курение

Для цитирования: Лихванцева В.Г., Капкина С.Г., Третьяк Е.Б., Наумова В.И., Борисенко Т.Е. Изучение роли персонализированных факторов риска неудовлетворительного ответа на ангиостатическую терапию на основе регрессионных моделей заболевания. *Офтальмология*. 2025;22(1):136-142. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-136-142>

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

Конфликт интересов отсутствует.

To Study the Role of Personalized Risk Factors for Poor Response to Angiostatic Therapy Based on Regression Models of the Disease

V.G. Likhvantseva^{1,2}, S.G. Kapkova^{1,2}, E.B. Tretyak¹, V.I. Naumova^{1,3}, H.M. Plieva^{1,3}, T.E. Borisenko⁴

¹ A.I. Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical Biological Agency
15 Gamalei str., Moscow, 123098, Russian Federation

² Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of Federal Medical Biological Agency
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125310, Russian Federation

³ Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center —
Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency
15 Gamalei Str., Moscow, 123098, Russian Federation

⁴ Research Institute of eye diseases named after M.M. Krasnov
Rossolimo str., 11A, B, Moscow 119021, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):136–142

Purpose: to study the role of personalized risk factors for poor response to angiostatic therapy based on a regression model of the disease. **Patients and methods.** The study had a retrospective cohort design, including 84 patients (92 eyes) with a newly diagnosed MNV and evidence of disease activity. In 18 (19.5 %) people, the process was bilateral. Personalized retinal morphometrics and intraocular pressure (IOP) in eyes with MNV treated with fixed intravitreal injections (IVI) of Eylea in correlation with treatment response were studied. Treatment response was ranked into five types. Treatment results were assessed clinically and morphometrically by optical coherence tomography (OCT). Based on the results of correlations, logistic regression models of the disease were built. They studied the role of various factors in the treatment of the disease and the strength of their association with an adverse outcome.

Results. 2 models of the disease have been developed and presented in the form of logistic regression equations with formulas for calculating the prognosis of the effectiveness of treatment with angiostatics. The strength of the risk factors association for an adverse response was analyzed, such as the height of pigment epithelial detachment, the presence of intraretinal edema, personalized intraocular pressure indicators of the affected eye, the patient's disease belonging to the hereditary form of AMD, the presence of bad habits (smoking). It is shown that an increase in the height of pigment epithelial detachment (marker PED_H = 170 microns) by 1 micron, with other unchanged predictors, increases the ratio of the chance of a negative outcome to a positive one by 1%. At this marker value, the sensitivity of the poor response to angiostatic treatment was 0.493 and the specificity was 0.737. When intraretinal edema occurs, the ratio of the chance of a negative outcome to a positive outcome increases by 68 %. In conditions of increased intraocular pressure, the risk of a poor response increases by 4 times. The prognosis for a smoker is 30% worse compared to a non-smoking patient. Hereditary AMD increases the risk of developing a poor response to treatment by 25 %. Conclusion. A logistic regression model of the disease is presented, which correctly predicts 94 % of non-response, which makes the prognosis reliable, reliable and accurate. Modifiable (smoking, PED_H > 170 microns, presence of IRF, increased IOP) and non-modifiable (hereditary norm of the disease) risk factors that are important in practical ophthalmology and increase the likelihood of developing an unfavorable outcome of angiostatic treatment were analyzed.

Keywords: macular neovascularization, retinal pigment epithelial abruption, antiangiogenic therapy, risk factor, intraocular pressure, smoking

For citation: Likhvantseva V.G., Kapkova S.G., Tretyak E.B., Naumova V.I., Borisenko T.E. To Study the Role of Personalized Risk Factors for Poor Response to Angiostatic Therapy Based on Regression Models of the Disease. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):136–142. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-136-142>

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

There is no conflict of interests.

V.G. Likhvantseva, S.G. Kapkova, E.B. Tretyak, V.I. Naumova, H.M. Plieva, T.E. Borisenko

Contact information: Likhvantseva Vera G. likhvantseva-4@yandex.ru

To Study the Role of Personalized Risk Factors for Poor Response to Angiostatic Therapy Based...

Макулярная неоваскуляризация (МНВ) как поздняя стадия возрастной макулярной дегенерации (ВМД) является основной причиной слепоты пожилых людей в Европе, Великобритании, США, Израиле и России [1–6]. В отсутствие лечения МНВ приводит к потере центрального зрения в течение 2–5 лет [5]. Согласно федеральным российским и международным рекомендациям «золотым» стандартом лечения признана ангиостатическая терапия [7]. Анти-VEGF-терапия МНВ становится все более популярной. Арсенал ангиостатиков, появляющихся на российском фармацевтическом рынке, постоянно расширяется [8–10]. Выбрать оптимальный препарат для конкретного больного становится все сложнее. Постоянно растет количество исследований по оценке эффективности различных ангиостатиков. Однако имеется когорта пациентов, не отвечающих на ИВИ анти-VEGF-препаратов — так называемые нереспонденты. Системный (*post hoc*) метаанализ исследований, проведенных в различных регионах мира и этнических группах, показал высокую распространенность первичной резистентности (18,0–22,2 %), тахифилаксии (8,9–12,7 %) и толерантности (2,0–10,0 %) к анти-VEGF-терапии [3, 11–20]. Применение анти-VEGF-терапии у таких нереспондентов приводит к неоправданной потере времени и финансовым затратам, уменьшает шансы людей на сохранение зрительных функций.

Между тем исход заболевания зависит не только от ранней диагностики заболевания, своевременности лечения или выбора адекватной терапевтической стратегии, но и от сложившегося комплекса персонализированных факторов. В связи с этим чрезвычайно актуальным становится задача прогнозирования ответа на лечение и серьезного отбора пациентов на ангиостатическую терапию. Другим направлением работы врача-клинициста становится оценка роли главных персонализированных факторов риска, определяющих ответ на лечение, и оценка возможностей их устранения или снижения (модификация).

Цель работы: анализ роли персонализированных факторов риска неудовлетворительного ответа на ангиостатическую терапию на основе регрессионных моделей заболевания.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В наше исследование вошли 84 больных (29 мужчин, 55 женщин, 92 глаза) с МНВ в возрасте от 55 до 97 лет. Пациенты имели активную форму МНВ.

Все пациенты подписывали информированное добровольное согласие на участие в исследовании, протокол которого был одобрен Этическим комитетом ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА. Исследование проходило в рамках НИР (шифр: Профтруд-2; № 10.020.21.800) и в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

Критерии включения: пациенты старше 55 лет; все экссудативные формы ВМД (1, 2, 3-й тип МНВ); вери-

фикация МНВ методами ОКТ/ОКТ-А, ФАГ; отсутствие предшествующего лечения (лазеротерапия, фотодинамическая терапия, интравитреальная и антиоксидантная терапия, биологические активные добавки, витамины, ретробульбарные инъекции пептидов); острота зрения не выше 20/30 и не ниже 20/320 (ETDRS).

Критерии невключения: наличие МНВ иного генеза, отличного от ВМД (осложненная миопия высокой степени); наличие сопутствующей макулопатии, приводящей к потере зрения (ЦСХ, диабетический отек макулы); лазерное или хирургическое вмешательство на глазу с МНВ по поводу витреоретинальной патологии или катаракты за 6 мес. до настоящего исследования; серозная отслойка РПЭ без других признаков МНВ; хирургическое лечение катаракты за 6 месяцев до настоящего исследования; наличие в анамнезе коронарного шунтирования, операций на опорно-двигательном аппарате, требующих приема антикоагулянтов; трансплантации органа, перорального приема химиотерапевтических агентов или иммунодепрессантов, а также применения моноклональных антител или иммуноглобулинов; наличие противопоказаний к введению ангиостатиков; наличие любой патологии сетчатки или зрительного нерва со снижением зрения; любое снижение прозрачности оптических сред, способное повлиять на функциональный результат.

Диагностику проводили по МКБ-10 (H35.3). Выполняли полное офтальмологическое обследование: определяли максимально скорректированную остроту зрения (МКОЗ) по таблице Снеллена, измеряли внутриглазное давление (ВГД) бесконтактным методом, выполняли биомикроскопию переднего и заднего сегмента глаза, офтальмоскопию, оптическую когерентную томографию сетчатки ОКТ (DRI OCT Triton plus, Topcon Corporation, Япония, Swept Source; скорость сканирования 100 000 А-сканов в сек, 1050 нм). По данным ОКТ верифицировали тип МНВ в соответствии с последней международной классификацией [21]. Выделяли тип 1 МНВ (сосуды под пигментным эпителием сетчатки), тип 2 (сосуды расположены субретинально) и тип 3 (сосуды расположены интратретинально). Активность заболевания верифицировали по данным ОКТ (центральная толщина сетчатки (CRT), суб- и интратретинальная жидкость (SRF, IRF) и отслойка пигментного эпителия (PED)), по свежим кровоизлияниям при офтальмоскопии и протечке красителя на ФАГ. Фоторегистрацию глазного дна, ангиографию с красителями и аутофлюоресценцию, морфометрические параметры CRT, SRF, IRF и PED выполняли на каждом визите пациента. Были проанализированы 281 показатель у каждого пациента на «входе» и «выходе» из исследования.

Глаза со свежими офтальмоскопическими кровоизлияниями, ОКТ-признаками жидкости в виде SRF, IRF или sub-RPE и ФАГ-признаками протечки красителя классифицировали как имеющие активную МНВ [8, 19].

Всех пациентов лечили ангиостатическим препаратом Эйлеа в фиксированном режиме.

Полную регрессию МНВ после 3-х загрузочных ИВИ классифицировали как «хорошая респонденция» (респондент). Рецидивы, флуктуации экссудации, прогрессирующее ухудшение после 3 ИВИ классифицировали как «плохая респонденция» (нереспондент). Истинных респондентов оказалось 19 человек. Все остальные имели разные виды нереспонденции, которые классифицировали на 5 типов [22].

Все 84 пациента (92 глаза, 100 %) завершили исследование и были включены в оценку результатов. Продолжительность исследования составила 12 месяцев.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

Результаты анализировали с помощью пакета прикладных статистических программ SPSS Statistics v.26 (разработчик — IBM Corporation). Для показателей, измеренных по интервальной (количественной) шкале и имеющих нормальное распределение, рассчитывали среднее значение, среднеквадратическое отклонение и ошибку среднего. При сравнении групп по количественным показателям использовался критерий Стьюдента (*t*-критерий), коэффициенты корреляции рассчитывали по методу Пирсона.

С помощью корреляционного анализа были найдены и идентифицированы прогностически важные количественные показатели, на их основе были составлены 2 уравнения логистической регрессии, позволяющие оценить влияние независимых предикторов на вероятность развития плохого ответа на лечение больных МНВ. Для определения маркерных значений независимых предикторов применялся ROC-анализ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Полученное нами в результате проведенных исследований уравнение логистической регрессии имело вид:

$$p_i = \frac{1}{1 + e^{-z_i}},$$

где p_i — вероятность того, что произойдет интересующее событие (в данном случае событием был отклик на лечение); если $p_i < 0,5$, то отклик на лечение отрицательный, если $p_i \geq 0,5$, то отклик на лечение положительный;

e — основание натурального логарифма,

z_i — линейная комбинация предикторов;

$$z_i = b_0 + b_1x_i^{(1)} + b_2x_i^{(2)} + \dots + b_kx_i^{(k)}$$

где $x_i^{(j)}$ — значения j -го предиктора для i -го наблюдения ($j = 1, \dots, k; i = 1, \dots, n$).

Значения коэффициентов B приведены в соответствующей графе таблицы 1.

В данном уравнении статистически значимым предиктором является только высота отслойки пигментного эпителия PED_H ($P = 0,024$, 95 % ДИ для $\exp(B) = [0,986; 0,999]$). Значимость двух других параметров (IOP и IRF)

Таблица 1. Переменные и их коэффициенты в линейной комбинации

Table 1. Variables and their coefficients in a linear combination

Независимые предикторы Independent Predictors	Коэффициент B Coefficient B	Значение P P value	$\exp(B)$	95 % ДИ для $\exp(B)$ 95 % CI for $\exp(B)$
IOP	-0,198	0,053	0,820	[0,671; 1,003]
PED_H	-0,007	0,024	0,993	[0,986; 0,999]
IRF	-1,134	0,065	0,322	[0,097; 1,073]
Константа Constant	3,434	0,027	30,999	

оказалась близкой к достоверной значимости, поэтому они тоже были включены в дальнейший анализ.

Все три показателя (IOP, PED_H, IRF) имеют отрицательные коэффициенты, это означает, что при их снижении увеличивается шанс положительного исхода (снижение активности заболевания, положительный отклик на лечение), и наоборот, при увеличении значений показателей уменьшается шанс положительного отклика.

В приведенном логистическом уравнении важное значение имеет также четвертая графа — $\exp(B)$, которая свидетельствует о прогнозировании вероятности события при изменении текущего, независимого показателя на 1 и при условии, что все другие независимые показатели остаются неизменными.

Таким образом, наше регрессионное уравнение приняло следующий вид:

$$Z_i = 3,43 - 0,198IOP - 0,007PED_H - 1,134IRF,$$

где IOP — внутриглазное давление, выраженное в мм рт. ст. и измеренное бесконтактным тонометром;

PED_H — истинная высота отслойки ретиального пигментного эпителия в микронах;

IRF — интратретинальный отек, в уравнении является бинарным показателем, 0 ставится при отсутствии признака, 1 — в его присутствии.

Что можно понять из полученного регрессионного уравнения?

В этой модели МНВ достоверно следующее: при увеличении высоты отслойки пигментного эпителия (PED_H) на 1 единицу измерения (1 микрон) при прочих неизменных предикторах отношение шанса отрицательного исхода к положительному увеличивается на 1 %, соответственно, при увеличении на 10 мкм — на 10 %.

При возникновении интратретинального отека отношение шанса отрицательного исхода к положительному увеличивается на 68 %. Из этого следует, что нельзя допускать повышение высоты отслойки РПЭ (PED_H) и/или развитие интратретинального отека (IRF), а надо прилагать усилия к раннему выявлению этих качественных и количественных морфометрических изменений и своевременно вводить препарат. Это одна из главных мотиваций пациента для регулярного посещения им окулиста и выполнения ОКТ, а также мотивация для хирурга, выполняющего ИВИ препарата.

Таблица 2. Частота обнаружения неблагоприятного маркера ВГД (маркер IOP выше 12,5 мм) и отслойки пигментного эпителия (маркер PED_H > 170 мкм) в группах респондентов и нереспондентов**Table 2.** Incidence of detection of unfavorable IOP marker (IOP marker above 12.5 mm) and pigment epithelial detachment (marker PED_H > 170 μm) in respondent and non-respondent groups

Маркер Marker	Группа нереспондентов Non-respondent group n = 73	Группа респондентов Respondent group n = 19	Р критерия хи-квадрат Пирсона, отношение шансов OR, 95 % доверительный интервал Pearson's Chi-square P test, odds ratio OR, 95% Confidence Interval
IOP > 12,5 мм	44 (60 %)	5 (26%)	0,008
IOP ≤ 12,5 мм	29	14	OR = 4,2, ДИ (CI) = [1,4; 13,1]
PED_H > 170 мкм	36 (49 %)	5 (26 %)	0,072
PED_H ≤ 170 мкм	37	14	OR = 2,7, ДИ (CI) = [0,9; 8,3]

Мы оценили влияние ВГД — третьего модифицируемого фактора, включенного в уравнение — на исход лечения антиангиогенными препаратами. Было установлено по данным 92-х проанализированных глаз, что среднegrupповое значение ВГД равно 14,3 мм рт. ст., а коридор вариабельности значений составляет: 9–26 мм рт. ст. При этом в группе респондентов коридор вариабельности значений менее широкий и не выходит за рамки 10,7–21 мм рт. ст. при среднем значении 12,5 мм рт. ст. Таким образом, если говорить о количественном показателе ВГД (маркере), к которому следует стремиться клиницисту, практикующему ИВИ ангиостатиков, то таким значением следует считать 12,5 мм рт. ст. При более высоком персонализированном значении ВГД риск плохого ответа возрастает в 4 раза.

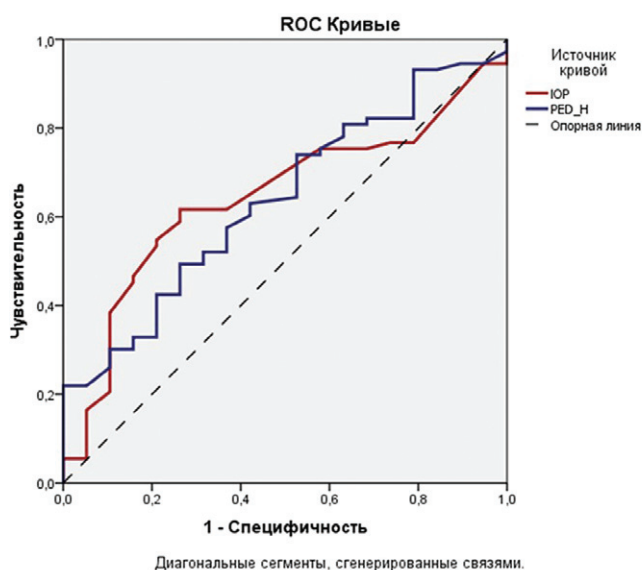
Нами был проведен ROC-анализ с оценкой чувствительности и специфичности ВГД в качестве маркера неблагоприятного ответа на лечение (код 0 для лечения) и оценена его связь с лечением (рис. 1).

Площадь области под кривой ВГД составила 0,645, что свидетельствует о значимом, умеренном влиянии

ВГД на исход. В качестве маркера было выбрано ВГД = 12,5 мм рт. ст. — точка баланса, в которой чувствительность и специфичность плохого ответа примерно совпадали. При этом значении ВГД чувствительность плохого ответа составила 0,603, а специфичность — 0,737. В группе нереспондентов (больные с плохим ответом на лечение) с ВГД ≤ 12,5 мм рт. ст. было 40 % наблюдений, а в группе респондентов — 74 %. Таким образом, если исходное ВГД превышает 12,5 мм рт. ст., то шансы плохого ответа на лечение увеличиваются примерно в 4 раза (табл. 2). Границы ДИ не пересекаются, что свидетельствует о высокой достоверности полученных результатов: $p = 0,00784$ ($p < 0,01$).

Площадь области под кривой PED_H составила 0,638, что также свидетельствует о значимом, но умеренном влиянии маркера на исход лечения. В качестве маркера была выбрана высота отслойки пигментного эпителия PED_H = 170 микрон. При таком количественном значении маркера чувствительность плохого ответа составила 0,493, а специфичность — 0,737; при этом значимость критерия Хи-квадрат была наиболее приближена к статистически достоверной ($p = 0,072$). В группе нереспондентов с PED_H > 170 мкм было 49 % наблюдений, а в группе респондентов — 26 %.

Построенная логистическая модель по значимым переменным объясняла 23 % изменений дисперсии ($R^2 = 23$ %) и предсказывала правильно 94 % нереспонденции и 32 % респонденции. Недостаточно высокую прогнозируемость респонденции мы объясняем влиянием других переменных, которые не вошли в выше представленное регрессионное уравнение. Поэтому в аспекте продолжения изучения роли разных персонализированных факторов в отношении эффективности лечения мы разработали другой тип регрессионной модели МНВ с другими переменными показателями и проанализировали другие неблагоприятные факторы, такие как «курение» и «наследственная форма ВМД». В эту модель, наряду с тремя уже известными показателями, вошли два анамнестических фактора риска — фактор курения и фактор наследственного заболевания. Формула представлена ниже:

**Рис. 1.** ROC-кривая с оценкой специфичности и чувствительности ВГД и отслойки РПЭ в качестве фактора риска плохого ответа на лечение**Fig. 1.** ROC-curve assessing the specificity and sensitivity of IOP and RPE detachment as a risk factor for poor response to treatment

$$\text{RESP}_0 = -0,18056 + 0,01384\text{IOP} + 0,00036 \text{ PED}_H - 0,10146\text{SRF} + 0,25954\text{HERED}_D + 0,30187\text{SMOKE},$$

где прогнозируемый показатель RESP_0 в уравнении является бинарным и также имеет смысл «вероятность ухудшения при лечении МНВ»;

IOP — внутриглазное давление, выраженное в мм рт. ст. и измеренное бесконтактным тонометром;

PED_H — высота отслойки ретиального пигментного эпителия в микронах;

SRF — интратретинальный отек, в уравнении является бинарным показателем, 0 ставится — при отсутствии признака, 1 — при его присутствии;

HERED_D — является бинарным показателем, ставится 0 в отсутствие наследственных заболеваний; ставится 1 при их наличии;

SMOKE — бинарный показатель, которому ставится 1 в случае, если пациент является курильщиком, и ставится 0, если он не курит.

Для прогнозирования ответа на лечение с помощью этого уравнения необходимо подставить в приведенную формулу числовые значения вышеуказанных пяти предикторов, измеренных у конкретного пациента: IOP; PED_H; SRF; HERED_D и SMOKE. Если при подстановке в это уравнение числовых значений пяти предикторов, характеризующих конкретного пациента, расчетное значение показателя RESP_0 окажется ближе к единице и будет выше 0,5, то это будет означать, что для данного конкретного пациента лечение завершится ухудшением заболевания.

Если при подстановке в это уравнение числовых значений пяти предикторов расчетное значение показателя RESP_0 окажется в диапазоне значений до 0,5 (ближе к нулю, чем к единице), то это будет означать, что у данного конкретного пациента будет хороший ответ на лечение.

В аспекте изучения силы влияния разных факторов риска, вошедших в регрессионное уравнение, можно говорить о следующем.

Числовые коэффициенты, являющиеся множителями при пяти влияющих факторах, прямо указывают на сколько сотых долей увеличивается или уменьшается вероятность ухудшения исхода лечения в том случае, когда каждый из пяти прогнозирующих факторов изменится на одну единицу своего измерения.

Так, например, представленная выше формула демонстрирует, что показатель курение (SMOKE) является более значимым фактором, влияющим на лечебный ответ, чем остальные показатели, входящие в уравнение (такие как IOP, PED_H, SRF и HERED_D) и прогнозирующие исход лечения. Присутствие этого фактора риска следует расценивать как ухудшение прогноза для курящего на 30 % по сравнению с некурящим пациентом. Сложно поверить, что достаточно человеку бросить курить (то есть изменить значение фактора SMOKE с единицы до нуля), чтобы вероятность ухудшения исхода лечения сразу понизилась на целых 30 %, поскольку числовой коэффициент в регрессионном уравнении при факторе SMOKE равен 0,30187. Тем не менее, судя по полученным

данным, теоретически улучшить прогноз путем отказа от курения возможно. Необходимо только направить вектор внимания пациента в этом направлении и мотивировать его на «действие».

Таким образом, мотивировав пациента на отказ от курения, мы можем снизить не только скорость прогрессирования заболевания в условиях состоявшейся манифестации на одном глазу, но и уменьшить риск развития заболевания на парном глазу. Заметим, блокировка интервенционными таргетными препаратами одного патогенного механизма не столь эффективна. Требуется целый арсенал терапевтических агентов, чтобы достичь одновременно ремиссии воспаления и/или устранения окислительного стресса (антиоксидантная терапия), и/или восстановления плотности макулярных пигментов (нутрицевтические препараты, БАДы), и/или прерывания патологического ангиогенеза в глазу путем ангиостатической терапии. На исход лечения, безусловно, влияет и наличие наследственного фактора. В базе наблюдений из 92 пациентов у 5 человек МНВ носила наследственный характер, при этом 4 из них попали в группу нереспондентов.

Таким образом, судя по полученной формуле, роль генетики становится вторым по значимости фактором, определяющим исход лечения. Числовой коэффициент перед показателем HERED_D (наследственное заболевание), представленный в уравнении, составляет 0,25954. Это означает, что вероятность неблагоприятного исхода лечения в случае, если ВМД у конкретного пациента носит наследственный характер, повышается на 26 %. К сожалению, наследственность — немодифицируемый фактор риска, и сбросить ее «со счетов» пока невозможно [23].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Факты, которые мы проанализировали с помощью нашей регрессионной модели заболевания, были упомянуты и в других клинических исследованиях [11–20]. Достоинством нашего исследования являются уникальные модели заболевания с возможностями точного прогнозирования исхода лечения ангиостатиками и идентификации количественных показателей — маркеров, наглядно демонстрирующих, как и в какой степени (на сколько процентов) ухудшается эффективность лечения заболевания или повышается вероятность попадания в нереспонденты, если допустить отклонения от установленных «рамок». Мы использовали в качестве маркеров традиционно высоту отслойки пигментного эпителия сетчатки (170 мкм) и наличие интратретинального отека (бинарный показатель 0/1) и впервые применили исходный показатель внутриглазного давления (12,5 мм рт. ст.). Таким образом, благодаря нашим исследованиям раскрыта роль исходных персонализированных показателей внутриглазного давления и показан коридор значений, ассоциированных с хорошим ответом на ангиостатику. Ранее во взаимосвязи с ответом на лечение изучали флуктуацию ВГД после ИВИ.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Лихванцева В.Г. — идея, написание статьи;
 Капкова С.Г. — осмысление, написание статьи;
 Наумова В.И. — подготовка архивной базы данных, анализ данных;

Борисенко Т.Е. — статистический анализ, помощь в осмыслении статистических данных и их интерпретации;
 Третьяк Е.Б. — сборка и занесение данных в архивную базу и подготовка списка литературных источников.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Dugel PU, Koh A, Ogura Y, Jaffe GJ, Schmidt-Erfurth U, Brown DM, Gomes AV, Warburton J, Weichselberger A, Holz FG; HAWK and HARRIER Study Investigators. HAWK and HARRIER: Phase 3, Multicenter, Randomized, Double-Masked Trials of Brolicizumab for Neovascular Age-Related Macular Degeneration. *Ophthalmology*. 2020 Jan;127(1):72–84. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.04.017.
- Eyetech Study Group. Preclinical and phase IA clinical evaluation of anti-VEGF pegylated aptamer (EYE001) for the treatment of exudative age-related macular degeneration. *Retina*. 2002;22(2):143–152. doi: 10.1097/00006982-200204000-00002.
- Rofagha S, Bhisitkul RB, Boyer DS, Sadda SR, Zhang K. SEVEN-UP Study Group. Seven-year outcomes in ranibizumab-treated patients in ANCHOR, MARINA, and HORIZON: a multicenter cohort study (SEVEN-UP). *Ophthalmology*. 2013;120(11):2292–2299. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.03.046.
- Rosenfeld PJ, Brown DM, Heier J.S. MARINA Study Group. Ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med*. 2006;355(14):1419–1431. doi: 10.1056/nejmoa054481.
- Samanta A, Aziz AA. Emerging Therapies in Neovascular Age-Related Macular Degeneration in 2020. *Asia Pac. J. Ophthalmol. (Phila.)*. 2020;9:250–259. doi: 10.1097/APO.0000000000000291.
- Schmidt-Erfurth U, Eldem B, Guymer R, Korobelnik JF, Schlingemann RO, Axer-Siegel R, Wiedemann P, Simader C, Gekkieva M, Weichselberger A; EXCITE Study Group. Efficacy and safety of monthly versus quarterly ranibizumab treatment in neovascular age-related macular degeneration: the EXCITE study. *Ophthalmology*. 2011 May;118(5):831–839. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.09.004.
- Нероев ВВ, Коротких СА, Бобыкин ЕВ., Зайцева ОВ. Информационный лист для пациентов, получающих лечение с применением интравитреального введения лекарственных препаратов. Рекомендации Экспертного совета по заболеваниям сетчатки и зрительного нерва Общероссийской общественной организации «Ассоциация врачей-офтальмологов». Российский офтальмологический журнал. 2021;14(S2):7–19.
- Neroev VV, Short SA, Bobykin EV, Zaitseva O.V. Information leaflet for patients receiving treatment with intravitreal drug administration. Recommendations of the Expert Council on Diseases of the Retina and Optic Nerve of the All-Russian Public Organization “Association of Ophthalmologists”. *Russian Ophthalmological Journal*. 2021;14(S2):7–19 (In Russ). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-2-supplement-7-19.
- Файзрахманов РР. Режимы назначения анти-VEGF-препаратов при терапии неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации. *Вестник офтальмологии*. 2018;6:105–113.
- Fayzrahmanov RR. Prescribing regimens of anti-VEGF drugs in the therapy of neovascular age-related macular degeneration. *Vestnik oftalmologii*. 2018;6:105–113 (In Russ). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-2-97-105.
- Файзрахманов РР. Анти-VEGF терапия неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации: от рандомизированных исследований к реальной клинической практике. Российский офтальмологический журнал. 2019;12(2):97–105.
- Fayzrahmanov RR. Anti-VEGF therapy of neovascular age-related macular degeneration: from randomized trials to real clinical practice. *Russian Ophthalmological Journal*. 2019;12(2):97–105 (In Russ). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-2-97-105.
- Файзрахманов РР, Воропаев ВЮ, Суханова АВ, Шагалова ЕО. Антиангиогенная терапия неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации. *Вестник офтальмологии*. 2021;137(1):83–93.
- Fayzrahmanov RR, Voropaev VYu, Sukhanova AV, Shatalova EO. Antiangiogenic therapy of neovascular age-related macular degeneration. *Vestnik oftalmologii*. 2021;137(1):83–93 (In Russ). doi: 10.17116/oftalma202113701183.
- Brown DM, Tuomi L, Shapiro H; Pier Study Group. Anatomical measures as predictors of visual outcomes in ranibizumab-treated eyes with neovascular age-related macular degeneration. *Retina*. 2013 Jan;33(1):23–34. doi: 10.1097/LAE.0b013e318263cedf.
- Simader C, Ritter M, Bolz M, Deák GG, Mayr-Sponer U, Golbaz I, Kundi M, Schmidt-Erfurth UM. Morphologic parameters relevant for visual outcome during anti-angiogenic therapy of neovascular age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2014 Jun;121(6):1237–1245. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.12.029.
- Waldstein SM, Wright J, Warburton J, Margaron P, Simader C, Schmidt-Erfurth U. Predictive Value of Retinal Morphology for Visual Acuity Outcomes of Different Ranibizumab Treatment Regimens for Neovascular AMD. *Ophthalmology*. 2016 Jan;123(1):60–69. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.09.013.
- Bontzos G, Bagheri S, Ioanidi L, Kim I, Datsis I, Gragoudas E, Kabanarou S, Miller J, Tsilimbaris M, Vavvas DG. Nonresponders to Ranibizumab Anti-VEGF Treatment Are Actually Short-term Responders: A Prospective Spectral-Domain OCT Study. *Ophthalmol Retina*. 2020 Dec;4(12):1138–1145. doi: 10.1016/j.joret.2019.11.004.
- Amoaku WM, Chakravarthy U, Gale R, Gavin M, Ghanchi F, Gibson J, Harding S, Johnston RL, Kelly SP, Lotery A, Mahmood S, Menon G, Sivaprasad S, Talks J, Tufail A, Yang Y. Defining response to anti-VEGF therapies in neovascular AMD. *Eye (Lond)*. 2015 Oct;29(10):1397–1398. doi: 10.1038/eye.2015.159. Erratum for: *Eye (Lond)*. 2015 Jun;29(6):721–731. Kelly S [corrected to Kelly SP].
- Arnold JJ, Markey CM, Kurstjens NP, Guymer RH. The role of sub-retinal fluid in determining treatment outcomes in patients with neovascular age-related macular degeneration—a phase IV randomised clinical trial with ranibizumab: the FLUID study. *BMC Ophthalmol*. 2016;3:16–31. doi: 10.1186/s12886-016-0207-3.
- Ashraf M, Souka A, Adelman RA. Age-related macular degeneration: using morphological predictors to modify current treatment protocols. *Acta Ophthalmol*. 2018;96(2):120–133.
- Pastore MR, Milan S, Cirigliano G, Tognetto D. Functional and anatomical outcomes of brolicizumab for nAMD in a real-life setting. *Sci Rep*. 2024;14(1):1441.
- Chandra S, Gurudas S, Pearce I, Mckibbin M, Kotagiri A, Menon G, Burton BJL, Talks J, Grabowska A, Ghanchi F, Gale R, Giani A, Chong V, Chen CNT, Nicholson L, Thottarath S, Chandak S, Sivaprasad S. Baseline characteristics of eyes with early residual fluid post loading phase of aflibercept therapy in neovascular AMD: PRECISE study report 3. *Eye (Lond)*. 2024 May;38(7):1301–1307. doi: 10.1038/s41433-023-02886-1.
- Зайцева ОВ, Нероева НВ, Охочимская ТД, Бобыкин ЕВ. Анти-VEGF-терапия неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации: причины недостаточной эффективности. *Вестник офтальмологии*. 2021;137(5):152–159.
- Zaitseva OV, Neroeva NV, Okhotsimskaya TD, Bobykin EV. Anti-VEGF Therapy of Neovascular Age-Related Macular Degeneration: Causes of Insufficient Efficacy. *Vestnik oftalmologii*. 2021;137(5):152–159 (In Russ). doi: 10.17116/oftalma2021137051152.
- Spaide RF, Jaffe GJ, Sarraf D, Freund KB, Sadda SR, Staurenghi G, Waheed NK, Chakravarthy U, Rosenfeld PJ, Holz FG, Souied EH, Cohen SY, Querques G, Ohno-Matsui K, Boyer D, Gaudric A, Blodi B, Baumal CR, Li X, Coscas GJ, Brucker A, Singerman L, Luthert P, Schmitz-Valckenberg S, Schmidt-Erfurth U, Grossniklaus HE, Wilson DJ, Guymer R, Yannuzzi LA, Chew EY, Csaky K, Monés JM, Pauleikhoff D, Tadayoni R, Fujimoto J. Consensus Nomenclature for Reporting Neovascular Age-Related Macular Degeneration Data: Consensus on Neovascular Age-Related Macular Degeneration Nomenclature Study Group. *Ophthalmology*. 2020 May;127(5):616–636. doi: 10.1016/j.ophtha.2019.11.004.
- Barış ME, Menteş J, Afrashi F. Subgroups and Features of Poor Responders to Anti-Vascular Endothelial Growth Factor Treatment in Eyes with Neovascular Age-Related Macular Degeneration. *Turk J Ophthalmol*. 2020;50(5):275–282. doi: 10.4274/tjo.galenos.2020.38488.
- Zarbin MA. Current concepts in the pathogenesis of age-related macular degeneration. *Arch Ophthalmol*. 2004;122:598–614. doi: 10.1001/archophpt.122.4.598.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лихванцева Вера Геннадьевна
 доктор медицинских наук, консультант клинично-диагностического центра офтальмологии; профессор кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-3175-9592>

Капкова Светлана Георгиевна
 заведующая офтальмологическим отделением;
 доцент кафедры офтальмологии

Наумова Виктория Игоревна
 врач-офтальмолог отделения офтальмологии

Плиева Хава Магамедовна
 ассистент кафедры глазных болезней, врач-офтальмолог

Третьяк Евгения Борисовна
 кандидат медицинских наук, офтальмолог

Борисенко Татьяна Евгеньевна
 статистик

ABOUT THE AUTHORS

Likhvantseva Vera G.
 MD, consultant of the Clinical and diagnostic center of ophthalmology,
 Professor of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0003-2708-7217>

Kapkova Svetlana G.
 Head of the Ophthalmology Department, PhD, Assistant Professor
 of the Ophthalmology Department

Naumova Victoria I.
 ophthalmologist, Department of Ophthalmology

Plieva Khava M.
 assistant at the Department of Eye Diseases, Ophthalmologist

Tretyak Evgeniya B.
 PhD, ophthalmologist

Borisenko Tatyana E.
 statistician

Клинико-физиологическое обоснование возможности применения офтальмохромотерапии в комплексном восстановительном лечении пациентов зрительно-напряженного труда

И.Г. Овечкин¹Д.А. Шавшина¹Е.И. Беликова¹В. Кумар²

¹ 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 ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы»
ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):143–148

Цель: клинико-физиологическое обоснование применения офтальмохромотерапии (ОХТ) в комплексном восстановительном лечении пациентов зрительно-напряженного труда (ЗНТ) с явлениями аккомодационной астенопии (АА). **Методы.** Под нашим наблюдением находились 22 испытуателя-добровольца (мужчины в возрасте 22–24 лет, средний возраст $22,2 \pm 0,4$ года) со следующими критериями включения в исследование: отсутствие патологии органа зрения, нормальное цветоощущение, коэффициент микрофлюктуаций цилиарной мышцы глаза (КМФ) по данным объективной аккомодометрии (на приборе «Righton Speedy-4», Япония) от 53,0 до 58,0 отн. ед., что соответствует норме и свидетельствует об отсутствии привычного избыточного напряжения аккомодации (ПИНА) или астенической формы аккомодационной астенопии (АФАА), отсутствие субъективных проявлений АА. Каждому из испытуемых был проведен сеанс ЦТ с помощью аппарата «АДФТ-4 РАДУГА». Варьируемыми параметрами в ходе исследования являлись цвет (красный, желтый, зеленый, синий) и время предъявления стимула (10, 20, 30 мин.), всего 12 однократных воздействий, выполненных в различные дни, при этом временные и цветовые параметры стимула изменялись в случайном порядке. До и после каждого однократного воздействия регистрировался показатель КМФ (монокулярно). **Результаты.** Установлены выраженные, статистически значимые изменения применительно к стимуляции красным и зеленым цветом. Определено, что стимуляция красным цветом повышает КМФ, в то время как зеленым снижает данный показатель. При этом показано, что стимуляция красным цветом повышает (по сравнению с данными до воздействия) КМФ в среднем до $+1,49 \pm 0,06$ отн. ед. ($p < 0,001$), в то время как зеленым цветом снижает данный показатель в среднем до $-1,38 \pm 0,07$ отн. ед. ($p < 0,001$), при этом в обоих случаях отмечается очень высокая частота возникновения (91–95 %) выявленной динамики у конкретных пациентов. **Заключение.** Результаты указывают на перспективность применения ОХТ в комплексном восстановительном лечении пациентов ЗНТ с явлениями АА. Установлен разнонаправленный характер воздействия красным цветом (стимуляция аккомодационной мышцы) по сравнению с зеленым цветом (расслабление). В рамках дальнейших исследований целесообразно оценить применение зеленого цвета у пациентов с ПИНА и, соответственно, красного цвета — у пациентов с АФАА. При этом время воздействия (с учетом времени проведения традиционного подхода к восстановительному лечению и общих принципов воздействия на организм физических факторов) не должно превышать 20 мин.

Ключевые слова: офтальмохромотерапия, зрительно-напряженный труд, привычное избыточное напряжение аккомодации, астеническая форма аккомодационной астенопии.

Для цитирования: Овечкин И.Г., Шавшина Д.А., Беликова Е.И., Кумар В. Клинико-физиологическое обоснование применения офтальмохромотерапии в комплексном восстановительном лечении пациентов зрительно-напряженного труда с явлениями аккомодационной астенопии. *Офтальмология*. 2025;22(1):143–148. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-143-148>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Clinical and Physiological Rationale for the Use of Ophthalmochromotherapy in the Complex Rehabilitation Treatment of Patients with Visually Intense Work with Accommodative Asthenopia

I.G. Ovechkin¹, D.A. Shavshina¹, E.I. Belikova¹, V. Kumar²

¹ Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center for Specialized Medical Assistance and Medical Technologies of Federal Medical Biological Agency Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125310, Russian Federation

² RUDN University
Miklukho-Maklaya str., 6, 117198, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):143–148

Purpose. Clinical and physiological substantiation of the use of ophthalmochromotherapy in the complex restorative treatment of patients with visually intense work (VIV) with accommodative asthenopia (AA). **Methods.** We observed 22 volunteer test subjects (males aged 22–24 years, average age 22.2 ± 0.4 years) with the following inclusion criteria for the study: no visual organ pathology, normal color perception, microfluctuation coefficient of the ciliary muscle of the eye (CMF) according to objective accommodation data (on the Righton Speedy-I device, Japan) from 53.0 to 58.0 relative units, which corresponds to the “norm” and indicates the absence of habitual excess accommodation tension (HEAT) or asthenic form of accommodative asthenopia (AFAA), absence of subjective manifestations of AA. Each of the test subjects underwent a CT session on the ADFT-4 RAINBOW device. The variable parameters during the study were color (red, yellow, green, blue) and stimulus presentation time (10, 20, 30 min.), a total of 12 single impacts performed on different days, while the time and color parameters of the stimulus were changed randomly. The CMF index was recorded before and after each single impact (monocularly). **Results.** Pronounced, statistically significant changes were found in relation to stimulation with red and green colors. It was determined that stimulation with red color increases CMF, while stimulation with green color decreases this indicator, and in both cases a very high frequency of occurrence (91–95 %) of the revealed dynamics in specific patients is noted. **Conclusion.** The results indicate the prospects for the use of CT in the complex restorative treatment of patients with VIV with AA phenomena. A multidirectional nature of the effect of red color (stimulation of the accommodative muscle) was established compared to green color (relaxation). In the framework of further studies, it is advisable to evaluate the use of green color in patients with HEAT and, accordingly, red color in patients with AFAA. In this case, the exposure time (taking into account the time of the traditional approach to restorative treatment and the general principles of the impact of physical factors on the body) should not exceed 20 minutes.

Keywords: color therapy, visually intense work, habitual excessive tension of accommodation, asthenic form of accommodative asthenopia

For citation: Ovechkin I.G., Shavshina D.A., Belikova E.I., Kumar V. Clinical and Physiological Rationale for the Use of Ophthalmochromotherapy in the Complex Rehabilitation Treatment of Patients with Visually Intense Work with Accommodative Asthenopia. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):143–148. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-143-148>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

К настоящему времени установлено, что ведущим функциональным нарушением у пациентов зрительно-напряженного труда (ЗНТ) является аккомодационная астиопия (АА), при этом определены следующие закономерности проведения лечебно-профилактических мероприятий пациентам ЗНТ с явлениями АА:

- ведущее место (по результатам сравнительной оценки эффективности различных методов лечения расстройств аккомодации) занимают воздействие низкоэнергетическим лазерным излучением и магнитофорезом, а также аппаратные оптико-рефлекторные тренировки [1, 2];

- основой адекватного лечения АА является определение формы данного функционального нарушения (при-

вычное избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) и астеническая форма аккомодационной астиопии (АФАА)), при этом методика восстановительного лечения пациентов ЗНТ с различными формами АА базируется на предлагаемых методологических принципах (персонализация, комплексность, последовательность, стандартизация, повторяемость), а также временных и амплитудных параметрах воздействия физических факторов на аккомодационную систему глаза [3, 4];

- в целях повышения эффективности восстановительного лечения пациентов ЗНТ с явлениями АА целесообразно применение мультидисциплинарного подхода к коррекции аккомодационных нарушений, основанного на синдромо-патогенетическом подходе к применению физических методов лечения [5].

И.Г. Овечкин, Д.А. Шавшина, Е.И. Беликова, В. Кумар

Контактная информация: Овечкин Игорь Геннадьевич doctoro@mail.ru

Клинико-физиологическое обоснование возможности применения офтальмохромотерапии...

Последнее положение определяет актуальность совершенствования комплексной методики лечения АА с позиции рассмотрения альтернативных методов воздействия на зрительную систему, одним из которых является офтальмохромотерапия (ОХТ). В связи с этим проведенный анализ литературы указывает, что до настоящего времени ОХТ достаточно успешно применялась в комплексном физиотерапевтическом лечении пациентов с открытоугольной глаукомой [6], при периферических дистрофиях сетчатки [7], нарушениях бинокулярного зрения [8], а также для контроля возникновения и прогрессирования близорукости [9]. Наряду с этим отдельные исследования рассматривали различное влияние конкретных цветов на функциональное состояние зрительного анализатора [10]. В то же время важно подчеркнуть, что актуальность применения ОХТ закономерно определяется с позиции фотобиомодуляции как нетермического биологического процесса, активируемого определенными длинами волн света [11].

Таким образом, проблема рассмотрения возможности применения ОХТ в комплексном лечении пациентов с различными формами АА актуальна и требует своего рассмотрения как в концептуальном плане, так и по отдельным частным направлениям, связанным с временными и цветовыми параметрами воздействия.

Цель: клинико-физиологическое обоснование возможности применения ОХТ в комплексном восстановительном лечении пациентов ЗНТ с явлениями АА.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе медицинского кабинета (реабилитации органа зрения) Филиала № 2 «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий — Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации». Под нашим наблюдением находились 22 испытуемых добровольца (мужчины в возрасте 22–24 лет, средний возраст $22,2 \pm 0,4$ года) со следующими критериями включения в исследование: отсутствие патологии органа зрения, нормальное цветоощущение, коэффициент микрофлюктуаций цилиарной мышцы глаза (КМФ) по данным объективной аккомодометрии (на приборе «Righton Speedy-I», Япония) от 53,0 до 58,0 отн. ед., что соответствует нормальным показателям и свиде-

тельствует об отсутствии ПИНА или АФАА [12], отсутствие субъективных проявлений АА по стандартному опроснику «Экспертного совета по аккомодации и рефракции» (ЭСАР) [13].

Каждому из испытуемых был проведен сеанс ОХТ с использованием аппарата «АДФТ-4 РАДУГА» (ООО «Трима», Россия) в непрерывно-пульсирующем режиме работы, при этом средняя яркость одного цвета составляла 200–300 мкД, количество источников (светодиодов) в одной матрице — 48 шт. (8 переключаемых линеек из 6 светодиодов) без изменения угла поворота каждой матрицы относительно оптической оси глаза, при этом расстояние до прибора составляло 1 м. Варьируемыми параметрами в ходе исследования являлись цвет (красный, желтый, зеленый, синий) и время предъявления стимула (10, 20, 30 мин. 1 раз в день), всего на курс 12 цветовых воздействий, выполненных в различные дни, при этом временные и цветовые параметры стимула изменялись в случайном порядке. До и после каждого воздействия регистрировался показатель КМФ (монокулярно).

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью программы Statistica v. 10.0 (StatSoft Inc., США). При этом в качестве базового использовался показатель «дельта» КМФ (ДКМФ) как разница (после-до воздействия) с учетом знака. Для выбора метода сравнения и описательных статистик использовали критерий Колмогорова — Смирнова согласованности с нормальным распределением. Подавляющее большинство выборочных данных согласовались с нормальным распределением согласно критерию Колмогорова — Смирнова, поэтому рассчитывались среднее значение показателя ДКМФ и его ошибка ($M \pm m$). Сопоставление данных выполнялось по t-критерию Стьюдента с определением уровня значимости (p), при этом статистически достоверные различия оценивались при $p < 0,05$ ($p < 0,01$, $p < 0,001$). Наряду с этим определялась частота возникновения положительной/отрицательной динамики показателя КМФ после однократной стимуляции (в % от общего числа глаз).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты сравнительной оценки динамики показателя КМФ при различных временных и цветовых параметрах стимуляции представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Результаты сравнительной оценки динамики показателя коэффициента микрофлюктуаций (КМФ, по данным объективной аккомодометрии) при различных временных и цветовых параметрах стимуляции ($M \pm m$, $n = 44$)

Table 1. Comparative assessment of the microfluctuation coefficient dynamics (MFC, according to objective accommodation data) for different time and color stimulation parameters ($M \pm m$, $n = 44$)

Время/Time Цвет/Color	10 мин. 10 min.	$P_{10 \text{ мин. — до воздействия}}$ $P_{10 \text{ min. — before impact}}$	20 мин. 20 min.	$P_{20-10 \text{ мин}}$ $P_{20-10 \text{ min.}}$	30 мин. 30 min.	$P_{30-20 \text{ мин}}$ $P_{30-20 \text{ min.}}$
Красный Red	$+0,82 \pm 0,06$	$<0,05$	$+1,42 \pm 0,05$	$<0,001$	$+1,49 \pm 0,06$	$>0,05$
Желтый Yellow	$+0,14 \pm 0,04$	$>0,05$	$+0,18 \pm 0,04$	$>0,05$	$+0,16 \pm 0,05$	$>0,05$
Зеленый Green	$-0,94 \pm 0,05$	$<0,05$	$-1,34 \pm 0,06$	$<0,001$	$-1,38 \pm 0,07$	$>0,05$
Синий Blue	$-0,21 \pm 0,05$	$>0,05$	$-0,23 \pm 0,05$	$>0,05$	$-0,24 \pm 0,05$	$>0,05$

Таблица 2. Частота возникновения положительной/отрицательной динамики (+; –; 0) показателя КМФ после однократной стимуляции (в % от общего числа глаз)**Table 2.** Frequency of positive/negative dynamics (+; –; 0) of the HMF index after a single stimulation (in % of the total number of eyes)

Время/Time Цвет/Color	10 мин. 10 min.			20 мин. 20 min.			30 мин. 30 min.		
	+	–	0	+	–	0	+	–	0
Динамика Dynamics	+	–	0	+	–	0	+	–	0
Красный / Red	82	0	18	91	0	9	95	0	5
Желтый / Yellow	64	14	22	68	14	18	72	9	19
Зеленый / Green	0	91	9	0	95	5	0	95	5
Синий / Blue	9	55	36	5	64	31	5	77	18

Представленные в таблицах 1 и 2 данные свидетельствуют об отсутствии влияния на показатель КМФ стимуляции желтым и синим цветом, что доказывается незначительной количественной динамикой (0,14–0,24 отн. ед., $p > 0,05$) и отсутствием динамики (в 18–36 % случаев). Более выраженные, статистически значимые изменения выявлены применительно к стимуляции красным и зеленым цветами. При этом определено, что стимуляция красным цветом повышает (по сравнению с данными до воздействия) КМФ (в среднем до $+1,49 \pm 0,06$ отн. ед., $p < 0,001$), в то время как зеленым цветом снижает данный показатель (в среднем до $-1,38 \pm 0,07$ отн. ед., $p < 0,001$).

Таким образом, стимуляция красным цветом повышает КМФ, в то время как зеленым — снижает данный показатель. Важно подчеркнуть, что в обоих случаях отмечается очень высокая частота возникновения (91–95 %) выявленной динамики у конкретных пациентов. Кроме того, определено, что 20-минутная стимуляция обеспечивает существенно более выраженный эффект по сравнению с 10-минутной ($p < 0,001$), в то время как дальнейшее увеличение времени стимуляции до 30 мин. не приводило к значимым эффектам ($p > 0,05$).

Обсуждая представленные результаты, следует подчеркнуть три положения. Первое связано с разнонаправленным характером воздействия красным цветом (стимуляция аккомодационной мышцы) по сравнению с зеленым цветом (расслабление). Проведенный анализ литературы свидетельствует лишь об одиночных исследованиях, рассматривающих, как правило, изучение влияния цвета на выполнение когнитивных задач [14–16]. Полученные ранее данные (как правило, в литературе по психологии восприятия) указывают в целом на стимулирующее влияние красного цвета и расслабляющее — зеленого, хотя механизмы данной динамики, безусловно, требуют дополнительного изучения [17]. Важно также отметить, что в литературе отсутствуют конкретные данные, указывающие на количественное влияние цвета на состояние аккомодационной системы глаза. С этих позиций полученные результаты представляют, с нашей точки зрения, научную новизну и также требуют дальнейшего изучения. В качестве одной из гипотез можно предположить разнонаправленное воздействие конкретного цвета на вегетативную нервную систему

(ВНС) [11], так как собственно механизм управления аккомодацией осуществляется на основе безусловного рефлекса через два основных отдела ВНС — симпатический и парасимпатический [18].

Второе положение определяет практическую целесообразность рассмотрения методики ОХТ в комплексном восстановительном лечении пациентов ЗНТ с явлениями АА. Представляется достаточно очевидным, что разработанные комплексные методики базируются исключительно на лечении АА. В то же время установлено, что в большинстве случаев астигматизм характеризуется смешанным типом, а при выделении разных форм этого состояния стоит говорить лишь о превалировании одного из факторов ее возникновения [13]. С этих позиций АА у пользователей ПК, как правило, сочетается с сенсорной (нейрорецептивной) астигматизмом, связанной с нарушением переработки зрительных сигналов в нервные импульсы [19–22]. Применительно к данному состоянию адекватная ОХТ представляется актуальным и, что особенно важно, отдельным направлением восстановительной коррекции сенсорной астигматизма.

Третье положение определяет конкретные цветовые и временные параметры цветовой стимуляции в комплексном восстановительном лечении пациентов ЗНТ с явлениями АА. В соответствии с полученными результатами в рамках дальнейших исследований целесообразно оценить применение зеленого цвета у пациентов с ПИНА и, соответственно, красного цвета — у пациентов с АФАА. При этом время воздействия (с учетом времени проведения традиционного подхода к восстановительному лечению [4, 23] и общих принципов воздействия на организм физических факторов [24, 25] не должно превышать 20 мин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты клинико-физиологических исследований (с участием здоровых испытуемых-добровольцев) указывают на перспективность применения ОХТ в комплексном восстановительном лечении пациентов ЗНТ с явлениями АА. Установлен разнонаправленный характер воздействия красным цветом (стимуляция аккомодационной мышцы) по сравнению с зеленым цветом (расслабление). В рамках дальнейших исследований целесообразно оценить применение зеленого цвета у пациентов с ПИНА

и, соответственно, красного цвета — у пациентов с АФАА. При этом время воздействия (с учетом времени проведения традиционного подхода к восстановительному лечению и общих принципов воздействия на организм физических факторов) не должно превышать 20 мин.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Овечкин И.Г. — основная идея, дизайн статьи, редактирование;
Шавшина Д.А. — набор и анализ клинического материала, сбор литературных источников, подготовка и оформление ссылки;
Беликова Е.И. — редактирование статьи;
Кумар В. — редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Тарутта ЕП, Иомдина ЕН, Тарасова НА. Нехирургическое лечение прогрессирующей близорукости. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2016;4:204–210. Tarutta EP, Iomdina EN, Tarasova NA. Nonsurgical treatment of progressive myopia. RMJ. Clinical ophthalmology. 2016;4:204–210 (In Russ.). doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-4-204-210.
2. Тарутта ЕП, Тарасова НА. Сравнительная оценка эффективности различных методов лечения расстройств аккомодации и приобретенной прогрессирующей близорукости. Вестник офтальмологии. 2015;131(1):24–29. Tarutta EP, Tarasova NA. Comparative evaluation of the effectiveness of various treatment modalities for accommodation disorders and acquired progressive myopia. Russian Annals of Ophthalmology. 2015;131(1):24–29 (In Russ.). doi: 10.17116/ofalma2015131124-28.
3. Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин НИ, Эскина ЭН. Современные аспекты диагностики и лечения субъективных проявлений и аккомодационных нарушений у пациентов — профессиональных пользователей персональных компьютеров (систематический обзор). Российский медицинский журнал. 2023;29(3):217–227. Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin NI, Eskinina EN. Modern aspects of diagnosis and treatment of subjective manifestations and accommodation disorders in patients — professional users of personal computers (systematic review). Russian Medical Journal. 2023;29(3):217–227 (In Russ.). doi: 10.17816/medjr340800.
4. Овечкин ИГ, Гаджиев ИС, Кожухов АА, Беликова ЕИ. Оптико-рефлекторное лечение близорукости и астенической формы аккомодационной астенопии с позиций применяемых методов, эффективности и этапности. Офтальмология. 2020;17(3):422–428. Ovechkin IG, Gadzhiev IS, Kozhukhov AA, Belikova EI. Optical Reflex Treatment of Myopia and Asthenic Form of Accommodation Asthenopia Form the Standpoint of the Methods Used, Effectiveness and Staging. Ophthalmology in Russia. 2020;17(3):422–428 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-3-422-428.
5. Овечкин ИГ, Юдин ВЕ, Емельянов ГА, Миронов АВ. Мультидисциплинарный подход к коррекции аккомодационно-рефракционных нарушений у пациентов зрительно-напряженного труда. Офтальмология. 2015;12(2):68–73. Ovechkin IG, Yudin VE, Emel'yanov GA, Mironov AV. Multidisciplinary approach to the correction of accommodation refraction disorders in visually intensive labor persons. Ophthalmology in Russia. 2015;12(2):68–73. (In Russ.) doi: 10.18008/1816-5095-2015-2-68-73.
6. Дракон АК, Корчажкина НВ. Применение автоматизированной периметрии для оценки влияния магнитотерапии у больных первичной открытоугольной глаукомой. Функциональная диагностика. 2011;3:108–109. Dragon AK, Korchazhkina NB. Application of automated perimetry to assess the effect of magnetic therapy in patients with primary open-angle glaucoma. Functional diagnostics. 2011;3:108–109 (In Russ.).
7. Корчажкина Н, Кацнельсон В, Дракон А. Сочетанное применение транскраниальной магнитотерапии бегущим реверсивным магнитным полем и синхронизированной офтальмохромотерапии для улучшения когнитивных способностей у спортсменов боевых видов с периферическими дистрофиями сетчатки. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2018;1:171–174. Korchazhkina N, Katsnelson V, Drakon A. Combined use of transcranial magnetic therapy with a running reverse magnetic field and synchronized ophthalmochromotherapy to improve cognitive abilities in combat athletes with peripheral retinal dystrophies. Kremlin Medicine. Clinical Bulletin. 2018;1:171–174. <https://kremlin-medicine.ru/index.php/km/article/view/1074>
8. Рычкова СИ, Лихванцева ВГ. Результаты использования разных режимов предъявления стереостимулов в исследовании стереозрения у детей в норме и при содружественном косоглазии без функциональной скотомы подавления. Офтальмология. 2021;18(2):296–308. Rychkova SI, Likhvantseva VG. Results of Using Different Modes of Presentation of Stereostimuli in the Study of Stereo Vision in Normal Children and in Children with Non-Paralytic Strabismus without Functional Scotoma. Ophthalmology in Russia. 2021;18(2):296–308 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-2-296-308.
9. Zhu Q, Cao X, Zhang Y, Zhou Y, Zhang J, Zhang X, Zhu Y, Xue L. Repeated Low-Level Red-Light Therapy for Controlling Onset and Progression of Myopia—a Review. Int J Med Sci. 2023 Sep 4;20(10):1363–1376. doi: 10.7150/ijms.85746.
10. Fan Q, Xie J, Dong Z, Wang Y. The Effect of Ambient Illumination and Text Color on Visual Fatigue under Negative Polarity. Sensors (Basel). 2024 May 30;24(11):3516. doi: 10.3390/s24113516.
11. Valter K, Tedford SE, Eells JT, Tedford CE. Photobiomodulation use in ophthalmology — an overview of translational research from bench to bedside. Front Ophthalmol (Lausanne). 2024 Aug 15;4:1388602. doi: 10.3389/fopht.2024.1388602.
12. Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Эскина ЭН. Эксимер-лазерная коррекция близорукости у пациентов зрительно-напряженного труда — надо ли определять форму аккомодационной астенопии? Офтальмология. 2023;20(2):276–282. Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Eskinina EN. Excimer Laser Correction of Myopia in Patients with Visually Intense Work — Is It Necessary to Determine the Form of Accommodative Asthenopia? Ophthalmology in Russia. 2023;20(2):276–282 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-276-282.
13. Проскурина ОВ, Тарутта ЕП, Иомдина ЕН, Страхов ВВ, Бржеский ВВ. Актуальная классификация астенопии: клинические формы и стадии. Российский офтальмологический журнал. 2016;9(4):69–73. Proskurina OV, Tarutta EP, Iomdina EN, Strakhov VV, Brezhsky VV. A modern classification of asthenopias: clinical forms and stages. Russian Ophthalmological Journal. 2016;9(4):69–73 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2016-9-4-69-73.
14. Mehta R, Zhu RJ. Blue or red? Exploring the effect of color on cognitive task performances. Science. 2009 Feb 27;323(5918):1226–1229. doi: 10.1126/science.1169144.
15. Xia T, Song L, Wang TT, Tan L, Mo L. Exploring the Effect of Red and Blue on Cognitive Task Performances. Front Psychol. 2016 May 26;7:784. doi: 10.3389/fpsyg.2016.00784.
16. Bouhassoun S, Naveau M, Delcroix N, Poirer N. Approach in green, avoid in red? Examining interindividual variabilities and personal color preferences through continuous measures of specific meaning associations. Psychol Res. 2023 Jun;87(4):1232–1242. doi: 10.1007/s00426-022-01732-5.
17. Чупров АД, Синькова ВИ, Кузнецов ИВ. Теории цветовосприятия. Фоторецепторный аппарат сетчатки. Современные проблемы науки и образования. 2021;6. Chuprov AD, Sinkova VI, Kuznetsov IV. Theories of color perception. Photoreceptor apparatus of the retina. Modern problems of science and education. 2021;6 (In Russ.). URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=31287>.
18. Аккомодация: руководство для врачей. Под ред. Л.А. Катаргиной. М.: Апрель, 2012. 136 с. Accommodation: a guide for doctors. Ed. L.A. Katargina. Moscow: April, 2012. 136 p. (In Russ.).
19. Арутюнова ОВ. Синдром зрительной астенопии у наземных авиационных специалистов — профилактика, коррекция и реабилитация. Авиационная и экологическая медицина. 2003;2:60–62. Arutyunova OV. The syndrome of visual asthenopia in ground-based aviation professionals — prevention, correction and rehabilitation. Aerospace and environment medicine. 2003;2:60–62 (In Russ.).
20. Игнатъев СА. Зрительное утомление при работе с видеодисплейными терминалами и современные методы его профилактики. М.: Мик; 2013. 240 с. Ignatiev SA. Visual fatigue when working with video display terminals and modern methods of its prevention. Moscow: Mick; 2013. 240 p. (In Russ.).
21. Шаповалов СЛ, Мильявская ТИ, Игнатъев СА. Основные формы астенопии. М.: Мик, 2012. 288 с. Shapovalov SL, Milyavskaya TI, Ignatiev SA. The main forms of asthenopia. Moscow: Mick, 2012. 288 p. (In Russ.).
22. Овечкин ИГ, Грищенко ИВ. К вопросу о классификационных признаках астенопии. Современная оптометрия. 2017;5(105):8–9. Ovechkin IG, Grishchenko IV. On the issue of classification signs of asthenopia. Modern optometry. 2017;5(105):8–9 (In Russ.).
23. Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Эскина ЭН. Динамика аккомодационной астенопии у пациентов зрительно-напряженного труда после проведения ЛАСИК при различных степенях близорукости. Офтальмология. 2023;20(3):479–484. Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Eskinina EN. Dynamics of Accommodative Asthenopia in Patients with Visually Intense Work after LASIK with Different Degrees of Myopia. Ophthalmology in Russia. 2023;20(3):479–484 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-479-484.
24. Pantaleoni G. Year 2020. World toxic Risk for Environmental and Human tissue Pollution: Prevention, therapy and Importance of Clinical Pharmacology and toxicology Collaboration Inside thermal and Rehabilitation Centers. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2020;5(99):4–10. doi: 10.38025/2078-1962-2020-99-5-4-10.
25. Юдин ВЕ, Ярошенко ВП, Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Косухин ЕС. Методологические принципы медицинской реабилитации пациентов зрительно-напряженного труда с явлениями аккомодационной астенопии после эксимерлазерной коррекции близорукости. Вестник медицинского института непрерывного образования. 2023;3(2):64–69. Yudin VE, Yaroshenko VP, Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Kosukhin ES. Methodological principles of medical rehabilitation of patients with visually intense work with accommodative asthenopia after excimer laser correction of myopia. Bulletin of the Medical Institute of Continuous Education. 2023;3(2):64–69 (In Russ.). doi: 10.36107/2782-1714_2023-3-2-64-69.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Овечкин Игорь Геннадьевич
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии

Шавшина Дарья Александровна
соискатель кафедры офтальмологии, офтальмолог

Беликова Елена Ивановна
доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры офтальмологии

Кумар Винок
доктор медицинских наук, профессор

ABOUT THE AUTHORS

Ovechkin Igor G.
MD, Professor, Professor of the Ophthalmology Department

Shavshina Darya A.
ophthalmologist of the Ophthalmology Department

Belikova Elena I.
MD, Professor, Professor of the Ophthalmology Department

Kumar Vinod
MD, Professor of the Ophthalmology Department

Офтальмоэргонимический тест «Глазомер»: клиническое нормирование, перспективы применения

И.Г. Овечкин¹Д.Ф. Покровский²Н.И. Овечкин³Д.А. Шавшина¹Ю.Ю. Кисляков⁴

¹ Академия постдипломного образования ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий» Федерального медико-биологического агентства Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

² ФГАОУ ВО «Российский научно-исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации ул. Островитянова, 1, Москва, 117997, Российская Федерация

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр глазных болезней им. Гельмгольца» Министерства здравоохранения Российской Федерации ул. Садовая-Черногрозская, 14/19, Москва, 105062, Российская Федерация

⁴ ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт Военно-воздушных сил» Министерства обороны Российской Федерации Петровско-Разумовская аллея, 12а, Москва, 127083, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):149–153

Цель: клиническое нормирование и оценка перспектив применения офтальмоэргонимического теста «Глазомер» (ТГ) в комплексном обследовании функционального состояния зрительного анализатора пациентов зрительно-напряженного труда (ЗНТ). **Методы.** Методика проведения теста заключается в последовательном предъявлении на экране компьютера геометрических фигур (квадрат, круг, ромб и т.д.), имеющих признаки геометрической симметрии и диаметр описанной окружности 4–7 см (угловой размер 3,8–6,7° с расстояния 60 см). Задача пациента состоит в позиционировании курсора в центре фигуры и фиксировании этого положения при помощи «мыши». Количество фигур — 12, время предъявления не ограничено либо составляет 3, 5 и 10 секунд. В исследованиях приняли участие 34 мужчины-добровольца в возрасте 28–36 лет (средний возраст $32,4 \pm 1,1$ года) с отсутствием патологии органа зрения и когнитивных нарушений. По результатам исследования в качестве оценки точности глазомера вычислялись два параметра: среднее значение ошибки позиционирования — величина отклонения от центра тест-объекта (ВОЦ, мм) и стандартное отклонение ошибки — величина разброса (ВР, мм). **Результаты.** Полученные данные свидетельствуют, что с уменьшением времени предъявления теста отмечается ухудшение точности глазомера. При этом нормируемыми показателями по тесту «Глазомер» являются: ВОЦ — не более 2,54 мм; ВР — не более 0,52 мм. Важно подчеркнуть, что точность глазомера в условиях «дефицита» времени (3 сек.) является достаточно информативным показателем, определяющим, наряду с традиционными подходами, клиническую эффективность предлагаемых технологий лечения пациентов ЗНТ с катарактой и аккомодационной астенопией после проведения рефракционной (ЛАСИК) операции. При этом, в частности, установлено, что наличие у пациента после хирургического вмешательства анизометропии сопровождается существенно более выраженным (по сравнению с пациентами без анизометропии) ухудшением зрительной работоспособности в условиях дефицита времени. **Заключение.** Практическое внедрение ТГ в комплексное обследование функционального состояния зрительного анализатора пациентов ЗНТ при катаракте или аккомодационных нарушениях обеспечит повышение уровня диагностики с позиции медико-социальной модели здоровья.

Ключевые слова: глазомер, дефицит времени, зрительная работоспособность

Для цитирования: Овечкин И.Г., Покровский Д.Ф., Овечкин Н.И., Шавшина Д.А., Кисляков Ю.Ю. Офтальмоэргонимический тест «Глазомер»: клиническое нормирование, перспективы применения. *Офтальмология*. 2025;22(1):149–153. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-149-153>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Ophthalmoergonomic Test “Glazomer”: Clinical Standardization, Application Prospects

I.G. Ovechkin¹, D.F. Pokrovsky², N.I. Ovechkin³, D.A. Shavshina¹, Yu.Yu. Hislyakov⁴

¹ Academy of Postgraduate Education of the Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

² N.I. Pirogov Russian Medical Research University
Ostrovityanova str., 1, Moscow, 117997, Russian Federation

³ Helmholtz National Medical Research Center of Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

⁴ Central Research Institute of the Air Force
Petrovsko-Razumovskaya Alley, 12A, Moscow, 127083, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):149–153

Purpose. Clinical standardization and assessment of the prospects for using the ophthalmoergonomic test “Glazomer” (TG) in a comprehensive examination of the functional state of the visual analyzer of patients engaged in visually intense work (VST). **Methods.** The test methodology involves sequentially presenting geometric figures (square, circle, rhombus, etc.) on a computer screen that have signs of geometric symmetry and a circumscribed circle diameter of 4–7 cm (angular size of 3.8–6.70 from a distance of 60 cm). The patient’s task was to position the cursor in the center of the figure and fix this position using the “mouse”. There were 12 figures, the presentation time was unlimited or 3, 5 and 10 seconds. The study involved 34 male volunteers aged 28–36 years (mean age 32.4 ± 1.1 years) with no visual organ pathology and cognitive impairment. Based on the study results, two parameters were calculated to assess the accuracy of the eye: the average value of the positioning error — the deviation from the test object center (VOC, mm) and the standard deviation of the error — the spread value (SV, mm). **Results.** The data obtained indicate that with a decrease in the test presentation time, there was a deterioration in the accuracy of the eye. At the same time, the standardized indicators for the TG are: VOC — no more than 2.54 mm; SV — no more than 0.52 mm. It is important to emphasize that the accuracy of the eye under time “deficit” (3 sec) is a sufficiently informative indicator that determines, along with traditional approaches, the clinical effectiveness of the proposed technologies for treating VST patients with cataracts and accommodative asthenopia after refractive (LASIK) surgery. In particular, it has been established that the presence of anisometropia in a patient after surgical intervention is accompanied by a significantly more pronounced (compared to patients without anisometropia) deterioration in visual performance under conditions of time “deficit”. **Conclusion.** Practical implementation of TG in a comprehensive examination of the functional state of the visual analyzer of patients with VST with cataracts or accommodative disorders will ensure an increase in the level of diagnostics from the standpoint of the “medical and social” health model.

Keywords: accuracy of the eye, “deficit”, visual performance

For citation: Ovechkin I.G., Pokrovsky D.F., Ovechkin N.I., Shavshina D.A., Hislyakov Yu.Yu. Ophthalmoergonomic Test “Glazomer”: Clinical Standardization, Application Prospects. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):149–153. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-149-153>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Зрительно-напряженный труд (ЗНТ) представляет собой совокупность различных видов повседневной трудовой деятельности, требующих высокого уровня «профессионального» зрения и зрительной работоспособности. Безусловно, ведущее место среди пациентов ЗНТ отводится профессиональным пользователям персональных компьютеров (ПК). Возникновение специфического для данного вида деятельности компьютерного зрительного синдрома (КЗС) является фактором риска развития (прогрессирования) близорукости и сопровождается характерными объективными и субъективными астенопическими проявлениями [1–4].

Диагностика функционального состояния органа зрения пациентов ЗНТ на современном этапе развития

офтальмологии осуществляется по следующим основным направлениям: измерение остроты зрения и рефракции (с учетом оптико-физиологического моделирования аккомодационных нарушений); исследование состояния аккомодационной системы глаза; оценка субъективного зрительного статуса; исследование «качества жизни»; оценка медико-психологического статуса и офтальмоэргонимическая оценка зрительной работоспособности [5–8]. В этом плане особого внимания заслуживает проведение исследований с позиции офтальмоэргоники (направления офтальмологии, изучающей роль зрения в производственной деятельности человека-оператора). В зарубежной литературе [9, 10] практикуется применение специальных стендов, моделирующих вождение автомобиля, с оценкой специфических для данного вида

деятельности показателей (время реакции торможения, рассчитываемый тормозной путь), что представляется достаточно сложным и отображает лишь определенную категорию лиц ЗНТ (профессиональных водителей). Отечественные исследователи, как правило, используют для проведения офтальмоэргонимических исследований стандартный бумажный тест с кольцами Ландольта [11], результаты которого далеко не в полной мере отображают уровень зрительной работоспособности (ЗР) пациента. Изложенные положения послужили основой для разработки теста «Глазомер» (ТГ) на основе специальной компьютерной программы. Проведенные ранее исследования свидетельствуют о достаточно высокой эффективности ТГ при оценке ЗР у пациентов ЗНТ с катарактой и после проведения ЛАСИК [12, 13]. В то же время представляется достаточно очевидным, что для более широкого внедрения ТГ в практику обследования пациентов ЗНТ требуется клиническое нормирование полученных в процессе проведения теста показателей.

Цель — клиническое нормирование и оценка перспектив применения офтальмоэргонимического ТГ в комплексном обследовании функционального состояния зрительного анализатора у пациентов ЗНТ.

МЕТОДЫ

Методика проведения теста заключается в последовательном предъявлении на экране компьютера геометрических фигур (квадрат, круг, ромб и т.д.), имеющих признаки геометрической симметрии и диаметр описанной окружности 4–7 см (угловой размер 3,8–6,7° с расстояния 60 см). Задача пациента состоит в позиционировании курсора в центре фигуры и фиксации этого положения при помощи «мыши». Количество фигур — 12, время предъявления не ограничено либо составляет 3, 5 и 10 секунд.

Исследование выполняется бинокулярно, при этом в обязательном порядке проводится предварительная тренировка (как правило, 6–8 упражнений без ограничения времени) до достижения стабильных результатов, соответствующих выходу «на плато» уровня зрительной работоспособности, то есть статистически незначимый уровень качества выполнения задания при сравнении последних 3-х тренировочных упражнений.

Таблица 1. Точность глазомера в зависимости от времени предъявления тест-объекта ($M \pm \sigma$)

Table 1. Accuracy of the eye depending on the time of presentation of the test object ($M \pm \sigma$)

Исследуемый показатель / indicator under study	Величина отклонения от центра тест-объекта, мм Deviation value from the center of the test object, mm	Величина разброса, мм Scattering range, mm
Время предъявления теста / Time of test presentation		
Без ограничения времени Scattering range, mm	1,29 ± 0,16	0,17 ± 0,09
10 сек / 10 sec	1,50 ± 0,30	0,25 ± 0,16
5 сек / 5 sec	1,64 ± 0,40	0,31 ± 0,17
3 сек / 3 sec	2,74 ± 2,20	0,49 ± 0,34

В исследовании приняли участие 34 мужчины-добровольца в возрасте 28–36 лет (средний возраст $32,4 \pm 1,1$ года) с отсутствием патологии органа зрения и когнитивных нарушений. По результатам исследования в качестве оценки точности глазомера вычислялись два параметра: среднее значение ошибки позиционирования — величина отклонения от центра тест-объекта (ВОЦ, мм) и стандартное отклонение ошибки — величина разброса (ВР, мм).

Нормирование показателей выполнялось на основании статистического правила трех σ . Данное правило заключается в том, что практически все значения величины с вероятностью 0,9973 лежат не далее трех сигм в любую сторону от математического ожидания, то есть находятся в диапазоне $[\mu - 3\sigma; \mu + 3\sigma]$. Приблизительно 99,7 % всех значений лежат в пределе трех сигм от математического ожидания, около 95 % — в пределах двух сигм, а примерно 68 % значений лежат в пределах всего одной сигмы. Исходя из этого большинство данных, полученных в рамках нормирования, должны попадать в эту область, остальное — это выбросы или отклонения от нормы, если считают разброс по выборке, состоящей из офтальмологически здоровых пациентов [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования точности глазомера в зависимости от времени предъявления тест-объекта представлены в таблице 1.

Полученные данные свидетельствуют, что с уменьшением времени предъявления теста отмечается ухудшение точности глазомера.

Результаты нормирования ТГ представлены в таблице 2.

Полученные данные демонстрируют, что нормируемыми показателями по тесту «Глазомер» являются: ВОЦ — не более 2,54 мм, ВР — не более 0,52 мм.

Обсуждая представленные результаты, следует отметить три положения. Первое связано с собственно обоснованием ТГ. В связи с этим следует отметить, что глазомер — это способность определять пространственные величины «на глаз», без использования инструментов, приборов и каких-либо специальных процедур измерения. В основе глазомерных способностей лежат

Таблица 2. Результаты нормирования теста «Глазомер»

Table 2. Results of the “Eye” test standardization

Статистический показатель Statistical indicator	Величина отклонения от центра тест-объекта, мм Deviation value from the center of the test object, mm	Величина разброса, мм Scattering range, mm
Среднее / Average	1,42	0,22
Стандартное отклонение Standard deviation	0,37	0,10
Верхняя граница (+3 σ) Upper limit (+3 σ)	2,54	0,52

физические, физиологические и психологические закономерности зрительного восприятия формы, удаленности, размера, направления и движения объекта внешнего мира [15]. Применительно к офтальмоэргономике показатель точности глазомера рассматривается в качестве психофизиологического параметра, отражающего ЗР с учетом моделирования элементов профессиональной деятельности человека-оператора.

Второе положение определяет практическую целесообразность применения ТГ, связанную с понятием дефицита времени. Проведенные нами исследования убедительно доказывают наличие четкой тенденции — чем меньше времени предоставляется для выполнения теста, тем меньше точность глазомера и, как следствие, ниже уровень ЗР. Иными словами, дефицит времени является важным фактором, влияющим на ЗР. В соответствии с этим следует подчеркнуть, что в современных условиях активная операторская деятельность нередко происходит в условиях дефицита времени, что обуславливает возникновение напряженности и стресса, которые, в свою очередь, становятся причинами появления ошибочных действий вследствие превышения значений пропускной способности приема и обработки информации, непреднамеренного пропуска сигналов и т.д.

По результатам накопленного опыта практического применения ТГ установлено, что точность глазомера в условиях дефицита времени (3 сек.) является достаточно информативным показателем, определяющим, наряду с традиционными подходами, клиническую эффективность предлагаемых технологий лечения пациентов ЗНТ с катарактой [12, 16] и аккомодационной астенопией после проведения рефракционной операции (ЛАСИК) [13, 17]. В рамках данных исследований установлено, что наличие у пациента анизометропии сопровождается более существенным (по сравнению с пациентами без анизометропии) ухудшением ЗР в условиях дефицита времени. При этом с клинических позиций выявленная разница в достижениях послеоперационной некорректируемой остроты зрения между глазами была не столь существенна, на что указывают данные литературы [18–20]. Однако в соответствии с полученными результатами в условиях операторской деятельности, связанной с эпизодами выполнения зрительной задачи при дефиците времени, даже не столь выраженная анизометропия может являться фактором риска снижения ЗР.

Третье положение определяет роль и место ТГ в качестве критерия оценки ЗР. В связи с этим следует отметить, что, согласно предложенной классификации [21], в офтальмоэргономике определены три различных уровня сложности предъявляемых тестовых заданий: I. «Зрительная продуктивность», «Глазомер без ограничения времени», моделирующие простейшие визуальные действия оператора по типу «сигнал-ответ»; II. «Зрительный поиск», моделирующий усложненные визуальные действия оператора по типу «выбор сигнала из несколь-

ких — ответ»; III. «Глазомер, 3 сек.», представляющий наиболее сложный вид визуальной деятельности оператора по типу «выбор сигнала в условиях дефицита времени».

Обсуждая перспективы применения ТГ в комплексном обследовании пациентов ЗНТ, следует, в первую очередь, выделить возможность определения временных сроков оперативного лечения катаракты у пациентов ЗНТ. В настоящее время базовым показанием к проведению операции при катаракте является уровень остроты зрения [22, 23]. С нашей точки зрения, применительно к пациентам ЗНТ одним из показаний к хирургическому лечению катаракты можно рассматривать уровень ЗР по ТГ в соответствии с предложенным нормированием. Кроме того, предлагаемое тестирование точности глазомера может быть полезным при профессиональном отборе пациентов к конкретному виду ЗНТ. Наряду с этим применение ТГ представляется достаточно значимым при оценке эффективности перспективных методов восстановительного лечения пациентов с явлениями аккомодационной астенопии или новых технологий оперативного вмешательства при катаракте. В этих случаях применение ТГ может являться действенной альтернативой (традиционным клиническим методам) прогнозирования ЗР.

Важно подчеркнуть, что офтальмоэргономическое исследование по ТГ отражает анализ результатов лечения с позиции медико-социальной модели здоровья. Медицинская модель рассматривает ограничения жизнедеятельности как персональную проблему, вызванную непосредственно болезнью, травмой или другим изменением здоровья, которая требует медицинской помощи в виде индивидуального лечения, проводимого профессионалами. Контроль ограничений жизнедеятельности является целью лечения или приспособления и изменения поведения индивида. Медико-социальная модель рассматривает ограничения жизнедеятельности как социальную проблему, и, следовательно, целью лечения является полная интеграция индивида в общество [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования с участием лиц без патологии органа зрения позволили выполнить следующее нормирование показателей офтальмоэргономического ТГ: ВОЦ — не более 2,54 мм; ВР — не более 0,52 мм. Практическое внедрение ТГ в комплексное обследование функционального состояния зрительного анализатора пациентов ЗНТ при катаракте или аккомодационных нарушениях обеспечит повышение уровня диагностики с позиции медико-социальной модели здоровья.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Овечкин И.Г. — основная идея, дизайн статьи, редактирование; Покровский Д.Ф. — редактирование статьи; Овечкин Н.И. — набор и анализ клинического материала, сбор литературных источников, подготовка и оформление ссылок, написание статьи; Шавшина Д.А. — набор и анализ клинического материала, сбор литературных источников, подготовка и оформление ссылок, написание статьи; Кисляков Ю.Ю. — техническая разработка теста «Глазомер».

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ranasinghe P, Wathurapatha WS, Perera YS, Lamabadhuriya DA, Kulatunga S, Jayawardana N, Katulanda P. Computer vision syndrome among computer office workers in a developing country: an evaluation of prevalence and risk factors. *BMC Res Notes*. 2016 Mar 9;9:150. doi: 10.1186/s13104-016-1962-1.
- Zalat MM, Amer SM, Wassif GA, El Tarhouny SA, Mansour TM. Computer vision syndrome, visual ergonomics and amelioration among staff members in a Saudi medical college. *Int J Occup Saf Ergon*. 2022 Jun;28(2):1033–1041. doi: 10.1080/10803548.2021.1877928.
- Lema AK, Anbesu EW. Computer vision syndrome and its determinants: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med*. 2022 Dec 9;10:20503121221142402. doi: 10.1177/20503121221142402.
- Long J, Cheung R, Duong S, Paynter R, Asper L. Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones. *Clin Exp Optom*. 2017 Mar; 100(2):133–137. doi: 10.1111/cxo.12453.
- Проскураина ОВ, Тарутта ЕП, Иомдина ЕН, Страхов ВВ, Бржеский ВВ. Актуальная классификация астенопии: клинические формы и стадии. *Российский офтальмологический журнал*. 2016;9(4):69–73. Proskurina OV, Tarutta EP, Iomdina EN, Strakhov VV, Brezhsky VV. A modern classification of asthenopia: clinical forms and stages. *Russian Ophthalmological Journal*. 2016;9(4):69–73 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2016-9-4-69-73.
- Аккомодация: руководство для врачей. Под ред. Л.А. Катаргиной. М.: Апрель, 2012. 136. Accommodation: a guide for doctors. Ed. L.A. Katargina. Moscow: April, 2012. 136 p. (In Russ.).
- Овечкин ИГ, Гаджиев ИС, Кожухов АА, Беликова ЕИ. Диагностические критерии астенической формы аккомодационной астенопии у пациентов с компьютерным зрительным синдромом. *Клиническая офтальмология*. 2020;20(4):169–174. Ovechkin IG, Gadzhiev IS, Kozhukhov AA, Belikova EI. Diagnostic criteria for the asthenic form of accommodative asthenopia in patients with computer vision syndrome. *Clinical ophthalmology*. 2020;20(4):169–174 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-169-174.
- Махова МВ, Страхов ВВ. Взаимосвязь аккомодографических и субъективных критериев различных видов нарушений аккомодации. *Российский офтальмологический журнал*. 2019;12(3):13–19. Makhova MV, Strakhov VV. Interaction of accommodative and subjective diagnostic criteria of accommodation disorders. *Russian Ophthalmological Journal*. 2019;12(3):13–19 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-13-19.
- Nowosielski Y, Leitner B, Rauegger T, Angermann R, Psomiadi A, Palme C, Laimer J, Liebensteiner M, Zehetner C. Bilateral cataract surgery improves neurologic brake reaction time and stopping distance in elderly drivers. *Acta Ophthalmol*. 2021 Nov;99(7):e1013–e1017. doi: 10.1111/aos.14748.
- Huisingsh C, Levitan EB, Irvin MR, MacLennan P, Wadley V, Owsley C. Visual Sensory and Visual-Cognitive Function and Rate of Crash and Near-Crash Involvement Among Older Drivers Using Naturalistic Driving Data. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017 Jun 1;58(7):2959–2967. doi: 10.1167/iovs.17-21482.
- Мушкова ИА, Майчук НВ, Маркова ЕЮ, Шамсетдинова ЛТ. Современный взгляд на проблему послеоперационного астенопического синдрома у пациентов после кераторефракционной операции. *Обзор литературы. Офтальмология*. 2018;15(4):374–381. Mushkova IA, Maychuk NV, Markova EYu, Shamsetdinova LT. Current View on the Postoperative Asthenopic Syndrome Problem in Patients with Corneal Refractive Surgery. *Review. Ophthalmology in Russia*. 2018;15(4):374–381 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2018-4-374-381.
- Покровский ДФ, Медведев ИБ, Овечкин НИ, Овечкин ИГ, Павлов АИ. Сравнительная оценка динамики зрительной работоспособности пациента зрительно-напряженного труда с бинокулярной катарактой после применения различных технологий фактоэмulsionификации. *Офтальмология*. 2022;19(3):603–608. Pokrovsky DF, Medvedev IB, Ovechkin NI, Ovechkin IG, Pavlov AI. Comparative Assessment of the Dynamics of Visual Performance of a Patient with Visually Intense Work with Binocular Cataract after Various Technologies of Cataract Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(3):603–608 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-3-603-608.
- Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин ИГ, Эскина ЭН. Динамика аккомодационной астенопии у пациентов зрительно-напряженного труда после проведения ЛАСИК при различных степенях близорукости. *Офтальмология*. 2023;20(3):479–484. Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin IG, Eskina EN. Dynamics of Accommodative Asthenopia in Patients with Visually Intense Work after LASIK with Different Degrees of Myopia. *Ophthalmology in Russia*. 2023;20(3):479–484 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-479-484.
- Pukelsheim F. The Three Sigma Rule. *The American Statistician*. 1994;48(2):88–91. doi: 10.2307/2684253.
- Ланщикова ГА. Психолого-физиологические закономерности визуального восприятия/ Омский научный вестник. 2009;79(4):209–212. Lanshnikova GA. Psychological and physiological patterns of visual perception of space. *Omsk Scientific Bulletin*. 2009;79(4):209–212 (In Russ.).
- Покровский ДФ, Овечкин НИ. Хирургическое лечение пациентов зрительно-напряженного труда с позиции возникновения послеоперационной анизометропии: клиническое наблюдение. *Российский медицинский журнал*. 2022;28(5):409–413. Pokrovsky DF, Ovechkin NI. Surgical treatment of patients with visually stressful work from the standpoint of the occurrence of postoperative anisometropia: clinical case. *Russian Medicine*. 2022;28(5):409–413 doi: 10.17816/medjrf109967.
- Беликова ЕИ, Гатилов ДВ, Овечкин НИ, Эскина ЭН. Современные аспекты диагностики и лечения субъективных проявлений и аккомодационных нарушений у пациентов — профессиональных пользователей персональных компьютеров (систематический обзор). *Российский медицинский журнал*. 2023;29(3):217–227. Belikova EI, Gatilov DV, Ovechkin NI, Eskina EN. Modern aspects of diagnosis and treatment of subjective manifestations and accommodation disorders in patients — professional users of personal computers (systematic review). *Russian Medical Journal*. 2023;29(3):217–227 (In Russ.). doi: 10.17816/medjrf340800.
- Talukder AK, Zakia S, Khanam M, Parag S, Bhuiyan SI. Binocular Visual Discomfort after First Eye Cataract Surgery: An Inattentive Burning Issue. *Mymensingh Med J*. 2019 Apr;28(2):302–305.
- Rutstein RP, Fullard RJ, Wilson JA, Gordon A. Aniseikonia induced by cataract surgery and its effect on binocular vision. *Optom Vis Sci*. 2015 Feb;92(2):201–207. doi: 10.1097/OPX.0000000000000491.
- Krarup TG, Nisted I, Christensen U, Kiilgaard JF, la Cour M. The tolerance of anisometropia. *Acta Ophthalmol*. 2020 Jun;98(4):418–426. doi: 10.1111/aos.14310.
- Овечкин ИГ, Шукин СЮ, Емельянов ГА. Влияние моделируемых рефракционно-аккомодационных нарушений на зрительную работоспособность. *Пермский медицинский журнал*. 2012;29(2):112–116. Ovechkin IG, Shchukin SYu, Emelianov GA. Effect of simulated refractive-accommodative disorders on visual performance. *Perm Medical Journal*. 2012;29(2):112–116 (In Russ.).
- Федеральные клинические рекомендации по оказанию офтальмологической помощи пациентам с возрастной катарактой. Экспертный совет по проблеме хирургического лечения катаракты. ООО «Межрегиональная ассоциация врачей-офтальмологов». М.: «Офтальмология», 2020. 35 с. Federal clinical guidelines for the provision of ophthalmic care to patients with age-related cataracts. Expert Council on the Problem of Surgical Treatment of Cataracts. LLC “Interregional Association of Ophthalmologists”. Moscow: “Ophthalmology”, 2020. 35 p. (In Russ.).
- Mailu EW, Virendrakumar B, Bechange S, Jolley E, Schmidt E. Factors associated with the uptake of cataract surgery and interventions to improve uptake in low- and middle-income countries: A systematic review. *PLoS One*. 2020 Jul 9; 15(7):e0235699. doi: 10.1371/journal.pone.0235699.
- Шмонин АА, Мальцева МН, Мельникова ЕВ, Иванова ГЕ. Базовые принципы медицинской реабилитации, реабилитационный диагноз в категориях МКФ и реабилитационный план. *Вестник восстановительной медицины*. 2017;2:16–22. Shmonin AA, Mal'tseva MN, Mel'nikova EV, Ivanova GE. Basic principles of medical rehabilitation, rehabilitation diagnosis in the ICF categories and a rehabilitation plan. *Journal of restorative medicine and rehabilitation*. 2017;2:16–22 (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Овечкин Игорь Геннадьевич
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии

Шавшина Дарья Александровна
соискатель кафедры офтальмологии

Овечкин Николай Игоревич
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком

Покровский Дмитрий Федорович
доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры офтальмологии

Кисляков Юрий Юрьевич
кандидат биологических наук, доцент

ABOUT THE AUTHORS

Ovechkin Igor G.
MD, Professor, Professor of the Ophthalmology Department

Shavshina Daria A.
candidate of the Ophthalmology Department

Ovechkin Nikolai I.
PhD, head of the operating unit

Pokrovsky Dmitry F.
MD, Associate Professor, Professor of the Ophthalmology Department

Kislyakov Yuri Yu.
PhD (Biol.), Associate Professor

I.G. Ovechkin, D.F. Pokrovsky, N.I. Ovechkin, D.A. Shavshina, Yu.Yu. Kislyakov

Contact information: Ovechkin Igor G. doctoro@mail.ru

Ophthalmoergonomic test “Glazomer”: clinical standardization, application prospects

Основные показатели, определяющие качество жизни пациента зрительно-напряженного труда после факоэмульсификации двухсторонней катаракты



В.В. Неров



Н.И. Овечкин

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

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):154–158

Цель: исследование основных показателей, определяющих качество жизни (КЖ) пациентов зрительно-напряженного труда (ЗНТ) с позиции медико-социальной модели здоровья после факоэмульсификации (ФЭК) двухсторонней катаракты. **Пациенты и методы.** Под нашим наблюдением находились 134 пациента (264 глаза), 76 % — мужчин; 24 % — женщин в возрасте от 42 до 68 лет (средний возраст $57,2 \pm 1,3$ года) со следующими критериями включения в исследование: наличие бинокулярной неосложненной катаракты с максимально корригируемой остротой зрения вдаль на худшем глазу не более 0,4 отн. ед.; на лучшем глазу — не более 0,6 отн. ед.; повседневная деятельность характеризовалась как зрительно-напряженный труд (не менее 4-х часов в день); мотивация на проведение катарактальной операции последовательно на обоих глазах; отсутствие альтернативной патологии органа зрения. Всем пациентам была выполнена ультразвуковая ФЭК с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) под местной анестезией по стандартной методике через роговичный разрез 2,2–2,4 мм. Все пациенты прооперированы одним хирургом. Операцию на втором глазу выполняли, как правило, через 7–10 дней после операции на первом глазу. При этом в целях коррекции афакии имплантировали монофокальную ИОЛ «Flex NB Medicontur» (Швейцария) с прогнозируемой эмметропической «рефракцией цели» (РЦ). Комплексное обследование состояния органа зрения выполнялось через 2–3 месяца после операции на втором глазу по 39 показателям зрительной системы. В качестве базового параметра обследования применялся опросник КЖ «ФЭК-22» с расчетом общего показателя тестирования как суммы баллов по всем вопросам. **Результаты.** Ведущее место в прогнозировании КЖ пациента ЗНТ после проведения бинокулярной катаракты занимает анизометропия при всех исследуемых расстояниях (вдаль, 60 и 40 см), некорригированная острота зрения вдаль (коэффициент корреляции, КК, 0,54–0,66) и офтальмоэргономический тест «Глазомер» при минимальном (3 с) времени предъявления тестового объекта (КК = 0,62). **Заключение.** Разработанные предикторы являются эффективными методами оценки клинической эффективности проведения ФЭК с позиции медико-социальной модели здоровья.

Ключевые слова: факоэмульсификация катаракты, качество жизни, анизометропия, офтальмоэргономика

Для цитирования: Неров В.В., Овечкин Н.И. Основные показатели, определяющие качество жизни пациента зрительно-напряженного труда после факоэмульсификации двухсторонней катаракты. *Офтальмология*. 2025;22(1):154–158. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-154-158>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Key Indicators Determining the “quality of life” of a Patient with Visually Intense Work after Phacoemulsification of Bilateral Cataracts

V.V. Neroev, N.I. Ovechkin

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Sadovaya-Chernogryazskaya str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):154–158

Purpose: to study the main indicators determining the “quality of life” (QOL) of a patient engaged in visually intense work (VIW), from the standpoint of the medical and social health model) after phacoemulsification (PEC) of bilateral cataracts. **Methods.** We observed 134 patients (264 eyes), 76 % men and 24 % women, aged 42 to 68 years (mean age 57.2 ± 1.3 years) with the following inclusion criteria for patients in the study: the presence of binocular uncomplicated cataract with best-corrected distance visual acuity in the worst eye no more than 0.4 relative units; in the best eye — no more than 0.6 relative units; everyday activities were characterized as visually intense work (at least 4 hours a day); motivation for cataract surgery sequentially on both eyes; absence of alternative pathology of the organ of vision. All patients underwent ultrasound PEC with intraocular lens (IOL) implantation under local anesthesia using the standard technique through a 2.2–2.4 mm corneal incision. All patients were operated on by the same surgeon (N.I. Ovechkin). The operation on the second eye was usually performed 7–10 days after the operation on the first eye. In this case, a monofocal IOL “Flex HB Medicontur” (Switzerland) with a predicted emmetropic “target refraction” (TR) was implanted to correct aphakia. A comprehensive examination of the state of the organ of vision was performed 2–3 months after the operation on the second eye using the following 39 indicators of the visual system. The research questionnaire QOL “PEC-22” was used as the basic parameter of the examination with the calculation of the total testing indicator as the sum of points for all questions. **Results.** The leading place in predicting the QOL of a VIW patient after binocular cataract surgery is occupied by anisometropia at all studied distances (far, 60 and 40 cm) measuring uncorrected distance visual acuity (correlation coefficient, CC 0.54–0.66) and the ophthalmoergonomic test “Eye-meter” with a minimum (3 s) time of presentation of the test object (CC = 0.62). **Conclusion.** The developed predictors are effective methods for assessing the clinical effectiveness of phacoemulsification from the standpoint of the medical and social health model.

Keywords: cataract phacoemulsification, quality of life, anisometropia, ophthalmoergonomics

For citation: Neroev V.V., Ovechkin N.I. Key Indicators Determining the “quality of life” of a Patient with Visually Intense Work after Phacoemulsification of Bilateral Cataracts. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):154–158. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-154-158>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

К настоящему времени в офтальмологической практике накоплен большой объем исследований, направленных на оценку клинической эффективности факоэмульсификации катаракты (ФЭК) на основе достигнутых после операции клинических (острота зрения, рефракция цели и др.) и функциональных (контрастная чувствительность и др.) показателей зрительной системы или, иными словами, на основе «медицинской» (клинико-функциональной) модели здоровья [1–5]. Однако многочисленные клинические наблюдения указывают, что пациенты с практически однородными зрительными функциями после проведения ФЭК могут по-разному воспринимать качество своего зрения. Данное положение определяет актуальность разработки новых методических подходов к оценке клинической эффективности ФЭК с позиции медико-социальной модели здоровья, которая рассматривает ограничения жизнедеятельности как социальную проблему, и, следовательно, целью лечения является полная интеграция индивида в общество.

Современное хирургическое вмешательство по поводу катаракты все больше носит характер рефракционной операции в связи с внедрением новых технологий офтальмохирургии и разработкой высококачественных ИОЛ. В соответствии с изложенными положениями растет число пациентов, особенно зрительно-напряженного труда (ЗНТ), которые предъявляют повышенные требования к качеству жизни и не принимают необходимость функциональных ограничений, связанных со снижением зрения, что в целом определяет медико-социальную значимость хирургического лечения [6–8].

Разработан и апробирован опросник «Качество жизни» «ФЭК-22», основанный на медико-социальной модели здоровья, что подразумевает предлагаемые пациенту вопросы исходя из оценки профессиональной зрительной деятельности и уровня интеграции индивида в общество. Опросник «ФЭК-22» в полном объеме соответствует общепринятым показателям (согласованность по коэффициенту альфа Кронбаха, конструктивная валидность, воспроизводимость, чувствительность, специфичность), а также характеризуется более высокой

V.V. Neroev, N.I. Ovechkin

Contact information: Ovechkin Nikolay I. n.ovechkin@gmail.com

Key Indicators Determining the “quality of life” of a Patient with Visually Intense Work...

клинико-диагностической эффективностью по сравнению с апробированными в катарактальной хирургии методами (в частности, «Catquest-9SF») [9–12].

Цель работы: исследование основных показателей, определяющих качество жизни пациента ЗНТ (с позиции медико-социальной модели здоровья) после ФЭК двухсторонней катаракты.

МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России в период с января 2023 по май 2024 г. Под наблюдением находились 134 пациента (264 глаза), 76 % — мужчин; 24 % — женщин в возрасте от 42 до 68 лет (средний возраст $57,2 \pm 1,3$ года) со следующими критериями включения в исследование: наличие бинокулярной неосложненной катаракты с максимально корригируемой остротой зрения вдаль (МКОЗ) на худшем глазу не более 0,4 отн. ед.; на лучшем — не более 0,6 отн. ед.; повседневная деятельность характеризовалась как зрительно-напряженный труд (не менее 4-х часов в день); рефракция цели — эмметропия; мотивация на проведение катарактальной хирургии последовательно на обоих глазах; отсутствие альтернативной патологии органа зрения, а также системных соматических заболеваний.

Критериями невключения пациентов в исследование явились: наличие перспективной «нерутинной» катарактальной операции вследствие сочетания с другими вмешательствами на глазу и/или необходимость общей анестезии; когнитивные и (или) поведенческие нарушения пациента; перспективы применения для коррекции афакии торических и мультифокальных ИОЛ; наличие текущих инфекционных, иммунных (требующих кортикостероидной или иммуносупрессорной терапии), эндокринных заболеваний; ПЗО глаза менее 21 или более 25 мм, и/или разница ПЗО между глазами более 1,5 мм; наличие сопутствующей глазной патологии (эпителиально-эндотелиальная дистрофия роговицы, диабетическая ретинопатия, миопия с задней стафиломой, подвывих или вывих хрусталика, глаукома, возрастная макулярная дегенерация) и (или) наличие в анамнезе рефракционного, а также витреоретинального вмешательства; наличие интра- и/или послеоперационных осложнений; наличие послеоперационной МКОЗ менее 0,6.

Всем пациентам была выполнена ультразвуковая ФЭК с имплантацией ИОЛ под местной анестезией по стандартной методике через роговичный разрез 2,2–2,4 мм. Все пациенты прооперированы одним хирургом (Н.И. Овечкиным). Операция на втором глазу выполнялась, как правило, через 7–10 дней после операции на первом глазу. При этом в целях коррекции афакии была имплантирована монофокальная ИОЛ «Flex NB Medicontur» (Швейцария) с прогнозируемой эмметропической рефракцией цели (РЦ).

Комплексное обследование состояния органа зрения выполняли через 2–3 месяца после операции на втором глазу с учетом следующих показателей: возраст, некор-

ригируемая острота зрения вдаль (НКОЗ, бинокулярно); НКОЗ (худший глаз); НКОЗ (лучший глаз); разница (дельта, Д) НКОЗ между OD и OS; НКОЗ на расстоянии 60 см (НКОЗ-60); НКОЗ-60 (худший глаз); НКОЗ-60 (лучший глаз); ДНКОЗ-60; НКОЗ на расстоянии 40 см (НКОЗ-40); НКОЗ-40 (худший глаз); НКОЗ-40 (лучший глаз); ДНКОЗ-40; отклонение от рефракции цели (OD и OS); контрастная чувствительность (компьютерная программа «Зебра», Россия, монокулярно и бинокулярно на частотах 0,5, 1, 2, 4, 8, 16 цикл./град.); офтальмоэргонOMICеские тесты «Глазомер» (Г) и «Сопровождающее слежение» (СС, бинокулярно, при времени предъявления теста 10, 5 и 3 сек. [12]), всего для дальнейшего анализа зарегистрировалось 39 показателей. В качестве базового параметра обследования применялся опросник исследования «Качество жизни» (КЖ) «ФЭК-22» с расчетом общего показателя тестирования (ОПТ) как суммы баллов по всем вопросам [10].

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с помощью программы Statistica v. 8.0 (StatSoft Inc., США). Для выбора метода сравнения и описательных статистик использовали критерий Колмогорова — Смирнова согласованности с нормальным распределением. Подавляющее большинство выборочных данных согласовались с нормальным распределением в соответствии с критерием Колмогорова — Смирнова, рассчитывались среднее значение показателей и его ошибка ($M \pm m$). Наряду с этим статистический анализ результатов исследования проводили на основе оценки коэффициентов корреляции (КК) между ОПТ по опроснику «ФЭК-22» и исследуемыми показателями зрительной системы. Для оценки силы связи применялась шкала Чеддока (слабая от 0,1 до 0,3; умеренная от 0,3 до 0,5; заметная от 0,5 до 0,7; высокая от 0,7 до 0,9; весьма высокая (сильная) от 0,9 до 1,0). В рамках заключительного этапа статистической обработки для оценки показателей, определяющих качество жизни пациента ЗНТ после ФЭК двухсторонней катаракты, выполнялся регрессионный и дисперсионный анализы.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты выявленных коэффициентов корреляции (при заметной корреляционной связи, $КК \geq 0,5$) представлены в таблице 1.

В рамках заключительного этапа математической обработки выполнено 3 итерации дисперсионного и регрессионного анализа, которые обеспечили формирование значимого уравнения регрессии, отображающего наиболее информативные показатели, влияющие на КЖ пациента: возраст, ДНКОЗ, ДНКОЗ-60, ДНКОЗ-40 и Г (3 сек.).

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что в соответствии с полученными данными ведущее место в прогнозировании КЖ пациента ЗНТ после проведения бинокулярной катаракты занимает анизометропия при всех исследуемых расстояниях (вдаль, 60 и 40 см), некорригированная острота зрения вдаль (коэффициент корреляции, $КК = 0,54–0,66$). Полученные результаты

Таблица 1. Коэффициенты корреляции (КК) между качеством жизни по опроснику «ФЭН-22» и исследуемыми параметрами зрительной системы (при $КК \geq 0,5$, $p < 0,01$)

Table 1. Correlation coefficients (CC) between quality of life according to the “FEC-22” questionnaire and the studied parameters of the visual system (with $CC \geq 0.5$, $p < 0.01$)

Показатель / Indicator	Коэффициент корреляции Correlation coefficient
Возраст / Age	0,54
Дельта некорректируемой остроты зрения вдаль Delta uncorrected distance visual acuity	0,54
Некорректируемая острота зрения — 60 см (лучший глаз) Uncorrected visual acuity — 60 cm (the better eye)	0,55
Некорректируемая острота зрения — 60 см (худший глаз) Uncorrected visual acuity — 60 cm (the worst eye)	0,58
Некорректируемая острота зрения — 60 см (бинокулярно) Uncorrected visual acuity — 60 cm (binocular)	0,56
Дельта некорректируемой остроты зрения — 60 см Delta uncorrected visual acuity — 60 cm	0,66
Дельта некорректируемой остроты зрения — 40 см Delta uncorrected visual acuity — 40 cm	0,54
Контрастная чувствительность (бинокулярно) 16 цикл./град. Contrast sensitivity (binocular) 16 cycles/deg.	0,53
Контрастная чувствительность (бинокулярно) 1 цикл./град. Contrast sensitivity (binocular) 1 cycles/deg.	0,50
«Глазомер», время предъявления 5 сек “Eye measurement”, presentation time 5 sec	0,51
«Глазомер», время предъявления 3 сек “Eye measurement”, presentation time 3 sec	0,62

в целом согласуются с ранее проведенными клиническими наблюдениями, показавшими неблагоприятное влияние анизометропии и анизейкнии у пациентов с бинокулярной катарактой после проведения операции на худшем глазу, а также психофизиологическими исследованиями, определяющими допустимую величину в разнице некорректированной остроты зрения обоих глаз не более 0,2–0,3 отн. ед. [14–17]. В связи с этим следует отметить, что наличие анизометропии является фактором риска развития оптической анизейкнии вследствие проецирования изображений разного размера на сетчатку в двух глазах. Теоретически было описано, что анизометропия линейно (1:1) коррелирует с оптической анизейкнией, при этом относительная разница в размерах между левым и правым изображением на сетчатке не зависит от расстояния до рассматриваемого объекта [18–20].

Определение в качестве базового предиктора КЖ офтальмо-эргономического показателя «Глазомер», особенно при минимальном (3 сек.) времени предъявления тестового объекта ($КК = 0,62$), объясняется проведенными ранее

исследованиями, указывающими на достаточно четкую тенденцию к снижению максимального уровня зрительной работоспособности как с ростом величины анизометропии, так и с уменьшением времени предъявления стимула. Иными словами, чем больше величина анизометропии, тем больше необходимо времени предъявления тестового объекта для сохранения максимального уровня зрительной работоспособности. Экстраполируя данное положение к реальной повседневной деятельности пациента ЗНТ, следует подчеркнуть, что возникновение дефицита времени для решения конкретной визуальной задачи в сочетании с имеющейся анизометропией может являться фактором риска ошибочных действий [13, 21, 22].

Достаточно неожиданным явился полученный по результатам математической модели фактор возраста как одного из ведущих предикторов КЖ. С нашей точки зрения, данное положение требует дальнейшего изучения. В то же время одним из объяснений актуальности рассмотрения возраста в качестве одного из основных прогностических факторов может явиться ожидание послеоперационных результатов в контексте применения очковой коррекции для близи. По данным литературы, пожилые люди с меньшей вероятностью ожидают полную независимость от очков после ФЭК, а пациенты с более высокими предоперационными ожиданиями имеют более низкий уровень послеоперационной удовлетворенности [23, 24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ведущее место в прогнозировании КЖ пациента ЗНТ после проведения бинокулярной катаракты занимает анизометропия при всех исследуемых расстояниях (вдаль, 60 и 40 см), некорректированная острота зрения вдаль. Наряду с этим определен в качестве информативного параметра офтальмо-эргономический показатель теста «Глазомер» (при времени предъявления тестового объекта 3 сек.), что объясняется зависимостью от снижения максимального уровня зрительной работоспособности как с увеличением величины анизометропии, так и с уменьшением времени предъявления стимула. Разработанные предикторы являются эффективными методами оценки клинической эффективности проведения ФЭК с позиции медико-социальной модели здоровья.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Нероев В.В. — основная идея, дизайн статьи, редактирование;
Овечкин Н.И. — набор и анализ клинического материала, сбор литературных источников, подготовка и оформление ссылок, написание статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Бикбов ММ, Исрафилова ГЗ, Гильманшин ТР. Хирургическое лечение возрастной катаракты: вехи и проблемы. Обзор литературы. Офтальмология. 2022;19(1):15–21.
Bikbov MM, Isragilova GZ, Gilmanshin TR. Surgical Treatment of Age-Related Cataracts: Milestones and Challenges. Literature Review. Ophthalmology in Russia. 2022;19(1):15–21 (In Russ.) doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-15-21.
- Иошин ИЭ, Толчинская АИ, Багиров АМ. Влияние фактоэмulsификации двусторонней катаракты с различными интервалами на макулярную область сетчатки. Российский офтальмологический журнал. 2020;13(1):23–28
Ioshin IE, Tolchinskaya AI, Bagirov AM. The effect of phacoemulsification of bilateral cataracts, performed at different intervals, on the macular area of the retina. Russian Ophthalmological Journal. 2020;13(1):23–28 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-1-23-28.
- Narayan A, Evans JR, O’Brart D, Bunce C, Gore DM, Day AC. Laser-assisted cataract surgery versus standard ultrasound phacoemulsification cataract surgery. Cochrane Database Syst Rev. 2023 Jun 23;6(6):CD010735. doi: 10.1002/14651858.CD010735.pub3.
- Lapp T, Wacker K, Heinz C, Maier P, Eberwein P, Reinhard T. Cataract Surgery-Indications, Techniques, and Intraocular Lens Selection. Dtsch Arztebl Int. 2023 May 30;120(21):377–386. doi: 10.3238/arztebl.m2023.0028.
- Narang R, Agarwal A. Refractive cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol. 2024 Jan 1;35(1):23–27. doi: 10.1097/ICU.0000000000001005.

6. Малугин БЭ. Хирургия катаракты и интраокулярная коррекция на современном этапе развития офтальмохирургии. Вестник офтальмологии. 2014;6:80–88. Malugin, BE. Cataract surgery and intraocular correction at the present stage of development of ophthalmology. *Annals of Ophthalmology*. 2014;6:80–88 (In Russ.).
7. Mikalauskiene L, Grzybowski A, Zemaitiene R. Ocular Surface Changes Associated with Ophthalmic Surgery. *J Clin Med*. 2021 Apr 12;10(8):1642. doi: 10.3390/jcm10081642. PMID: 33921534.
8. Pantanelli SM, O'Rourke T, Bologna O, Scruggs K, Longenecker A, Lehman E. Vision and patient-reported outcomes with nondiffractive EDOF or neutral aspheric monofocal intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2023 Apr 1;49(4):360–366. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001123.
9. Овечкин ИГ, Овечкин НИ, Шакула АВ, Павлов АИ, Покровский ДФ. Медико-социальный подход к разработке методики оценки «качества жизни» после фактоэмульсификации катаракты. Часть 1. Офтальмология. 2022;19(1):167–172. Ovechkin IG, Ovechkin NI, Shakula AV, Pavlov AI, Pokrovsky DF. Medico-Social Approach to the Development of a Methodology for Assessing the “Quality of Life” after Cataract Phacoemulsification. Part 1. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(1):167–172 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-167-172.
10. Овечкин ИГ, Овечкин НИ, Шакула АВ, Павлов АИ, Покровский ДФ. Медико-социальный подход к разработке методики оценки «качества жизни» после фактоэмульсификации катаракты. Часть 2. Офтальмология. 2022;19(2):399–404. Ovechkin IG, Ovechkin NI, Shakula AV, Pavlov AI, Pokrovsky DF. Medico-Social Approach to the Development of a Methodology for Assessing the “Quality of Life” after Cataract Phacoemulsification. Part 2. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):399–404 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-399-404.
11. Нероев ВВ, Овечкин НИ. Клинико-диагностическая эффективность исследования качества жизни по опросникам ФЭК-22 и Catquest-9SF после двусторонней фактоэмульсификации катаракты и имплантации монофокальной ИОЛ. Офтальмология. 2023;20(3):497–501. Neroyev VV, Ovechkin NI. Clinical and Diagnostic Efficiency of the Study of the Quality of Life According to the Questionnaires PHEC-22 and Catquest-9SF after Bilateral Cataract Phacoemulsification and Monofocal IOL Implantation. *Ophthalmology in Russia*. 2023;20(3):497–501 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-3-497-501.
12. Эскина ЭН, Овечкин НИ, Кумар В, Кожухов АА. Оценка показателей воспроизводимости и конструктивной валидности методики исследования качества жизни в катарактальной хирургии «Фактоэмульсификация катаракты (ФЭК) — 22». Саратовский научно-медицинский журнал. Приложение: Офтальмология. 2022;18(4):709–712. EDN: QVEGIQ. Eskina EN, Ovechkin NI, Kumar V, Kozhukhov AA. Assessment of reproducibility and constructive validity of the methodology for the study of quality of life in cataract surgery “Phacoemulsification of cataract (PEC) — 22”. *Saratov Journal of Medical Scientific Research. Supplement: Ophthalmology*. 2022;18(4):709–712 (In Russ.). EDN: QVEGIQ.
13. Покровский ДФ, Медведев ИБ, Овечкин НИ, Овечкин ИГ, Павлов АИ. Сравнительная оценка динамики зрительной работоспособности пациента зрительно-напряженного труда с бинокулярной катарактой после применения различных технологий фактоэмульсификации. Офтальмология. 2022;19(3):603–608. Pokrovsky DF, Medvedev IB, Ovechkin NI, Ovechkin IG, Pavlov AI. Comparative Assessment of the Dynamics of Visual Performance of a Patient with Visually Intense Work with Binocular Cataract after Various Technologies of Cataract Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(3):603–608 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-3-603-608.
14. Talukder AK, Zakia S, Khanam M, Parag S, Bhuiyan SI. Binocular Visual Discomfort after First Eye Cataract Surgery: An Inattentive Burning Issue. *Mymensingh Med J*. 2019 Apr;28(2):302–305.
15. Krarup TG, Nisted I, Christensen U, Kiilgaard JF, la Cour M. The tolerance of anisometropia. *Acta Ophthalmol*. 2020 Jun;98(4):418–426. doi: 10.1111/aos.14310.
16. Langenbacher A, Szentmáry N. Anisometropie und Aniseikonie--ungelöste Probleme der Kataraktchirurgie [Anisometropia and aniseikonia--unsolved problems of cataract surgery]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2008 Sep;225(9):763–769. German. doi: 10.1055/s-2008-1027601.
17. Rouse MW, Borsting EJ, Mitchell GL, Scheiman M, Cotter SA, Cooper J, Kulp MT, London R, Wensveen J; Convergence Insufficiency Treatment Trial Group. Validity and reliability of the revised convergence insufficiency symptom survey in adults. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2004 Sep;24(5):384–290. doi: 10.1111/j.1475-1313.2004.00202.x.
18. Lubkin V, Shippman S, Bennett G, Meininger D, Kramer P, Poppinga P. Aniseikonia quantification: error rate of rule of thumb estimation. *Binocul Vis Strabismus Q*. 1999;14(3):191–196.
19. Pageau M, de Guise D, Saint-Amour D. Random-dot stereopsis in microstrabismic children: stimulus size matters. *Optom Vis Sci*. 2015 Feb;92(2):208–216. doi: 10.1097/OPX.0000000000000474.
20. Rutstein RP, Fullard RJ, Wilson JA, Gordon A. Aniseikonia induced by cataract surgery and its effect on binocular vision. *Optom Vis Sci*. 2015 Feb;92(2):201–207. doi: 10.1097/OPX.0000000000000491.
21. Овечкин ИГ, Моренко АВ, Овечкин НИ, Покровский ДФ. Офтальмоэргоника в катарактальной хирургии (клинические случаи). Офтальмология. 2024;21(3):585–591. Ovechkin IG, Morenko AV, Ovechkin NI, Pokrovsky DF. Ophthalmoeconomics in Cataract Surgery (Clinical Cases). *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(3):585–591 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-585-591.
22. Покровский ДФ, Овечкин НИ. Хирургическое лечение пациентов зрительно-напряженного труда с позиции возникновения послеоперационной анизометрии Российский медицинский журнал. 2022;28(5):409–413 Pokrovsky DF, Ovechkin NI. Surgical treatment of patients with visually stressful work from the standpoint of the occurrence of postoperative anisometropia. *Russian Medical Journal*. 2022;28(5):409–413 (In Russ.). doi: 10.17816/med-jrf109967.
23. Mollazadegan K, Lundström M. A study of the correlation between patient-reported outcomes and clinical outcomes after cataract surgery in ophthalmic clinics. *Acta Ophthalmol*. 2015 May;93(3):293–298. doi: 10.1111/aos.12490.
24. Obuchowska I, Ługowska D, Mariak Z, Konopińska J. Subjective Opinions of Patients About Step-by-Step Cataract Surgery Preparation. *Clin Ophthalmol*. 2021 Feb 24;15:713–721. doi: 10.2147/OPTH.S298876.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Нероев Владимир Владимирович
доктор медицинских наук, академик РАН, заслуженный врач РФ,
заслуженный деятель науки РФ, профессор, директор

Овечкин Николай Игоревич
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком

ABOUT THE AUTHORS

Neroyev Vladimir V.
MD, Director, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor
of the Russian Federation, Honored Scientist of the Russian Federation, Professor

Ovechkin Nikolai I.
PhD, Head of the operating unit

Изолированная транспупиллярная фотодинамическая терапия в локальном лечении меланомы хориоидеи

И.Е. Панова^{1,2,3}Э.В. Бойко^{1,2,3}Е.В. Самкович¹В.Г. Гвазава¹

¹ Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С. Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ярослава Гашена, 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, 41191015, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):159–168

Цель: изучить отдаленные результаты локального применения транспупиллярной фотодинамической терапии (ФДТ) с препаратами хлоринового ряда при изолированном органосохранном лечении меланомы хориоидеи (МХ) и определить предикторы ее эффективности. **Пациенты и методы.** Выполнен ретроспективный анализ эффективности транспупиллярной ФДТ у 38 пациентов (38 глаз) с диагнозом «меланома хориоидеи» (МХ), пролеченных в период с 2016 до 2024 года. Медианное время наблюдения составило 24 месяца, средний возраст — 62,77 ± 10,89 года. Распределение по TNM: I ($n = 12$), IIА ($n = 20$), IIВ ($n = 6$). По данным УЗДГ высота опухоли до лечения находилась в диапазоне от 1 до 5,2 мм, медианное значение — 2,95 (2,2; 4,0). Распределение по степени васкуляризации: аваскулярная МХ ($n = 4$), гиповаскулярная МХ ($n = 12$), гипervasкулярная МХ ($n = 22$); по степени пигментации: слабая ($n = 22$), умеренная ($n = 11$), выраженная ($n = 5$). При многофакторном статистическом анализе предикторов эффективности транспупиллярной ФДТ учитывались такие признаки, как: высота опухолевого очага, степень пигментации, степень васкуляризации МХ. **Результаты.** Полный регресс опухоли был достигнут у 32 из 38 пациентов (84 %). После лечения высота опухоли варьировала от 0 до 4 мм, медианное значение — 0,5 (0,3; 1,0). МНОЗ до лечения 0,70 ± 0,34, после — 0,38 ± 0,37. Многофакторный анализ предикторов эффективности лечения показал, что наиболее значимым критерием является степень васкуляризации МХ (AUC = 0,906 (0,802; 1,000), $p = 0,002$). Полный регресс был достигнут в 100 % случаев при гипervasкулярном характере МХ, в 75 % при гиповаскулярном, аваскулярном — 25 % ($p = 0,001$). Достижение полного регресса опухоли достоверно чаще наблюдалось при МХ малых размеров (AUC = 0,922 (0,795; 1,000), $p = 0,001$). Получены оптимальные пороговые значения высоты МХ для проведения транспупиллярной ФДТ в изолированном варианте лечения: 3,9–4,5 мм. Доказано, что степень пигментации МХ является значимым предиктором отсутствия полного регресса опухоли (AUC = 0,805 (0,595; 1,000), $p = 0,019$). Так, при слабопигментированном варианте формирования атрофического рубца определялось у 21 из 22 пациентов (95,5 %), при умеренном — у 9 из 11 (81,8 %), в случае выраженного характера пигментации — у 2 из 5 (40 %) больных ($p = 0,012$). **Выводы.** Эффективность транспупиллярной ФДТ в изолированном лечении МХ малых и средних размеров определяется возможностью достижения полного регресса опухоли у 2/3 пациентов. Выявленные предикторы следует учитывать при проведении данного вида лечения.

Ключевые слова: меланома хориоидеи, увеальная меланома, фотодинамическая терапия, лечение меланомы хориоидеи, лазеры в офтальмологии, фотодинамическая терапия увеальной меланомы, предикторы эффективности фотодинамической терапии
Для цитирования: Панова И.Е., Бойко Э.В., Самкович Е.В., Гвазава В.Г. Изолированная транспупиллярная фотодинамическая терапия в локальном лечении меланомы хориоидеи. *Офтальмология*. 2025;22(1):159–168. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-159-168>

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

Конфликт интересов отсутствует.

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-75-00047, <https://rscf.ru/project/24-75-00047/>



Isolated Transpupillary Photodynamic Therapy in Local Treatment of Choroidal Melanoma

I.E. Panova^{1,2,3}, E.V. Samkovich¹, E.V. Boiko^{1,2,3}, V.G. Gvazava¹

¹ The Saint Petersburg Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Yaroslav Gashek str., 21, Saint Petersburg, 192283, Russian Federation

² North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov
Kirochnaya str., 41, Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation

³ Saint-Petersburg State University
Universitetskaya emb., 7–9, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):159–168

Objective: To evaluate the long-term results of local application of transpupillary photodynamic therapy (PDT) with chlorine photosensitizer in isolated organ-preserving treatment of uveal melanoma (UM) and to determine predictors of its effectiveness. **Patients and methods.** Retrospective analysis of transpupillary PDT efficacy in 38 patients (38 eyes) diagnosed with choroidal melanoma (CM) treated between 2016 and 2024. The median follow-up time was 24 months. The mean age was 62.77 ± 10.89 years. Distribution according to TNM: I ($n = 12$), IIA ($n = 20$), IIB ($n = 6$). According to ultrasound Doppler, the initial tumor thickness before treatment ranged from 1 mm to 5.2 mm, with a median value of 2.95 [2.2; 4.0]. Distribution by degree of vascularization: avascular CM ($n = 4$), hypovascular CM ($n = 12$), hypervascular CM ($n = 22$); by degree of pigmentation: weak ($n = 22$), moderate ($n = 11$), severe ($n = 5$). In a multivariate statistical analysis of predictors of transpupillary PDT efficacy, the following features were taken into account: tumor thickness, the degree of pigmentation, and the degree of UM vascularization. **Results.** Complete regression was achieved in 32 of 38 patients (84 %). After treatment, the tumor thickness ranged from 0 to 4 mm, the median value was 0.5 [0.3; 1.0]. Mean best corrected visual acuity before treatment was 0.70 ± 0.34 and $0/38 \pm 0.37$ after treatment. Multivariate analysis of predictors of treatment efficacy reveal that the most significant criterion was the degree of CM vascularization (AUC = 0.906 [0.802; 1.000], $p = 0.002$). Complete regression was achieved in 100 % of cases with hypervascular UM, 75 % with hypovascular, and 25% with avascular ($p = 0.001$). Complete regression was significantly more often observed in small CM (AUC = 0.922 [0.795; 1.000], $p = 0.001$). The optimal threshold values of the CM thickness for transpupillary PDT in an isolated treatment were obtained: 3.9–4.5 mm. It has been proved that the degree of CM pigmentation is a significant predictor of the absence of complete regression (AUC = 0.805 [0.595; 1.000], $p = 0.019$), so in the weakly pigmented variant, the formation of an atrophic scar was determined in 21 of 22 patients (95.5 %), in the moderate variant — in 9 of 11 cases (81.8 %), in the case of severe pigmentation in 2 of 5 (40 %) patients ($p = 0.012$). **Conclusions.** Transpupillary PDT efficacy in the isolated treatment of small and medium CM is determined by the possibility of achieving complete regression in 2/3 of patients. The identified predictors should be taken into account when conducting this type of treatment.

Keywords: choroidal melanoma, uveal melanoma, photodynamic therapy, treatment of choroidal melanoma, lasers in ophthalmology, photodynamic therapy of uveal melanoma, predictors of photodynamic therapy effectiveness

For citation: Panova I.E., Samkovich E.V., Boiko E.V., Gvazava V.G. Isolated Transpupillary Photodynamic Therapy in Local Treatment of Choroidal Melanoma. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):159–168. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-159-168>

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

There is no conflict of interests.

Acknowledgment: this research was supported by the Russian Science Foundation grant no. 24-75-00047, <https://rscf.ru/project/24-75-00047/>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Меланома хориоидеи (МХ) является наиболее распространенной первичной злокачественной внутриглазной опухолью [1]. В лечении данной патологии применяются различные технологии. Согласно клиническим рекомендациям в нашей стране наиболее часто используемым методом локального лечения опухолей малых и средних размеров является брахитерапия с радионуклидом Ru/Ro-106 (БТ), обладающая доказанной эффективностью и, в большинстве случаев, позволяющая достичь локального контроля над опухолью [2]. Вместе с тем применение БТ сопряжено с побочными эффектами в виде постлучевой нейроретинопатии, что приводит к снижению зрения в различные сроки

после лечения [3]. Альтернативным методом лечения пигментированной МХ начальных размеров с постэкваториальной локализацией является транспупиллярная термотерапия (ТТТ) [4]. Однако возможности данной технологии ограничены допустимой элевацией опухоли до 3 мм, значительным снижением эффективности при гиперваскулярных и слабопигментированных вариантах МХ из-за повышенного тока крови в сосудах опухоли и отсутствия меланина в опухолевых клетках с соответствующим плохим поглощением тепла и риском геморрагических осложнений [5, 6].

Ввиду вышеописанных недостатков общеизвестных методов лечения на сегодняшний день осуществляется поиск альтернативных вариантов лечения малых

И.Е. Панова, Э.В. Бойко, Е.В. Самкович, В.Г. Гвазава

Контактная информация: Самкович Елена Владиславовна e.samkovich@mail.ru

и средних МХ. Перспективность использования фотодинамической терапии (ФДТ) с препаратами хлоринового ряда определяется механизмом действия, позволяющим воздействовать не только на сосуды опухоли, но и на клеточный субстрат, а также заявленным в инструкции к фотосенсибилизатору (ФС) показанием к применению при меланоме [7–9]. Вместе с тем представленный в мировой литературе опыт применения ФДТ в лечении МХ демонстрирует ряд ограничений для внедрения данной технологии в клиническую практику, что определяет необходимость стандартизации подходов к локальному лазерному лечению опухолевых очагов с учетом комплексного анализа таких факторов, как размеры очага, степень васкуляризации и пигментации опухоли [9–14].

Цель: изучить отдаленные результаты локального применения транспупиллярной фотодинамической терапии при изолированном органосохранном лечении меланомы хориоидеи и определить предикторы ее эффективности.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ эффективности транспупиллярной ФДТ у 38 пациентов (38 глаз) с установленным диагнозом «меланомы хориоидеи» (МХ), пролеченных в период с 2016 до 2024 года в условиях Санкт-Петербургского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова». Срок наблюдения составил от 12 до 108 мес. (от 1 года до 9 лет). Медианное время наблюдения — 24 месяца.

Клинико-инструментальная характеристика исследуемой группы больных представлена в таблице 1. Средний возраст пациентов на момент начала лечения составил $62,77 \pm 10,89$ (от 31 до 77) года. Распределение по стадиям TNM: I ($n = 12$), IIА ($n = 20$), IIВ ($n = 6$).

Для оценки метрических и гемодинамических характеристик опухоли всем пациентам проводилось комплексное ультразвуковое исследование (УЗИ) глазного яблока с применением цветового доплеровского картирования (ЦДК) с помощью ультразвукового сканера экспертного класса PHILIPS Affinity 50 (Philips Ultrasound, США) линейным высокочастотным широкополосным датчиком L15-7iо в рабочем диапазоне частот от 15 до 7 МГц. Исследование осуществляли в соответствии с принципом безопасного применения диагностического ультразвука (ALARA). По данным УЗИ высота опухоли до лечения находилась в диапазоне от 1 до 5,2 мм, медианное значение — 2,95 (2,2; 4,0). По данным ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) в зависимости от наличия и плотности распределения цветковых картограмм (ЦК) потоков крови были исследованы следующие варианты МХ: аваскулярный — отсутствие ЦК потоков в опухоли, гиповаскулярный — единичные ЦК потоки в проекции опухоли и гипervasкулярный — множественные ЦК потоки в проекции опухоли. По степени васкуляризации было следующее распределение: аваскулярная МХ ($n = 4$), гиповаскулярная МХ ($n = 12$), гипervasкулярная МХ ($n = 22$).

Таблица 1. Клинико-инструментальная характеристика исследуемой группы больных

Table 1. Clinical and instrumental characteristics of the study group

Критерий Criterion	Среднее \pm SD Mean \pm SD	Диапазон Range
Возраст, лет Age, years	$62,77 \pm 10,89$	31,0/77,0
МКОЗ до лечения Best corrected visual acuity before treatment	$0,70 \pm 0,34$	0,01/1,2
Высота (толщина) опухоли, мм Tumor thickness, mm	$3,03 \pm 1,23$	1,0/5,2
Максимальный базальный диаметр опухоли, мм Maximal basal diameter, mm	$9,87 \pm 2,30$	5,9/15,0
Стадия TNM (I/IIA/IIВ) TNM stage (I/IIA/IIВ)	12/20/6	—
Пигментация опухоли (слабая/умеренно/густо) Tumor pigmentation (weak/moderate/severe)	22/11/5	—
Кровоток до лечения (аваскулярный/гипо/гипер) Tumor vascularization (avascular/hypo/hyper)	4/12/22	—

Оценка степени пигментации опухоли проводилась субъективно при офтальмоскопии, а также по данным фоторегистрации глазного дна. ФДТ подвергались, как правило, МХ со слабой ($n = 22$), умеренной ($n = 11$) степенью и, в ряде случаев, с выраженным характером ($n = 5$) пигментации опухоли.

Для оценки экстраокулярной распространенности процесса у всех больных было выполнено МРТ-исследование органов брюшной полости и головного мозга, МСКТ легких. На момент начала лечения и в процессе динамического наблюдения признаков метастатического поражения у пациентов установлено не было.

Для последующего многофакторного статистического анализа предикторов эффективности транспупиллярной ФДТ учитывались такие признаки, как высота опухолевого очага, степень пигментации опухоли (слабая, умеренная, выраженная), степень васкуляризации МХ (аваскулярная, гиповаскулярная, гипervasкулярная).

Фотодинамическую терапию проводили с использованием лазерной установки «АЛОД-01» («Алком Медика», Россия), длина волны 662 нм. Пациенту внутривенно капельно за 3 часа до операции вводили хлориновый фотосенсибилизатор «Фотолон»/«Фоторан» в расчете 1,0 мг/кг веса. Далее в условиях мириаза с использованием широкопольных офтальмологических линз транспупиллярно выполняли лазерное облучение вершины опухоли концентрично по направлению от центра к периферии новообразования, с перекрытием соседних полей на 10–15 % площади и с захватом здоровых тканей не менее 1,5 мм от определяемой границы опухоли. Диаметр пятна лазерного излучения, параметры мощности, плотности мощности и плотности энергии выбирали индивидуально с учетом общей площади опухоли, зоны воздействия и степени пигментации. Диапазон диаметра пятна лазерного излучения составлял от 2 до 5 мм, диапазон мощности — от 0,1 до 0,4 Вт,

диапазон плотности мощности — от 0,300 до 0,400 Вт/см², диапазон плотности энергии — от 200 до 250 Дж/см².

Эффективность лечения определяли подобно грациям оценки целевых очагов солидных опухолей (аналогично RECIST, 2009) как полный, частичный регресс, стабилизация и прогрессирование процесса, при этом в динамике оценивалась толщина опухоли по данным УЗИ. Исследование выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации 1964 года. Пациентами было подписано информированное согласие на лечение.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе Statistica 10. Для описания категориальных данных приведены абсолютные частоты и проценты от общего количества наблюдений, анализ — с использованием таблиц частот, таблиц сопряженности, точного критерия Фишера. Количественные переменные описаны через среднее значение и стандартную ошибку среднего, а также при помощи медианы, 25-го и 75-го квантилей. Проверка на нормальность выполнена с помощью критерия Шапиро — Уилка, но в связи с наличием в исследовании малочисленных групп ($n < 10$) при их сравнении использовались непараметрические критерии: Краскела — Уоллиса или Манна — Уитни. Динамика показателей в группах до/после лечения исследована с помощью критерия Вилкоксона для зависимых выборок. При выполнении множественных сравнений применялась поправка Холма — Бонферрони. Для оценки прогностического качества показателей как предикторов регресса проводился ROC-анализ. Оптимальная точка отсечения (cut-off) определялась двумя способами: как значение показателя, обеспечивающее максимум суммы чувствительности и специфичности или минимум абсолютного значения разницы между ними. Для оценки различий между двумя группами по нескольким переменным одновременно применялся дискриминантный анализ.

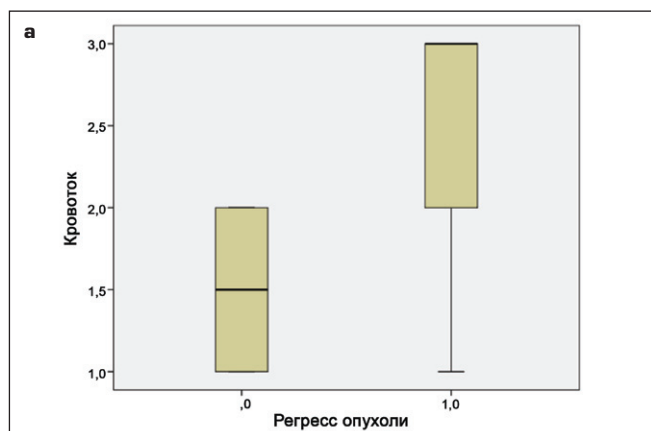


Рис. 2. а — связь степени васкуляризации МХ с наступлением полного регресса опухоли ($p = 0,001$). 1 — аваскулярные МХ, 2 — гиповаскулярные МХ, 3 — гипervasкулярные МХ; б — ROC-кривая прогностической значимости степени васкуляризации МХ

Fig. 2. а — relationship between the degree of CM vascularization and the onset of complete regression ($p = 0.001$). 1 — avascular CM, 2 — hypovascular CM, 3 — hypervasascular CM; б — ROC-prognostic value curve of the degree of CM vascularization

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате проведенного лечения на сроке медианного наблюдения 24 месяца полного регресса опухоли удалось достичь у 32 из 38 пациентов (84 %), частичного — у 6 из 38 (16 %). После лечения высота опухоли варьировала от 0 до 4 мм, медианное значение — 0,5 мм (0,3; 1,0) (рис. 1). При этом срок наблюдения у пациентов с полным ($48,37 \pm 37,77$) или частичным регрессом ($37,66 \pm 38,22$) значительно не различался ($U = 72,0$, $p = 0,36$).

МКОЗ до лечения составляла $0,70 \pm 0,34$, после лечения — $0,38 \pm 0,37$. Снижение остроты зрения обусловлено проведением лазерного воздействия в центральных отделах сетчатки. Послеоперационное осложнение наблюдалось у одного пациента с юстапапиллярной локализацией процесса, развилось в первые сутки после ФДТ в виде тромбоза центральной вены сетчатки.

Многофакторный анализ предикторов эффективности лечения показал, что наиболее значимым критерием эффективности транспуиллярной ФДТ является

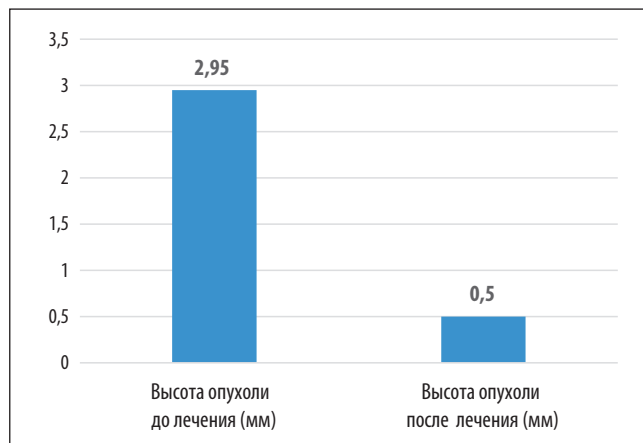
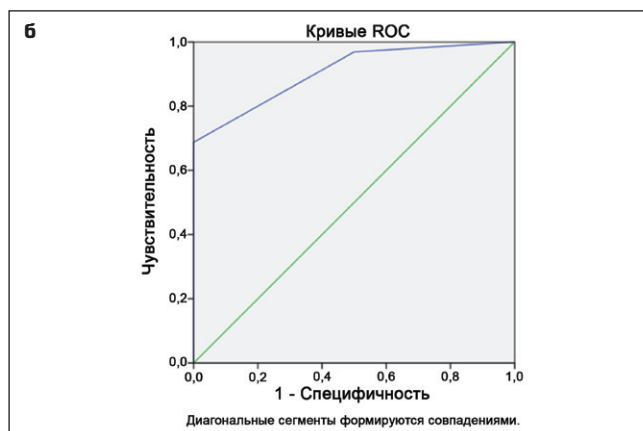


Рис. 1. Данные высоты опухоли до и после лечения

Fig. 1. Tumor thickness data before and after treatment



степень васкуляризации МХ. Полный регресс был достигнут в 100 % случаев при гипervasкулярном характере кровоснабжения опухоли, в 75 % при гиповаскулярном, в то время как при аваскулярном — только у 25 % исследуемых пациентов ($p = 0,001$) (рис. 2а). В результате проведенного ROC-анализа при оценке влияния степени выраженности васкуляризации МХ на эффективность ФДТ удалось установить, что данный критерий является значимым фактором достижения полного регресса опухоли: $AUC = 0,906$ (0,802; 1,000) ($p = 0,002$) (рис. 2б).

При оценке влияния исходной высоты опухоли на эффективность лечения было установлено, что достижение полного регресса опухоли достоверно чаще наблюдалось при МХ малых размеров (высотой до 3,0 мм) в сравнении с опухолями средних размеров (до 5,2 мм элевации) ($p < 0,0001$) (рис. 3а). При проведении ROC-анализа было установлено, что исходная высота МХ является значимым предиктором отсутствия полного регресса опухоли ($p = 0,001$), площадь под кривой $AUC = 0,922$ (0,795; 1,000) (рис. 3б), что свидетельствует об отличном прогностическом качестве показателя.

Установлены оптимальные пороговые значения высоты опухоли для проведения транспупиллярной ФДТ в изолированном варианте лечения: 3,9–4,35 мм. Полученный диапазон элевации опухоли является значимым критерием при планировании данного вида лечения и в прогнозировании наступления полного регресса опухоли. Метрические параметры максимально допустимой элевации МХ для проведения изолированной ФДТ приведены в таблице 2.

При анализе влияния степени выраженности пигментации МХ на эффективность лечения было установлено, что при слабо пигментированном варианте опухоли у 21 из 22 пациентов (95,5 %) определялся полный регресс опухоли, при умеренном характере — в 9 из 11 случаев (81,8 %), при выраженном характере пигментации только 2 из 5 (40 %) больных достигли полного регресса

Таблица 2. Оптимальные пороговые значения высоты опухоли для проведения транспупиллярной ФДТ в изолированном варианте лечения [cut off]

Table 2. Optimal threshold values of tumor thickness for transpupillary PDT as an isolated treatment option [cut off]

Метод Method	Высота опухоли исходная (мм) Initial tumor thickness (mm)	Чувствительность Sensitivity	Специфичность Specificity
Максимум суммы чувствительности и специфичности Maximum sum of sensitivity and specificity	4,35	83,3 %	93,8 %
Минимум модуля разности чувствительности и специфичности Minimum modulus of difference between sensitivity and specificity	3,9	83,3 %	84,4 %

опухоли. Между наступлением полного регресса опухоли и степенью пигментации МХ была обнаружена значимая взаимосвязь ($p = 0,012$ точный двусторонний критерий Фишера) (рис. 4а).

В результате проведенного ROC-анализа удалось установить, что степень пигментации МХ также является значимым предиктором отсутствия полного регресса опухоли ($p = 0,019$), площадь под кривой $AUC = 0,805$ (0,595; 1,000), что свидетельствует об очень хорошем прогностическом качестве показателя (рис. 4б).

Полученные результаты эффективности изолированной ФДТ в локальном лечении МХ и значимость установленных предикторов подтверждаются клиническим наблюдением.

Пациент Б., 66 лет, направлен в Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Фёдорова» МЗ РФ на консультацию офтальмоонколога с подозрением на новообразование хориоидеи правого глаза. Пациент предъявлял жалобы на «вуаль» перед правым глазом, которая появилась около 5 месяцев назад. Пациентом было подписано

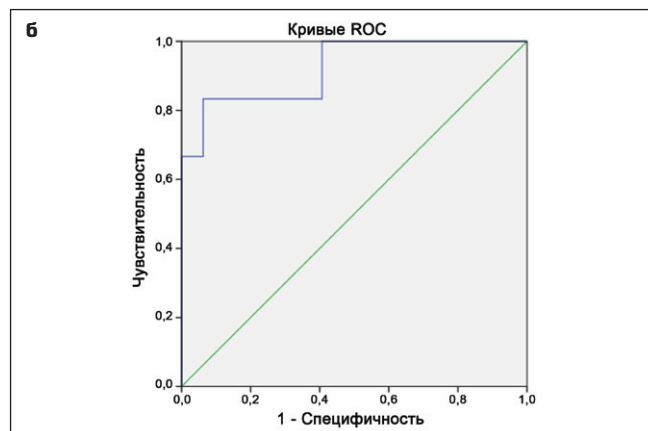
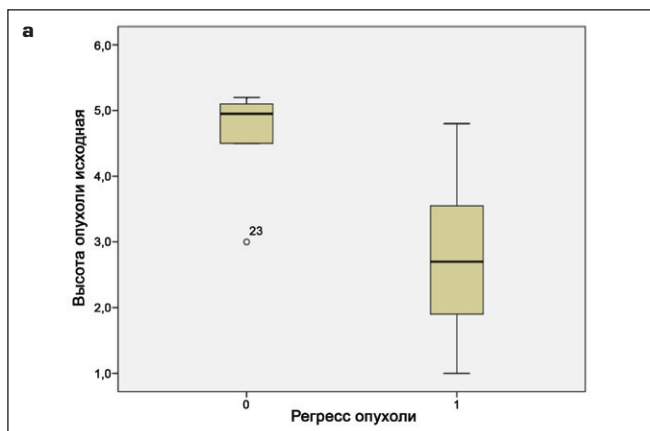


Рис. 3. а — связь исходной высоты МХ с наступлением полного регресса опухоли ($p < 0,0001$); б — ROC-кривая прогностической значимости исходной высоты опухоли, $AUC = 0,922$ (0,795; 1,000) ($p = 0,001$)

Fig. 3. а — relationship between the initial thickness of the CM and the onset of complete tumor regression ($p < 0.0001$); б — ROC-prognostic value curve of the initial tumor thickness, $AUC = 0.922$ (0.795; 1.000) ($p = 0.001$)

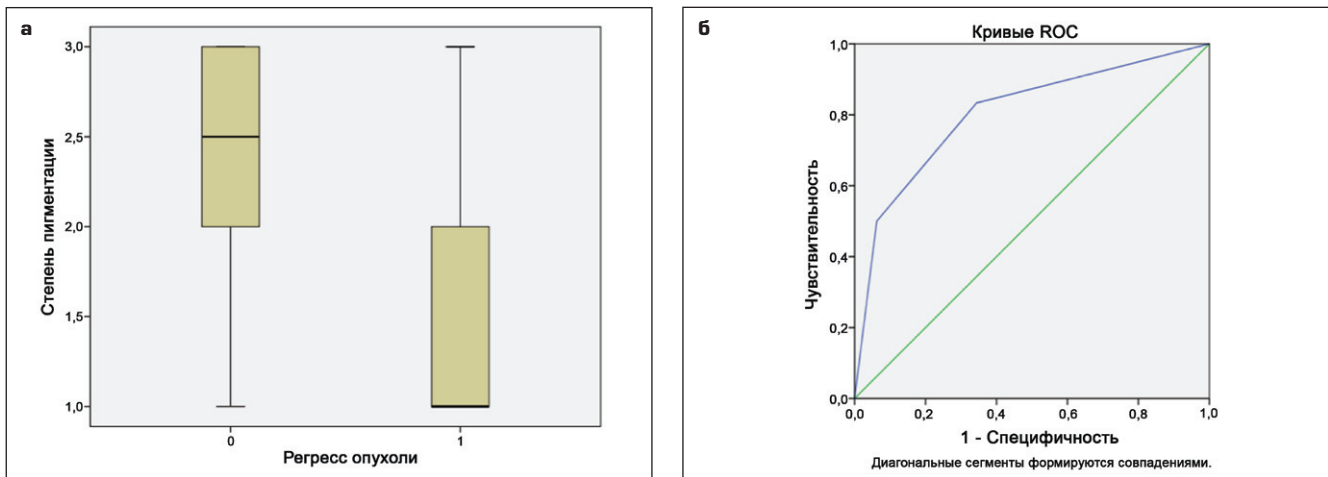


Рис. 4. а — связь степени выраженности пигментации МХ с наступлением полного регресса опухоли ($p = 0,012$). 1 — слабо пигментированная МХ, 2 — умеренно пигментированная МХ, 3 — густо пигментированная МХ; б — ROC-кривая прогностической значимости степени пигментации МХ. AUC = 0,805 (0,595; 1,000) ($p = 0,019$)

Fig. 4. а — relationship between the degree of CM pigmentation and the onset of complete tumor regression ($p = 0.012$). 1 — weakly pigmented CM, 2 — moderately pigmented CM, 3 — severe pigmented CM; б — ROC-prognostic value curve of the CM pigmentation degree, AUC = 0.805 (0.595; 1.000) ($p = 0.019$)

информированное согласие на диагностическое обследование. По результатам стандартного офтальмологического обследования установлено: острота зрения OD = 0,8 cyl +1,0 D ax 180 = 0,95; OS = 0,6 sph +0,5 cyl +1,0D ax 180 = 0,8; ВГД (по данным пневмотонометрии): OD = 10 мм рт. ст., OS = 12 мм рт. ст. При биомикроскопии правого глаза передний отдел без особенностей, офтальмоскопически диск зрительного нерва бледно-розовый, границы четкие, в макулярной области без патологии, по ходу нижневисочной сосудистой аркады определялся проминирующий густо пигментированный очаг размерами 5–6 PD с локальной экссудативной отслойкой сетчатки. Левый глаз без патологии.

Согласно результатам мультимодального диагностического обследования (рис. 5), включающего ультразвуковое исследование (УЗИ), в том числе в режиме дуплексной доплерографии (УЗДГ) с применением цветового доплеровского картирования (ЦДК), в нижне-височном квадранте определялось проминирующее округлое новообразование хориоидеи высотой до 2,4 мм, диаметром

основания до 6,5 мм, в режиме ЦДК — густая сосудистая сеть в толще очага, регистрировался среднескоростной среднерезистентный кровоток. Книзу от образования распространялась локальная отслойка сетчатки. Оптическая когерентная томография (ОКТ) выполнена с помощью прибора Optovue XR Avanti в режиме Raster и Cross Line. По результатам ОКТ определялся проминирующий фокус хориоидеи с локальной отслойкой нейроэпителия вокруг фокуса, сетчатка над образованием с признаками

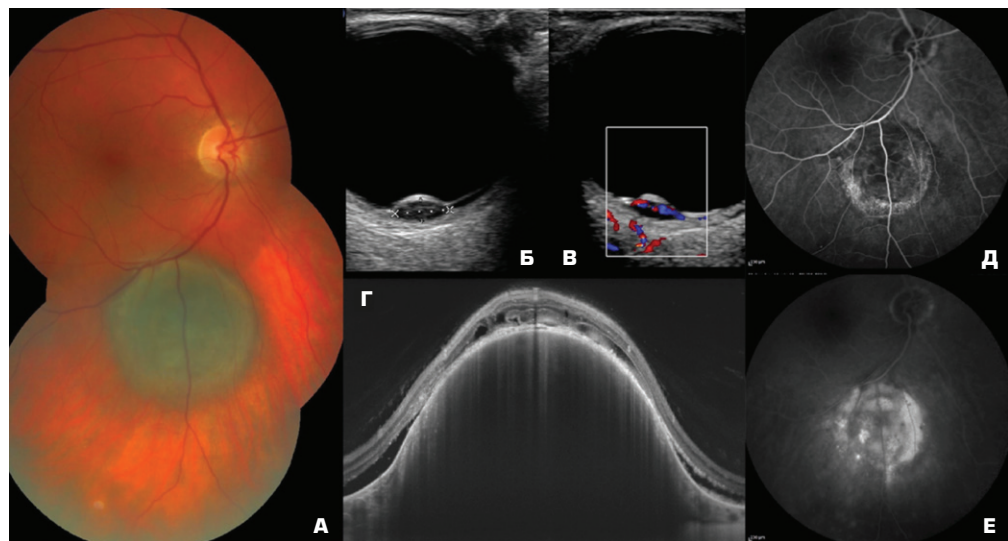


Рис. 5. Данные инструментального обследования пациента Б. до лечения: А — фотоконтроль, Б — ультразвуковое исследование, В — ультразвуковое исследование с цветовым доплеровским картированием, Г — оптическая когерентная томография, Д — ранняя фаза флюоресцентной ангиографии, Е — поздняя фаза флюоресцентной ангиографии

Fig. 5. Instrumental examination of the patient Б. before treatment: А — colour fundus photo, Б — ultrasound examination, В — ultrasound examination with color Doppler, Г — optical coherence tomography, Д — early phase of fluorescein angiography, Е — late phase of fluorescein angiography

отека. По данным флюоресцентной ангиографии (ФАГ) на средней периферии по ходу нижневисочной сосудистой аркады в проекции пигментного очага в ранние фазы на фоне гипофлюоресценции прослеживалась субретинальная сосудистая сеть. В ходе исследования отмечалось накопление красителя в ткани образования, экстравазация красителя из ретинальных сосудов вблизи образования (рис. 5).

Для оценки экстраокулярной распространенности процесса было выполнено МРТ-исследование органов брюшной полости и головного мозга, МСКТ легких. По результатам дополнительных исследований — без патологических изменений.

На основании данных клинко-инструментального обследования пациенту был установлен диагноз: Меланома хориоидеи T_{1a}N₀M₀ I стадия. Вторичная локальная отслойка сетчатки.

Учитывая размеры опухоли, обильную васкуляризацию по данным УЗИ с ЦДК, локализацию и наличие локальной отслойки сетчатки, пациенту было предложено лечение в объеме транспупиллярной фотодинамической терапии. Пациентом было подписано

добровольное информированное согласие на лечение.

Транспупиллярную ФДТ выполняли по методике, описанной в разделе «Пациенты и методы». На следующий день после ФДТ отмечались умеренной степени выраженности реакция в виде побеления и отека поверхности опухоли, единичные кровоизлияния по центральному краю образования (рис. 6).

Через один месяц после лечения наблюдалась положительная динамика — офтальмоскопически в области новообразования визуализировалась зона хориоретинальной

атрофии (фото глазного дна представлено на рис. 7А). По данным УЗИ определялась остаточная проминенция образования до 0,4 мм с диаметром основания до 5,3 мм, в режиме ЦДК внутриопухольный кровоток не регистрировался, имел место регресс вторичной отслойки сетчатки (рис. 7Б). На ОКТ показан фиброваскулярный рубец (рис. 7В и Г).

Спустя 12 месяцев после лечения был получен полный регресс опухоли: на контрольном осмотре острота зрения правого глаза составила 0,5 sph +0,75 cyl + 1,25 ax 175 = 0,8, ВГД по данным пневмотонометрии =

11 мм рт. ст. При осмотре глазного дна в зоне опухоли сформировалась зона атрофии хориоидеи (рис. 8А). По ОКТ определялась атрофия сетчатки и пигментного эпителия в зоне образования, отсутствие элевации опухоли (рис. 8Б). На УЗИ опухоль не визуализировалась, сетчатка прилежала во всех отделах (рис. 8В).

ОБСУЖДЕНИЕ

ФДТ является методом лечения, основанным на использовании фотосенсибилизатора и лазерного излучения, взаимодействие которых приводит к прямому цитотоксическому действию на опухолевый субстрат, тромбозу внутриопухольных сосудов, а также к активации иммунного ответа [8, 10]. До сегодняшнего дня спорным вопросом остается возможность применения данного метода в лечении меланомы сосудистой оболочки глаза.

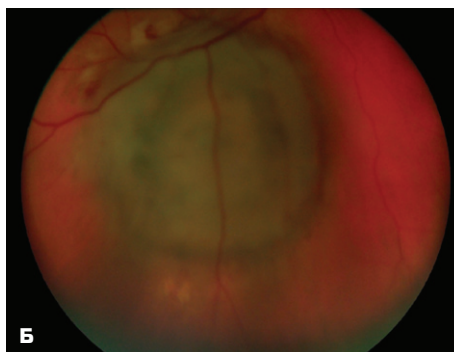


Рис. 6. Фото глазного дна пациента Б на следующий день после проведения транспупиллярной ФДТ

Fig. 6. Colour fundus photo of the patient B one day after transpupillary PDT

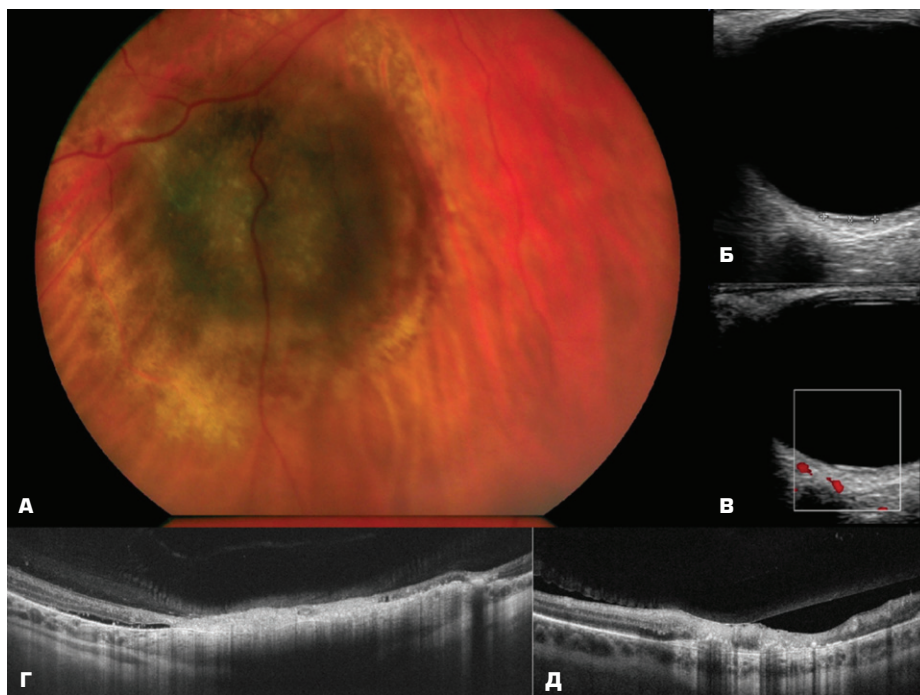


Рис. 7. Пациент Б. Фото глазного дна (А), ультразвуковое исследование (Б), ультразвуковое исследование с цветовым доплеровским картированием (В), ОКТ (Г и Д) через 1 месяц после лечения

Fig. 7. Patient B. Colour fundus photo (A), ultrasound (Б), ultrasound with color Doppler (В), OCT (Г and Д) 1 month after treatment

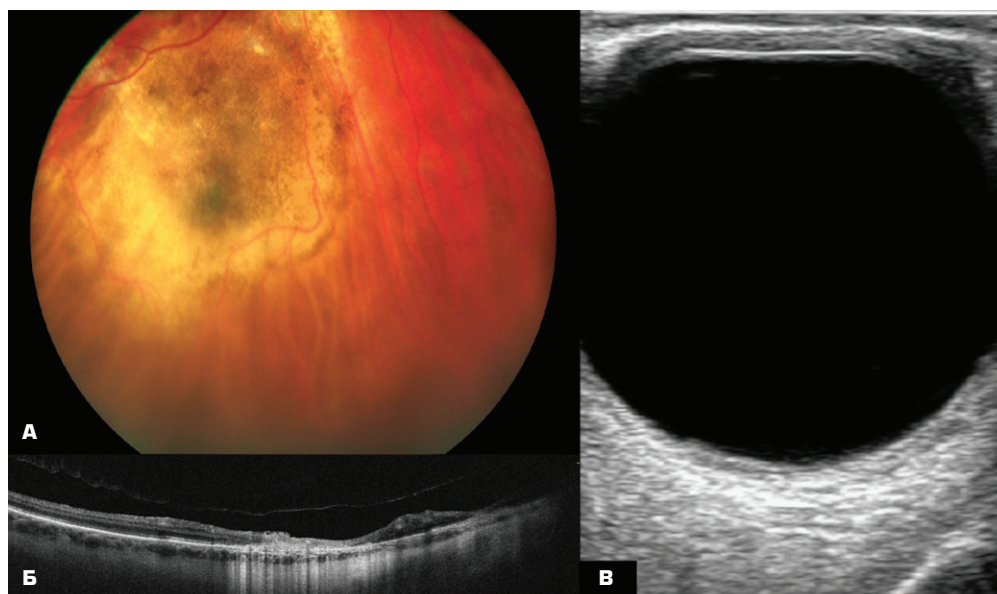


Рис. 8. Пациент Б. Фото глазного дна (А), ОКТ (Б) и УЗИ (В) через год после лечения

Fig. 8. Patient B. Colour fundus photo (A), OCT (B) and ultrasound (B) one year after treatment

Возможности ФДТ во многом определяются фотофизическими и фармакокинетическими характеристиками ФС, обеспечивающего необходимую эффективность, безопасность и направленность проводимого лечения. В зарубежной практике ФДТ применяется с препаратами первого поколения (порфиринового ряда), которые показали многообещающие результаты в экспериментальных исследованиях меланомы на животных и при лечении внутриглазных опухолей, которые не реагировали на традиционную терапию [15]. Однако имеющиеся в зарубежной литературе данные о применении ФДТ с ФС первого поколения в лечении МХ носят противоречивый характер и не позволяют судить о достаточной эффективности и безопасности данного подхода из-за низкой фотодинамической активности порфириновых препаратов и длительной кожной фототоксичности [11–13].

Прорывом в отечественной онкологической практике явилось появление фотосенсибилизаторов второго поколения (на основе хлорина е6), которые имеют максимум поглощения в диапазоне 650–700 нм, что позволяет повысить эффективность лечения за счет увеличения глубины проникновения лазерного излучения в биологические ткани, а также за счет более высокого контраста накопления ФС в сосудистых структурах и в тканях с повышенной митотической активностью [7, 16]. Результаты, полученные в данном исследовании, показали, что применение ФДТ с ФС хлоринового ряда в изолированном лечении МХ малых и средних размеров позволяет достичь полного регресса опухоли у 84 % пациентов. Полученная эффективность лечения подтверждается исследованиями Ю.А. Белого и соавт. (2008), в которых проводилась оценка эффективности ФДТ с ФС хлоринового ряда (фотодита-

зин) в лечении МХ различных размеров, в том числе малых МХ со сроком наблюдения от 12 до 36 мес. [9, 14]. В работе на небольшой выборке (7 пациентов) было продемонстрировано наступление у всех пациентов полного или частичного регресса с остаточной элевацией аваскулярного опухолевого очага от 0,6–1,2 мм на сроке 6 месяцев [9]. Пятилетние результаты применения ФДТ с ФС хлоринового ряда в лечении МХ малых размеров, продемонстрированные Л.В. Науменко и соавт. (2020), свидетельствуют

о возможности достижения полного и частичного регресса опухоли у 98,5 % пациентов [10].

Высота опухоли является одним из факторов, имеющих большое значение при планировании лечения. В данном исследовании при проведении детального статистического анализа были получены точки отсечения (cut off) максимально допустимой элевации МХ для проведения изолированной ФДТ: 3,9–4,35 мм, что отчасти согласуется с литературными данными, в которых было показано, что важная роль отводится исходным размерам опухолевого очага [10]. Так, было определено, что в группе пациентов с толщиной опухоли $3,3 \pm 1,0$ мм продолженный рост МХ после ФДТ имел место в 67,0 %, что послужило основанием для перехода к комбинированному или лучевому лечению [10].

В ряде исследований была продемонстрирована прямая зависимость результата ФДТ от кровоснабжения опухоли [5, 8, 9]. В полученных нами данных установлено, что исходная степень васкуляризации МХ является значимым фактором эффективности транспупиллярной ФДТ. Полный регресс достоверно чаще достигался в случаях гипер- и гиповаскулярной МХ в сравнении с аваскулярными вариантами, что подчеркивает важность оценки характеристики кровотока с применением комплексного УЗИ с ЦДК на этапе отбора пациентов на лечение [17].

Дискутабельным является вопрос о роли пигментации опухоли при выполнении ФДТ. В данном исследовании ФДТ проводили преимущественно при слабо и умеренно пигментированных вариантах МХ, при этом полученная высокая результативность лечения (95,5 и 81,8 %) находится в полном соответствии с данными ранее проведенных исследований, касающихся ФДТ с использованием препаратов хлоринового ряда [9, 10, 14]. Вместе с тем

представленный в данной публикации клинический пример с пигментированным вариантом МХ показывает возможность получения атрофического хориоретинального рубца в исходе ФДТ на сроке наблюдения 12 месяцев.

Следует предположить, что выраженная степень пигментации, вероятно, является условным ограничением к применению ФДТ с препаратами хлоринового ряда, поскольку данный метод применяется для лечения пигментированных кожных меланом [18]. Кроме того, в ряде зарубежных исследований, основанных на применении ФС первого поколения, была доказана возможность применения ФДТ при пигментированных опухолях при условии проведения лечения несколькими курсами. Авторами был выполнен ретроспективный анализ отдаленных результатов применения ФДТ с вертепорфином у 26 пациентов, из которых в 73 % случаев наблюдались густо пигментированные варианты МХ [11]. В исследовании I.D. Fabian и соавт. при лечении ФДТ (в 3 этапа) пигментированных вариантов МХ был достигнут полный регресс опухоли в 62 % случаев на сроке наблюдения 27 месяцев с регрессом вторичной отслойки сетчатки и значительным улучшением остроты зрения [12].

Вопросы пигментации и возможностей ФДТ требуют продолжения исследований, разработки оптимальных параметров лазерного воздействия с объективизацией оценки степени пигментации опухоли.

Таким образом, проведенный многофакторный анализ предикторов эффективности транспупиллярной ФДТ в изолированном лечении МХ позволил определить клинические, гемодинамические и метрические критерии, способные оказывать влияние на эффективность ФДТ.

ВЫВОДЫ

Эффективность транспупиллярной ФДТ с препаратами хлоринового ряда в изолированном локальном лечении МХ малых и средних размеров определяется возможностью достижения полного регресса опухоли в 84 % случаев. Значимыми предикторами эффективности лечения являются: гипо/гиперваскулярный характер васкуляризации опухоли ($p = 0,001$), исходная элевация новообразования до 3,9–4,5 мм ($p = 0,0001$) и слабая/умеренная степень выраженности пигментации МХ ($p = 0,012$).

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Панова И.Е. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Бойко Э.В. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, критический пересмотр статьи в части значимого интеллектуального содержания; окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Самкович Е.В. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных; подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания;
Гвазав В.Г. — сбор данных; подготовка статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Singh AD, Turell ME, Topham AK. Uveal melanoma: trends in incidence, treatment, and survival. *Ophthalmology*. 2011 Sep;118(9):1881–1885. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.01.040.
- O'Day RFJ, Roelofs KA, Negretti GS, Hay G, Arora AK, Stoker I, Damato BE, Sago MS, Cohen VML. Long-term visual outcomes after ruthenium plaque brachytherapy for posterior choroidal melanoma. *Eye (Lond)*. 2023 Apr;37(5):959–965. doi: 10.1038/s41433-022-01944-4.
- Быховский АА, Панова ИЕ, Самкович ЕВ. Постлучевой макулярный отек после брахитерапии меланомы хориоидеи (Ru/Rh106): факторы риска и возможности коррекции. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2023;12(6):19–23. Bykhovskiy AA, Panova IE, Samkovich EV. Post-radiation macular edema after brachytherapy for choroidal melanoma (Ru/Rh106): risk factors and correction possibilities. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2023;12(6):19–23 (In Russ.). doi: 10.17116/onkolog20231206119.
- Саакян СВ, Мякошина ЕБ, Юрковская НН. Спектральная оптическая когерентная томография в оценке эффективности транспупиллярной термотерапии начальной меланомы хориоидеи. *Вестник офтальмологии*. 2013;129(3):32–37. Saakian SV, Miakoshina EB, Iurovskaya NN. Spectral domain optical coherence tomography for evaluation of transpupillary thermotherapy efficacy in early uveal melanoma. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2013;129(3):32–37 (In Russ.).
- Науменко ЛВ. Транспупиллярная термотерапия меланомы сосудистой оболочки глаза. *Biomedical Photonics*. 2020;9(2):29–35. Naumenko LV. Transpupillary thermotherapy of choroidal melanoma. *Biomedical Photonics*. 2020;9(2):29–35 (In Russ.). doi: 10.24931/2413-9432-2020-9-2-29-35.
- Бровкина АФ, Борисова З Л. Оптимизация показаний к транспупиллярной термотерапии меланом хориоидеи. *Вестник офтальмологии*. 2010;126(4):48–52. Brovkinina AF, Borisova ZL. Optimization of indications for transpupillary thermotherapy for choroidal melanomas. *Vestnik Oftalmologii*. 2010;126(4):48–52 (In Russ.).
- Лихванцева ВГ, Будзинская МВ, Шевчик СА. Первый клинический опыт применения фотодинамической терапии с применением отечественного фотосенсибилизатора «Фотосенс» в офтальмоонкологии. *Российский биотерапевтический журнал*. 2005;2(4):39–40. Likhvantseva VG, Budzinskaya MV, Szewczyk SA. The first clinical experience with photodynamic therapy using a photosensitizer domestic "Photosens" in ophthalmology. *Russian biotherapeutic journal*. 2005;2(4):39–40.
- Самкович ЕВ, Панова ИЕ, Бойко ЭВ, Свистунова ЕМ, Быховский АА. Фотодинамическая терапия в комбинированном лечении меланомы хориоидеи. *Офтальмохирургия*. 2024;2:99–108. Samkovich EV, Panova IE, Boyko EV, Svistunova EM, Bykhovskii AA. Photodynamic therapy in the combined treatment of choroidal melanoma. *Ophthalmosurgery*. 2024;2:99–108 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-2-99-108.
- Белый ЮА, Терещенко АВ, Володин ПЛ, Каплан МА. Лечение меланом сосудистой оболочки глаза малого размера методом фотодинамической терапии с препаратом фотодитазин. *Российский биотерапевтический журнал*. 2008;4:61–66. Bely YuA, Tereshchenko AV, Volodin PL, Kaplan MA. Photodynamic therapy with photoditazin for the treatment of small choroidal melanomas. *Russian biotherapeutic journal*. 2008;4:61–66.
- Науменко ЛВ, Жилиева ЕП. Транспупиллярная фотодинамическая терапия меланомы сосудистой оболочки глаза. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2020;10(4):489–500. Navumenka LV, Zhilyayeva EP. Transpupillary Photodynamic Therapy of the Uveal Melanoma. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2020;10(4):489–500. doi: 10.34883/PL.2020.10.4.021.
- Roelofs KA, Fabian ID, Arora AK, Cohen VML, Sago MS. Long-term Outcomes of Small Pigmented Choroidal Melanoma Treated with Primary Photodynamic Therapy. *Ophthalmol Retina*. 2021 May;5(5):468–478. doi: 10.1016/j.oret.2020.08.019.
- Fabian ID, Stacey AW, Harby LA, Arora AK, Sago MS, Cohen VML. Primary photodynamic therapy with verteporfin for pigmented posterior pole cT1a choroidal melanoma: a 3-year retrospective analysis. *Br J Ophthalmol*. 2018 Dec;102(12):1705–1710. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311747.
- Rolfe OJ, Stark AL, Hamilton HR, D'Mellow M, Palmer JM, McGrath LA, Warrier SK, Glasson WJ. Combined photodynamic therapy and transpupillary thermotherapy for small choroidal melanoma. *Can J Ophthalmol*. 2024 Feb 29;S0008-4182(24)00034-6. doi: 10.1016/j.cjco.2024.02.001.
- Белый ЮА, Терещенко АВ, Володин ПЛ. Транспупиллярная фотодинамическая терапия меланомы хориоидеи средних размеров с препаратом «Фотодитазин» (клинический случай). *Рефракционная хирургия и офтальмология*. 2008;8(1):22–26. Bely YuA, Tereshchenko AV, Volodin PL. Transpupillary photodynamic therapy of medium-sized choroidal melanoma with the drug «Photoditazine» (clinical case). *Refractive surgery and ophthalmology*. 2008;8(1):22–26.
- Schmidt-Erfurth U, Hasan T, Flotte T, Gragoudas E, Birngruber R. Photodynamic Therapie experimenteller, intraokularer Tumoren mit Benzoporphyrin-Lipoprotein [Photodynamic therapy of experimental, intraocular tumors with benzoporphyrin-lipoprotein]. *Ophthalmologie*. 1994 Jun;91(3):348–356. German.
- Аветисов СЕ, Лихванцева ВГ, Решетников АВ, Федоров АА, Верещагина МВ, Балаян МЛ, Крупнов РН. Отечественный фотосенсибилизатор «Радакхлорин» в фотодинамической терапии опухолей эпипупиллярной и хориоидальной локализации (экспериментальные исследования). *Вестник офтальмологии*. 2005;121(5):9–13. Avetisov SE, Likhvantseva VG, Reshetnikov AV, Fedorov AA, Vereshchagina MV, Balaian ML, Krupnov RN. Russian photosensitizer radachlorine in photodynamic therapy for epibulbar and choroid tumors: experimental studies. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2005 Sep-Oct;121(5):9–13 (In Russ.).

17. Белый ЮА, Терещенко АВ, Володин ПЛ, Тешин ВВ. Способ определения показаний к фотодинамической терапии меланом хориоидеи. Патент RU 2343831, 20.01.2009.
Belyy YuA, Tereschenko AV, Volodin PL, Teschin VV. Method of determination of indications to photodynamic therapy of choroid melanoma. Patent RU 2343831, 20.01.2009.
18. Ганусевич ОН, Нестерович ТН, Ачинович СЛ, Федоркевич ИВ. Опыт неoadьювантной фотодинамической терапии меланомы. Research'n Practical Medicine Journal (Исследования и практика в медицине). 2019;6(1S):94.
Ganusevich ON, Nesterovich TN, Achinovich SL, Fedorkevich IV. Experience of neoadjuvant photodynamic therapy of melanoma. Research'n Practical Medicine Journal. 2019;6(1S):94.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Панова Ирина Евгеньевна
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Санкт-Петербургского филиала, профессор кафедры
<https://orcid.org/0000-0001-7443-4555>

Бойко Эрнест Витальевич
доктор медицинских наук, профессор, директор Санкт-Петербургского филиала, профессор кафедры
<https://orcid.org/0000-0002-7413-7478>

Самкович Елена Владиславовна
кандидат медицинских наук, заведующая научно-образовательным отделом, врач-офтальмолог, врач-онколог, врач ультразвуковой диагностики
<https://orcid.org/0000-0002-5573-5712>

Гвазава Виктория Гиевна
врач-офтальмолог, врач ультразвуковой диагностики
<https://orcid.org/0000-0002-2765-0332>

ABOUT THE AUTHORS

Panova Irina E.
MD, Professor, deputy director for scientific work of the Saint Petersburg Branch
<https://orcid.org/0000-0001-7443-4555>

Boiko Ernest V.
MD, Professor, director of the Saint Petersburg Branch
<https://orcid.org/0000-0002-7413-7478>

Samkovich Elena V.
PhD, Head of the Scientific and Educational Department, ophthalmologist, oncologist, ultrasonic diagnostician
<https://orcid.org/0000-0002-5573-5712>

Gvazava Viktoriya G.
ophthalmologist, ultrasonic diagnostician
<https://orcid.org/0000-0002-2765-0332>

Паттерны фовеальной эверсии у больных с диабетическим макулярным отеком

Э.Ю. Санторо^{1,2}И.В. Кинчина¹

¹ БУ «Сургутская окружная клиническая больница»
ул. Энергетиков, 24/2, Сургут, 628408, Российская Федерация

² БУ ВПО Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Сургутский государственный университет»
пр. Ленина, 1, Сургут, 628412, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):169–174

Цель: изучение влияния биомаркера фовеальной эверсии на морфологические и функциональные результаты лечения диабетического макулярного отека (ДМО). **Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ историй болезней пациентов, получавших лечение ДМО в БУ «Сургутская окружная клиническая больница» в период с 2019 по 2024 год. Всем больным проводилось стандартное офтальмологическое обследование. **Результаты.** Всего для исследования были изучены истории болезни 20 больных (25 глаз) с наличием при инициации терапии фовеальной эверсии. Исходная МКОЗ в среднем составляла 0,35, центральная толщина сетчатки (ЦТС) на старте терапии — в среднем 720 мкм. Количество инъекций ингибитора ангиогенеза и имплантаций дексаметазона в первый год терапии составляло 7,5 и 1 соответственно. В конце срока наблюдения средняя ЦТС составляла 310 мкм, а МКОЗ колебалась от 0,2 до 0,7, в среднем 0,43. **Заключение.** Наличие биомаркера фовеальной эверсии является прогностически неблагоприятным фактором и сопряжено с высокой вероятностью развития персистирующего ДМО и неудовлетворительными морфофункциональными результатами лечения.

Ключевые слова: диабетический макулярный отек, оптическая когерентная томография, биомаркеры, фовеальная эверсия

Для цитирования: Санторо Э.Ю., Кинчина И.В. Паттерны фовеальной эверсии у больных с диабетическим макулярным отеком. *Офтальмология.* 2025;22(1):169–174. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-169-174>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Patterns of Foveal Eversion in Patients with Diabetic Macular Edema

E.Yu. Santoro^{1,2}, I.V. Kinchina¹

¹ Surgut District Clinical Hospital
Energetikov str., 24/2, Surgut, 628408, Russian Federation

² Surgut State University
Lenina str., 1, Surgut, 628412, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):169–174

The purpose of our work was to study the influence of the biomarker of foveal eversion on the morphological and functional results of treatment of DME. **Materials and methods.** A retrospective analysis of medical records of patients who received treatment for DME at the Surgut District Clinical Hospital in the period from 2019 to 2024 was carried out. All patients underwent a standard ophthalmological examination. **Results.** A total of 20 patients (25 eyes) with foveal eversion at the initiation of therapy were recruited for the study. Baseline BCVA averaged 0.35. The CRT at the start of therapy averaged 720 μm . The number of aflibercept injections and dexamethasone implantations in first year of therapy was 7.5 and 1, respectively. At the end of the observation period, the average CRT was 310 μm , and BCVA ranged from 0.2 to 0.7, with an average of 0.43. **Conclusion.** The presence of a biomarker of foveal eversion is an unfavorable prognostic factor and is associated with a high probability of developing persistent DME and unsatisfactory morphofunctional treatment results.

Keywords: diabetic macular edema, optical coherence tomography, biomarkers, foveal eversion

For citation: Santoro E.Yu., Kinchina I.V. Patterns of Foveal Eversion in Patients with Diabetic Macular Edema. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):169–174. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-169-174>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Диабетический макулярный отек (ДМО) является основной причиной снижения центрального зрения у пациентов с сахарным диабетом [1]. Распространенность ДМО варьирует от 0 до 3 % при впервые выявленном сахарном диабете и возрастает до 28 % при длительности заболевания более 25 лет [2]. В большинстве случаев ДМО удается взять под контроль с помощью интравитреального введения антиангиогенных препаратов и кортикостероидов [3, 4]. Однако развитие ДМО далеко не всегда предсказуемо и на своем пути может встречать ремиссию, рецидив и персистенцию.

Несмотря на высокую эффективность фармакологических препаратов, демонстрируемую в исследованиях, в реальной клинической практике около 40 % пациентов могут не показывать достаточный ответ на проводимую антиангиогенную терапию при стандартном режиме [5–7].

Оптическая когерентная томография (ОКТ) занимает важное место в обследовании пациента с ДМО, выступает как метод диагностики и верификации вида ДМО, являясь важным инструментом, сопровождающим лечение и демонстрирующим динамические изменения в сетчатке на фоне применения различных методов терапии, а также важным источником информации для оценки прогноза заболевания на основании обнаружения разнообразных специфических изменений (биомаркеров) [8–11].

На сегодняшний день выделяют диагностические и прогностические биомаркеры ДМО. Диагностические биомаркеры служат своего рода критериями для постановки диагноза ДМО; признаками, уточняющими его форму и вид, позволяющими классифицировать заболевание [12]. Прогностические биомаркеры, в свою очередь, определяют прогноз заболевания, его морфофункциональный исход, а также выраженность ответа на проводимое лечение [13].

К наиболее часто оцениваемым при ДМО биомаркерам относятся: центральная толщина сетчатки, интратретинальные кисты, гиперрефлективные фокусы, дезорганизация внутренних слоев сетчатки, состояние эллипсоидной зоны и наружной пограничной мембраны, субфовеолярная отслойка нейрорепителия.

Наиболее изученным ОКТ-биомаркером при ДМО является центральная толщина сетчатки (ЦТС). Тем не менее ряд авторов считают, что ЦТС не может служить достаточно надежным прогностическим биомаркером [11].

Прогностическое значение интратретинальных кист при ДМО зависит не столько от их наличия, сколько от размеров и локализации. Так, крупные (более 200 мкм) кисты в наружных слоях сетчатки оказывают более выраженное негативное влияние на макулярные функции, чем мелкие кисты во внутренних слоях сетчатки. Данный факт можно объяснить повреждением фоторецепторов и их соединений от механического

Э.Ю. Санторо, И.В. Кинчина

Контактная информация: Санторо Элина Юрьевна lina_urivaeva@mail.ru

Паттерны фовеальной эверсии у больных с диабетическим макулярным отеком

воздействия кистозных интравитреальных полостей, располагающихся в наружных отделах сетчатки [14].

Гиперрефлективные фокусы представляют собой изолированные очажки белковых или липидных отложений, появляющиеся в сетчатке вследствие нарушения внутреннего гематоретинального барьера. В основном они локализируются во внутренних отделах сетчатки, но с прогрессированием заболевания их количество увеличивается, и они распространяются к ее наружным отделам и сосудистой оболочке. Считается, что появление гиперрефлективных фокусов связано с индуцированием клеток микроглии и запуском в них воспалительного ответа. Данный биомаркер может быть использован как при диагностике ДМО, так и прогнозировании эффективности терапии и результатов лечения [15–17].

Дезорганизация внутренних слоев сетчатки определяется как потеря границ между ганглиозными клетками, внутренним плексиформным и наружным ядерным и плексиформным слоем сетчатки на ОКТ и является биомаркером, который определяет остроту зрения не только в настоящем, но и в будущем. При прогрессирующем увеличении толщины сетчатки в случае ДМО ее упруго-эластические характеристики не выдерживают подобного растяжения, в ответ на которое, вероятно, происходит повреждение биполярных клеток и, как следствие, значительное нарушение передачи информации от фоторецепторов к ганглиозным клеткам [18].

Эллипсоидная зона представляет собой соединение между внутренними и наружными сегментами фоторецепторов и состоит преимущественно из митохондрий, обеспечивающих высокую энергетическую потребность последних. Дезорганизация эллипсоидной зоны приводит к снижению центрального зрения при ДМО. Наружная пограничная мембрана — это своеобразное соединение между клетками Мюллера и фоторецепторами. Она служит барьером между сетчаткой и хориоидеей. Одновременно с этим повреждение клеток Мюллера может приводить к деструкции наружной пограничной мембраны, нарушению ее барьерных функций и увеличению толщины сетчатки в связи с накоплением жидкости. Прогностическое значение состояния слоев внутренних и наружных фоторецепторов и наружной пограничной мембраны было продемонстрировано в работах Н. Shin и соавт. [19].

Отслойка нейроэпителлия определяется на ОКТ как гипорефлективная область под нейроэпителиальной сетчаткой и представляет собой скопление жидкости между внешними сегментами фоторецепторов и пигментным эпителием сетчатки. Отслойка нейроэпителлия является одним из первых свидетельств нарушения наружного гематоретинального барьера и повышенной проницаемости хориокапилляров. Существует прямая взаимосвязь между наличием и выраженностью отслойки нейроэпителлия и гиперрефлективными фокусами небольшого размера. Оба этих биомаркера свидетельствуют об участии воспаления в патогенезе ДМО [10, 20, 21].

Изучение предикторов течения ДМО в настоящее время продолжается, что привело к обнаружению нового биомаркера — фовеальной эверсии и ее разновидностей. Фовеальная эверсия (ФЭ) является относительно новым структурным биомаркером ОКТ и характеризуется полностью выпуклым профилем фовеа.

Впервые на данный биомаркер и его роль в течении ДМО обратили внимание А. Arrigo и соавт., которыми были изучены результаты лечения ДМО на 68 глазах, получавших лечение с помощью комбинации антиангиогенной терапии и импланта дексаметазона, и на 50 глазах, пролеченных с помощью импланта флуоцинолона ацетонида. Срок наблюдения составил 16 ± 3 месяца. Обе группы были сопоставимы по возрасту, полу, продолжительности ДМО и количеству предшествующих инъекций. В конце наблюдения в обеих группах наблюдалось статистически значимое улучшение как максимально скорректированной остроты зрения, так и толщины сетчатки в центре. Персистирующий ДМО наблюдался в 46 % глаз с комбинированной терапией и в 42 % глаз, получивших лечение с помощью импланта флуоцинолона ацетонида. Фовеальная эверсия была обнаружена в 50 % глаз с комбинированной терапией и в 44 % глаз, получавших лечение с помощью импланта флуоцинолона ацетонида. Наличие паттерна фовеальной эверсии было связано с худшим анатомическим и функциональным исходом и более высокой частотой развития персистирующего ДМО в обеих группах [9, 14].

В своих последующих работах авторы описали несколько разновидностей фовеальной эверсии. Паттерн 1 характеризуется полностью выпуклым профилем фовеа с наличием вертикального трансретинального материала со смешанной рефлективностью, связанного с кистозным отеком, организованным в виде одной толстой линейной структуры (паттерн 1a) или нескольких более тонких линий на фоне кистозных полостей (паттерн 1b). Паттерн 2 характеризуется отсутствием данного материала со смешанной рефлективностью на фоне гипорефлективного кистозного интравитреального сигнала. Исследователи обнаружили взаимосвязь между наличием и выраженностью паттерна ФЭ и персистенцией ДМО, а также неудовлетворительными исходами терапии (функциональными и структурными). Так, ФЭ была связана с наличием персистирующего ДМО в 50 % случаев, достигая наибольшей распространенности при паттерне 1b и паттерне 2 (64 и 87 % случаев соответственно) [14].

Целью работы явилось изучение влияния биомаркера фовеальной эверсии на морфологические и функциональные результаты лечения ДМО.

МАТЕРИАЛЫ МЕТОДЫ

Нами был проведен ретроспективный анализ истории болезней пациентов, получавших лечение ДМО в БУ «Сургутская окружная клиническая больница» в период с 2019 по 2024 год. При изучении данных документов

и снимков ОКТ были отобраны пациенты с наличием при инициации терапии фовеальной эверсии. Всем больным проводилось стандартное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию с оптической коррекцией, рефрактометрию, офтальмотонометрию, периметрию, биомикроскопию, офтальмоскопию и оптическую когерентную томографию (спектральный томограф SOCT Copernicus REVO).

До обращения в БУ «Сургутская окружная клиническая больница» пациенты не получали лечения ДМО. В клинике лечение макулярного отека проводилось путем интравитреального введения антиангиогенного препарата афлиберцепт (2 мг). Инициация лечения представляла собой постановку 5 ежемесячных инъекций. В дальнейшем лечение афлиберцептом продолжалось в режиме treat and extend. При недостаточном ответе на проводимую антиангиогенную терапию к лечению добавляли интравитреальное введение импланта дексаметазона (0,7 мг). Критерием для введения в схему лечения ДМО кортикостероида после проведения загрузочных инъекций являлось снижение ЦТС менее чем на 20 % от исходных значений. Критерием для введения в схему лечения ДМО кортикостероида на фоне уже проводимой антиангиогенной терапии в режиме treat and extend являлось увеличение ЦТС более чем на 10 % от достигнутого результата после проведения загрузочных инъекций при интервале терапии 6–8 недель.

Срок наблюдения и лечения варьировал от 2 до 5 лет.

Согласно рекомендациям DRCR.net персистирующий ДМО определяется как сохранение значения ЦТС 250 мкм и более через шесть месяцев наблюдения, несмотря на как минимум четыре из шести инъекций, требуемых по протоколу, в течение этого периода. Хронический персистирующий ДМО представляет собой персистенцию ДМО, когда на протяжении шестимесячного периода наблюдения на как минимум двух последовательных визитах не достигнута величина ЦТС < 250 мкм или уменьшение ЦТС составляет менее 10 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего для исследования было отобрано 20 историй болезни (25 глаз) с наличием при инициации терапии фовеальной эверсии. Все пациенты страдали сахарным диабетом 2 типа в течение 7 и более лет. Средний возраст пациентов составлял 62 года, распределение по полу было равным. Уровень гликированного гемоглобина находился в пределах рекомендуемых значений у 4 больных, у остальных превышал целевые показатели и в среднем составлял 9,5 %. Распределение глаз по стадиям диабетической ретинопатии было представлено следующим образом: непролиферативная — 24 %, пре-пролиферативная — 32 % и пролиферативная — 44 %.

Исходная максимально скорректированная острота зрения (МКОЗ) колебалась от 0,2 до 0,5 и в среднем составляла 0,35. Фовеальная область сетчатки на ОКТ имела полностью вывернутый профиль (рис. 1).

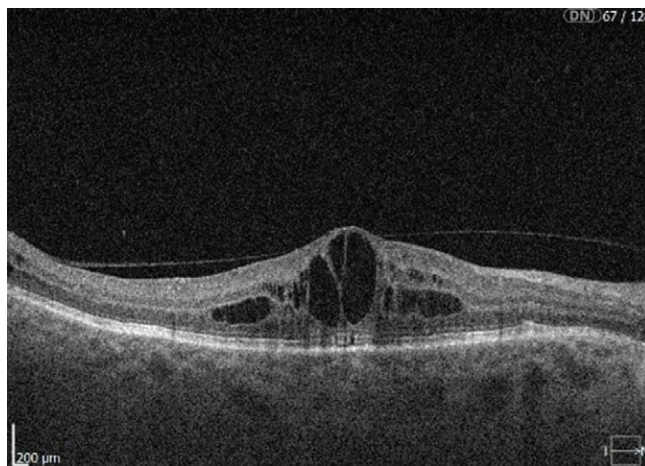


Рис. 1. ОКТ-исследование перед проведением первой интравитреальной инъекции ингибитора ангиогенеза

Fig. 1. OCT study of patient before the first intravitreal injection inhibitor of angiogenesis

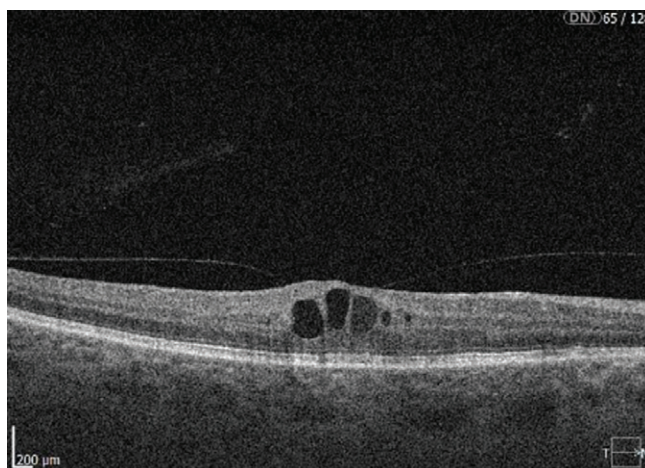


Рис. 2. ОКТ-исследование после пяти загрузочных интравитреальных инъекций ингибитора ангиогенеза

Fig. 2. OCT study after five loading intravitreal injections inhibitor of angiogenesis

Фовеальная эверсия паттерна 1b обнаружилась в 13 глазах (52 %), а паттерна 2 — в 12 глазах (48 %). Центральная толщина сетчатки на старте терапии составила в среднем 720 мкм. Кроме того, макулярный отек характеризовался наличием интравитреальных кист, гиперрефлективных фокусов и отслойки нейроэпителия во всех глазах.

После выполнения 5 ежемесячных загрузочных инъекций ЦТС снизилась и в среднем составляла 490 мкм, а МКОЗ практически не изменилась и равнялась 0,37 (рис. 2). В первые 24 недели терапии на фоне постановки загрузочных инъекций во всех глазах наблюдался персистирующий ДМО. В последующие сроки наблюдения от 2 до 5 лет персистенция отека отмечена в 88 % и не зависела от паттерна ФЭ.

Количество инъекций афлиберцепта и имплантации дексаметазона в первый год терапии составляло

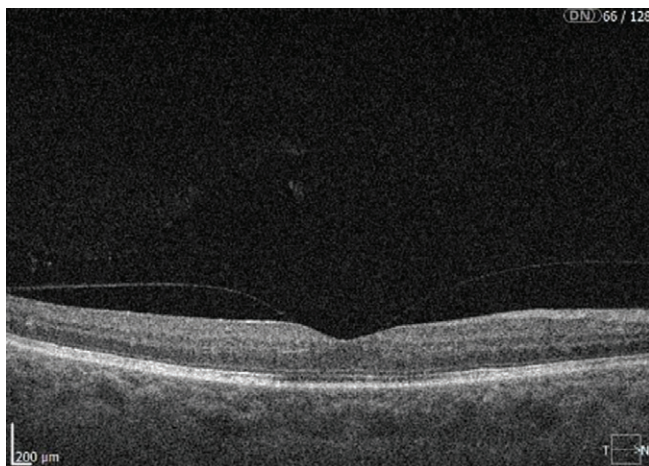


Рис. 3. ОКТ-исследование через 1,5 года комбинированной терапии ингибиторами ангиогенеза и имплантом дексаметазона

Fig. 3. OCT study after 1,5 years of combination therapy injections inhibitor of angiogenesis and dexamethasone implant

7,5 и 1 соответственно. После постановки загрузочных инъекций имплантация кортикостероида была выполнена в подавляющем большинстве глаз — 68 %, а в остальных 32 % — позднее в течение первого года терапии. Во второй год лечения количество инъекций афлиберцепта уменьшилось до 5,5, необходимость имплантаций дексаметазона оставалось прежней — около 1,5. Третий год терапии продемонстрировал последующее снижение количества инъекций ингибитора ангиогенеза до 3,4, а имплантаций кортикостероида — 0,7. Четвертый и пятый годы терапии дали схожие данные с третьим годом лечения — количество интравитреальных инъекций афлиберцепта равнялось в среднем 3,5, а имплантаций кортикостероида — 0,5.

В конце срока наблюдения средняя ЦТС составляла 310 мкм, фовеальная эверсия практически полностью нивелировалась, отслойка нейроэпителлия регрессировала, субретинальная жидкость резорбировалась, а МКОЗ колебалась от 0,2 до 0,7, в среднем составляя 0,43 (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные результаты работы подтверждают суждение о том, что наличие биомаркера фовеальной эверсии при инициации терапии ДМО является прогностически неблагоприятным фактором и сопряжено с высокой вероятностью развития персистирующего ДМО — 100 % случаев в первые 24 недели терапии и 88 % — в последующий период наблюдения.

Наличие ФЭ в данной группе пациентов потребовало проведения интенсивного комбинированного лечения ДМО — антиангиогенной терапии афлиберцептом с добавлением имплантата дексаметазона (0,7 мг) на протяжении всего периода наблюдения.

Неудовлетворительные морфофункциональные результаты терапии ДМО у данной категории больных были связаны с наличием биомаркера ФЭ.

Ряд исследователей предположили возможную взаимосвязь данного биомаркера с поражением клеток Мюллера, которые, в свою очередь, являясь основными гомеостатическими компонентами сетчатки, вовлечены в патогенез ДМО и участвуют в поддержании морфофункциональной целостности фовеальной области [22–24].

Arrigo и соавт. была выдвинута гипотеза о том, что клетки Мюллера могут быть повреждены по-разному, что клинически выражается тремя различными паттернами фовеальной эверсии [9, 14].

В частности, отсутствие вертикального трансретинального материала, характеризующего паттерн 2, интерпретируется как полное разрушение клеток Мюллера в области фовеа и сочетается с наихудшими морфофункциональными исходами. И, напротив, наличие этого вертикального сигнала можно интерпретировать как структурный признак сохранности клеток Мюллера по ОКТ [11, 21, 25, 26].

Общая толщина вертикального трансретинального сигнала в работе европейских коллег коррелировала с лучшим морфофункциональным результатом. Поражение фовеальной области возникало независимо от введенного препарата, длительности заболевания и количества инъекций. Это может означать, что другие факторы разнопланового патогенеза ДМО могут влиять на прогрессирующее структурное повреждение фовеа [4, 9, 14, 27–29].

Несмотря на резорбцию субретинальной жидкости, нивелирование фовеальной эверсии, уменьшение высоты ретинального отека более чем в 2 раза, морфологические результаты лечения нашей группы пациентов нельзя назвать абсолютно успешными, в равной степени как и функциональные результаты — не произошло увеличение МКОЗ на 0,1 и выше.

Наиболее важным аспектом исследований ряда авторов является то, что различные паттерны выворота фовеа могут обеспечить получение прогностической информации о морфофункциональном восстановлении пациента после лечения. С этой точки зрения ФЭ может представлять собой возможный биомаркер сетчатки на основе ОКТ, потенциально предлагающий основу для эффективного и персонализированного лечения ДМО [4, 9, 14, 27, 28].

Неоптимальные морфофункциональные результаты лечения ДМО в глазах с ФЭ, высокая частота развития персистирующего отека и недостаточный ответ на проводимое лечение у данной группы пациентов должны стать поводом для поиска новых препаратов и стратегий терапии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время ОКТ — бесценный и незаменимый инструмент для определения потребности в лечении и прогнозировании состояния сетчатки при ДМО у пациентов сахарным диабетом на основе изучения визуализируемых ОКТ-биомаркеров.

Биомаркер фовеальной эверсии является предиктором неоптимального морфофункционального ответа на проводимую терапию и указывает на высокую вероятность развития персистирующего ДМО.

Наличие у пациентов предикторов недостаточно морфофункционального ответа не должно приво-

дить к отказу от проведения антиангиогенной терапии ДМО.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Санторо Э.Ю. — концепция и дизайн исследования, написание текста, обработка материала;

Кинчина И.В. — статистическая обработка материала, подготовка иллюстраций.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Астахов ЮС, Шадричев ФЕ. Диабетологические центры — новый этап в создании специализированной помощи больным с диабетической ретинопатией. Клиническая офтальмология. 2001;4:148–153.
- Astahov YuS, Shadrachev FE. Diabetologic centers — a new step in creation of specialized help for patients with diabetic retinopathy. Clinical Ophthalmology. 2001;4:148–153 (In Russ.).
- Дедов ИИ, Шестакова МВ, Майоров АЮ, Викулова ОК, Галстян ГР, Кураева ТЛ, Петеркова ВА, Смирнова ОМ, Старостина ЕГ, Суркова ЕВ, Сухарева ОЮ, Токмакова АЮ, Шамхалова МШ, Ярек-Мартынова ИР, Артемова ЕВ, Бешлиева ДД, Бондаренко ОН, Воеводз НН, Григорян ОР, Гомова ИС, Джемилова ЗН, Есаян РМ, Ибрагимова ЛИ, Калашников ВЮ, Кононенко ИВ, Лаптев ДН, Липатов ДВ, Мотовилин ОГ, Никонова ТВ, Роживанов РВ, Шестакова ЕА. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова 9-й выпуск. Сахарный диабет. 2019;22(1S1):1–144.
- Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYU, Vikulova OK, Galstyan GR, Kuraeva TL, Peterkova VA, Smirnova OM, Starostina EG, Surkova EV, Sukhareva OYU, Tokmakova AYU, Shamkhalova MS, Jarek-Martynova IR, Artemova EV, Beshlieva DD, Bondarenko ON, Volevodz NN, Grigoryan OR, Gomova IS, Dzhemilova ZN, Esayan RM, Ibragimova LI, Kalashnikov VYU, Kononenko IV, Laptev DN, Lipatov DV, Motovilin OG, Nikonova TV, Rozhivanov RV, Shestakova EA. Standards of specialized diabetes care. Edited by Dedov II, Shestakova MV, Mayorov AYU. 9th edition. Diabetes mellitus. 2019;22(1S1):1–144 (In Russ.). doi: 10.14341/DM221S1.
- Maturi RK, Glassman AR, Liu D, Beck RW, Bhavsar AR, Bressler NM, Jampol LM, Melia M, Punjabi OS, Salehi-Had H, Sun JK; Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. Effect of Adding Dexamethasone to Continued Ranibizumab Treatment in Patients With Persistent Diabetic Macular Edema: A DRCR Network Phase 2 Randomized Clinical Trial. JAMA Ophthalmol. 2018 Jan 1;136(1):29–38. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2017.4914.
- Lazic R, Lukic M, Boras I, Draca N, Vlastic M, Gabric N, Tomic Z. Treatment of anti-vascular endothelial growth factor-resistant diabetic macular edema with dexamethasone intravitreal implant. Retina. 2014 Apr;34(4):719–724. doi: 10.1097/IAE.0b013e3182a48958.
- Boyer DS, Yoon YH, Belfort R Jr, Bandello F, Maturi RK, Augustin AJ, Li XY, Cui H, Hashad Y, Whitcup SM; Ozurdex MEAD Study Group. Three-year, randomized, sham-controlled trial of dexamethasone intravitreal implant in patients with diabetic macular edema. Ophthalmology. 2014 Oct;121(10):1904–1914. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.04.024.
- Bressler NM, Beaulieu WT, Glassman AR, Blinder KJ, Bressler SB, Jampol LM, Melia M, Wells JA 3rd; Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. Persistent Macular Thickening Following Intravitreal Aflibercept, Bevacizumab, or Ranibizumab for Central-Involved Diabetic Macular Edema With Vision Impairment: A Secondary Analysis of a Randomized Clinical Trial. JAMA Ophthalmol. 2018 Mar 1;136(3):257–269. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2017.6565.
- Bressler SB, Ayala AR, Bressler NM, Melia M, Qin H, Ferris FL 3rd, Flaxel CJ, Friedman SM, Glassman AR, Jampol LM, Rauser ME; Diabetic Retinopathy Clinical Research Network. Persistent Macular Thickening After Ranibizumab Treatment for Diabetic Macular Edema With Vision Impairment. JAMA Ophthalmol. 2016 Mar;134(3):278–285. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.5346.
- Будзинская МВ, Фурсова АЖ, Педанова ЕК. Специфические биомаркеры ответа на антиангиогенную терапию. Вестник офтальмологии. 2020;136(2):117–124. Budzinskaya MV, Fursova AZH, Pedanova EK. Specific biomarkers of response to antiangiogenic therapy. Vestn Oftalmol. 2020;136(2):117–124 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136021117.
- Arrigo A, Aragona E, Capone L, Lattanzio R, Zollet P, Bandello F. Foveal eversion: A possible biomarker of persistent diabetic macular edema. Ophthalmol Ther. 2021;10(1):115–126. doi: 10.1007/s40123-020-00324-z.
- Borrelli E, Barresi C, Feo A, GariG, Grosso D, Querques L, Sacconi R, Bandello F, Querques G. Imaging biomarkers and clinical factors associated with the rate of progressive inner and outer retinal thinning in patients with diabetic macular edema. Sci Rep. 2023 Feb 24;13(1):3224. doi: 10.1038/s41598-023-30432-2.
- Markan A, Agarwal A, Arora A, Bazgain K, Rana V, Gupta V. Novel imaging biomarkers in diabetic retinopathy and diabetic macular edema. Ther Adv Ophthalmol. 2020 Sep 4;12:2515841420950513. doi: 10.1177/2515841420950513.
- Felfeli T, Katsnelson G, Kiss A, Plumptre L, Paterson JM, Ballios BG, Mandelcorn ED, Glazier RH, Brent MH, Wong DT. Prevalence and predictors for being un-screened for diabetic retinopathy: a population-based study over a decade. Can J Ophthalmol. 2023 Aug;58(4):278–286. doi: 10.1016/j.cjco.2022.04.002.
- Campochiaro PA, Wykoff CC, Shapiro H, Rubio RG, Ehrlich JS. Neutralization of vascular endothelial growth factor slows progression of retinal nonperfusion in patients with diabetic macular edema. Ophthalmology 2014 Sep;121(9):1783–1789. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.03.021.
- Arrigo A, Andrea Saladino A, Aragona E, Amato A, Capone L, Bianco L, Lattanzio R, Bandello F, Battaglia Parodi M. Foveal eversion patterns in diabetic macular edema. Sci Rep. 2022 Jul 30;12(1):13097. doi: 10.1038/s41598-022-17555-8.
- Campos A, Campos EJ, Martins J, Ambrósio AF, Silva R. Viewing the choroid: where we stand, challenges and contradictions in diabetic retinopathy and diabetic macular oedema. Acta Ophthalmol. 2017 Aug;95(5):446–459. doi: 10.1111/aos.13210.
- Framme C, Schweizer P, Imesch M. Behavior of SD-OCT — Detected Hyperreflective Foci in the Retina of Anti-VEGF — Treated Patients with Diabetic Macular Edema. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012 Aug 24;53(9):5814–8. doi: 10.1167/iovs.12-9950.
- Phadikar P, Saxena S, Ruia S, Lai TY, Meyer CH, Elliott D. The potential of spectral domain optical coherence tomography imaging based retinal biomarkers. Int J Retina Vitreous. 2017 Jan 9;3:1. doi: 10.1186/s40942-016-0054-7.
- Pelosi L, Hull CC, Boyce JF, McHugh D, Stanford MR, Marshall J. Optical Coherence Tomography May Be Used to Predict Visual Acuity in Patients with Macular Edema. Invest Ophthalmol Vis Sci 2011 Apr 25;52(5):2741–2748. doi: 10.1167/iovs.09-4493.
- Shin H, Lee S, Chung H, Kim H. Association between photoreceptor integrity and visual outcome in diabetic macular edema. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2012 Jan;50(1):61–70. doi: 10.1007/s00417-011-1774-x.
- Chakravarthy U, Yang Y, Lotery A, Ghanchi F, Bailey C, Holz F, Downey L, Weber M, Eter N, Dugel P. Clinical evidence of the multifactorial nature of diabetic macular edema. Retina. 2018 Feb;38(2):343–351. doi: 10.1097/IAE.0000000000001555.
- Wells JA, Glassman AR, Ayala AR, Jampol LM, Bressler NM, Bressler SB, Brucker AJ, Ferris FL, Hampton GR, Jhaveri C, Melia M, Beck RW. Aflibercept, Bevacizumab, or Ranibizumab for Diabetic Macular Edema: Two-Year Results from a Comparative Effectiveness Randomized Clinical Trial Ophthalmology. 2016 Jun;123(6):1351–1359. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.02.022.
- Coughlin BA, Feenstra DJ, Mohr S. Müller cells and diabetic retinopathy. Vis. Res. 2017 Oct;139:93–100. doi: 10.1016/j.visres.2017.03.013.
- Das A, McGuire PG, Ranganamy S. Diabetic macular edema: pathophysiology and novel therapeutic targets. Ophthalmology. 2015;122(7):1375–1394. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.03.024.
- Zhang X, Zeng H, Bao S, Wang N, Gillies MC. Diabetic macular edema: new concepts in patho-physiology and treatment. Cell Biosci. 2014 May 14;4:27. doi: 10.1186/2045-3701-4-27.
- Lai D, Wu Y, Shao C, Qiu Q. The Role of Müller Cells in Diabetic Macular Edema. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2023 Jul 3;64(10):8. doi: 10.1167/iovs.64.10.8.
- Reichenbach A, Bringmann A. Glia of the human retina. Glia. 2020 Apr;68(4):768–796. doi: 10.1002/glia.23727.
- Kiure CA, Broadgate S, Halford S, Chong V. Diabetic macular edema with foveal eversion shows a distinct cytokine profile to other forms of diabetic macular edema in patients with type 2 diabetes. Investigative Ophthalmology & Visual Science April. 2014;55:4408.
- Shah AR, Yonekawa Y, Todorich B, Van Laere L, Hussain R, Woodward MA, Abbey AM, Wolfe JD. Prediction of Anti-VEGF Response in Diabetic Macular Edema After 1 Injection. J Vitreoretin Dis. 2017 May;1(3):169–174. doi: 10.1177/2474126416682569.
- Tan GS, Cheung N, Simó R, Cheung GC, Wong TY. Diabetic macular oedema. Lancet Diabetes Endocrinol. 2017 Feb;5(2):143–155. doi: 10.1016/S2213-8587(16)30052-3.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Санторо Элина Юрьевна
кандидат медицинских наук, заведующая офтальмологическим отделением,
доцент кафедры хирургических болезней СурГУ
<https://orcid.org/0009-0003-4798-6874>

Кинчина Ирина Владимировна
врач-офтальмолог

ABOUT THE AUTHORS

Santoro Elina Yu.
PhD, ophthalmologist, head of Ophthalmological department
<https://orcid.org/0009-0003-4798-6874>

Kinchina Irina V.
ophthalmologist

Э.Ю. Санторо, И.В. Кинчина

Контактная информация: Санторо Элина Юрьевна lina_urivaeva@mail.ru

Паттерны фовеальной эверсии у больных с диабетическим макулярным отеком

Факторы риска развития силикон-индуцированной глаукомы: ретроспективный анализ

Т.Н. Юрьева^{1,2,3}Ю.М. Коняева⁴И.М. Михалевич²Л.И. Давыдова⁴

¹ Иркутский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Лермонтова, 337, Иркутск, 664043, Российская Федерация

² Филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
м/р-н Юбилейный, 100, Иркутск, 664049, Российская Федерация

³ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Красного Восстания, 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

⁴ АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза»» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Академика Бардина, 4а, Екатеринбург, 620146, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):175–183

Актуальность. Трехпортовая витрэктомия с введением силиконового масла (СМ) является операцией выбора при лечении большинства заболеваний заднего отрезка глаза. Возможным осложнением этого хирургического вмешательства является вторичная силикон-индуцированная глаукома (СИГ). **Методы.** В этой статье представлен ретроспективный анализ историй болезни 400 пациентов, перенесших витрэктомию с введением СМ и последующим его удалением, проанализированы анатомические и функциональные данные пациентов, выявлены факторы риска развития СИГ. Проведен также обзор литературы, посвященный оценке предикторов СИГ, выполнено сравнение результатов проведенного ретроспективного анализа с литературными данными. **Результаты.** Из 400 пациентов диагноз СИГ был установлен у 56 человек (14 %) в сроки от 1 до 34 месяцев после витрэктомии. Наиболее значимым фактором риска развития СИГ является длительность тампонады витреальной полости СМ. Кроме того, вероятность формирования СИГ увеличивается при афании и артифании, у пациентов с осевой миопией, а также у лиц мужского пола и пациентов более молодого возраста, что согласуется с мировыми данными. Не было установлено зависимости СИГ от этиологии основного заболевания, в том числе сахарного диабета. В отличие от некоторых представленных в литературе исследований, нами установлена большая частота встречаемости вторичной глаукомы у пациентов с эписклеральным пломбированием, предшествующим витрэктомии. **Заключение.** Дальнейшее изучение факторов риска и механизмов формирования СИГ позволит оптимизировать послеоперационное ведение пациентов, направленное на предотвращение или адекватное лечение вторичной глаукомы.

Ключевые слова: силиконовая тампонада, витрэктомия, силикон-индуцированная глаукома, факторы риска, эмульгирование

Для цитирования: Юрьева Т.Н. Коняева Ю.М., Михалевич И.М., Давыдова Л.И. Факторы риска развития силикон-индуцированной глаукомы: ретроспективный анализ. *Офтальмология*. 2025;22(1):175–183. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-175-183>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Risk Factors for the Development of Silicone Oil Induced Glaucoma: A Retrospective Analysis

T.N. Yurieva^{1,2,3}, I.M. Koniaeva⁴, I.M. Mihalevich², L.I. Davidova⁴

¹ The Irkutsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Lermontov str., 337, Irkutsk, 664033, Russian Federation

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education —
Branch of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education
Yubileyny District, 100, Irkutsk, 664049, Russian Federation

³ Irkutsk State Medical University
Krasnogo Vosstaniya str., 1, Irkutsk, 664003, Russian Federation

⁴ The Ekaterinburg branch of the Eye Microsurgery Federal State Institution
Academician Bardin str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):175–183

Background. Performing a three-port vitrectomy with the adjunction of silicone oil (SO) for internal tamponade is the most common surgery in the treatment of complicated pathology of the posterior eye segment. A possible complication of this surgery is the development of secondary silicone oil induced glaucoma (SIG). **Methods.** This article presents a retrospective analysis of the medical histories of 400 patients who underwent vitrectomy with SO adjunction and its subsequent removal, analysis of the patient's anatomical and functional data, and determination of the risk factors for SIG development. A review of the literature was also conducted, aimed to identify SIG risk factors, and the data of the retrospective analysis were compared with global data. **Results.** SIG was established in 56 (14%) of 400 patients within 1 to 34 months after vitrectomy. The most significant risk factor for the development of SIG is the duration of tamponade of the vitreal cavity with SO. Also, according to our data, the likelihood of SIG increases in eyes after IOL implantation and in patients with aphakia, in myopic patients, as well as in males and in younger patients. These data are consistent with global trends. There was no increase in the risk of SIG depending on the nosology that led to vitrectomy, the presence of diabetes mellitus, which is also confirmed in the literature. The difference was in growth of SIG risk in patients after scleral buckling (according to the literature, the risk has to be reduced). **Conclusion.** Further investigation of the problem of SIG and risk factors understanding will enhance the visual prognosis after surgery and improve the quality of patient's life.

Keywords: silicone tamponade, vitrectomy, silicone-induced glaucoma, risk factors, emulsification

For citation: Yurieva T.N., Koniaeva I.M., Mihalevich I.M., Davidova L.I. Risk Factors for the Development of Silicone Oil Induced Glaucoma: A Retrospective Analysis. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):175–183. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-175-183>

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

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Несмотря на такие преимущества задней закрытой витрэктомии, как быстрая и эффективная возможность реабилитации пациентов с тяжелой патологией сетчатки в сочетании с малоинвазивностью вмешательства, данная технология имеет и определенные недостатки, которые в большинстве случаев обусловлены необходимостью длительной тампонады витреальной полости силиконовым маслом. В послеоперационном периоде при соприкосновении силиконового масла с эндотелием роговицы может сформироваться лентовидная кератопатия, описаны случаи интраоперационной контаминации и других воспалительных реакций [1, 2].

Наиболее частым осложнением СМ является развитие катаракты, распространенность которой достигает 90–100 % [3], что требует в подавляющем большинстве случаев удаления и/или замены хрусталика в течение двух лет после витрэктомии [4]. Вторым по частоте

встречаемости осложнением является повышение внутриглазного давления. Частота гипертензионного синдрома после введения силиконового масла очень вариабельна и по данным разных авторов наблюдается в случаях от 2,2 до 56 % [5, 6].

Витрэктомия как хирургическое вмешательство является самостоятельным фактором риска резкого подъема внутриглазного давления (ВГД), особенно в первые часы после операции [7]. Некоторые нозологии в большей степени подвержены возникновению данного осложнения. Так, риск подъема ВГД у пациентов с диагнозом «пролиферативная витреоретинопатия» в пять раз выше, чем у пациентов, перенесших витрэктомию по поводу макулярного разрыва; ленсэктомия или интраоперационная эндофотокоагуляция также увеличивают риск офтальмогипертензии [7].

Послеоперационная гипертензия делится на две большие группы — раннюю и позднюю. Частота встречаемости ранней послеоперационной глазной гипертензии

Т.Н. Юрьева, Ю.М. Коняева, И.М. Михалевич, Л.И. Давыдова

Контактная информация: Коняева Юлия Михайловна Juliakis@icloud.com

Факторы риска развития силикон-индуцированной глаукомы: ретроспективный анализ

составляет, согласно литературным данным, от 3 до 40 % [7–10] и имеет различные по своей природе механизмы. В основе может быть декомпенсация ВГД у пациентов, ранее имевших нарушения гидродинамики глаза [11] или предшествующее длительное применение стероидных противовоспалительных препаратов, которые являются частью общепринятой схемы ведения пациента в послеоперационном периоде. Известно, что использование 0,1 % дексаметазона или 0,1 % бетаметазона в течение 1 месяца может вызвать повышение ВГД более чем на 15 мм рт. ст. у 5% и повышение от 6 до 15 мм рт. ст. у 30 % [12]. Ранний подъем ВГД может также быть реакцией цилиарного тела на проведение интраоперационной лазеркоагуляции сетчатки или патологическим ответом на хирургический стресс [13]. Контакт силиконового масла с трабекулярной тканью может сопровождаться явлениями трабекулита, воспалительной реакции и, как следствие, подъемом ВГД, которое способно перерасти в хронические формы глаукомы [14].

Еще одной причиной подъема ВГД может стать введение избыточного количества силиконового масла (СМ) либо формирование зрачкового блока. Наиболее легко этот процесс запускается у пациентов с нативным хрусталиком, при миопии высокой степени, когда слабые zonулярные связки позволяют хрусталику легко смещаться кпереди, а избыточно введенный объем СМ только ускоряет этот механизм. Нагляднее всего это проявляется у детей с миопической рефракцией с учетом более сложного, чем у взрослых, расчета количества СМ [15, 16]. У пациентов с афакией, артифакией или нативным хрусталиком при выраженном зонулолизисе и дефектах капсулы хрусталика миграция силиконового масла может произойти и в отдаленном послеоперационном периоде [17], что требует проведения профилактической иридотомии [13, 17].

Поздний подъем ВГД протекает по типу хронической формы глаукомы и развивается по механизму открытоугольной глаукомы и главным образом за счет склонности СМ к эмульгации и неизбежного попадания капель силиконового масла микроскопического размера (менее 1 микрона) в трабекулярную сеть, что вызывает ее obturацию, воспаление, сопровождающиеся претрабекулярной и трабекулярной ретенцией внутриглазной влаги.

На сегодняшний день витрэктомия pars plana с введением силиконового масла является методом выбора при лечении большинства заболеваний заднего отрезка глаза. В то же время такие осложнения данного вида хирургии, как ранняя и поздняя офтальмогипертензия, формирование вторичной глаукомы, могут стать основной причиной недостаточного восстановления или утраты зрительных функций у пациентов, что и обуславливает актуальность проводимого исследования.

Цель: на основании ретроспективного анализа клинических, анатомических и функциональных данных пациентов, прооперированных методом трехпортовой витрэктомии с тампонадой витреальной полости

силиконовым маслом, определить факторы риска развития вторичной силикон-индуцированной глаукомы.

МЕТОДЫ

Был проведен ретроспективный анализ данных историй болезни пациентов, перенесших два оперативных вмешательства на базе Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза» в период с января 2020 по октябрь 2023 года: витрэктомии с введением силиконового масла и удалением силиконового масла. Все данные были взяты из медицинской информационной системы «Ариадна». Общее количество прооперированных пациентов составило 1132. Из исследования были исключены пациенты с рецидивом основного заболевания и повторным введением силиконового масла, пациенты моложе 30 и старше 65 лет.

В исследовании учитывали пол, возраст пациентов, аксиальную длину глазного яблока, наличие нативного или искусственного хрусталика, клинический диагноз, тип пломбирующего вещества и длительность его нахождения в витреальной полости, уровень ВГД, остроту зрения, наличие глаукомы в анамнезе, предшествующие хирургические вмешательства, сопутствующие офтальмологические и некоторые общесоматические заболевания.

Оценивалось состояние пациентов на трех этапах: первый — предоперационная диагностика перед витрэктомией, второй — диагностика перед удалением СМ, третий — контрольный осмотр на последнем посещении пациента не менее через 2 месяца после удаления силикона.

Сроки нахождения силикона в витреальной полости варьировали от 1 до 28 месяцев (в среднем $4,71 \pm 0,15$ месяца) в зависимости от тяжести исходного состояния пациентов. С учетом значительного разброса данного показателя, который может иметь решающее значение в формировании послеоперационных осложнений, отдельно анализировали данные пациентов с различной длительностью нахождения силикона. Было сформировано 4 группы: 1-я группа — длительность силиконовой тампонады 1–4 месяца (257 человек), 2-я группа — 5–8 месяцев (102 человека), 3-я группа — 8–12 месяцев (29 человек), 4-я группа — более 12 месяцев (12 человек).

Статистический анализ проводился с использованием программы Statistica. Нормальность распределения количественных признаков определялась по программе Statistica. Сравнение групп по количественному признаку производилось при помощи критерия хи-квадрат, *t*-критерию Стьюдента. Сравнение групп по качественному признаку выполнялось с помощью *U*-критерия Манна — Уитни. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Согласно критериям включения и невключения была сформирована группа из 400 человек, из них 175 женщин, 225 мужчин, возраст от 30 до 65 лет (средний возраст — $49,78 \pm 0,43$ года) (табл. 1).

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов**Table 1.** Clinical characteristics of patients

Характеристики Characteristics		N = 400 человек / people
Возраст (лет) / Age (years)		49,78 ± 0,43
Пол / Gender	Мужчины / Male	225 (56,25 %)
	Женщины / Female	175 (43,75 %)
ПЗО, мм / Anterior-posterior axis, mm		25,2 ± 0,1
Статус хрусталика / Lens status	Нативный прозрачный Native transparent	219 (54,75 %)
	Катаракта / Cataract	69 (17,25 %)
	Артифакция / Pseudophakia	106 (26,5 %)
	Афакция / Aphakia	6 (1,5 %)
Клинический диагноз Clinical diagnosis	Изолированная отслойка сетчатки Isolated retinal detachment	334 (83,5 %)
	Рецидивирующий гемофтальм Recurrent intraocular hemorrhage	8 (2 %)
	Отслойка сетчатки, гемофтальм Retinal detachment, intraocular hemorrhage	14 (3 %)
	ПДР, отслойка сетчатки PDR, Retinal detachment	17 (4,25 %)
	ПДР, гемофтальм PDR, intraocular hemorrhage	22 (5,5 %)
	ПДР, отслойка сетчатки, гемофтальм PDR, intraocular hemorrhage, retinal detachment	5 (1,25 %)
Сопутствующие офтальмологические заболевания Concomitant ophthalmological diseases	Состояние после эписклерального пломбирования History of episcleral buckling	18 (4,5 %)
	Состояние после кератотомии History of keratotomy	16 (4 %)
	Увеит / Uveitis	10 (2,5 %)
	Состояние после рефракционной хирургии (LASIK) History of refractive surgery (LASIK)	18 (4,5 %)
	Состояние после травмы History of ocular trauma	1 (0,25 %)
Глаукома до витрэктомии Glaucoma before vitrectomy	Да / Yes	28 (7 %)
	Нет / No	372 (93 %)
Антиглаузная хирургия до витрэктомии Glaucoma before vitrectomy	Да / Yes	8 (2 %)
	Нет / No	392 (98 %)
Сопутствующие соматические заболевания Concomitant somatic diseases	Гипертоническая болезнь Hypertensive disease	125 (31,25 %)
	Сахарный диабет Diabetes mellitus	60 (15 %)

Наиболее часто у 334 пациентов (83,5 %) показанием к витреальному вмешательству была отслойка сетчатки, в 14 случаях (3 %) — отслойка сетчатки, осложненная гемофтальмом, рецидивирующий гемофтальм без тенденции к самостоятельной резорбции — у 8 человек, что составило 2 % от общего числа пациентов. Сочетание различных нозологий наблюдалось при сахарном диабете: пролиферативная диабетическая ретинопатия (ПДР) с отслойкой сетчатки у 17 человек (4,25 %), пролиферативная диабетическая ретинопатия с гемофтальмом у 22 человек (5,5 %), пролиферативная диабетическая ретинопатия с отслойкой сетчатки и гемофтальмом у 5 человек (1,25 %).

Из сопутствующих заболеваний было проанализировано наличие гипертонической болезни и сахарного диабета, которые встречались у 125 (31,25 %) и 60 (15 %) человек соответственно.

Отдельно оценивали вид тампонирующего вещества. В подавляющем большинстве случаев — 382, что составило 95,5 % от всех вмешательств, применялось силиконовое масло (СМ) Oxane 5700 (BAUSCH+LOMB, Германия), состоящее из 100 % полидиметилсилоксана, вязкостью 5700 ССт и удельным весом 0,96–0,98 г/см³. В остальных 18 случаях (4,5 %) использовалось СМ Densiron 68 (Fluoron, Германия), состоящее из полидиметилсилоксана на 69,5% и сверхчистого перфторгексиллоктана на 30,5 %, с вязкостью 1200 ССт, удельным весом 1,06 г/см³. По своей плотности СМ делятся на масла с низкой и высокой плотностью, эта терминология будет использована в статье далее. Высокая плотность СМ, в нашем случае Densiron 68, достигается именно за счет содержания в нем перфторгексиллоктана.

При сравнительном анализе полученных результатов было установлено умеренное последовательное улучшение остроты зрения при каждом визите, статистически значимое увеличение ВГД между первым и вторым этапами, максимально выраженное у пациентов 2-й и 4-й групп, до 7,5 и 11,0 мм рт. ст. соответственно ($p = 0,001$) и снижение ВГД при явке на третий этап ($p = 0,001$), то есть после удаления силикона. Этому соответствовало значимое увеличение количества используемых гипотензивных медикаментозных препаратов от первого этапа ко второму ($p = 0,001$): в первой группе в 2 раза, во второй в 4,5, в 3-й и 4-й группах практически в 6 раз, и незначимое уменьшение их числа во 2-й и 3-й группах при явке на третий этап наблюдения. Таким образом, удаление силикона и максимальная медикаментозная гипотензивная терапия позволили значительно снизить ВГД у пациентов всех групп, которое, тем не менее, превышало дооперационные значения (табл. 2).

В целом если длительность тампонады силиконом витреальной полости не превышала 5 месяцев (включительно), что соответствовало общемировым рекомендациям, то стойкое повышение ВГД и силиконовая глаукома сформировались у 34 пациентов из 306 (11,11 %). В случаях нахождения силикона в глазу более 5 месяцев вторичная силиконовая глаукома была диагностирована в 23,4 % случаев, то есть у 22 из 94 пациентов этой группы. Офтальмогипертензия, купированная удалением силикона, была отмечена в 21 случае, 17 из них (80,95 %) при коротких сроках тампонады, 4 (19,05 %) — при более длительном нахождении силикона в витреальной полости глаза пациентов. Важно подчеркнуть, что статистически значимого различия в частоте возникновения СИГ между пациентами, у которых использовалось СМ высокой или низкой плотности, получено не было, что объясняется тем, что частота использования последнего составила более 95 %.

Таблица 2. Сравнительный анализ остроты зрения, уровня ВГД и количества гипотензивных препаратов на различных этапах лечения пациентов с различной длительностью силиконовой тампонады**Table 2.** Comparative analysis of visual acuity, IOP level and the number of antihypertensive drugs at different stages of treatment with different silicone tamponade duration

Группы / Groups	Острота зрения до витрэктомии / Visual acuity before vitrectomy	Острота зрения перед удалением СМ / Visual acuity before SO removal	Острота зрения в отдаленный период / Visual acuity in the long-term	ВГД до витрэктомии / IOP before vitrectomy	ВГД перед удалением СМ / IOP before SO removal	ВГД в отдаленный период / IOP in the long-term	Гипотензивные глазные капли до витрэктомии, шт. / Antihypertensive eye drops before vitrectomy, pc	Гипотензивные глазные капли перед удалением СМ, шт. / Antihypertensive eye drops before SO removal, pc	Гипотензивные глазные капли в отдаленный период, шт. / Antihypertensive eye drops in the long-term, pc
1. 1–4 месяца / months, N = 257	0,23 ± 0,02	0,32 ± 0,01***	0,43 ± 0,02***	13,33 ± 0,33	18,98 ± 0,5***	16,83 ± 0,37***	0,08 ± 0,02	0,23 ± 0,04**	0,34 ± 0,06***
2. 5–8 месяцев / months, N = 102	0,2 ± 0,02	0,22 ± 0,01	0,33 ± 0,03***	13,41 ± 0,57	20,95 ± 0,97	16,73 ± 1,13	0,08 ± 0,04	0,46 ± 0,09***	0,34 ± 0,1
3. 8–12 месяцев / months, N = 29	0,12 ± 0,03	0,24 ± 0,03**	0,35 ± 0,07*	14,03 ± 1,65	19,86 ± 0,99***	15,15 ± 1,19***	0,14 ± 0,1	0,55 ± 0,18*	0,45 ± 0,21
4. Более 12 месяцев / More than 12 months, N = 12	0,13 ± 0,05	0,23 ± 0,04**	0,28 ± 0,09*	11,75 ± 1,8	22,75 ± 2,88**	14,0 ± 2,1***	0,0001	0,58 ± 0,29***	0,66 ± 0,37*
<i>p / U</i>	$p_{1-3} = 0,01$ $p_{1-4} = 0,01$	$p_{1-2} = 0,05$	$p_{1-2} = 0,01$ $p_{1-4} = 0,001$		$p_{1-2} = 0,01$ $p_{1-4} = 0,01$	$p_{1-4} = 0,01$ $p_{2-4} = 0,01$	$p_{1,2,3-4} = 0,001$ $p_{1,2-3} = 0,01$	$p_{1-2} = 0,002$ $p_{1-3} = 0,001$	$p_{1,2-4} = 0,002$

Примечание: *** $p = 0,001$; ** $p = 0,01$; * $0,05 \geq p \geq 0,01$.
 Note: *** $p = 0,001$, ** $p = 0,01$, * $0,05 \geq p \geq 0,01$.

Для выявления факторов риска повышения ВГД проводилась оценка клинических характеристик пациентов в целом и в двух группах сравнения. В первую группу включены пациенты с нормальным уровнем ВГД на всех этапах послеоперационного периода, пациенты с медикаментозно компенсированным ВГД и нормализацией давления после удаления силикона. Данную группу составили 279 человек (69,75 %) с нормальными значениями ВГД и 37 человек (9,25 %) с офтальмогипертензией, купированной удалением силиконового масла (табл. 3). Вторую группу составили 56 человек (14 %), которым диагноз глаукомы был поставлен в сроки от 1 до 34 месяцев (в среднем $5,34 \pm 0,70$ месяца) после витрэктомии, при этом глаукома была ассоциирована с эмульгацией силиконового масла.

В группу без подъема ВГД попали 187 (83,11 %) мужчин из 225 прооперированных, 157 (89,71 %) женщин из 175. При этом у мужчин продолжительность нахождения силиконового масла в витреальной полости была 4,2 месяца, в то время как у женщин — 5,3 месяца ($p = 0,0004$).

Среди всей совокупности пациентов значения аксиальной длины глаза варьировали значительно — от 19,97 до 32,6 мм, составив в среднем $25,19 \pm 0,12$ и $25,30 \pm 0,28$ в первой и второй группах соответственно ($p > 0,05$). Большинство прооперированных больных без статистической разницы в группах сравнения имели нативный хрусталик (72,3 и 67,8 %) и артрафию (27,03 и 25,0 %). Афакия

наблюдалась лишь в 6 случаях — у 2 (0,7 %) с отсутствием СИГ и у 4 (7,2 %) пациентов в группе сравнения.

У пациентов первой группы с большей частотой встречаемости в анамнезе наблюдался увеит — у 9 человек (2,6 %), а во второй группе у 1 пациента (1,7 %); ранее проведенная операция эписклерального пломбирования на исследуемом глазу у 12 (3,4 %) и 6 (10,7 %); ранее проведенная рефракционная операция у 32 (9,3 %) и 2 (0,58 %); ранее проведенная радиальная кератотомия на этом же глазу у 16 человек (4 %) соответственно.

Иными словами, из 18 человек, которым на первом этапе лечение отслойки сетчатки проводилось методом эписклерального пломбирования, СИГ развилась у каждого третьего пациента, что не согласуется с литературными данными [18].

У большинства пациентов — 372 человек (93 %) — до витрэктомии глаукома отсутствовала, а из тех 28 случаев (7 %), в которых ранее был поставлен диагноз глаукомы, антиглаукомная операция до удаления стекловидного тела имела место у 8 пациентов (2 %).

Силиконовая глаукома была диагностирована у 47 (83,93 %) пациентов с оперированной отслойкой сетчатки, у 7 (12,5 %) с ПДР, у 2 (3,57 %) с рецидивирующим гемофтальмом. Статистически значимой зависимости между нозологией, послужившей причиной для проведения витрэктомии, и вероятностью возникновения СИГ получено не было. Очевидно, что отслойка сетчатки, составляющая основу структуры заболеваемости

Таблица 3. Характеристика клинических показателей пациентов в группах с наличием и отсутствием силикон-индуцированной глаукомы

Table 3. Characteristics of clinical parameters with and without silicone-induced glaucoma

Показатели / Parameters		Группа 1 / Group 1, n = 344	Группа 2 / Group 2, n = 56
Возраст / Age		50,20 ± 0,46	46,60 ± 1,16
Пол / Gender	Мужчины / Male	187	38
	Женщины / Female	157	18
Аксиальная длина глаза, мм Anterior-posterior axis, mm		25,19 ± 0,12	25,30 ± 0,28
Глаукомный анамнез History of glaucoma	ВГД исходно, мм рт. ст. Initial IOP, mmHg	13,43 ± 0,30	12,77 ± 0,76
	Наличие глаукомы в анамнезе Glaucoma before vitrectomy	28 (8,1%)	0
Сопутствующие офтальмологические заболевания Concomitant ophthalmological diseases	Увеит / Uveitis	9 (2,6 %)	1 (1,7 %)
	Эписклеральное пломбирование Episcleral buckling	12 (3,4 %)	6 (10,7 %)
	Рефракционные операции Refractive surgery	32 (9,3 %)	2 (0,58 %)
Статус хрусталика Lens status	Нативный / Native	249 (72,3 %)	38 (67,8 %)
	Артифакция / Pseudophakia	93 (27,03 %)	14 (25 %)
	Афакия / Aphakia	2 (0,7 %)	4 (7,2 %)
Клинический диагноз Clinical diagnosis	Отслойка сетчатки Retinal detachment	301 (87,5 %)	47 (83,9 %)
	ПДР / PDR	37 (10,7 %)	7 (12,5 %)
	Гемофтальм Intraocular hemorrhage	6 (1,7 %)	2 (3,5 %)
Вид силикона Type of SO	Низкой плотности Low density	328 (95,34 %)	54 (96,4 %)
	Высокой плотности High density	16 (4,65 %)	2 (3,6 %)
Длительность тампонады, месяцы Duration of tamponade, months	1–4	221 (64,2 %)	35 (53,84 %)
	5–8	91 (26,4 %)	12 (21,4 %)
	8–12	24 (6,9 %)	5 (8,9 %)
	Более 12	8 (2,3 %)	4 (1,16 %)

исследуемых пациентов, также стала основной патологией, которая привела к СИГ.

Оценка влияния сахарного диабета на сроки и частоту встречаемости эмульгации силикона и повышения ВГД продемонстрировала отсутствие статистически значимой разницы в группах сравнения. Среди всех пациентов с сахарным диабетом вторичная глаукома развилась у 11 из 60 человек (18,33 %), а среди пациентов без диабета — у 45 из 340 (13,24 %).

Важно отметить, что офтальмогипертензия чаще развивалась у пациентов с афакией и артифакцией, чем при нативном хрусталике. При этом средние значения ВГД при явке на второй этап хирургии при нативном хрусталике составляли 22,5 ± 9,8 мм рт. ст. и 18,66 ± 7,6 мм рт. ст. у пациентов с ИОЛ или афакией соответственно ($p = 0,001$), что влекло за собой назначение более интенсивной медикаментозной гипотензивной терапии и в дальнейшем формирование вторичной

глаукомы в группе пациентов с артифакцией/афакией в 15,18 % (17 из 112 человек), при собственном хрусталике в 13,54 % (39 из 288 человек). При афакии глаукома была диагностирована в каждом втором случае.

Сроки нахождения СМ в глазу в обеих группах составили 1–4 месяца в большинстве случаев — 221 пациент (64,2 %) в 1-й группе и 35 (53,84 %) во второй, далее 5–8 месяцев у 91 (26,4 %) и 12 (21,4 %), 8–12 месяцев у 24 (6,9 %) и 5 (8,9 %), более 12 месяцев у 8 (2,3 %) и 4 (1,16 %) соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Многочисленные исследования последних лет позволили выяснить, что процесс эмульгирования силикона происходит за счет преодоления сил поверхностного натяжения, что достигается движениями глаз и, следовательно, движением пузыря СМ относительно водянистой влаги. В результате этого происходит сначала диспергирование (формирование более мелких частиц вещества), а затем и само эмульгирование (смешивание частиц вещества с другими, в нашем случае — с водянистой влагой) [19]. При этом было доказано, что одного смешивания жидкостей, разных по своей физико-химической природе, недостаточно для преодоления сил поверхностного натяжения на границе «масло — вода». Соответственно, для запуска процесса эмульгации обязательно присутствие поверхностно-активных веществ — сурфактантов [20], которые обычно образуются в тканях человека при инфекционных, воспалительных, геморрагических состояниях [19]. Экспериментально было доказано, что нахождение СМ в полости глаза запускает реакцию макрофагов, незавершенный фагоцитоз, провоцирует хроническое воспаление, ведущее к развитию пролиферативной витреоретинопатии [21]. Кроме того, сам по себе процесс дегрануляции тромбоцитов вызывает высвобождение большого количества высокоактивных биологических агентов, включая серотонин, гистамин, брадикинин, простагландины, сывороточный фактор распространения, трансформирующий фактор роста — β 3 (TFG) и тромбоцитарный фактор роста (PDGF) [21], которые, как было указано выше, могут сыграть свою роль в запуске процесса эмульгирования. В то же время было показано, что длительный прямой контакт масла с ПФОС при проведении витрэктомии или с биологическими эмульгаторами внутри глаза (кровь, белки или медиаторы воспаления) связан с повышенным риском образования эмульсии [17].

Кроме того, на процесс эмульгирования может влиять недостаточное заполнение витреальной полости силиконовым маслом, так как это провоцирует дополнительные колебательные движения пузыря масла в водянистой влаге, как следствие, ускорение процесса эмульгирования [18, 22], либо, наоборот, больший объем вводимого препарата. Так, в исследовании, проведенном на 4439 пациентах, было выявлено, что у лиц с рефракцией выше $-6,00$ дптр вероятность развития глаукомы

выше, чем в глазах с гиперметропической, эметропической, слабо- и среднемиопической рефракцией [23]. Причина этого до конца не ясна, выдвигается гипотеза, что в глазах с более высокими значениями переднезадней оси глаза (ПЗО) вводят больший объем СМ, тем самым увеличивается граница раздела между СМ и внутриглазной жидкостью, благодаря этому поверхностно-активные вещества имеют больше шансов взаимодействовать с силиконом, увеличивая риск эмульгирования [24]. С учетом того, что витрэктомия в нашем исследовании практически в 85 % случаев проводилась у пациентов с отслойкой сетчатки, аксиальная длина в среднем составила $25,2 \pm 0,1$ мм, свидетельствуя о наличии осевой миопии.

Встречаются также упоминания о том, что эмульгирование чаще происходит у молодых мужчин, это, вероятно, объясняется их большей физической активностью и, соответственно, большим количеством колебательных движений пузыря силикона в глазу [24], что согласуется и с результатами нашего исследования, в котором открытоугольная глаукома (ОУГ) и СИГ у мужчин развивалась в 2 раза чаще, чем у женщин, а средний возраст пациентов с СИГ составлял $46,6 \pm 1,16$ года против $50,2 \pm 0,46$ в группе без глаукомы.

Ряд авторов утверждает, что наличие пломбирующей ленты после операции склерального пломбирования вызывает деформацию склеры и ограничивает подвижность СМ в водянистой влаге и остатках стекловидного тела, что уменьшает его эмульгирование [18], но это не нашло подтверждения в нашей работе. Из 18 человек, которым ранее было проведено эписклеральное пломбирование, СИГ развилась у каждого третьего пациента.

Ключевым фактором риска эмульгирования силикона и развития СИГ считают длительность тампонады и плотность силиконового масла. Ретроспективный анализ четырехсот историй болезни пациентов, перенесших данный вид хирургического вмешательства, продемонстрировал повышение ВГД в среднем на 5,2, 7,3, 6,1, 10,0 мм рт. ст. в группах с длительностью тампонады до 4-х, от 5 до 8, от 9 до 12 и более 12 месяцев соответственно, что потребовало в раннем послеоперационном периоде подключения максимальной медикаментозной терапии (ММТ) с гипотензивной целью.

Так, при наличии силикона в витреальной полости более 5 месяцев глаукома наблюдалась практически у каждого четвертого пациента, при этом удаление силикона и его тщательная аспирация из передней камеры глаза не привели к компенсации ВГД, что свидетельствовало о формировании не только претрабекулярной, но и интратрабекулярной ретенции. Важно подчеркнуть, что предоперационный уровень ВГД не был достигнут ни в одной из групп, сравниваемых относительно длительности нахождения силикона в глазу, и превышал исходные значения на 1,5–3,5 мм рт. ст., что может играть ключевую роль в прогрессировании глаукомной нейрооптикопатии.

Это подтверждается исследованием 2017 года, в котором феномен необъяснимой потери зрения был зарегистрирован в 9 случаях из 44 [25]. Было установлено, что эндотампонада силиконовым маслом сопровождалась повышением ВГД до 25 мм рт. ст. при двух последовательных посещениях в течение периода наблюдения. Частота потери зрения в глазах с повышенным ВГД составила 4,5 случая потери зрения на 1000 дней по сравнению с 1 случаем на 1000 дней в глазах без повышения ВГД (95 % доверительный интервал: 1,1–17,9; $P = 0,02$). Сложность диагностики этого состояния заключалась в том, что пациенты не всегда могут отметить ухудшение зрения в послеоперационном периоде и часто замечают это и предъявляют жалобы уже после удаления силиконового масла из глаза [25].

Говоря об эмульгировании, нельзя не сказать о таком важном факторе риска СИГ, как вид силиконового масла. В рандомизированном двойном слепом контролируемом исследовании T. Ratanapakorn и соавт., в котором выполняли витрэктомию pars plana с дальнейшим введением СМ для лечения осложненной отслойки сетчатки, были получены следующие данные: вероятность эмульгирования силикона с низкой вязкостью незначительно выше, чем у силикона с высокой вязкостью, когда речь идет о тампонаде длительностью 6 месяцев и менее, но частота эмульгации резко возрастает, когда срок тампонады превышает 6 месяцев [17, 22]. Несмотря на то что силикон высокой плотности более устойчив к деформации, а следовательно, к диспергированию и эмульгированию, его сложнее полностью удалить из глаза, особенно с применением канюль малого калибра — менее 25G [19]. Ряд авторов описывает вероятность эмульгирования современных масел разной плотности как практически идентичную, а мнение о более высокой склонности масел, содержащих перфторгексилотан, к эмульгированию объясняет индивидуальными особенностями пациентов и малой выборкой исследований [26]. Имеются статьи, в которых подтверждается повышенный риск эмульгирования СМ высокой плотности в сроки до двух недель после витрэктомии, к четырем же неделям разница между двумя видами СМ нивелируется [27].

Известно, что частицы СМ обнаруживают не только в различных тканях глаза: веках, конъюнктиве, склере, эндотелии роговицы, трабекулярной сети, цилиарном теле, эпи- и субретинальных мембранах, на поверхности радужки, во всех слоях сетчатки, хориоиде, субретинальном пространстве, но и в рядом расположенных органах — силикон мигрирует в зрительный нерв (через решетчатую пластинку), хиазму и систему желудочков мозга [28–30]. Миграция силикона в ткани глаза вызывает хроническое воспаление, дистрофические изменения сетчатки и дезорганизацию ее слоев, разрастание глиальной ткани [31, 32]. Существует даже термин силиконовая нейропатия, отражающий прямое токсическое действие силиконового масла на зрительный нерв,

не зависящее от значений ВГД. Силиконовое масло можно обнаружить в зрительном нерве уже через 1 месяц после витрэктомии, и оно может замещать до 40 % площади поперечного сечения ретроламинарного (или склерального) отдела зрительного нерва и проникать глубже в него [33]. Вопрос о повреждении контралатерального зрительного нерва возникает, если силиконовое масло достигает хиазмы зрительного нерва. Большинство исследований утверждает, что эмульгирование происходит непредсказуемо и независимо от вязкости силиконового масла (1000 или 5000 ССт). В связи с малым числом случаев длительного использования «тяжелого» силикона в нашем исследовании оценить этот фактор риска не представлялось возможным.

В качестве пермиссивного фактора развития глаукомы после трехпортовой витрэктомии, кроме патологического воздействия частиц силикона может выступать и послеоперационное воспаление, индуцирующее формирование гониосинехий, рубцов радужки и неоваскуляризацию в углу передней камеры глаза. Кроме того, S. Chang и соавт. в 2006 году, а за ним F.O. Luk и соавт. в 2009 году выдвинули теорию о том, что развитие глаукомы в отдаленные сроки после витрэктомии связано с увеличением концентрации кислорода в передней камере и оксидативным стрессом, которому подвергается трабекула [34].

В литературе также был выдвинут постулат, что для развития СИГ в глазах с нативным хрусталиком нужен более длительный период нахождения масла в глазу, чем при артифакции и афакии, что объясняется защитным эффектом нативного хрусталика в отношении оксидативного стресса на уровне трабекулы [28]. При этом, как упоминалось ранее, миграция СМ может произойти как в раннем, так и в позднем послеоперационном периоде [13, 17].

Предполагаются и более редкие и сложные варианты вторичной глаукомы после витрэктомии. К этой группе относится так называемая «глаукома призрачных клеток», представляющих собой измененные эритроциты, которая возникает после длительно существующего или рецидивирующего гемофтальма, в том числе спустя несколько лет после истории кровоизлияний в анамнезе [35]. К факторам риска развития силикон-индуцированной глаукомы с поздним началом относится глаукома, существовавшая до витрэктомии. Было также описано, что пациенты с ранним повышением ВГД (до 1 недели после операции) имели статистически значимо более высокое предоперационное ВГД и, как правило, более молодой возраст [36].

Данные о роли системных заболеваний в качестве предикторов СИГ достаточно противоречивы [28]. Так, часть авторов считает, что диабет не является значимым фактором риска повышения ВГД [36, 37], другие, напротив, полагают диабет фактором риска ранней эмульгации силикона и развития глаукомы [10], при этом все сходятся в мнении о том, что у пациентов с системными сосудистыми заболеваниями, к которым относится и сахарный диабет, повышенное ВГД повреждает и без того измененный зрительный нерв, делая послеоперационный функциональный прогноз хуже.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенный ретроспективный анализ историй болезни пациентов, которым в связи с различными заболеваниями сетчатки была проведена трехпортовая витрэктомия с последующей тампонадой силиконовым маслом, позволил установить следующее.

1. Частота СИГ составила 14 %. Сроки развития глаукомы варьировали от 1 до 34 месяцев, составив в среднем $5,34 \pm 0,70$ месяца.

2. Процесс эмульгирования тесно связан с длительностью тампонады витреальной полости: 11,11 % СИГ в группе с тампонадой сроком до 5 месяцев включительно, 23,4 % при сроках более 5 месяцев.

3. СИГ чаще формируется у пациентов с афакией и артифакцией, осевой миопией, мужского пола и более молодого возраста, а также после эписклерального пломбирования, что с определенной долей вероятности можно отнести к факторам риска повышения ВГД, это необходимо учитывать при планировании операции, определении сроков тампонады витреальной полости, а также для коррекции схемы послеоперационного наблюдения пациента.

4. Зависимости между СИГ и этиологией заболевания, наличием сахарного диабета, рефракционными операциями, увеитом, предшествующими трехпортовой витрэктомии, установлено не было.

5. Дальнейшее изучение предикторов и механизмов формирования СИГ продолжает оставаться актуальным, так как единая точка зрения на эту проблему до сих пор отсутствует.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Юрьева Т.Н. — концепция и дизайн работы, написание текста, редактирование материала, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Коняева Ю.М. — концепция и дизайн работы, сбор и обработка материала, написание текста, применение статистических, математических методов для анализа данных;
Михалевич И.М. — анализ и обработка материала, применение статистических, математических методов для анализа данных;
Давыдова Л.И. — сбор и обработка материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Ferrara M, Coco G, Sorrentino T, Jasani KM, Moussa G, Morescalchi F, Dhawahir-Scala F, Semeraro F, Steel DHW, Romano V, Romano MR. Retinal and Corneal Changes Associated with Intraocular Silicone Oil Tamponade. *J Clin Med*. 2022 Sep 5;11(17):5234. doi: 10.3390/jcm11175234.
- Russo A, Morescalchi F, Donati S, Gambicorti E, Azzolini C, Costagliola C, Semeraro F. Heavy and standard silicone oil: intraocular inflammation. *Int Ophthalmol*. 2018 Apr;38(2):855–867. doi: 10.1007/s10792-017-0489-3.
- Coman Cernat CC, Munteanu M, Patoni Popescu SI, Muşat O. Silicone oil complications in vitreoretinal surgery. *Romanian Journal of Ophthalmology*. 2022 Oct-Dec;66(4):299–303. doi: 10.22336/rjo.2022.55.
- Markatia Z, Hudson J, Leung EH, Sajjad A, Gibbons A. The Postvitrectomy Cataract. *International Ophthalmology Clinics*. 2022 Jul;62(3):79–91. doi: 10.1097/ii.0000000000000440.
- Kumar H, Talwar D, Thulasidas M, Taneja S. A New Mechanism of Silicone Oil-Induced Glaucoma and Its Management. *Case Reports in Ophthalmological Medicine*. 2022;2022:2343139. doi: 10.1155/2022/2343139.
- Khodeiry MM, Liu X, Sheheitli H, Sayed MS, Lee RK. Slow Coagulation Transscleral Cyclophotocoagulation for Postvitrectomy Patients With Silicone Oil-induced Glaucoma. *Journal of Glaucoma*. 2021 Sep;30(9):789–794. doi: 10.1097/jig.0000000000001893.

7. Costarides AP, Alabata P, Bergstrom C. Elevated intraocular pressure following vitreoretinal surgery. *Ophthalmol Clin North Am.* 2004 Dec;17(4):507–512. doi: 10.1016/j.ohc.2004.06.007.
8. Nicolai M, Lassandro N, Franceschi A. Intraocular Pressure Rise Linked to Silicone Oil in Retinal Surgery: A Review. *Vision (Basel, Switzerland).* 2020 Aug;4(3):E36. doi: 10.3390/vision4030036.
9. Riedel KG, Gabel VP, Neubauer L, Kampik A, Lund OE. Intravitreal silicone oil injection: complications and treatment of 415 consecutive patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1990;228(1):19–23. doi: 10.1007/BF02764284.
10. Al-Jazzaf AM, Netland PA, Charles S. Incidence and management of elevated intraocular pressure after silicone oil injection. *J Glaucoma.* 2005 Feb;14(1):40–46. doi: 10.1097/01.jig.0000145811.62095.fa.
11. Mangouritsas G, Mourtoukos S, Portaliou DM, et al. Glaucoma associated with the management of rhegmatogenous retinal detachment. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.).* 2013 ;7:727–734. doi: 10.2147/oph.s42792.
12. Armally MF. Effect of corticosteroids on intraocular pressure and fluid dynamics. I. The effect of dexamethasone in the normal eye. *Arch Ophthalmol.* 1963 Oct;70:482–491. doi: 10.1001/archoph.1963.00960050484010.
13. Schwarzer H, Mazinani B, Plange N, et al. Clinical observations and occurrence of complications following heavy silicone oil surgery. *Biomed Research International.* 2014;2014:706809. doi: 10.1155/2014/706809.
14. Nicolai M, Lassandro N, Franceschi A, Rosati A, De Turris S, Pelliccioni P, Pirani V, Mariotti C. Intraocular Pressure Rise Linked to Silicone Oil in Retinal Surgery: A Review. *Vision (Basel, Switzerland).* 2020 Aug;4(3):E36. doi: 10.3390/vision4030036.
15. Kumar H, Talwar D, Thulasidas M, Taneja S. A New Mechanism of Silicone Oil-Induced Glaucoma and Its Management. *Case Reports in Ophthalmological Medicine.* 2022;2022:2343139. doi: 10.1155/2022/2343139.
16. Pars Plana Vitrectomy and the Risk of Ocular Hypertension and Glaucoma: Where Are We?, Rossi T1, Ripandelli G2, *Journal of Clinical Medicine,* 10 Dec 2020;9(12):E3994. doi: 10.3390/jcm9123994
17. Branisteanu DC, Moraru AD, Maranduca MA, Branisteanu DE, Stoleriu G, Branisteanu CI, Balta F. Intraocular pressure changes during and after silicone oil endotamponade (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine.* 2020 Dec;20(6):204. doi: 10.3892/etm.2020.9334.
18. de Silva DJ, Lim KS, Schulenburg WE. An experimental study on the effect of encircling band procedure on silicone oil emulsification. *The British Journal of Ophthalmology.* 2005 Oct;89(10):1348–1350. doi: 10.1136/bjo.2004.063768.
19. Kandarakis SA, Petrou P, Doumazos S, Chronopoulou K, Doumazos L, Halkiadakis I, Georgalas I. Combining Perfluorobutylpentane (F4H5) with Glaucoma Drainage Device Implantation for Silicone Oil-Induced Glaucoma: A Pilot Study. *Turk J Ophthalmol.* 2023 Oct 19;53(5):281–288. doi: 10.4274/tjo.galenos.2023.95825.
20. Crisp A, de Juan E Jr, Tiedeman J. Effect of silicone oil viscosity on emulsification. *Arch Ophthalmol.* 1987 Apr;105(4):546–550. doi: 10.1001/archoph.1987.01060040116047.
21. Weller M, Wiedemann P, Heimann K. Proliferative vitreoretinopathy--is it anything more than wound healing at the wrong place? *Int Ophthalmol.* 1990 Mar;14(2):105–117. doi: 10.1007/BF00154210.
22. Ratanapakorn T, Thongmee W, Meethongkam K, et al. Emulsification of Different Viscosity Silicone Oil in Complicated Retinal Detachment Surgery: A Randomized Double-Blinded Clinical Trial. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.).* 2020;14:359–367. doi: 10.2147/oph.s242804.
23. Xu L, Wang Y, Wang S, Wang Y, Jonas JB. High myopia and glaucoma susceptibility the Beijing Eye Study. *Ophthalmology.* 2007 Feb;114(2):216–220. doi: 10.1016/j.ophtha.2006.06.050.
24. Zhao H, Yu J, Zong Y, Jiang C, Zhu H, Xu G. Characteristics of Silicone Oil Emulsification After Vitrectomy for Rhegmatogenous Retinal Detachment: An Ultrasound Biomicroscopy Study. *Frontiers in Medicine.* 2021;8:794786. doi: 10.3389/fmed.2021.794786.
25. Marti M, Walton R, Böni C, Zweifel SA, Stahel M, Barthelmes D. Increased intraocular pressure is a risk factor for unexplained visual loss during silicone oil endotamponade. *Retina.* 2017 Dec;37(12):2334–2340. doi: 10.1097/IAE.0000000000001492.
26. Jousseaume AM, Rizzo S, Kirchhof B, Schrage N, Li X, Lente C, Hilgers RD; HSO -Study Group. Heavy silicone oil versus standard silicone oil in as vitreous tamponade in inferior PVR (HSO Study): interim analysis. *Acta Ophthalmol.* 2011 Sep;89(6):e483–e489. doi: 10.1111/j.1755-3768.2011.02139.x.
27. Romano V, Cruciani M, Semeraro F, Costagliola C, Romano MR. Development of ocular hypertension secondary to tamponade with light versus heavy silicone oil: A systematic review. *Indian J Ophthalmol.* 2015 Mar;63(3):227–232. doi: 10.4103/0301-4738.156922.
28. Allen C, Dawson E, Aulakh M, Haas CJ. Migration of silicone oil for retinal detachment. *Radiology Case Reports.* 2022 Jun;17(6):1968–1972. doi: 10.1016/j.radcr.2022.03.027.
29. Sharifi M, Ansari Astaneh MR. Migration of Silicone Oil into the Orbit and Eyelid as a Cyst. *Case Reports in Ophthalmology.* 2020 May-Aug;11(2):217–221. doi: 10.1159/000507608.
30. Ascaso FJ, Grzybowski A. Subarachnoidal migration of intraocular silicone oil. *Acta Neurochir (Wien).* 2017 May;159(5):807. doi: 10.1007/s00701-017-3131-2.
31. Kralinger MT, Stolba U, Velikay M. Safety and feasibility of a novel intravitreal tamponade using a silicone oil / acetyl-salicylic acid suspension for proliferative vitreoretinopathy: first results of the Austrian Clinical Multicenter Study. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2010;248(8):1193–1198. doi: 10.1007/s00417-010-1389-7.
32. Соловьёва ЕП. Распределение силикона в тканях глаза после витрэктомии с замещением силиконовым маслом. *Офтальмологические ведомости.* 2012;5(1):18–21.
- Soloveva EP. Distribution of silicone oil in eye tissues after vitrectomy with silicone oil exchange. *Ophthalmology journal* 2012;5(1):18–21 (In Russ.).
33. Ichhpujani P, Jindal A, Jay Katz L. Silicone oil induced glaucoma: a review. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2009 Dec;247(12):1585–1593. doi: 10.1007/s00417-009-1155-x.
34. Omidtabrizi A, Ghavami V, Shafiee M, Bayani R, Banaee T. Long-Term Intraocular Pressure Changes after Pars Plana Vitrectomy: An 8-Year Study. *Journal of Current Ophthalmology.* 2020 Oct-Dec;32(4):335–342. doi: 10.4103/joco.joco_85_20.
35. Xu J, Zhao M, Li JP, Liu NP. Ghost cell glaucoma after intravitreal injection of ranibizumab in proliferative diabetic retinopathy. *BMC Ophthalmol.* 2020 Apr 15;20(1):149. doi: 10.1186/s12886-020-01422-z.
36. Jabbour E, Azar G, Antoun J. Incidence and Risk Factors of Ocular Hypertension following Pars Plana Vitrectomy and Silicone Oil Injection. *Ophthalmologica. Journal International d'ophtalmologie. International Journal of ophthalmology. Zeitschrift für Augenheilkunde.* 2018;240(3):129–134. doi: 10.1159/000489792.
37. de Corral LR, Cohen SB, Peyman GA. Effect of intravitreal silicone oil on intraocular pressure. *Ophthalmic Surg.* 1987 Jun;18(6):446–449.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Юрьева Татьяна Николаевна
доктор медицинских наук, профессор
<https://orcid.org/0000-0003-0547-7521>

Коняева Юлия Михайловна
врач-офтальмолог, хирург отделения лазерной хирургии
<https://orcid.org/0009-0005-2938-4575>

Михалевич Исая Моисеевич
кандидат геолого-минералогических наук, заведующий кафедрой педагогических и информационных технологий
<https://orcid.org/0000-0003-4854-3277>

Давыдова Лилия Игоревна
врач-ординатор

ABOUT THE AUTHORS

Yurieva Tatiana N.
MD, Professor
<https://orcid.org/0000-0003-0547-7521>

Koniaeva Juliia M.
ophthalmologist, surgeon of the Laser surgery department
<https://orcid.org/0009-0005-2938-4575>

Mihalevich Isai M.
PhD, Head of the Department
<https://orcid.org/0000-0003-4854-3277>

Davidova Liliya I.
ophthalmologist

Клинический случай развития односторонней псевдоэксфолиативной глаукомы у молодого пациента после двусторонней сквозной кератопластики



А.В. Малышев^{1,2} А.С. Апостолова^{1,3} А.А. Сергиенко^{1,4}
А.Ф. Тешев^{1,5}, Г.Ю. Карапетов^{1,2}, М.Н. Ашхамахова^{1,5}, Б.Н. Хацунова^{1,5}

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

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

³ Клиника заботы о зрении «ЗЗ»
ул. Красных Партизан, 18, Краснодар, 350047, Российская Федерация

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

⁵ ГБУЗ РА «Адыгейская республиканская клиническая больница»
ул. Жуковского, 4, Майкоп, 385000, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):184–190

В статье описывается клинический случай развития односторонней псевдоэксфолиативной глаукомы (ПЭГ) у молодого мужчины 38 лет, которому ранее была выполнена сквозная пересадка роговицы на обоих глазах. Данный случай интересен ранним развитием глаукомного процесса, выраженностью проявлений псевдоэксфолиативного синдрома в молодом возрасте.

Цель: представить особенности клинического течения, оценить атипичность возникновения и протекания глаукомного процесса, эффективность медикаментозного лечения первичной открытоугольной глаукомы при наличии трансплантата роговицы, обуславливающего возникновение тонометрических ошибок. Описан клинический случай пациента 38 лет кавказского происхождения (армянин), которому в 2000 и 2007 годах была выполнена последовательно сквозная кератопластика на обоих глазах в городе Ереване. На момент обследования выявлена открытоугольная развитая декомпенсированная (ИС) глаукома, псевдоэксфолиативный синдром правого глаза, подтвержденные доступными методами исследования. Проведена местная медикаментозная терапия: ФК бримонидин 0,2 % + тимолол 0,5% и бринзоламид 1 % по 1 капле 2 раза в сутки в правый глаз, в результате которой ВГД удалось компенсировать.

Ключевые слова: первичная открытоугольная глаукома, псевдоэксфолиативный синдром, сквозная кератопластика, центральная толщина роговицы, тонометрия, роговично-компенсированное давление, биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза

Для цитирования: Малышев А.В., Апостолова А.С., Сергиенко А.А., Тешев А.Ф., Карапетов Г.Ю., Ашхамахова М.Н., Хацунова Б.Н. Клинический случай развития односторонней псевдоэксфолиативной глаукомы у молодого пациента после двусторонней сквозной кератопластики. *Офтальмология*. 2025;22(1):184–190. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-184-190>

Прозрачность финансовой деятельности: исследование проводилось при поддержке гранта Минобрнауки России ФГБОУ ВО МГТУ, приказ № 66 от 07.02.2014 (НП123-2024).

Конфликт интересов: отсутствует.



A Clinical Case of the Development of Unilateral Pseudoexfoliative Glaucoma in a Young Patient after Bilateral Penetrating Keratoplasty

A.V. Malyshev^{1,2}, A.S. Apostolova^{1,3}, A.A. Sergienko^{1,4}, A.F. Teshev^{1,5}, G.Yu. Karapetov^{1,2}, M.H. Ashkhamakhova^{1,5}, B.N. Hatsukova^{1,5}

¹ Maykop State Technological University
Pervomaiskaya str., 192, Maykop, 385000, Russian Federation

² Scientific Research Institution — S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital No. 1
1 May str., 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation

³ Vision Care Clinic “3Z”
Krasnykh Partizan str., 18, Krasnodar, 350047, Russian Federation

⁴ Children’s Regional Clinical Hospital
Pobedy sq., 1, Krasnodar, 135007, Russian Federation

⁵ Adygean Republican Clinical Hospital
Zhukovskiy str., 4, Maykop, 385000, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):184–190

The article describes a clinical case of the unilateral process development of Pseudoexfoliative glaucoma (PEG), in a young man, 38 years old, who had previously undergone a penetrating keratoplasty of both eyes. This case is interesting for the early development of the glaucoma process, the severity of manifestations of pseudoexfoliation syndrome at an atypical age. **Objective:** present the features of the clinical course, evaluate the atypicality of the onset and course of the glaucomatous process, the effectiveness of medication, treatment of POAG in the context of a corneal transplant, which leads to tonometric errors. Clinical case of 38-year-old patient of Caucasian origin (Armenian), who underwent sequential penetrating keratoplasty of both eyes in the city of Yerevan in 2000 and 2007. At the time of the examination, open-angle developed decompensated (II C) glaucoma and pseudoexfoliation syndrome of the right eye were detected, confirmed by available research methods. Local drug therapy was prescribed: FC brimonidine 0.2 % + timolol 0.5 % and brinzolamide 1 %, 1 drop 2 times a day in the right eye, as a result of which IOP was compensated.

Keywords: primary open-angle glaucoma, pseudoexfoliation syndrome, penetrating keratoplasty, central corneal thickness, tonometry, corneal-compensated pressure, biomechanical properties of the eye fibrous capsule

For citation: Malyshev A.V., Apostolova A.S., Sergienko A.A., Teshev A.F., Karapetov G.Yu., Ashkhamakhova M.H., Hatsukova B.N. A Clinical Case of the Development of Unilateral Pseudoexfoliative Glaucoma in a Young Patient after Bilateral Penetrating Keratoplasty. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):184–190. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-184-190>

Financial Disclosure: the study was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of Russia from the MSTU order No. 66 of 02/07/2014 (NP123-2024).

There is no conflict of interests.

Сквозная кератопластика — хирургическое вмешательство, которое, несмотря на прогресс хирургической техники и послеоперационного лечения, продолжает иметь многочисленные осложнения. Многие из них, такие как отторжение трансплантата, выраженный астигматизм, кистозный макулярный отек или катаракта, приводят к снижению зрения.

Глаукома, пожалуй, самое опасное осложнение после кератопластики различных модификаций, приводящее к необратимому повреждению зрительного нерва. Среди причин повышения ВГД в раннем послеоперационном периоде называют блокаду угла передней камеры с коллапсом трабекулярной сети, неправильную фиксацию трансплантата, послеоперационное воспаление и длительное применение кортикостероидов в послеоперационном периоде [1]. Сквозная кератопластика в некоторых случаях рассматривается как фактор риска развития

глаукомы, которая чаще возникает при уже имеющейся патологии переднего отрезка глаза (передние синехии, ПЭС-синдром) и/или при комбинированном вмешательстве [2]. Называют также псевдоэкзофолиативный синдром (ПЭС) и ранее существовавшую глаукому одними из факторов повышения ВГД в раннем периоде после кератореконструктивного вмешательства [3].

Псевдоэкзофолиативный синдром — это генетически детерминированное возрастное заболевание, характеризующееся образованием и накоплением аномальных фибриллярных внеклеточных агрегатов на структурах переднего сегмента глаза, особенно на передней капсуле хрусталика и зрачковом крае радужной оболочки [4]. Накоплены данные о морфологических изменениях практически во всех слоях клеток роговицы в глазах с ПЭС. Документально подтверждено, что глаза с ПЭС-синдромом имеют отложения

псевдоэксфолиативного материала на эндотелии, в передней и задней строме роговицы и значительно более низкую плотность клеток базального эпителия по сравнению с контролем [5]. ПЭС в настоящее время считается наиболее распространенной выявляемой причиной развития и прогрессирования открытоугольной глаукомы. Псевдоэксфолиативная глаукома (ПЭГ) считается одной из ведущих причин слепоты и слабовидения в мире и имеет более прогрессирующее течение по сравнению с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) [6].

Проведение тонометрии после сквозной кератопластики представляет большую проблему. На сегодняшний день одной из самых современных и точных методик контроля ВГД является определение при помощи анализатора биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза с использованием технологии визуализации роговицы (CorVis ST, Oculus, Германия).

Ранее в литературе уже было упоминание о развитии ПЭС-синдрома после сквозной кератопластики у мужчины 48 лет, у которого авторы нашли ранние проявления ПЭС-синдрома в переднем отрезке глаза [7]. Однако сведения по данному вопросу носят эпизодический характер.

Цель: представить особенности клинического течения, оценить атипичность возникновения и протекания глаукомного процесса, эффективность медикаментозного лечения ПЭГ в условиях трансплантата роговицы, при котором имеют место тонометрические ошибки.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Впервые на прием в 2023 году обратился пациент 38 лет кавказского происхождения (армянин) с жалобами на постепенное снижение остроты зрения вдаль обоих глаз. Из данных анамнеза установлено, что в 2000 и 2007 годах была выполнена последовательно сквозная кератопластика на обоих глазах в городе Ереване. Пациент медицинских документов не предоставил.

Сопутствующие заболевания отрицает. Очковой коррекцией ранее не пользовался, не наблюдался, лечение не получал.

Диагностическое обследование включало визометрию, тонометрию, пахиметрию, гониоскопию, оптическую когерентную томографию (Cirrus HD-OCT 5000 (Carl-Zeiss)), стандартную автоматизированную периметрию (периметр Tomey AP-1000) по программе «глаукома скрининг». Биометрические параметры глаза исследованы с помощью прибора Zeiss IOL Master 700, эндотелиальная ми-

кроскопия — с использованием прибора SP-3000P (Topcon), стандартная бесконтактная тонометрия — с помощью прибора Reichert 7 CR с возможностью получения роговично-компенсированного давления. Томографию роговицы и биомеханические параметры измеряли с помощью Pentacam (Oculus) и CorVis ST соответственно. Диагностическое обследование включало также осмотр лазерного хирурга.

При осмотре острота зрения правого глаза 0,03 с коррекцией sph $-4,5$ дптр, cyl $-5,0$ дптр, ax85 = 0,8; левого глаза — 0,01 с коррекцией sph $-10,5$ дптр, cyl $-4,5$ дптр, ax95 = 0,1. Передне-задняя ось правого глаза — 25,16 мм, левого — 25,43 мм. Уровень ВГД по методу стандартной бесконтактной тонометрии составил в правом глазу 47,5 мм рт. ст., в левом — 13,5 мм рт. ст.

При исследовании CorVis ST значения bIOP были 41,9 мм рт. ст. в правом глазу, помимо этого, из протоколов следует выраженное увеличение жесткости роговицы — DA Ratio 2,0 (SD $-5,37$) и R 1,3 мм (SD $-6,03$), при этом жесткость фиброзной оболочки глаза (SP-A1) имела невысокие значения — 107,3 мм рт. ст./мм (SD 0,24), а индекс SSI имел аномально низкие значения — 0,74 при среднем значении 1,0. В левом глазу уровень bIOP составил 15,8 мм рт. ст., жесткость роговицы снижена — DA Ratio 4,4 (SD 0,33) и R 9,2 мм (SD 1,02), жесткость фиброзной оболочки глаза (SP-A1) имела экстремально низкие значения — 53,1 мм рт. ст./мм (SD 3,12), равно как и индекс SSI — 0,68 при среднем значении 1,0. Анализ результатов данного исследования показывал наличие резкой асимметрии показателей в сторону увеличения ригидности фиброзной капсулы правого

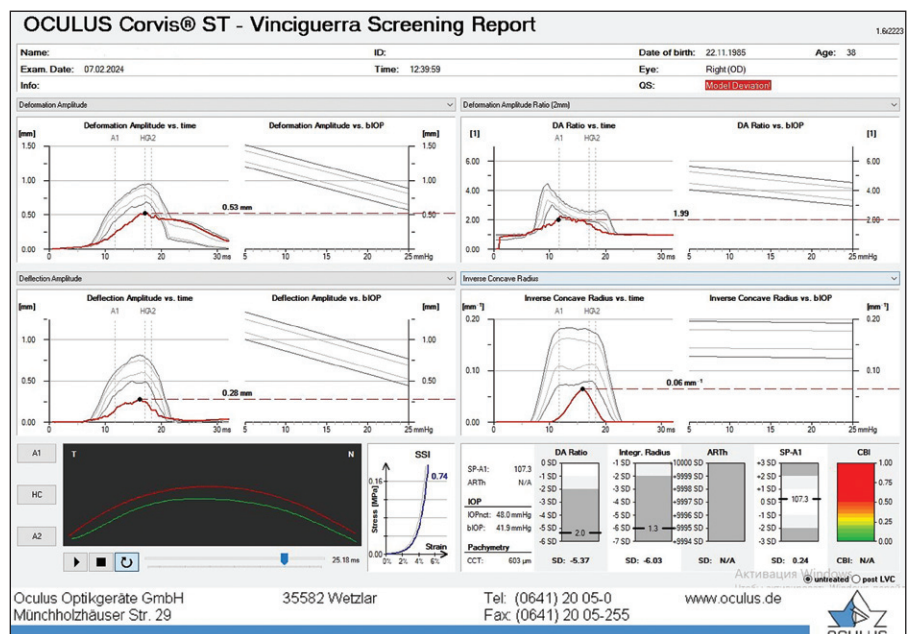


Рис. 1. Протокол исследования CorVis ST

Fig. 1. CorVis ST study protocol

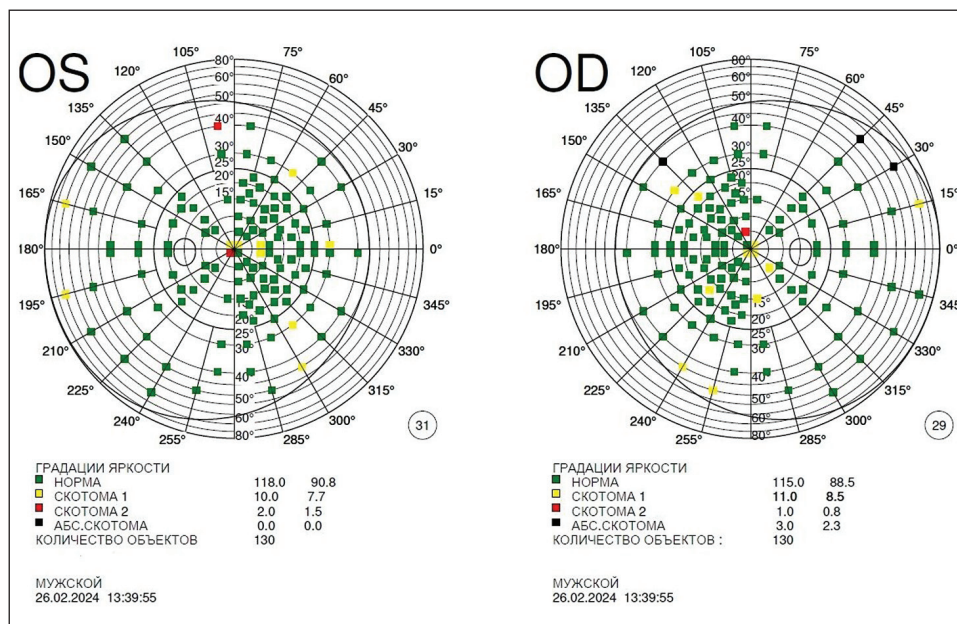


Рис. 2. Протокол исследования светочувствительности сетчатки

Fig. 2. Protocol for studying retinal photosensitivity

глаза. Рисунок 1 демонстрирует абнормальные значения и асимметрию параметров.

По результатам рефрактометрии правый глаз: sph $-4,5$ дптр, cyl $-5,0$ дптр ax85, SE $-7,0$ дптр; левый глаз: sph $-10,5$ дптр, cyl $-7,5$ дптр, ax95, SE $-14,25$ дптр.

По результатам исследования светочувствительности сетчатки оба глаза — центральная относительная скотома, множественные рассеянные относительные скотомы (рис. 2).

При осмотре переднего отрезка: оба глаза спокойные, роговичный трансплантат с помутнениями, края адаптированы, передняя камера умеренной глубины, влага прозрачная, радужка спокойная, зрачок круглый, реакция на свет живая. В правом глазу радужка субатрофична, дисперсия пигмента в лакунах, псевдоэкзофолиативный материал по зрачковому краю, зрачок ригидный. Псевдоэкзофолиации на передней капсуле хрусталика в виде типичного кольца (рис. 3).

Пахиметрия составила 581 мкм для правого глаза, 465 мкм для левого глаза.

При осмотре глазного дна в правом глазу: диск зрительного нерва (ДЗН) бледно-розовый, среднего размера, границы четкие, экскавация расширенная, глубокая, с преобладанием вертикального компонента, соотношение Э/Д 0,6, незначительный сдвиг сосудистого пучка назально, нейроретинальный ободок

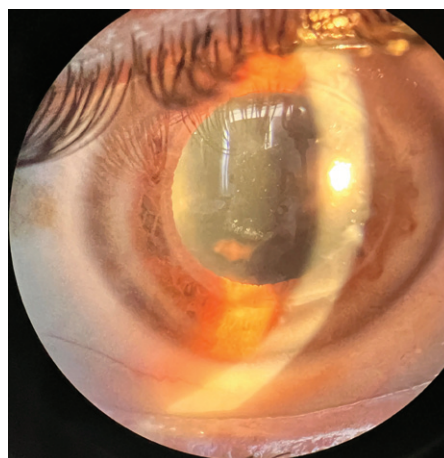


Рис. 3. Передний отрезок правого глаза

Fig. 3. Anterior segment of the right eye

розовый, истончен в нижне-темпоральном направлении. В левом глазу ДЗН бледно-розовый, среднего размера, границы четкие, экскавация неглубокая, без преобладания вертикального компонента, соотношение Э/Д 0,3, ход сосудистого пучка центральный, нейроретинальный ободок розовый, сохранен во всех отделах.

По результатам оптической когерентной томографии (ОКТ) была выявлена асимметрия в слое нервных волокон сетчатки — RNFL symmetry 74%. В правом глазу отмечалось увеличение размера экскавации

до 0,72, преобладание вертикального компонента экскавации до 0,66, увеличение объема экскавации до 0,471 мм² при среднем размере ДЗН 1,62 мм². При этом соответствующие показатели левого глаза составили 0,53, 0,57, 0,177 мм² соответственно при размере ДЗН 1,60 мм². Помимо этого, имелось истончение нейроретинального пояса правого глаза, истончение слоя нервных волокон сетчатки (RNFL Quadrants) в верхнем секторе до 84 мкм, в нижнем отделе до 91 мкм при соответствующих показателях левого глаза 104 и 94 мкм. Имелось также снижение показателей комплекса ганглиозных клеток сетчатки (Average GCL + IPL Thickness) до 72 μm при Minimum GCL + IPL Thickness 71 μm, что ниже соответствующих значений левого глаза — 76 и 75 μm соответственно (рис. 4).

При исследовании кератотопограммы правого глаза отмечены абнормальные значения, периферическая кератэктазия темпорально, степень роговичного астигматизма до 3,9 дптр, для левого глаза также характерны абнормальные параметры кератотопограммы, циркулярное истончение периферической части роговицы при степени астигматизма 1,4 дптр (рис. 5).

На основании проведенных исследований был установлен диагноз: впервые выявленная открытоугольная развитая декомпенсированная (ИС) глаукома, псевдоэкзофолиативный синдром, миопия средней степени правого глаза. Сквозная кератопластика (в 2000 и 2007 гг.), индуцированный сложный миопический

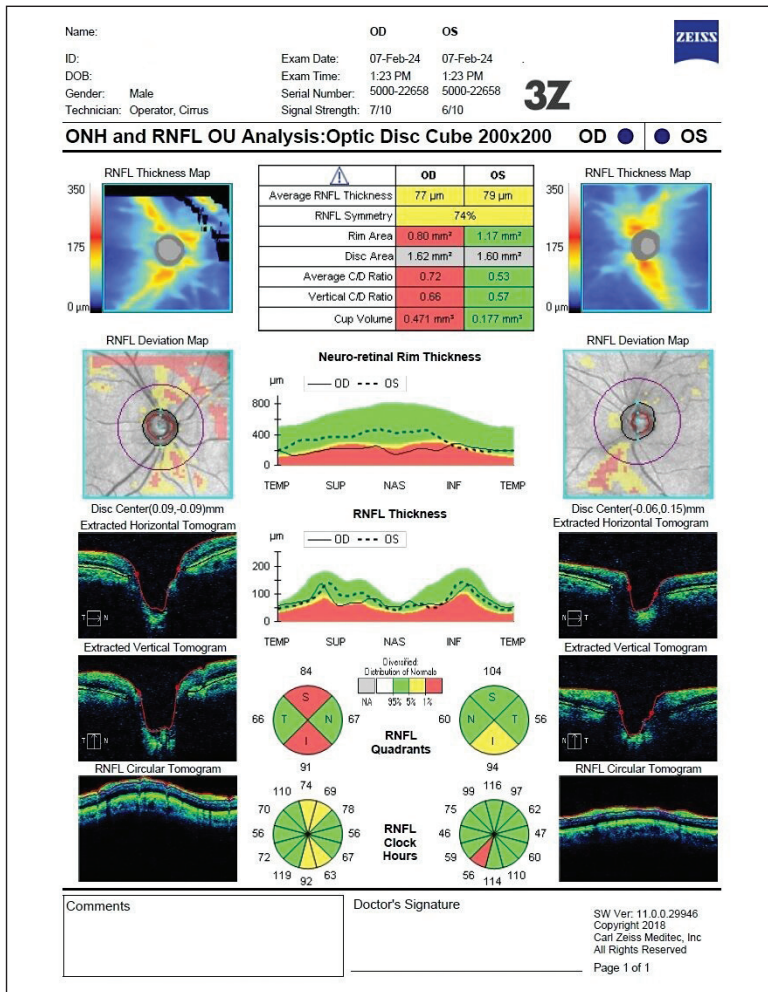


Рис. 4. Протокол исследования оптической когерентной томографии

Fig. 4. Optical coherence tomography study protocol

астигматизм обоих глаз. Рефракционная миопия высокой степени левого глаза.

Назначена местная медикаментозная терапия: ФК бримонидин 0,2 % + тимолол 0,5 % и бринзоламид 1 % по 1 капле 2 раза в сутки в правый глаз. Рекомендован контроль ВГД в динамике через 7–10 дней.

При осмотре через 7 дней уровень ВГД по методу стандартной бесконтактной тонометрии составил в правом глазу 14 мм рт. ст., в левом глазу 10,0 мм рт. ст. При исследовании CorVis ST значения bIOP были 13,0 мм рт. ст. в правом глазу, значение DA Ratio повысилось до 4,2 (SD -0,21), R до 7,4 мм (SD -0,58), при этом жесткость фиброзной оболочки глаза (SP-A1) снизилась до 82,3 мм рт. ст./мм (SD 1,56), а индекс SSI возрос до значений 1,12 при среднем значении 1,0. Данные показатели приближены к средним значениям (показатель SD стремится к нулевому значению), поэтому можно предположить достижение толерантного ВГД в данном случае (рис. 6). В левом глазу показатели биомеханики глаза по-прежнему характеризовались резко абnormallyми значениями при нормальных показателях офтальмотонуса.

При осмотре лазерным хирургом: в правом глазу угол передней камеры открыт, широкий (степень открытия УПК III по Шафферу), интенсивная экзогенная неравномерная пигментация трабекулы (пигментация 2-го класса по Шейе), линия Сампаолези. В левом глазу угол передней камеры открыт, широкий, средней интенсивности, эндогенная пигментация трабекулы.

Пациенту рекомендовано соблюдать назначенный режим местной медикаментозной

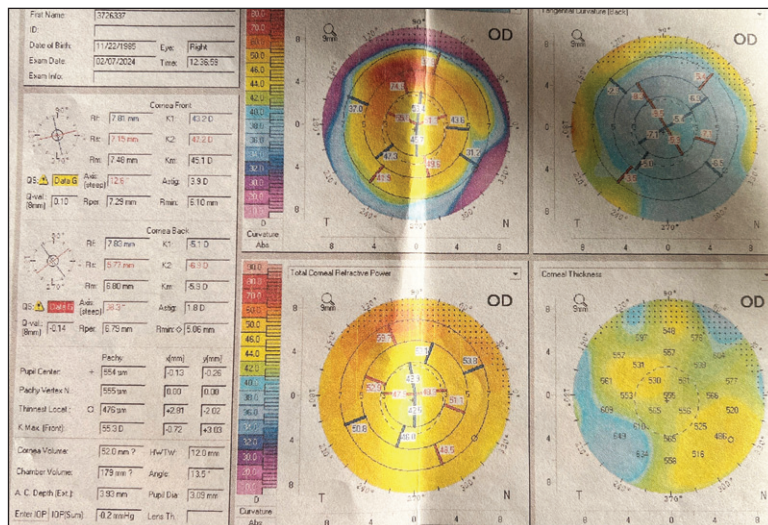


Рис. 5. Протокол исследования кератотопограммы с аномальными значениями морфологии роговицы

Fig. 5. Protocol for studying a keratotopogram with abnormal values of corneal morphology

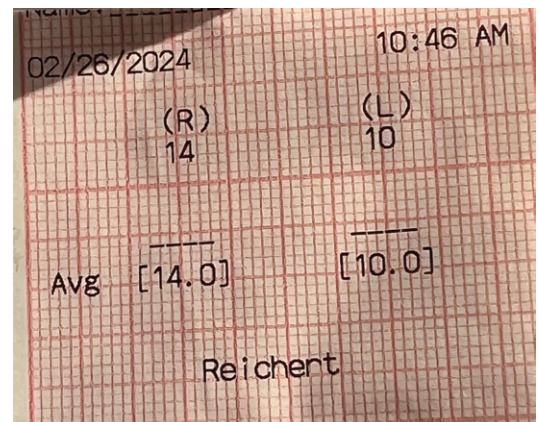


Рис. 6. Протокол исследования CorVis ST правого глаза после назначения гипотензивных капель

Fig. 6. Protocol for the CorVis ST study of the right eye after the treatment of hypotensive drops

терапии, контроль ВГД в динамике с учетом биомеханических показателей фиброзной оболочки глаза, селективная лазерная трабекулопластика правого глаза.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как известно, факторами риска развития ПЭС синдрома являются пожилой возраст, а также скандинавское или средиземноморское происхождение [8, 9]. Встречаемость ПЭС-синдрома значительно возрастает в старшей возрастной группе с максимальной встречаемостью у пациентов старше 80 лет [10].

В литературе встречаются единичные упоминания об одностороннем развитии ПЭС-синдрома [11, 12]. Так, описан клинический случай 83-летнего мужчины, имеющего в анамнезе двустороннюю операцию по удалению катаракты и дисцизию задней капсулы, который обратился на плановое офтальмологическое обследование. Биомикроскопия при помощи щелевой лампы выявила псевдоэксфолиативные отложения на передней поверхности интраокулярной линзы правого глаза, расположенные по ходу нескольких радиальных линий. Внутриглазное давление было нормальным, признаки глаукомной оптической нейропатии отсутствовали. Однако одностороннее развитие ПЭС-синдрома не характерно для данной патологии, особенно в старшей возрастной группе, и в данном случае возможно субклиническое развитие патологии на парном глазу.

В представленном клиническом случае описывается крайне отличная от статистических данных ситуация с развитием одностороннего ПЭС-синдрома и глаукомы у пациента 38 лет кавказского происхождения. Предположительно, такая атипичная картина болезни может быть связана с тем, что ПЭС-синдром в данном случае не обусловлен генетически, а связан с роговичным трансплантатом.

При ПЭС-синдроме определяются выраженные изменения в роговице глаза. В одном из зарубежных исследований авторы провели измерение чувствительности роговицы с помощью эстезиометра и конфокальное микроскопическое исследование *in vivo*, измеряли плотность эпителиальных, стромальных и эндотелиальных клеток, а также оценивали плотность и извитость суббазального нервного сплетения роговицы. В результате исследования были получены данные, что глаза с ПЭС-синдромом имели значительно более низкую плотность клеток в базальном эпителии, строме и эндотелии, меньшую плотность суббазальных нервов и большую извитость нервов, а также сниженную чувствительность роговицы в сравнении со здоровыми глазами. Авторы предполагают, что ПЭС-синдром является бинокулярным заболеванием [13].

Известны также данные о том, что имеется выраженное снижение плотности клеток на каждом уровне трансплантированной роговицы и изменения в суббазальном сплетении, определяющиеся в течение 40 лет после сквозной кератопластики, что было определено посредством

компьютерной топографии роговицы и лазерного сканирования при конфокальной микроскопии [14].

Вероятно, развитие ПЭС-синдрома в роговичном трансплантате будет характеризоваться сочетанием патологических признаков, характерных для обеих патологий, усугубляющих состояние.

По данным иностранных авторов, которые сравнили уровень ВГД, полученный с помощью апланационной тонометрии Гольдмана и тонометрии iCare в нормальной роговице и роговице после кератопластики, измерения показали, что тонометрия по iCare значительно недооценивала показатели ВГД по сравнению с тонометрией по Гольдману. Вместе с тем авторы делают вывод, что высокие показания ВГД, полученные с помощью обоих тонометров, при наличии кератотрансплантата должны вызвать подозрение на истинное повышенное ВГД [15]. В другом исследовании сравнивали измерение ВГД методом бесконтактной пневматической тонометрии, iCare, апланационной тонометрии по Гольдману и динамической контурной тонометрии в глазах до и после эндотелиальной кератопластики десцеметовой мембраны. Авторы сделали вывод, что значения ВГД, зарегистрированные тонометрией по Гольдману, являются стабильными, в то время как остальные три вида тонометрии имели тенденцию к завышению ВГД после операции. Указывается на отсутствие корреляции между методиками и не рекомендуется осуществлять контроль ВГД до и после операции разными методами. При этом все методы выявили повышение ВГД во время наблюдения, что потребовало терапии [16].

В нашем клиническом случае осуществлялся двойной контроль уровня ВГД, и обе методики показали истинное повышение ВГД, однако при исследовании Corvis ST, помимо уровня bIOP, мы имели возможность отследить выраженные изменения в биомеханических показателях фиброзной оболочки глаза. Однако при подобной клинической ситуации очевидна сложность интерпретации данных тонометрии и оценки достижения «давления цели» у данного пациента с учетом состояния после сквозной кератопластики обоих глаз и различной центральной толщины роговичного трансплантата, что сопровождается выраженной асимметрией ВГД между глазами. Трудности проведения стандартных методик тонометрии определяют в таких случаях необходимость использования методики Corvis ST для получения более точных результатов уровня ВГД с учетом погрешностей, вносимых болезнью роговицы.

При старте терапии псевдоэксфолиативной глаукомы (ПЭГ) обычно используются варианты медикаментозного лечения, включая аналоги простагландинов, β -блокаторы, селективные α_2 -агонисты и местные ингибиторы карбоангидразы, а также их комбинации. Данные литературы показывают, что стартовое медикаментозное лечение с использованием большинства препаратов, применяемых в настоящее время, эффективно для снижения ВГД в случаях ПЭГ. Однако, несмотря

на хороший ответ на старте лечения, как правило, в скором времени происходит декомпенсация и требуется усложнение терапии или комбинация методов лечения [17]. В нашем клиническом случае рекомендовано выполнение СЛТ, которая, по данным отечественных авторов, имеет наибольшую эффективность в начальную стадию заболевания [18], также авторы отмечают долгосрочную эффективность данной лазерной методики при своевременном ее выполнении [19]. СЛТ в случае глаукомы при патологии роговицы является достаточно безопасной методикой снижения ВГД, так как не вызывает повреждения эндотелиальных клеток роговицы по данным конфокальной микроскопии [20].

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Zemba M, Stamate AC. Glaucoma after penetrating keratoplasty. *Rom J Ophthalmol.* 2017 Jul-Sep;61(3):159–165. doi: 10.22336/rjo.2017.30.
- Nguyen NX, Langenbucher A, Seitz B, Kühle M. Häufigkeit und Risikofaktoren der Augeninnendruckerhöhung nach perforierender Keratoplastik. Frequency and risk factors of intraocular pressure increase after penetrating keratoplasty. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2000 Aug;217(2):77–81. German. doi: 10.1055/s-2000-10388.
- Ida Y, Shimizu T, Kuroki T, Mizuki Y, Takeda M, Mizuki N, Yamagami S, Hayashi T. Risk factors for intraocular pressure elevation following Descemet membrane endothelial keratoplasty in Asian patients. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2023 Mar;261(3):749–760. doi: 10.1007/s00417-022-05835-y.
- Nazarali S, Damji F, Damji KF. What have we learned about exfoliation syndrome since its discovery by John Lindberg 100 years ago? *Br J Ophthalmol.* 2018 Oct;102(10):1342–1350. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311321.
- Zheng X, Shiraishi A, Okuma S, Mizoue S, Goto T, Kawasaki S, Uno T, Miyoshi T, Ruggeri A, Ohashi Y. In vivo confocal microscopic evidence of keratopathy in patients with pseudoexfoliation syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011 Mar 28;52(3):1755–1761. doi: 10.1167/iov.10-6098.
- Musch DC, Shimizu T, Niziol LM, Gillespie BW, Cashwell LF, Lichter PR. Clinical characteristics of newly diagnosed primary, pigmentary and pseudoexfoliative open-angle glaucoma in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study. *Br J Ophthalmol.* 2012 Sep;96(9):1180–1184. doi: 10.1136/bjophthalmol-2012-301820.
- Milioti G, Löw U, Gatzoufas Z, Ninios K, Schirra F, Seitz B. Frühe Manifestation eines Pseudoexfoliations-Syndroms nach Hornhauttransplantation [Early manifestation of a pseudoexfoliation syndrome after a cornea transplantation]. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2011 Mar;228(3):249–251. German. doi: 10.1055/s-0029-1245164.
- Ritch R, Schlötzer-Schrehardt U. Exfoliation syndrome. *Surv Ophthalmol.* 2001 Jan-Feb;45(4):265–315. doi: 10.1016/s0039-6257(00)00196-x.
- Mitchell P, Wang JJ, Hourihan F. The relationship between glaucoma and pseudoexfoliation: the Blue Mountains Eye Study. *Arch Ophthalmol.* 1999 Oct;117(10):1319–1324. doi: 10.1001/archophth.117.10.1319.
- Nazarali S, Damji F, Damji KF. What have we learned about exfoliation syndrome since its discovery by John Lindberg 100 years ago? *Br J Ophthalmol.* 2018 Oct;102(10):1342–1350. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311321.
- Rochepeau C, El Ameen B, Brillion C. Unilateral Pseudoexfoliation Deposits on an Intraocular Lens. *JAMA Ophthalmol.* 2021 Mar 1;139(3):e206856. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2020.6856.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Малышев Алексей Владиславович
доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением,
заведующий кафедрой

Апостолова Анастасия Станиславовна
кандидат медицинских наук, доцент

Сергиенко Алексей Анатольевич
кандидат медицинских наук, врач глазного отделения, доцент кафедры

Тешев Адам Феликсович
заведующий отделением, доцент кафедры

Карпетов Гарри Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач глазного отделения, доцент кафедры

Ашхаматова Марина Кадыровна
врач глазного отделения, ассистент кафедры

Хацукова Белла Нальбиевна
врач глазного отделения, ассистент кафедры

В данном клиническом случае мы столкнулись с нетипичным проявлением болезни, однако в краткосрочном периоде нам удалось медикаментозно компенсировать ВГД.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малышев А.В. — разработка и дизайн исследования, окончательное утверждение рукописи;

Апостолова А.С. — разработка и дизайн исследования, получение и анализ данных, написание текста, окончательное утверждение рукописи;

Карпетов Г.Ю. — получение и анализ данных;

Тешев А.Ф. — получение и анализ данных, написание текста, редактирование текста;

Сергиенко А.А. — получение и анализ данных, написание текста;

Ашхаматова М.К. — редактирование текста;

Хацукова Б.Н. — редактирование текста.

- Bhattacharjee H, Mishra S, Garg M. Pseudoexfoliative Deposits on an Intraocular Lens. *JAMA Ophthalmol.* 2023 Jun 1;141(6):e230407. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2023.0407.
- Kumaran N, Girgis R. Pseudoexfoliative deposits on an intraocular lens implant. *Eye (Lond).* 2011 Oct;25(10):1378–1379. doi: 10.1038/eye.2011.159.
- Niederer RL, Perumal D, Sherwin T, McGhee CN. Corneal innervation and cellular changes after corneal transplantation: an in vivo confocal microscopy study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007 Feb;48(2):621–626. doi: 10.1167/iov.06-0538.
- Salvetat ML, Zepieri M, Miani F, Tosoni C, Parisi L, Brusini P. Comparison of iCare tonometer and Goldmann applanation tonometry in normal corneas and in eyes with automated lamellar and penetrating keratoplasty. *Eye (Lond).* 2011 May;25(5):642–650. doi: 10.1038/eye.2011.60.
- Maier AK, Gundlach E, Pahlitzsch M, Gonnermann J, Corkhill C, Bertelmann E, Jousen AM, Klamann MK, Torun N. Intraocular Pressure Measurements After Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *J Glaucoma.* 2017 Mar;26(3):258–265. doi: 10.1097/IJG.0000000000000593.
- Tekin K, Inanc M, Elgin U. Monitoring and management of the patient with pseudoexfoliation syndrome: current perspectives. *Clin Ophthalmol.* 2019 Mar 1;13:453–464. doi: 10.2147/OPHTH.S181444.
- Курешева Н.И., Шаталова Е.О., Апостолова А.С. Эффективность селективной лазерной трабекулопластики в лечении разных форм глаукомы. *Новости глаукомы.* 2017;1(41):63–66. Kurysheva N.I., Shatalova E.O., Apostolova A.S. Efficacy of Selective Laser Trabeculoplasty in different types of glaucoma. *Glaucoma news.* 2017;1(41):63–66 (In Russ.).
- Курешева Н.И., Апостолова А.С., Шаталова Е.О., Семенов А.А. Отдаленные результаты селективной лазерной трабекулопластики при псевдоэксфолиативной глаукоме. *Национальный журнал глаукома.* 2014;13(1):13–20. Kurysheva N.I., Apostolova A.S., Shatalova E.O., Semenov A.A. Long-term results of selective laser trabeculoplasty in pseudoexfoliation glaucoma. *National journal Glaucoma.* 2014;13(1):13–20 (In Russ.).
- Курешева Н.И., Рыжков П.К., Топольник Е.В., Капкова С.Г. Состояние эндотелия роговицы после селективной лазерной трабекулопластики. *Национальный журнал глаукома.* 2012;2:38–43. Kurysheva N.I., Ryzhkov P.K., Topol'nik E.V., Kapkova S.G. Condition of corneal endothelium after selective laser trabeculoplasty. *National journal Glaucoma.* 2012;2:38–43 (In Russ.).

ABOUT THE AUTHORS

Malyshev Alexey V.
MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department

Apostolova Anastasia S.
PhD, ophthalmologist, glaucoma specialist, assistant Professor

Sergienko Aleksey A.
PhD, ophthalmologist, Assistant Professor

Teshev Adam F.
Head of the Ophthalmology Department, Assistant Professor

Karapetov Garry Yu.
PhD, ophthalmologist, Assistant Professor

Ashkhamakhova Marina K.
ophthalmologist, assistant

Hatsukova Bella N.
ophthalmologist, assistant

Клинико-функциональные результаты комбинированного хирургического лечения пациента с кератоконусом: опыт 10-летнего наблюдения



Ю.Ю. Калинин¹ С.Б. Измайлова² Л.Ф. Рагимова¹
З.М. Исмаилова², С.Ю. Калининкова², Д.А. Сагоненко¹

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Долгоруковская, 4, Москва, 127006, Российская Федерация

² ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):191–199

Актуальность. Вопреки развитию современных технологий послойной кератопластики кератоконус (КК) остается одним из наиболее частых показаний к сквозной кератопластике (СКП). Однако прозрачного приживления донорской ткани недостаточно для достижения высокой остроты зрения. Актуальной проблемой остается послеоперационный астигматизм. В связи с этим в 2015 году нами был предложен способ интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма. **Цель:** представить отдаленные клинико-функциональные результаты лечения пациента с КК после проведения СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат. **Пациент и методы.** Пациент впервые обратился в клинику в 2012 году с миопией высокой степени (МВС) в анамнезе и жалобами на снижение остроты зрения (ОЗ) на оба глаза. Пациенту была выполнена комплексная первичная диагностика, по результатам которой был поставлен диагноз: МВС, КК 3–4 стадии обоих глаз. В 2012 году на OD была выполнена СКП, в 2015 году на OS — СКП с фемтосекундным сопровождением и одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат. В 2023 году на обоих глазах выполнили фактоэмульсификацию катаракты (ФЭК) с имплантацией: OD — торической интраокулярной линзы (тИОЛ); OS — монофокальной асферичной ИОЛ. **Результаты.** Спустя 12 лет (OD) и 10 лет (OS) наблюдения после проведения многоэтапного хирургического лечения на обоих глазах — трансплантат прозрачный, ИОЛ в правильном положении; на OS интрастромальное кольцо в правильном положении, адаптировано в строме. ОЗ составила OD = 0,9 н/к; OS = 1,0, при этом величина астигматизма по данным кератотопографии на OS составила -0,9D, на OD -3,2D. **Заключение.** Данный клинический случай демонстрирует отдаленные клинико-функциональные результаты, при которых на сроке наблюдения более 10 лет отмечается отсутствие дислокации интрастромального кольца и реакции со стороны трансплантата, стабильное положение ИОЛ и минимальные значения астигматизма. Проведение СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат является безопасным и эффективным методом лечения пациентов с КК.

Ключевые слова: кератоконус, посткератопластический астигматизм, интрастромальная кератопластика, сквозная кератопластика, разомкнутое кольцо, фактоэмульсификация катаракты, торическая интраокулярная линза

Для цитирования: Калинин Ю.Ю., Измайлова С.Б., Рагимова Л.Ф., Исмаилова З.М., Калининкова С.Ю., Сагоненко Д.А. Клинико-функциональные результаты комбинированного хирургического лечения пациента с кератоконусом: опыт 10-летнего наблюдения. *Офтальмология*. 2025;22(1):191–199. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-191-199>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Clinical and Functional Results of Combined Surgical Treatment of a Patient with Keratoconus: 10-year Follow-up Experience

Yu.Yu. Kalinnikov¹, S.B. Izmailova², L.F. Ragimova¹, Z.M. Ismailova², S.Yu. Kalinnikova², D.A. Sagonenko¹

¹ Russian University of Medicine
Dolgorukovskaya str., 4, Moscow, 127006, Russian Federation

² S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):191–199

Relevance. Despite the development of modern technologies of lamellar keratoplasty, keratoconus (KK) remains one of the most common indications for penetrating keratoplasty (PKP). However, transparent engraftment of donor tissue is not enough to achieve high visual acuity. Postoperative astigmatism remains an urgent problem. In this regard, in 2015 we proposed a method for intraoperative prevention of postkeratoplastic astigmatism. Objective: to present the long-term clinical and functional results of treating a patient with KK after PKP with one-stage implantation of an open ring into the graft. **Patient and methods.** First time the patient came to the clinic in 2012 with a history of high myopia (HM) and complaints of decreased visual acuity (VA) in both eyes. The patient underwent a comprehensive primary diagnosis, based on the results of which the following diagnosis was made: HM, KK stage 3–4 in both eyes. In 2012, PKP was performed on OD, in 2015, PKP with femtosecond accompaniment and one-stage implantation of an open ring into the graft on OS. In 2023, phacoemulsification of cataracts (PEC) was performed on both eyes with implantation of: OD — a toric intraocular lens (tIOL); OS — a monofocal aspheric IOL. Results. After 12 years (OD) and 10 years (OS) of follow-up after multi-stage surgical treatment, the graft is transparent, the IOL is in the correct position; on OS, the intrastromal ring is in the correct position, adapted in the stroma. VA was OD = 0.9 n/c; OS = 1.0, while the amount of astigmatism according to keratopography on OS was -0.9D, on OD -3.2D. **Conclusion.** This clinical case demonstrates remote clinical and functional results, where over a follow-up period of more than 10 years, there is no intrastromal ring dislocation and no graft reaction, stable IOL position, and minimal astigmatism. Carrying out SKP with one-stage implantation of an open ring into the graft is a safe and effective method of treating patients with CC.

Keywords: keratoconus, postkeratoplastic astigmatism, intrastromal keratoplasty, penetrating keratoplasty, open ring, cataract phacoemulsification, toric intraocular lens

For citation: Kalinnikov Yu.Yu., Izmailova S.B., Ragimova L.F., Ismailova Z.M., Kalinnikova S.Yu., Sagonenko D.A. Clinical and Functional Results of Combined Surgical Treatment of a Patient with Keratoconus: 10-year Follow-up Experience. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):191–199. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-191-199>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Кератоконус (КК) — это прогрессирующее, чаще двухстороннее заболевание неизвестной этиологии, приводящее к стойкому истончению роговицы [1, 2]. В лечении КК на начальных стадиях широко применяется УФ-кросслинкинг роговичного коллагена (КРК) с различными вариантами протоколов и зон облучения [3–10], а также комбинированные кросслинкинг-рефракционные вмешательства [11–13]. При КК 2–3 стадии часто проводят интраламеллярную кератопластику (ИЛКП) с имплантацией роговичных сегментов (РС) или колец [14–18], интрастромальную аллотрансплантацию с фемтолазерным сопровождением [19]. Относительно недавно была представлена технология имплантации боуменовской мембраны в лечении пациентов с 3–4-й стадией КК [20, 21]. Однако в 20 % случаев пациенты с развитым КК нуждаются в проведении кератопластики [22]. Несомненно, наиболее предпочтительным вариантом является проведение глубокой передней послойной кератопластики (ГППК), преимуществом которой является возможность сохранения эндотелия ре-

ципиента, что значительно снижает иммунную реакцию отторжения трансплантата [23].

Стоит отметить, что на 4-й стадии КК из-за значительного истончения роговицы образуется тотальное помутнение с разрывами десцеметовой мембраны. В данном случае СКП является единственным возможным методом лечения. В одном из крупнейших исследований по трансплантации роговицы в Сингапуре были показаны отдаленные результаты СКП ($n = 1206$) у пациентов с КК со сроком наблюдения 20 лет, выживаемость сквозного трансплантата через 20 лет наблюдения составила 44 % [24]. Аналогичное исследование было описано ранее Австралийским реестром трансплантатов роговицы, в котором выживаемость трансплантата была оценена в 89 и 49 % через 10 и 20 лет после операции соответственно [25]. Однако прозрачного приживления донорской ткани недостаточно для достижения высокой ОЗ. Актуальной проблемой остается послеоперационный астигматизм, достигающий после СКП в среднем 4,0–5,0 дптр [26, 27]. По данным Т. Kelly и соавт. 61 % пациентов, перенесших СКП, нуждались в коррекции рефракции с помощью очков и/или контактных

линз, при этом астигматизм высокой степени ($\geq 5D$) имел место в 77 % случаев [25]. Как правило, иррегулярность трансплантата имеет асимметричный характер, что дополнительно не позволяет добиться высокой ОЗ в послеоперационном периоде.

Большинство офтальмохирургов начинают бороться с посткератопластическим астигматизмом после снятия швов, примерно, через 1,5–2 года после операции. Оптическая коррекция включает в себя подбор очков или контактных линз, но данные методы не компенсируют высоких показателей аметропии и не всегда переносятся пациентами [27]. Были предложены различные варианты хирургической профилактики и коррекции посткератопластического астигматизма, включая наложение швов и дополнительную фиксацию трансплантата, выполнение ослабляющих кератотомических надрезов, клиновидной резекции, стромальной кератофакии [28, 29], а также различные рефракционные лазерные вмешательства, имплантацию интрастромальных сегментов и колец [30, 31], торических и факичных интраокулярных линз [32]. Однако для успешного проведения вышперечисленных вмешательств необходима рефракционная стабильность роговицы, а посткератопластический астигматизм отличается неуклонным прогрессированием ввиду нестабильности послеоперационного рубца [33].

В 2015 году Ю.Ю. Калининским и соавт. были представлены результаты имплантации интрастромального роговичного кольца в трансплантат с целью коррекции роговичного астигматизма высокой степени в отдаленные сроки после глубокой передней послойной кератопластики [34]. У всех пациентов ($n = 3$) в течение 6 месяцев роговичный трансплантат был прозрачным, величина посткератопластического астигматизма у первого пациента уменьшилась на 5,25 дптр (60,9 %), у второго — на 3,88 дптр (49,2 %), у третьего — на 7,38 дптр (51,3 %). В этом же году Ю.Ю. Калининским и соавт. был предложен способ интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма, заключающийся в одномоментной кератопластике и имплантации цельного или разомкнутого интрастромального кольца в трансплантат [35]. В 2023 году была детально представлена хирургическая техника и два клинических случая ГППК с имплантацией разомкнутого и цельного кольца в трансплантат с использованием фемтосекундного лазера. В первом клиническом случае сроки наблюдения составили 1,5 года, ОЗ без коррекции 0,9–1,0, величина астигматизма по данным кератотопограммы 1,5D. Во втором клиническом случае сроки наблюдения составили 3 года после операции, ОЗ 0,8–0,9D, величина астигматизма 1,12D [36].

Представленный в данной статье клинический случай демонстрирует эффективность предложенной технологии сквозной кератопластики с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат с возможностью анализа отдаленных клинико-функциональных результатов на сроках наблюдения более 10 лет.

МЕТОДЫ

Пациент Е. впервые обратился в клинику в 2012 году в возрасте 24 лет с жалобами на снижение остроты зрения вдаль на обоих глазах. Со слов пациента, в течение полугода пациент стал испытывать трудности привычной очковой коррекции для дали. Из анамнеза известно, что впервые диагноз миопия был поставлен в 12 лет, пациент пользовался очковой коррекцией sph -1,0D для обоих глаз. К 19 годам данные миопической рефракции достигли sph -12,0D, при этом пациент продолжал пользоваться неполной очковой коррекцией. Весной 2012 года впервые отметил двоение (на OD > OS), усталость, дискомфорт и головную боль при работе вблизи, которые за последние 6 месяцев усилились. Биомикроскопическое исследование с помощью щелевой лампы SL-30 «Opton» (Германия), выявило на обоих глазах схожую картину: асферичность и истончение роговицы в нижней части, стрии Фогта, кольцо Флейшера, диффузные глубокие стромальные помутнения, передняя камера глубокая, радужка структурная, зрачок 3,0 мм, хрусталик прозрачный, ДЗН бледно-розовый, миопическая стафилома, MZ без особенностей, на крайней периферии сетчатки инеевидная дистрофия, разрывов не обнаружено, сетчатка прилежит на всем протяжении.

Пациенту была выполнена комплексная инструментальная диагностика, включающая: авторефрактометрию (RC-5000, Tomey, Япония), пневмотонометрию (TOMEY, Япония), биометрию глаза (IOL master 500, Zeiss, Германия), определение некорригированной (НКОЗ) и максимально корригированной ОЗ (МКОЗ), пахиметрию роговицы (оптический когерентный томограф ОКТ Visante, Zeiss, Германия). Длина глаза по данным биометрии составила OD = 29,46 мм; OS = 29,40 мм. Предоперационное обследование выявило МВС, низкую МКОЗ на OU: OD = 0,02 sph -18,0 cyl -5,0 ax 35° = 0,2; OS = 0,03 sph -15,0 cyl -6,0 ax 85° = 0,2, и неправильный роговичный астигматизм на обоих глазах (табл. 1). Пневмотонометрия на OD = 9 мм рт. ст., OS = 10 мм рт. ст., пахиметрия OD 364 μ m; OS 425 μ m. Пациенту был поставлен диагноз: OU миопия высокой степени, кератоконус 3–4 ст. В связи с усугублением жалоб пациента, прогрессированием заболевания, данными биомикроскопического и инструментального исследований было принято решение о хирургическом лечении КК на обоих глазах.

Первым этапом было запланировано лечение хуже видящего глаза, поэтому в 2012 году на OD была выполнена СКП по стандартной технологии. Использовался вакуумный трепан и высекатель (Moria, Франция) одного диаметра — 8,0 мм. Одиночный непрерывный шов (нейлон 10/0) был снят через 12 месяцев после операции. Послеоперационный период протекал без особенностей. Острота зрения через 18 месяцев после СКП: OD = 0,01 sph -7,0 cyl -4,0 ax 47° = 0,4 (табл. 1). Пациенту было рекомендовано подобрать склеральную контактную линзу на OD, которая в полной мере компенсировала сферический и цилиндрический компонент

рефракции, однако пациент испытывал относительный дискомфорт при ношении линзы и использовал ее только по мере необходимости.

В 2013 году был проведен второй этап: хирургическое лечение OS. С целью уменьшения посткератопластического астигматизма и для достижения более высоких функциональных результатов была выполнена операция по предложенной технологии — СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат с фемтосекундным сопровождением (VisuMax, Zeiss, Германия). Подробная техника операции была описана ранее [35]. Из технических особенностей стоит отметить, что интрастромальный кольцевидный туннель в центре трансплантата был сформирован с помощью фемтосекундного лазера, внутренний диаметр составил 4,8 мм, наружный — 6,2 мм, глубина — 450 мкм, кератотомический надрез для имплантации кольца длиной 1 мм. После этого выполнена сквозная трепанация донорской роговицы диаметром 8,1 мм симметрично сформированному интрастромальному туннелю. Сквозная трепанация роговицы реципиента диаметром 8,0 мм была выполнена с помощью фемтосекундного лазера. Трансплантат фиксировали одиночным непрерывным швом (нейлон 10/0). Кольцо для имплантации в трансплантат произведено ООО «НЭП “Микрохирургия глаза”» и выполнено из полиметилметакрилата (ПММА): длина дуги — 359°, внутренний диаметр — 5,0 мм, наружный диаметр — 6,2 мм, ширина основания — 0,6 мм, высота — 300 мкм, на срезе — полусфера (рис. 1). После имплантации разрыв кольца располагали в стороне от кератотомического надреза, по горизонтальному меридиану.

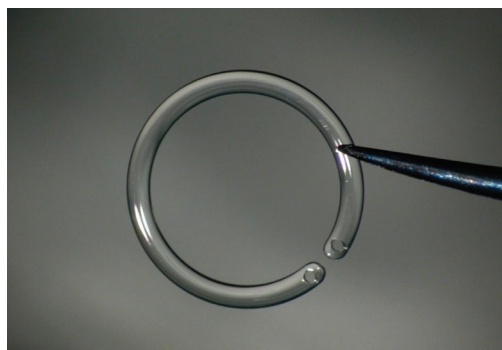


Рис. 1. Разомкнутое интрастромальное роговичное кольцо (359°) ООО «НЭП Микрохирургия глаза»

Fig. 1. Open intrastromal corneal ring (359°) of the LLC “NEP Eye Microsurgery”

РЕЗУЛЬТАТЫ

Через 12 месяцев после одномоментной СКП с имплантацией разомкнутого кольца на OS роговичный шов был снят, острота зрения составила: 0,01 = sph -14,5 cyl -2,0 ax 175° = 0,7 (табл. 1). Несмотря на то что с 2013 (OD) и с 2014 (OS) по 2023 год пациент периодически носил склеральные контактные линзы на обоих глазах, в апреле 2023 году он вновь обратился в клинику с жалобами на дискомфорт при их постоянном ношении и желанием улучшить некоррированную остроту зрения.

Помимо первичной диагностики дополнительно выполнили сканирование роговицы на оптическом когерентном томографе (ОКТ Optovue XR Avanti, США). Оценке подвергали следующие параметры: стабильность эпителия по данным Epithelial Map, прозрачность и адаптацию трансплантата в ложе реципиента (режим Line/Cross Line), общую толщину роговицы реципиента вместе с трансплантатом по данным Pachymetry Map, кератотопограмму (ATLAS 900, Zeiss, Германия) и плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) в центральной зоне и автоматическом режиме с помощью эндотелиального микроскопа Tomey EM-3000 (Япония) (табл. 2).

Данные проведенных исследований показали на обоих глазах полную эпителизацию и прозрачность трансплантата, состоятельность рубца. На OS кольцо локализовано в интрастромальном туннеле, отложений и протрузий не наблюдалось на всех сроках обследования. По результатам инструментальных исследований на OS кератометрические показатели осей сильного и слабого меридиана, а также значения суммарного астигматизма относительно совпадали (табл. 2). Расчет торической ИОЛ

Таблица 1. Острота зрения с субъективной коррекцией на этапах хирургического лечения

Table 1. Visual acuity with subjective correction at stages of surgical treatment

Параметр / Parameter	Правый глаз / Right Eye	Левый глаз / Right Eye
НКОЗ / МКОЗ UDVA / BCVA		
До операции / Before surgery	0,02 sph -18,0 cyl -5,0 ax 35° = 0,2	0,03 sph -15,0 cyl -6,0 ax 85° = 0,2
18 месяцев после операции 18 months after surgery	OD СКП / OD PK 2012 0,01 sph -7,0 cyl -4,0' ax 47° = 0,4	OS СКП / OS PK +359° кольцо / ring 2013 0,01 sph -7,0 cyl -4,0' ax 47° = 0,4
11/9 лет после операции 11/9 years after surgery	0,01 sph -10,0 cyl -6,0 ax 45° = 0,6	OS 0,01 sph -18,0 cyl -1,50 ax 155° = 0,7
2023 год. ОУ ФЭК + ИОЛ 2023 year. OU Phaco + IOL	Rayner Toric (+8,50D, cyl +4,0D)	Ноуа 251 (+7,0D)
1 месяц после операции 1 month after surgery	0,6 sph -0,5 cyl -1,5 ax 20° = 0,8/0,9	0,9
2024 год. 12 месяцев после операции ФЭК + ИОЛ 2024 year. 12 months after Phaco + IOL	0,9 12 лет после СКП / 12 years after PK	1,0 10 лет после СКП + 359° кольцо / 10 years after PK + 359° ring

Таблица 2. Данные клинического обследования перед ФЭК с имплантацией ИОЛ**Table 2.** Data from clinical examination prior to phacoemulsification with intraocular lens implantation

Параметр / Parameter	Правый глаз / Right Eye	Левый глаз / Right Eye
Оптическая когерентная биометрия / Optical Coherence Biometry (IOL Master 500)		
Астигматизм передней поверхности роговицы (D) Anterior corneal astigmatism (D)	K ₁ : 41,46 @ 59° K ₂ : 44,18 @ 149° ΔK: -3,17 @ 65°	K ₁ : 41,67 @ 171° K ₂ : 42,83 @ 81° ΔK: -1,16 @ 171°
Длина глаза / Axial length	29,58 мм / mm	29,43 мм / mm
Глубина передней камеры Anterior chamber depth	4,28 мм / mm	3,87 мм / mm
Оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза / Anterior Segment Optical Coherence Tomography (OCT Optovue XR Avanti) Пахиметрия центральной части роговицы / Central Corneal Pachymetry		
Центральная толщина роговицы Central Corneal Pachymetry	OD 424 мкм / μm	OS 567 мкм / μm
Кератотопограмма / Keratotopogram (ATLAS 900)		
Астигматизм передней поверхности роговицы (D) Anterior corneal astigmatism (D)	Kf: 43,13 @ 65° Ks: 46,33 @ 155° Astigmatism: 3,20D	Kf: 41,81 D @ 178° Ks: 42,70 D @ 88° Astigmatism: 0,90D
Эндотелиальная микроскопия / Endothelial microscopy (Tomey EM-3000)		
Плотность эндотелиальных клеток Endothelial cell density	1654 кл/мм ² / cells/mm ²	1627 кл/мм ² / cells/mm ²

на OD осуществляли с запасом на миопию (-)2,40D с помощью on-line калькулятора Barrett True K Toric Calculator (ASCRS®). В данном случае выбор в сторону миопической рефракции обоснован нестабильностью кератометрических показателей передней поверхности роговицы и радиусов осей главных меридианов. За основу для расчета оптической силы ИОЛ для обоих глаз были выбраны данные биометрии (табл. 2), по результатам которой для OD была

выбрана ИОЛ Rayner Toric 610T (+8,50 D, cyl +4,0 D ax 149°). Для OS, несмотря на наличие слабого астигматизма 1,0D, было принято решение об имплантации монофокального асферического хрусталика Noya iSert® 251, Япония (+7,0D). Расчет ИОЛ осуществляли на миопию (-)0,5D с помощью калькулятора Barret Universal (ASCRS®). Техника ФЭК + ИОЛ на обоих глазах (Centurion Alcon, США) была выполнена стандартно, без особенностей. Временной про-

межутком между операциями на OD и OS составил 3 недели.

На следующий день после операции в обоих случаях глаз был спокоен, ИОЛ в капсульном мешке, задняя капсула прозрачна. Через 1 месяц после операции ОЗ на OD = 0,6 sph -0,5 cyl -1,5 ax 20° = 0,8/0,9 на OS = 0,9. Через 12 месяцев на OD 0,9, на OS 1,0. Биомикроскопическое исследование OD: глаз спокоен, трансплантат прозрачный, передняя камера средней глубины, радужка структурная, зрачок 3,0 мм, ИОЛ в правильном положении, ДЗН бледно-розовый, миопическая стафилома, МЗ без особенностей. OS: глаз спокоен, трансплантат прозрачный, кольцо в правильном положении, передняя камера средней глубины, радужка структурная, зрачок

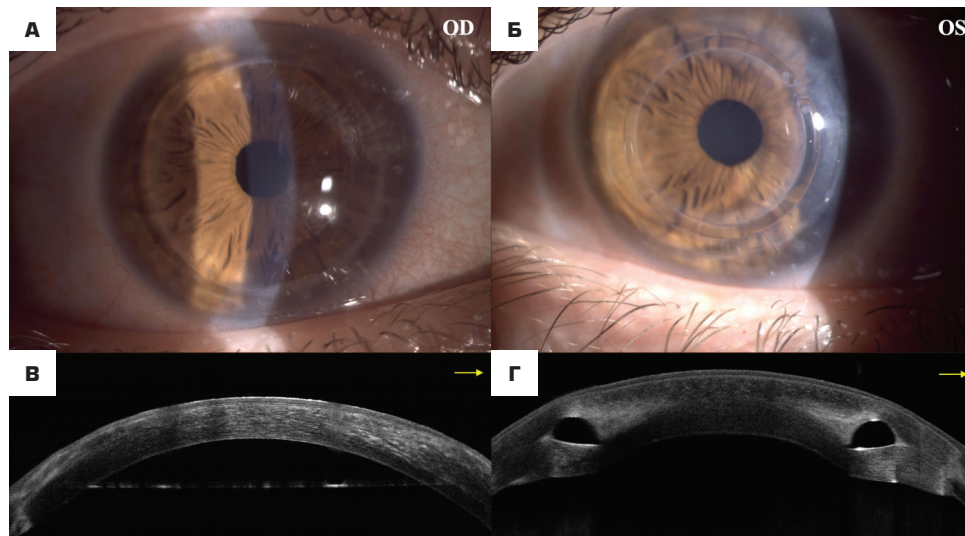


Рис. 2. Биомикроскопическая картина переднего отрезка глаза: А — OD: эпителизация полная, трансплантат прозрачный, адаптирован, швы сняты; Б — OS: эпителизация полная, трансплантат прозрачный, адаптирован, швы сняты. Интрастромальное кольцо в строме без явлений протрузии и воспаления. Оптическая когерентная томография переднего отрезка; В — OD: трансплантат прозрачный, асимметричной формы, незначительные участки гиперрефлективности стромы; Г — OS: трансплантат прозрачный, интрастромальное кольцо адаптировано в строме

Fig. 2. Biomicroscopic image of the anterior segment; А — OD: complete epithelialization, transparent graft, well-adapted, sutures removed; Б — OS: complete epithelialization, transparent graft, well-adapted, sutures removed. Intrastromal ring in the stroma without signs of protrusion and inflammation. Optical coherence tomography of the anterior segment; В — OD: transparent graft, asymmetric shape, minor areas of stromal hyperreflectivity; Г — OS: transparent graft, intrastromal ring well-adapted in the stroma

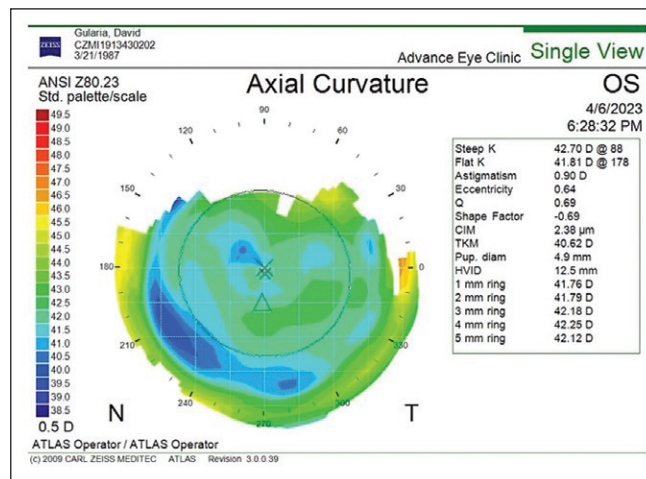
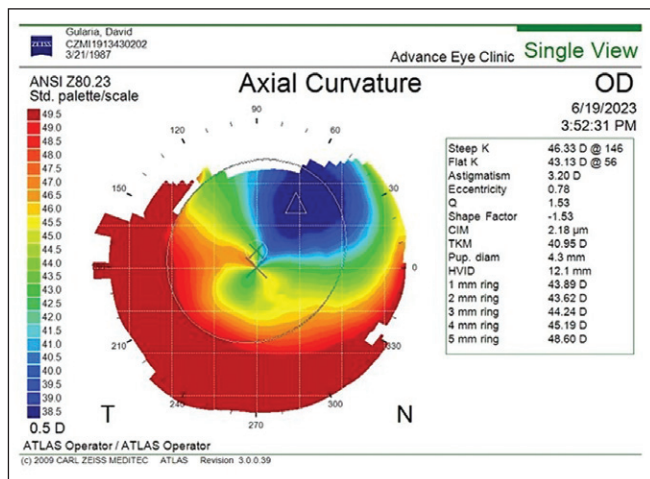


Рис. 3. Кератотопограмма через 11 (OD) и 10 лет (OS) после кератопластики (астигматизм OD = 3,2D, OS = 0,9D)

Fig. 3. Keratotopogram after 11 years (OD) and 10 years (OS) post-keratoplasty (astigmatism OD = 3.2D, OS = 0.9D)

3,0 мм, ИОЛ в правильном положении, ДЗН бледно-розовый, миопическая стафилома, МЗ без особенностей. (рис. 2). По данным кератотопографии (ATLAS 900, Zeiss, Германия), в 2023 году на OD наблюдали прямой астигматизм передней поверхности роговицы 3,2D, на OS прямой астигматизм 0,9D (рис. 3). Несмотря на наличие остаточного астигматизма, в обоих случаях острота зрения пациента на обоих глазах остается высокой.

ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день предложены различные хирургические методы лечения КК. На начальных стадиях КК при прогрессировании кератэктазии, как правило, проводят кросслинкинг роговичного коллагена (КРК). Существует целый ряд протоколов операции КРК: стандартный или Дрезденский, ускоренный, Критский, Афинский, локальный, фемтокросслинкинг и т.д. [3, 11, 36–38], а также варианты проведения комбинированных методик КРК с эксимерлазерными методами коррекции [39]. КРК в настоящее время является золотым стандартом в лечении начальных стадий КК. Так, в исследовании С.Б. Измайловой отдаленные клинико-функциональные результаты у пациентов после проведения КРК показали стабильность и отсутствие прогрессирования КК на сроках наблюдения более 6 лет [40]. Однако существуют противоречивые мнения о степени эффективности того или иного способа проведения КРК, а отсутствие прогрессии со стороны роговицы не исключает проблему иррегулярного астигматизма.

Интраламеллярная кератопластика (ИЛКП) с имплантацией роговичных сегментов [41] или колец Myoring [17] является эффективным методом коррекции иррегулярного астигматизма за счет создания своеобразного каркаса и уплощения роговичной поверхности в зоне эктазии. Данное вмешательство может выполняться как механическим путем, так и с использованием

фемтосекундного лазера. Стоит отметить, что по данным ряда исследований была показана высокая эффективность применения ИРС и колец в лечении пациентов с КК 1–2-й стадий за счет снижения aberrаций высокого порядка и уменьшения значений иррегулярного астигматизма [14–16].

Несмотря на обилие методов лечения начального КК при далекозашедшей стадии, кератопластика является единственным методом оптической реабилитации пациентов. За последние годы широкое распространение получила глубокая передняя послойная кератопластика (ГППК), преимуществом которой является возможность сохранить эндотелий реципиента, что значительно снижает реакцию отторжения трансплантата [42]. Технология ГППК может выполняться как в мануальной технике с использованием дозированного трепана и ручной диссекции тканей, так и с помощью фемтосекундного лазера [43]. По данным ряда исследований, большинство авторов отдает предпочтение фемто-ассистированной ГППК, так как это способствует большему успеху при формировании «big bubble», сокращению времени операции и уменьшению долгосрочной потери эндотелиальных клеток [44, 45]. Однако из-за изменений строения коллагеновых волокон задней стромы у пациентов с КК 3–4-й стадий формирование классического «big bubble» при проведении ГППК носит непредсказуемый характер, что зачастую требует перехода на СКП. Однако прозрачное приживание трансплантата после ГППК или СКП не гарантирует высокой остроты зрения из-за выраженных значений посткератопластического астигматизма [23].

Согласно данным исследований, астигматизм после СКП составляет 5 и более диоптрий у 15–20 % пациентов [23, 46]. Было также доказано, что астигматизм имеет тенденцию к прогрессированию после кератопластики в течение 5 лет [33]. В литературе описано множество

способов борьбы с посткератопластическим астигматизмом, таких как контактная коррекция [47], наложение швов, клиновидная резекция, различные варианты кератотомии [28, 29], замена хрусталика с имплантацией торических и/или факичных ИОЛ [32], а также рефракционные операции: ФРК, ФТК, лазерный кератомилез *in situ* (LASIK) [31] и т.д. Так, было выявлено, что после проведения рефракционных лазерных операций на трансплантате в течение 2 лет наступает регресс эффекта [48]. Нестабильность кератометрических показателей роговицы, по данным различных методов исследования, является одной из основных проблем при расчете как оптической силы ИОЛ, так и рефракционных параметров [49].

За последние годы большую популярность получили технологии коррекции посткератопластического астигматизма с помощью имплантации сегментов или колец (разомкнутых или цельных) непосредственно в трансплантат [30, 34, 50]. Ряд исследований подтверждают высокую эффективность имплантации ИРС в трансплантат в отношении получения высоких зрительных, рефракционных и топографических результатов [51]. Однако имплантацию сегментов проводят, как правило, в отдаленном послеоперационном периоде после снятия роговичного шва, а сформировавшийся рубец не позволяет добиться оптимального рефракционного результата.

Представленный клинический случай демонстрирует эффективность и безопасность СКП с одномоментной имплантацией кольца в трансплантат, стабильность рефракционных результатов за период наблюдения более 10 лет. СКП на ОУ была показана из-за грубых изменений роговицы, неэффективности и непереносимости очковой и контактной коррекции. Применение разных подходов к лечению обоих глаз позволяет сделать сравнительные выводы о достоинствах и недостатках использованных технологий. Так, через 18 месяцев после СКП на ОД наблюдали высокие значения астигматизма, асимметричность топограммы. И даже несмотря на значительное уменьшение сферического компонента рефракции в отличие от исходных данных ($\text{Vis OD } 0,02 \text{ sph } -18,0 \text{ cyl } -5,0 \text{ ax } 35 = 0,2$), добиться значительного повышения корригированной остроты зрения после СКП не удалось ($\text{Vis OD } = 0,01 \text{ sph } -7,0 \text{ cyl } -4,0 \text{ ax } 47^\circ = 0,4$ (табл. 2)). Использование склеральной контактной коррекции помогло пациенту добиться более высокой ОЗ, но из-за периодического дискомфорта при ношении линзы единственным вариантом коррекции оставалась замена нативного хрусталика на торическую ИОЛ. Так, по данным на 2024 год острота зрения на ОД после ФЭК + ИОЛ стабильно составила 0,9.

В случае ОС СКП была проведена одномоментно с имплантацией разомкнутого интрастромального кольца в трансплантат по предложенной нами технологии [35, 36]. В данном случае астигматизм на ОС был минимальным как на ранних, так и на отдаленных сроках наблюдения: через 18 месяцев после операции $\text{Vis OS } 0,01 \text{ sph } -14,5 \text{ cyl } -2,0 \text{ ax } 175 = 0,7$, в отличие от исходных данных $\text{Vis OS } 0,03 \text{ sph } -15,0 \text{ cyl } -6,0 \text{ ax } 85 = 0,2$ (табл. 2).

Через 10 лет после СКП, несмотря на увеличение сферического компонента, данные величины роговичного астигматизма незначительно отличались: $\text{OS } 0,01 \text{ sph } -18,0 \text{ cyl } -1,50 \text{ ax } 155 = 0,7$. По данным оптической биометрии данные астигматизма составили $-1,16\text{D ax } 171^\circ$, в связи с этим для пациента была выбрана монофокальная ИОЛ. После проведения ФЭК + ИОЛ ОЗ на ОС 1,0 (данные на 2024 год).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай наглядно демонстрирует преимущества и безопасность использования технологии СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат в отдаленные сроки наблюдения.

Прозрачное приживление трансплантата после стандартной сквозной кератопластики не гарантирует получение высокой остроты зрения из-за больших значений послеоперационного астигматизма. СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат является интраоперационной профилактикой астигматизма во все сроки наблюдения (10 лет), что подтверждается относительно небольшим значением астигматизма непосредственно после операции на ОС. При этом замена хрусталика с имплантацией монофокальной асферической ИОЛ обеспечила пациенту высокую ОЗ ОС 1,0 и стабильный рефракционный результат. Спустя 10 лет с момента операции можно отметить безопасность нахождения интрастромального сегмента в трансплантате, отсутствие смещения и реакции со стороны стромы. Достоверные выводы об эффективности предложенной методики требуют проведения детального сравнительного анализа с контрольной группой, что планируется осуществить в ближайшем будущем.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Калинников Ю.Ю. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование, написание текста;

Измайлова С.Б. — научное редактирование;

Рагимова Л.Ф. — сбор и обработка материала, научное редактирование, написание текста;

Исмаилова З.М. — сбор и обработка материала, написание текста;

Калинникова С.Ю. — сбор и обработка материала, научное редактирование, написание текста;

Сагоненко Д.А. — сбор и обработка материала, анализ полученных данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Vought R, Greenstein SA, Gelles J, Hersh PS. The Pathophysiology of Keratoconus. *Cornea*. 2025 Feb 1;44(2):137–143. doi: 10.1097/ICO.0000000000003585.
- Santodomingo-Rubido J, Carracedo G, Suzaki A, Villa-Collar C, Vincent SJ, Wolffsohn JS. Keratoconus: An updated review. *Cont Lens Anterior Eye*. 2022 Jun;45(3):101559. doi: 10.1016/j.clae.2021.101559.
- Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2003 May;135(5):620–627. doi: 10.1016/s0002-9394(02)02220-1.
- Mastropasqua L. Collagen cross-linking: when and how? A review of the state of the art of the technique and new perspectives. *Eye Vis (Lond)*. 2015 Nov 29;2:19. doi: 0.1186/s40662-015-0030-6.
- Ozgurhan EB, Akcay BI, Kurt T, Yildirim Y, Demirok A. Accelerated Corneal Collagen Cross-Linking in Thin Keratoconic Corneas. *J Refract Surg*. 2015 Jun;31(6):386–390. doi: 10.3928/1081597X-20150521-11.
- Deshmukh R, Hafezi F, Kymionis GD, Kling S, Shah R, Padmanabhan P, Sachdev MS. Current concepts in crosslinking thin corneas. *Indian J Ophthalmol*. 2019 Jan;67(1):8–15. doi: 10.4103/ijoo.IJO_1403_18.
- Caporossi A, Mazzotta C, Paradiso AL, Baiocchi S, Marigliani D, Caporossi T. Trans-epithelial corneal collagen crosslinking for progressive keratoconus: 24-month clinical results. *J Cataract Refract Surg*. 2013 Aug;39(8):1157–1163. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.03.026.
- Vinciguerra P, Rosetta P, Legrottaglie EF, Morenghi E, Mazzotta C, Kaye SB, Vinciguerra R. Iontophoresis CXL With and Without Epithelial Debridement Versus Standard CXL: 2-Year Clinical Results of a Prospective Clinical Study. *J Refract Surg*. 2019 Mar 1;35(3):184–190. doi: 10.3928/1081597X-20190128-01.
- Beckman KA. Epithelium-on Corneal Collagen Cross-Linking with Hypotonic Riboflavin Solution in Progressive Keratoconus. *Clin Ophthalmol*. 2021 Jul 7;15:2921–2932. doi: 10.2147/OPHT.S183137.
- Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Мистрюков АС. Персонализированный (локальный) УФ-кросслинкинг в лечении кератоконуса и эктазий роговицы. *Офтальмология*. 2017;14(3):195–199.
- Anisimov SI, Anisimova SY, Mistryukov AS. Personalized (local) UV-crosslinking as a treatment of keratoconus and corneal ectasia. *Ophthalmology in Russia*. 2017;14(3):195–199 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2017-3-195-199.
- Kymionis GD, Grentzelos MA, Kounis GA, Diakonis VF, Limnopoulou AN, Panagoulou SI. Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Ophthalmology*. 2012 Sep;119(9):1777–1784. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.03.038.
- Coskunseven E, Jankov MR 2nd, Grentzelos MA, Plaka AD, Limnopoulou AN, Kymionis GD. Topography-guided transepithelial PRK after intracorneal ring segments implantation and corneal collagen CXL in a three-step procedure for keratoconus. *J Refract Surg*. 2013 Jan;29(1):54–58. doi: 10.3928/1081597X-20121217-01.
- Rocha G, Ibrahim T, Gulliver E, Lewis K. Combined Phototherapeutic Keratectomy, Intracorneal Ring Segment Implantation, and Corneal Collagen Cross-Linking in Keratoconus Management. *Cornea*. 2019 Oct;38(10):1233–1238. doi: 10.1097/ICO.0000000000002073.
- Измайлова СБ, Аврамченко СА. Интрастромальная кератопластика с имплантацией сегментов как возможность ремоделирования измененной роговицы при асимметричных кератоконусах различного генеза. *Офтальмология*. 2010;3:83–88.
- Izmailova SB, Avramchenko SA. Intrastromal keratoplasty with segment implantation as a possibility of remodeling the altered cornea in asymmetric keratoconus of various origins. *Ophthalmology in Russia*. 2010;3:83–88 (In Russ.).
- Park SE, Tseng M, Lee JK. Effectiveness of intracorneal ring segments for keratoconus. *Curr Opin Ophthalmol*. 2019 Jul;30(4):220–228. doi: 10.1097/ICU.0000000000000582.
- Daxer A, Ettl A, Höraントner R. Long-term results of MyoRing treatment of keratoconus. *J Optom*. 2017 Apr-Jun;10(2):123–129. doi: 10.1016/j.optom.2016.01.002.
- Калинников ЮЮ, Иошин ИЭ, Григорян АР, Беззаботнов АИ. Клинико-функциональные результаты использования кольцевидных интрастромальных роговичных имплантов при кератоконусе. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2017;2:31–38.
- Kalinnikov YuYu, Ioshin IE, Grigoryan AR, Bezbebotnov AI. Clinical and functional results of the use of ring-shaped intrastromal corneal implants in keratoconus. *Cataract and refractive surgery*. 2017;2:31–38 (In Russ.).
- Siganos D, Ferrara P, Chatziniokolas K, Bessis N, Papastergiou G. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2002 Nov;28(11):1947–1951. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01495-5.
- Осирян ГА, Шелудченко ВМ, Храистин К. Современные хирургические методы лечения кератэктазий. *Вестник офтальмологии*. 2019;135(2):138–143.
- Osiryan GA, Sheludchenko VM, Khraystin K. Modern methods of surgical treatment of keratactasias. *Annals of Ophthalmology*. 2019;135(2):138–143 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135021138.
- van Dijk K, Liarakos VS, Parker J, Ham L, Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Melles GR. Bowman layer transplantation to reduce and stabilize progressive, advanced keratoconus. *Ophthalmology*. 2015 May;122(5):909–917. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.12.005.
- Оганесян ОГ, Гетадарян ВР, Макаров ПВ, Ашикова ПМ, Игнатиева НЮ. Сравнительный анализ результатов трансплантации боуменового слоя без и после кросслинкинга при прогрессирующем кератоконусе. *Офтальмологические ведомости*. 2020;13(1):17–27.
- Oganesyan OG, Getadaryan VR, Makarov PV, Ashikova PM, Ignatieva NY. A comparative study of Bowman layer transplantation results without and after ultraviolet crosslinking in advanced keratoconus. *Ophthalmology Reports*. 2020;13(1):17–27 (In Russ.). doi: 10.17816/OV19145.
- Hwang S, Chung TY, Han J, Kim K, Lim DH. Corneal transplantation for keratoconus in South Korea. *Sci Rep*. 2021 Jun 15;11(1):12580. doi: 10.1038/s41598-021-92133-y.
- Mohammadpour M, Heidari Z, Hashemi H. Updates on Managements for Keratoconus. *J Curr Ophthalmol*. 2017 Dec 6;30(2):110–124. doi: 10.1016/j.joco.2017.11.002.
- Anshu A, Li L, Htoon HM, de Benito-Llopias L, Shuang LS, Singh MJ, Tiang Hwee TD. Long-Term Review of Penetrating Keratoplasty: A 20-Year Review in Asian Eyes. *Am J Ophthalmol*. 2021 Apr;224:254–266. doi: 10.1016/j.ajo.2020.10.014.
- Kelly TL, Williams KA, Coster DJ; Australian Corneal Graft Registry. Corneal transplantation for keratoconus: a registry study. *Arch Ophthalmol*. 2011 Jun;129(6):691–697. doi: 10.1001/archophthol.2011.7.
- Raecker ME, Eric JC, Patel SV, McLaren JW, Hodge DO, Bourne WM. Long-term keratometric changes after penetrating keratoplasty for keratoconus and Fuchs Endothelial dystrophy. *Am J Ophthalmol*. 2009 Feb;147(2):227–233. doi: 10.1016/j.ajo.2008.08.001.
- Swinger CA. Postoperative astigmatism. *Surv Ophthalmol*. 1987 Jan-Feb;31(4):219–248. doi: 10.1016/0039-6257(87)90023-3.
- Krachmer JH, Fenzl RE. Surgical correction of high postkeratoplasty astigmatism. Relaxing incisions vs wedge resection. *Arch Ophthalmol*. 1980 Aug;98(8):1400–1402. doi: 10.1001/archophth.1980.01020040252007.
- Riau AK, Liu YC, Yam GHF, Mehta JS. Stromal keratophakia: Corneal inlay implantation. *Prog Retin Eye Res*. 2020 Mar; 75:100780. doi: 10.1016/j.preteyeres.2019.100780.
- Мороз ЗИ, Токмакова АН, Волкова ОС. Интрастромальная кератопластика с имплантацией роговичных сегментов в коррекции астигматизма после сквозной кератопластики по поводу кератоконуса. *Офтальмохирургия*. 2015;4:70–77.
- Moroz ZI, Tokmakova AN, Volkova OS. Intrastromal keratoplasty with intracorneal ring segments implantation for the astigmatism correction in post-PKP patients with keratoconus. *Ophthalmosurgery*. 2015;4:70–77 (In Russ.).
- Donoso R, Diaz C, Villavicencio P. Resultados a largo plazo de lasik para ametropia residual en queratoplastia penetrante en pacientes con queratococono [Long-term results of lasik refractive error correction after penetrating keratoplasty in patients with keratoconus]. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2015 Jul;90(7):308–311. Spanish. doi: 10.1016/j.oftal.2014.11.009.
- Бикбов ММ, Оренбуркина ОИ, Усубов ЭЛ, Нуриев ИФ. Интраокулярная коррекция аметропии при кератоконусе. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(5):123–128.
- Bikbov MM, Orenburkina OI, Usubov EL, Nuriev IF. Intraocular correction of ametropia in patients with keratoconus. *Annals of Ophthalmology*. 2020;136(5):123–128 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136051123.
- Szczotka-Flynn L, McMahon TT, Lass JH, Sugar J, Weissman BA, Stiegemeier MJ, Reinhard WJ. Late-stage progressive corneal astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye Contact Lens*. 2004 Apr;30(2):105–110. doi: 10.1097/01.icl.00000118526.35929.of. PMID: 15260360.
- Калинников ЮЮ, Иошин ИЭ, Григорян АР. Имплантация интрастромального роговичного кольца в коррекции роговичного астигматизма высокой степени после передней послышной глубокой кератопластики. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2015;4:30–34.
- Kalinnikov YuYu, Ioshin IE, Grigoryan AR. Implantation of an intrastromal corneal ring in the correction of high-degree corneal astigmatism after anterior lamellar deep keratoplasty. *Cataract and refractive surgery*. 2015;4:30–34 (In Russ.).
- Калинников ЮЮ, Леонтьева ГД, Селифанов ЮВ, Беззаботнов АИ, Задорожный СВ. Способ проведения кератопластики (варианты). Патент RU 2589633, 10.07.2016.
- Kalinnikov YuYu, Leontyeva GD, Selifanov YuV, Bezzabotnov AI, Zadorozhny SV. Method for performing keratoplasty (variants). Patent RU 2589633, 10.07.2016 (In Russ.).
- Калинников ЮЮ, Калинникова СЮ, Динь ТХА, Рагимова ЛФ. Хирургическая техника кератопластики с одномоментной имплантацией цельного или разомкнутого кольца в трансплантат. *Вестник офтальмологии*. 2023;139(4):71–81.
- Kalinnikov YY, Kalinnikova SY, Dinh THA, Ragimova LF. Surgical technique of keratoplasty with simultaneous implantation of a continuous ring or ring segment into the graft. *Annals of Ophthalmology*. 2023;139(4):71–81 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313904171.
- Ting DSJ, Rana-Rahman R, Chen Y, Bell D, Danjoux JP, Morgan SJ, Ghosh S, Baylis O. Effectiveness and safety of accelerated (9mW/cm²) corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus: a 24-month follow-up. *Eye (Lond)*. 2019 May;33(5):812–818. doi: 10.1038/s41433-018-0323-9.
- Паштаев НП, Зотов ВВ. Сравнительный анализ отдаленных результатов стандартного и локального фемтокросслинкинга у больных с прогрессирующим кератоконусом. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2014;12(173):248–251.
- Pashataev NP, Zotov VV. Comparative analysis of remote results of standard and local femtocrosslinking in patients with progressive keratoconus. *Annals of Orenburg State University*. 2014;12(173):248–251 (In Russ.).
- Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg*. 2009 Sep;25(9):S812–S818. doi: 10.3928/1081597X-20090813-10.

40. Измайлова СБ, Малюгин БЭ, Сахнов СН, Комарова ОЮ, Яркин ДА, Малышев ИС. Десятилетний опыт применения оригинального алгоритма хирургического лечения пациентов с начальными стадиями кератоконуса. Офтальмохирургия. 2021;3:28–39.
Izmailova SB, Malyugin BE, Sahnov SN, Komarova OYu, Yarkin DA, Malyshev IS. Ten years of experience in applying an original algorithm for surgical treatment of patients with the initial stages of keratoconus. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2021;3:28–39 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2021-3-28-39.
41. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg*. 2000 Aug;26(8):1117–1122. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00451-x.
42. Nanavaty MA, Vijjan KS, Yvon C. Deep anterior lamellar keratoplasty: A surgeon's guide. *J Curr Ophthalmol*. 2018 Jul 10;30(4):297–310. doi: 10.1016/j.joco.2018.06.004.
43. Malyugin BE, Belodedova A, Antonova O, Gelyastanov A, Tuuminen R, Levinger E, Achiron A, Knyazer B. Clinical comparison of manual and laser-cut corneal tunnel for intrastromal air injection in femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty (DALK). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023 Jan;261(1):185–191. doi: 10.1007/s00417-022-05765-9.
44. Farid M, Rostov AT. Femtosecond laser deep lamellar keratoplasty. *Indian J Ophthalmol*. 2022 Oct;70(10):3669–3672. doi: 10.4103/ijo.IJO_391_22.
45. Blériot A, Martin E, Lebranchu P, Zimmerman K, Libeau L, Weber M, Vabres B, Orignac I. Comparison of anatomic and functional results between Z6 femtosecond laser assisted and manual trephination in deep anterior lamellar keratoplasty for advanced keratoconus [French version]. *J Fr Ophtalmol*. 2017 Sep;40(7):571–579 (In French). doi: 10.1016/j.jfo.2017.01.013.
46. Aseña L, Altınörs DD. Visual Rehabilitation After Penetrating Keratoplasty. *Exp Clin Transplant*. 2016 Nov;14(Suppl 3):130–134.
47. Юсеф ЮН, Осипян ГА, Аверич ВВ, Будникова ЕА, Абаев АЗ. Возможности контактной коррекции после кератопластики. Вестник офтальмологии. 2024;140(4):98–103.
Yusef YuN, Osipyan GA, Averich VV, Budnikova EA, Abaev AZ. Options for contact correction after keratoplasty. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(4):98–103 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414004198.
48. Малюгин БЭ, Токмакова АН, Каримова АН. Отдаленные результаты лазерной коррекции астигматизма после сквозной кератопластики у пациентов с кератоконусом. Практическая медицина. 2017;9:128–132.
Malyugin BE, Tokmakova AN, Karimova AN. Remote results of laser correction of astigmatism after penetrating keratoplasty in patients with keratoconus. *Practical Medicine*. 2017;9:128–132 (In Russ.).
49. Альноелати-Альмасри МА, Стебнев ВС. Торические интраокулярные линзы: исторический обзор, отбор пациентов, расчет иол, хирургическая техника, клинический исход и осложнения. Национальная ассоциация ученых (Нау). 2021;36:1.
Alnoelati-Almasri MA, Stebnev VS. Toric intraocular lenses: historical review, patient selection, IOL calculation, surgical technique, clinical outcome and complications. *National Association of Scientists (NAU)*. 2021;36:1 (In Russ.).
50. Сеницын МВ, Терентьева АЕ, Толмачева ТГ, Поздеева НА. Коррекция астигматизма после сквозной кератопластики методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера. Офтальмохирургия. 2022;1:20–25.
Sinityn M.V., Terent'eva A.E., Tolmacheva T.G., Pozdeeva N.A. Astigmatism correction after penetrating keratoplasty by intrastromal corneal segments implantation using a femtosecond laser. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2022;1:20–25 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2022-1-20-25
51. Coskunseven E, Kymionis GD, Talu H, Aslan E, Diakonis VF, Bouzoukis DI, Pallikaris I. Intrastromal corneal ring segment implantation with the femtosecond laser in a post-keratoplasty patient with recurrent keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2007 Oct;33(10):1808–1810. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.05.042.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Калинников Юрий Юрьевич
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0001-7624-7163>

Измайлова Светлана Борисовна
доктор медицинских наук, врач высшей категории, заведующая отделом трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
<https://0000-0002-3516-1774>

Рагимова Ляман Фазил кызы
врач-офтальмолог, аспирант
<https://orcid.org/0000-0003-3441-5434>

Исмаилова Зури Муслимовна
врач-офтальмолог, аспирант
<https://0009-0007-7503-2444>

Калинникова Светлана Юрьевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, научный сотрудник лаборатории трансплантологии и клеточной биологии
<https://orcid.org/0000-0002-9109-2400>

Сагоненко Дмитрий Алексеевич
врач-офтальмолог, аспирант
<https://orcid.org/0009-0004-6625-7965>

ABOUT THE AUTHORS

Kalinnikov Yuri Y.
MD, Professor of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0001-7624-7163>

Izmailova Svetlana B.
MD, physician of the highest category, head of the transplantation and optical-reconstructive surgery of the anterior segment of the eyeball department
<https://0000-0002-3516-1774>

Ragimova Lyaman Fazil
ophthalmologist, postgraduate
<https://orcid.org/0000-0003-3441-5434>

Ismailova Zuri M.
ophthalmologist, postgraduate student
<https://0009-0007-7503-2444>

Kalinnikova Svetlana Y.
PhD, ophthalmologist, researcher at the transplantology and cell biology laboratory
<https://orcid.org/0000-0002-9109-2400>

Sagonenko Dmitry A.
ophthalmologist, postgraduate
<https://orcid.org/0009-0004-6625-7965>

Фемтолазер-ассистированная хирургия первого этапа кератопротезирования. Результаты первых клинических случаев

Б.Э. Малюгин^{1,2}А.В. Головин¹О.Н. Нефедова¹Ф.Л. Мюллер³

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

² UCLA Отделение офтальмологии, Институт глаза Штейна
200 Stein Plaza, CA 90095-7003, Лос-Анджелес, США

³ Ziemer Ophthalmic Systems AG
Allmendstrasse 11, CH-2562 Port, Швейцария

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):200–206

Цель: проанализировать анатомические и клинические результаты применения фемтосекундного лазера для выкраивания интрастромального кармана в сосудистом бельме роговицы при проведении первого этапа кератопротезирования. **Пациенты и методы.** Данная статья представляет собой ретроспективный анализ клинических данных 3-х пациентов, которым был проведен первый этап кератопротезирования, а именно имплантация опорной пластины кератопротеза в сформированный с помощью фемтосекундного лазера интрастромальный карман в толще сосудистого бельма роговицы. Для этого после аппланации рукоятки лазера к роговице пациента и при заранее известных данных толщины роговицы производилось позиционирование интрастромального кармана на глубине 2/3 сосудистого бельма, далее выполнялась активация фемтосекундного лазера и формирование интрастромального кармана. После завершения работы лазера производилась ревизия интрастромального кармана и имплантация опорной пластины. **Результаты.** При биомикроскопии и данных оптической когерентной томографии по измерению толщины роговицы в области над и под опорной пластиной кератопротеза в отдаленном послеоперационном периоде на сроке 6 месяцев во всех трех случаях наблюдалось ее стабильное положение без признаков протрузии и смещения, что позволило успешно выполнить второй этап кератопротезирования — установку оптического цилиндра. **Выводы.** Применение фемтосекундного лазера на первом этапе кератопротезирования является возможным, более безопасным и быстрым методом в кератопротезировании сосудистого бельма у пациентов, которым не показана оптическая пересадка роговицы либо трансплантация лимбальных стволовых клеток. Данная технология позволяет сформировать равномерный интрастромальный карман в толще сосудистого бельма роговицы пациента без необходимости трансплантации кератопротезного комплекса, снизить риски протрузии опорной пластины кератопротеза в отдаленном послеоперационном периоде, что в итоге позволяет достичь высокого функционального результата. Помимо этого, применение фемтосекундного лазера на первом этапе кератопротезирования дает возможность сократить общее время операции и делает данную технологию доступной для широкого применения в клинике.

Ключевые слова: кератопротезирование, протрузия кератопротеза, фемтосекундный лазер, первый этап кератопротезирования

Для цитирования: Малюгин Б.Э., Головин А.В., Нефедова О.Н., Мюллер Ф.Л. Фемтолазерассистированная хирургия первого этапа кератопротезирования. Результаты первых клинических случаев. *Офтальмология*. 2025;22(1):200–206. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-200-206>

Прозрачность финансовой деятельности: Ф.Л. Мюллер является работником компании «Ziemer Ophthalmic Systems AG».

Благодарность: выражается благодарность инженерам И.К. Елетину и Е.Д. Горшкову за совместное сотрудничество и техническое сопровождение операций.

Конфликт интересов отсутствует.



Femtolaser Assisted Surgery of the First Stage of Keratoprosthesis. Results of the First Clinical Cases

B.E. Malyugin^{1,2}, A.V. Golovin¹, O.N. Nefedova¹, F. Müller³

¹ S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

² UCLA Department of Ophthalmology, Stein Eye Institute
Stein Plaza, 200, CA 90095-7003, Los Angeles, USA

³ Ziemer Ophthalmic Systems AG
Allmendstrasse, 11, CH-2562 Port, Switzerland

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):200-206

Purpose: to evaluate the anatomical and clinical results of using femtosecond laser for cutting out an intrastromal pocket in a vascular leucoma during the first stage of keratoprosthesis. **Patients and methods.** This article is a retrospective analysis of 3 patients who underwent the first stage of keratoprosthesis the implantation of a keratoprosthesis supporting plate into an intrastromal pocket formed using femtosecond laser in the thickness of a vascular leucoma. After appplanation of the laser handle to the patient's cornea and previously known data on the thickness of the cornea, the intrastromal pocket was positioned at a depth of 2/3 of the vascular leucoma, then the femtosecond laser was activated and the intrastromal pocket was formed. After the laser work was completed, the intrastromal pocket was revised and the supporting plate was implanted. **Results.** When biomicroscopy and optical coherence tomography data measured the thickness of the cornea in the area above and below the supporting plate of the keratoprosthesis in the long-term postoperative period at a period of 6 months, in all three cases, we observe the stable position of keratoprosthesis supporting plate without any signs of protrusion and displacement. This fact made it possible to successfully perform the second stage of keratoprosthesis — installation of an optical cylinder. **Conclusions.** The use of a femtosecond laser at the first stage of keratoprosthesis is a possible, safe and faster method in keratoprosthetics of vascular leucoma in patients whom optical corneal transplantation or limbal stem cell transplantation are not indicated. This technology makes it possible to form an intrastromal pocket uniformly in the thickness of the vascular leucoma of the patient's cornea without the need for transplantation of the keratoprosthetic complex, reducing the risks of protrusion of the keratoprosthetic supporting plate in the long-term postoperative period, which ultimately allows achieving a high functional result. In addition, the use of a femtosecond laser at the first stage of keratoprosthesis reduces the overall operation time and makes this technology available for widespread use in the clinic.

Keywords: keratoprosthesis, protrusion of keratoprosthesis, femtosecond laser, first stage of keratoprosthesis

For citation: Malyugin B.E., Golovin A.V., Nefedova O.N., Müller F.L. Femtolaser Assisted Surgery of the First Stage of Keratoprosthesis. Results of the First Clinical Cases. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):200-206. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-200-206>

Financial disclosure: F. Müller is employee of Ziemer Ophthalmic Systems AG.

Gratitude: gratitude is expressed to engineers I.H. Eletin and E.D. Gorshkov for cooperation and technical support of operations.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Стандартная установка кератопротеза в сосудистое бельмо является двухэтапной операцией. На первом этапе опорную пластину кератопротеза имплантируют в интрастромальный карман (ИСК) роговицы пациента, сформированный мануально микрохирургическими инструментами, такими как лезвие, нож-расслаиватель, различные виды шпателей. Спустя 6 месяцев после сращения опорной пластины кератопротеза с собственными тканями сосудистого бельма роговицы выполняют второй этап кератопротезирования, заключающийся в проведении сквозной трепанации бельма и вкручивании оптического цилиндра в предназначенное для него отверстие опорной пластины кератопротеза для восстановления зрительных функций глаза [1, 2].

Наиболее распространенным и серьезным осложнением кератопротезирования является асептический некроз как ответ местных тканей на присутствие

инородного объекта, для которого характерно прогрессирующее течение, плохой ответ на проводимое лечение и протрузия кератопротеза в исходе. Современные разрабатываемые модели опорной пластины из нового материала, внедряемого в производство кератопротезов, для интеграции с собственными тканями могут снизить процент асептических некрозов и дальнейшей протрузии кератопротеза [3], однако в настоящее время получены лишь экспериментальные данные, касающиеся применения новых материалов, клинические результаты еще не опубликованы.

Развитие протрузии кератопротеза в отдаленном послеоперационном периоде занимает центральное место в проблеме кератопротезирования, а разработка методов его профилактики и лечения является одним из основных направлений в кератопротезировании [4–11]. Несмотря на наличие современных способов профилактики протрузии [12], например при использовании

B.E. Malyugin, A.V. Golovin, O.N. Nefedova, F. Müller

Contact information: Nefedova Olga N. dr.olganefedova@gmail.com

Femtolaser Assisted Surgery of the First Stage of Keratoprosthesis. Results of the First Clinical Cases

аутоканей, в частности фасции височной мышцы, не всегда удается вовремя диагностировать протрузию и своевременно произвести необходимую операцию. К сожалению, зачастую многие пациенты обращаются в клинику уже с тотальным вывихом опорной пластины кератопротеза, и укрепление бельма в таком случае нецелесообразно.

Формированию протрузии способствует неравномерная толщина ткани бельма над кератопротезом из-за погрешностей, связанных с мануальным формированием интрастромального кармана в толще непрозрачного сосудистого бельма роговицы. Во многих современных операциях имеются микроскопы с встроенной высокоточной системой визуализации — интраоперационной оптической когерентной томографией (ОКТ), позволяющей улучшить обзор в непрозрачных средах, однако мануальное формирование ИСК с применением данных систем не всегда гарантирует его равномерность относительно толщины сосудистого бельма, не исключается формирование так называемых «ложных ходов» и ятрогенная перфорация роговицы.

Известно, что с помощью фемтосекундного лазера (ФСЛ) возможно производить диссекцию тканей точно и равномерно [13, 14]. Современные ФСЛ используются при проведении различных видов кератопластики для формирования роговичных туннелей, при операциях по поводу птеригиума, катаракты [15–20], синдроме лимбальной недостаточности [21–24]. Недавние работы выявили потенциальную возможность использования ФСЛ у пациентов с непрозрачной роговицей [25].

Особенность лазера Femto LDV Z8 (Ziemer Ophthalmic Systems AG, Швейцария) в том, что для рассечения ткани в нем используется низкая энергия в диапазоне nJ (нДж), при этом генерация импульсов происходит с высокой частотой (до 10 МГц). Для получения качественного реза ткани роговицы — полноценного и с минимальным уровнем шероховатости — лазерная энергия доставляется в виде импульсов (точек), располагаемых так, что край одной точки накладывается на край следующей, исключая образование соединительнотканых мостиков. В момент контакта энергетических импульсов с тканью образуется плазма, которая является основным источником для рассечения ткани [26]. К преимуществам LDV Z8 также относятся компактные размеры, мобильность лазера и его рукоятки, обеспечивающие выполнение апланации под любым углом и высотой, а также встроенная система интраоперационной визуализации на основе ОКТ. Мы предположили, что использование ФСЛ на этапе формирования ИСК при первом этапе кератопротезирования является перспективным направлением, а именно, увеличит безопасность и скорость хирургических манипуляций и будет превосходить мануальную технику, использующую механические расслаиватели. Это позволит преодолеть практические

ограничения и избежать возникновения протрузий опорной пластины кератопротеза в отдаленном послеоперационном периоде.

Цель: проанализировать применение новой технологии выполнения первого этапа кератопротезирования, заключающегося в формировании ИСК в сосудистом бельме роговицы пациента с помощью ФСЛ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Разработанная технология была использована у трех пациентов с бельмом роговицы, возникшим в результате химического ожога либо неэффективной неоднократной кератопластики. Клинически данное состояние сопровождалось васкуляризацией роговицы, наличием фиброваскулярного паннуса, что привело к полному отсутствию предметного зрения. Ранее имплантацию кератопротеза у пациентов не выполняли.

Диагностические методы включали биомикроскопию переднего отрезка глазного яблока (с использованием целевой лампы модели SL-30 фирмы «Opton», Германия), визометрию (проектор знаков АСР 8, «Торсон», Япония) и фороптер CV5000, «Торсон», Япония), тонометрию (главным образом, пальпаторно), определение электрофизиологических показателей сетчатки и зрительного нерва (порог электрической чувствительности и электрическая лабильность), измерение толщины бельма роговицы (с помощью оптического когерентного томографа (ОКТ) Visante OCT (Carl Zeiss, Германия), ультразвуковую биомикроскопию для определения положения капсульного мешка, хрусталика или ИОЛ, оценки состояния связочного аппарата хрусталика, а также ультразвуковое В-сканирование (аппарат «UD-6000 Tomey», Япония) с целью исключения гемофтальма, отслойки сетчатки, внутриглазных образований, определения состояния диска зрительного нерва.

При проведении первого этапа кератопротезирования был использован фемтосекундный лазер Femto LDV Z8 (Ziemer Ophthalmic Systems AG, Швейцария). При совместном сотрудничестве с инженерами компании Ziemer для достижения оптимальной работы фемтосекундного лазера заранее была увеличена мощность генерации импульсов лазера.

Все манипуляции производились одним хирургом. Показанием для проведения лечения по данной технологии было наличие относительно равномерного сосудистого бельма толщиной не менее 650 мкм, что позволяет имплантировать опорную пластину кератопротеза непосредственно в бельмо пациента (первый этап кератопротезирования).

Пациенты были обследованы до операции и через 6 месяцев после операции. Критериями оценки служили интра- и послеоперационные осложнения, показатели остроты зрения, толщина бельма и интрастромальное положение опорной пластины кератопротеза по данным ОКТ.

ХИРУРГИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

Особенностью новой разработанной технологии проведения первого этапа кератопротезирования явилось использование низкоэнергетического ФСЛ при формировании ИСК в толще бельма роговицы. Технология должна обеспечивать быстрое по времени, прецизионное по локализации и равномерное по толщине формирование ИСК для размещения опорной пластины благодаря встроенной системе ОКТ, увеличенным параметрам энергии ФСЛ и конфигурации траектории работы ФСЛ, выбранной непосредственно под параметры опорной пластины кератопротеза.

Перед процедурой всем пациентам была проведена ретробульбарная анестезия и разработана траектория работы фемтосекундного лазера, не имеющая аналогов в мире.

До этапа апланации ФСЛ производился расчет глубины расположения ИСК. Для этого оценивали толщину и равномерность сосудистого бельма на основе дооперационного обследования методом ОКТ роговицы с кератопахиметрической картой, а также измерение толщины бельма с помощью интраоперационного ОКТ, встроенного в микроскоп. Согласно полученным данным производился расчет глубины расположения ИСК, который составлял 2/3 от общей толщины роговицы.

В начале операции опорную пластину кератопротеза помещали на поверхность сосудистого бельма роговицы, центровали и вокруг нее проводили разметку с помощью медицинского маркера для обозначения будущей зоны расположения ИСК.

После полной апланации рукоятки ФСЛ к роговице пациента осуществляли центральное позиционирование будущего профиля ИСК вручную на экране лазера по проведенной разметке на поверхности сосудистого бельма, а также позиционировали расположение ИСК по глубине согласно результатам расчета, описанным выше. После этого с увеличенной мощностью энергии ФСЛ производили формирование ИСК на глубине 2/3 стромы роговицы в соответствии с параметрами опорной пластины кератопротеза (длина 6,5 мм, ширина 5,5 мм) и выход-

ным отверстием шириной 5,5 мм справа от проекции ИСК. Общее время работы ФСЛ составляло 40 секунд. После удаления рукоятки ФСЛ с роговицы производили мануальный контроль сформированного ИСК и расщепление остаточных единичных соединительнотканых мостиков. Для лучшей визуализации качества сформированного кармана, а также получения точных пахиметрических данных роговицы перед этапом фемто-расщепления применяли операционный микроскоп со встроенной интраоперационной системой ОКТ (Haag-Streit Surgical, Германия). Перед моментом имплантации опорной пластины в ИСК вводили когезивный вискоэластик для точного контроля глубины его расположения при помощи ОКТ. После этого при помощи микрохирургического пинцета производили имплантацию опорной пластины кератопротеза в сформированный карман. Операцию завершали фиксацией наружного отверстия входного тоннеля, служащего входным отверстием в ИСК, отдельными узловыми швами нитью 10-0 нейлон.

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Интраоперационных осложнений в ходе формирования и трансплантации кератопротезного комплекса у пациентов отмечено не было. Ранний послеоперационный период протекал во всех случаях без особенностей.

В послеоперационном периоде у пациентов проводили инстилляцию капель в течение первых двух недель в оперированный глаз Sol. Levofloxacini 0,005 % 4 раза в день, Gel. Dextranthenoli 5 % 4 раза в день, Sol. Dexamethasoni 0,4 % 4 раза в день первые 7 дней и далее по убывающей схеме.

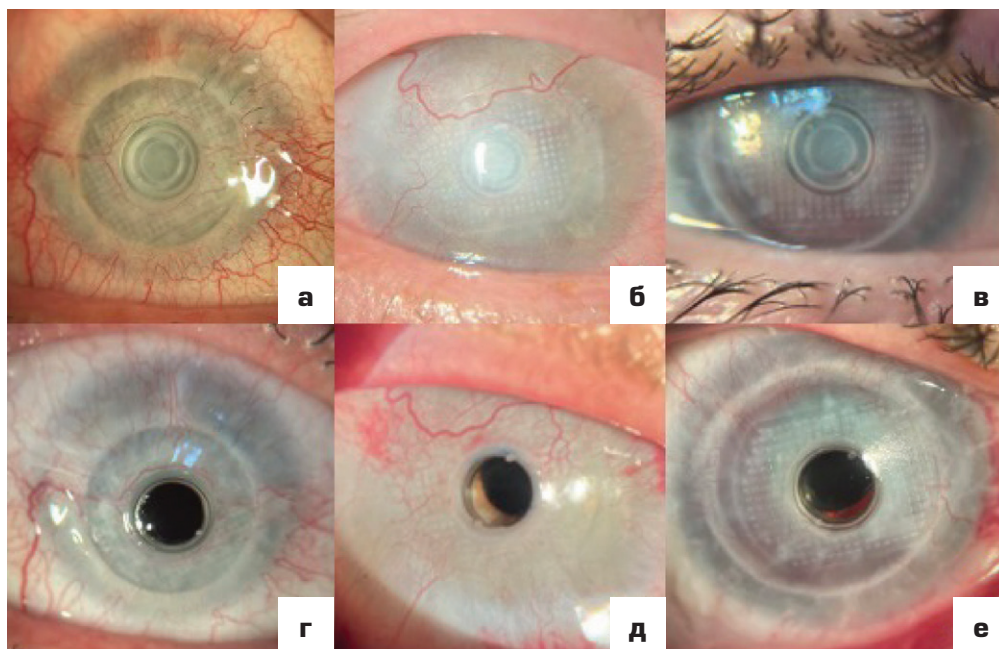


Рис. 1. Серия фото представленных клинических случаев (описание в тексте)

Fig. 1. Series of photos of presented clinical cases (description in the text)

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 1

Мужчина, 69 лет, обратился в клинику после проведенной в 2010 г. на OD экстракции катаракты с имплантацией ИОЛ и в 2020 г. сквозной кератопластики. На момент осмотра наблюдалась полная декомпенсация трансплантата, сопровождающаяся его помутнением и васкуляризацией. Острота зрения (ОЗ) OD — правильная светопроекция. В проведении повторной кератопластики на OS пациенту было отказано по причине дисфункции цилиарного тела, OS — субатрофия по причине тотальной отслойки сетчатки с 2009 г. Электрофизиологические показатели сетчатки и зрительного нерва на OD были на уровне следующих значений: порог электрической чувствительности (мкА) OD — 200, электрическая лабильность OD — 22. Толщина роговицы была равномерной и в среднем составляла 782 мкм в зоне 0–2 мм от центра роговицы, в периферической зоне 5–7 мм — в среднем 901 мкм. Учитывая достаточную толщину и прозрачность роговицы, принято решение о проведении первого этапа кератопротезирования с помощью ФСЛ. Через 10 месяцев опорная пластина кератопротеза занимала центральное положение и располагалась равномерно в строме роговицы (рис. 1а), что позволило успешно установить оптический цилиндр (рис. 1г). ОЗ в раннем послеоперационном периоде составила 0,2.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 2

59-летний мужчина обратился в клинику с двусторонним тотальным синдромом лимбальной недостаточности вследствие химического ожога раствором щелочи в 2019 г. Некорригированная ОЗ — proectio lucis certa для OD и счет пальцев у лица на OS. Электрофизиологические показатели сетчатки и зрительного нерва на OD и OS были на уровне следующих значений: порог электрической чувствительности (мкА) OD — 75, OS — 70, электрическая лабильность OD — 35, OS — 34, толщина роговицы 930 мкм в центральной зоне и 1200 мкм в периферической зоне сосудистого бельма. Сопутствующие заболевания глаз включали синдром сухого глаза легкой степени и вторичную гипертензию, для коррекции которой пациент получал гипотензивные капли (Азопт 2 % 2 раза в день). О системных сопутствующих заболеваниях не сообщалось.

Первый этап кератопротезирования на OD был успешно проведен с применением ФСЛ. Положение опорной пластины кератопротеза сохранялось стабильным на протяжении 6 месяцев (рис. 1б), что позволило установить оптический цилиндр (рис. 1д). В данном случае на втором этапе кератопротезирования одновременно был удален собственный хрусталик методом экстракции катаракты через отверстие оптического цилиндра. Пациент находился под наблюдением в стационаре 7 дней и дополнительно получал инъекции Дексаметазона 0,3 % 0,3 мл и Кофеина 0,1 % 0,1 мл 2 раза в день по поводу послеоперационной гипотонии. На 3-й день удалось достигнуть нормотонии. На 7-й день некорригированная ОЗ составила 0,6.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 3

Женщина, 55 лет, поступила в клинику с двусторонним помутнением роговицы. В анамнезе двусторонний синдром лимбальной недостаточности, врожденная аниридия, врожденная катаракта, горизонтальный ни-стагм. В 2002 г. проведена экстракция катаракты с имплантацией интраокулярной линзы на OD, после этого в 2005 г. — сквозная кератопластика по поводу вторичной эпителиально-эндотелиальной дистрофии роговицы, в 2016 г. — микроинвазивная непроникающая глубокая склерэктомия по поводу вторичной глаукомы с последующей рекератопластикой на OD. С 2017 г. пациентка длительно лечилась по поводу болезни трансплантата на OD, однако лечение оказалось неэффективным. На OS в 2006 г. произведена имплантация искусственной радужки и ИОЛ, с 2022 г. наблюдалось развитие эпителиально-эндотелиальной дистрофии роговицы и вторичной глаукомы.

На момент осмотра пациентка проходила медикаментозную гипотензивную терапию (Азопт 2 % 2 раза в день). На период обращения некорригированная ОЗ на оба глаза составляла 0,01. Электрофизиологические показатели сетчатки и зрительного нерва на OD и OS были на уровне следующих значений: порог электрической чувствительности (мкА) OD — 145, OS — 80, электрическая лабильность OD — 32, OS — 39. Учитывая относительную прозрачность роговицы на OS, отказ в проведении трансплантации буккального эпителия из-за гипотензивной терапии и вторичной глаукомы, принято решение о выполнении кератопротезирования на OD. По данным ОКТ, средняя толщина роговицы в центре (0–2 мм) составила 760 мкм, на периферии (5–7 мм) — 833 мкм.

Исходя из равномерной толщины роговицы OD и ее достаточной толщины (не менее 650 мкм) принято решение о проведении первого этапа кератопротезирования, а именно, имплантации опорной пластины кератопротеза непосредственно в роговицу пациента. На 7-е сутки сняли контактную линзу. При биомикроскопии боковые швы роговицы состоятельны, опорная пластина занимала центральное правильное положение (рис. 1в). Через 9 месяцев после операции положение опорной пластины оставалось стабильным, о чем свидетельствовали данные ОКТ (толщина роговицы над опорной пластиной в средней в центральной зоне равнялась 434 мкм, под опорной пластиной 230 мкм). После проведения второго этапа кератопротезирования (установка оптического цилиндра) (рис. 1е), максимальная некорригированная ОЗ OD составила 0,3.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Было обнаружено, что положение опорной пластины кератопротеза на протяжении всего срока (в среднем 8 месяцев) наблюдения во всех случаях оставалось стабильным (рис. 2). Таким образом, с помощью использования ФСЛ при выкраивании ИСК на первом этапе

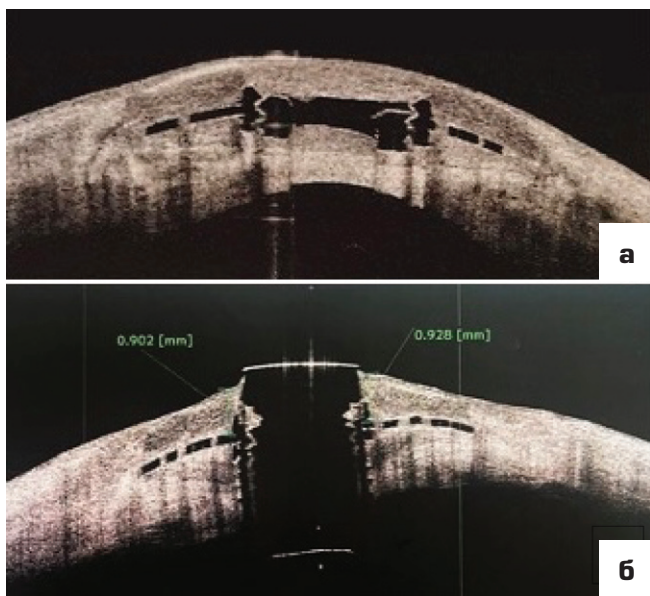


Рис. 2. Расположение опорной пластины кератопротеза после первого (а) и второго (б) этапов кератопротезирования. Фото OCT-Visante

Fig. 2. Location of the keratoprosthesis supporting plate after the first (a) and second (b) stages of keratoprosthesis. Photo by OCT-Visante

кератопротезирования были достигнуты обнадеживающие положительные результаты. Клинический случай 2 продемонстрировал наиболее заметное улучшение, несмотря на выраженный по плотности фиброваскулярный паннус на поверхности роговицы после полученного химического ожога. В случаях 1 и 3 улучшение было менее значительным. Следует отметить, что оперируемый глаз характеризовался серьезной сопутствующей патологией, включая дисфункцию цилиарного тела (в случае 1) и вторичную глаукому (в случае 3); низкие показатели электрофизиологических показателей сетчатки и диска зрительного нерва. В случае 1 в ходе операции было отмечено, что из-за наличия значительного уплотнения ткани в месте послеоперационного рубца после проведенной несколько лет назад сквозной кератопластики при формировании ИСК с помощью ФСЛ потребовалась дополнительная диссекция зоны послеоперационного рубца микрохирургическим лезвием для успешной имплантации опорной пластины кератопротеза.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современная методика кератопротезирования с 1990-х годов. предусматривает имплантацию опорной пластины кератопротеза в виде кератопротезного комплекса, аналогично Бостонской модели, используемой при истонченных бельмах роговицы [5]. Однако при оптимальной толщине роговицы возможна имплантация опорной пластины кератопротеза в собственные ткани сосудистого бельма без необходимости проведения сквозной кератопластики с целью дальнейшей трансплантации кератопротезного комплекса, что потенциально может нести в себе риски

в случае единственного глаза. Выкраивание ИСК в толще непрозрачного сосудистого бельма вручную является сложной задачей даже для опытного хирурга.

В соответствии с ретроспективными наблюдениями применение ФСЛ на первом этапе кератопротезирования обеспечивает хороший функциональный результат в отдаленном послеоперационном периоде, о чем свидетельствует отсутствие интра- и послеоперационных осложнений. Использование ФСЛ для формирования ИСК сокращает общее время операции, облегчает работу хирурга и минимизирует интраоперационные риски. Среднее время формирования ИСК, как правило, составляет 30–40 минут. В случае использования ФСЛ формирование ИСК происходит за 40 секунд. Во всех случаях формирование ИСК производилось без каких-либо повреждений собственной роговицы, а единично встречающиеся соединительнотканые мостики рассекали шпателем либо лезвием перед имплантацией опорной пластины кератопротеза.

Безусловно, одним из преимуществ данной методики является стабильное центральное положение опорной пластины кератопротеза благодаря равномерно сформированному на заданной глубине ИСК. Это обеспечивает уверенные оптико-реконструктивные манипуляции в передней камере в ходе второго этапа кератопротезирования, в том числе включая экстракцию катаракты, рассечение фиброзных пленок/мембран, установку оптического цилиндра кератопротеза, что повышает функциональные показатели зрения у пациентов и снижает риски протрузии кератопротеза в будущем.

Проведенная работа по оптимизации энергетических и топографических параметров позволила добиться идеальной конфигурации сформированного интрастромального кармана и его входного тоннеля, а также практически исключить вероятность возникновения в нем соединительнотканых перемычек.

ВЫВОДЫ

Новая технология применения ФСЛ на первом этапе кератопротезирования позволит использовать ее в более широких масштабах, поскольку значительно облегчает формирование ИСК в толще непрозрачного сосудистого бельма без необходимости трансплантации кератопротезного комплекса (при условии толщины сосудистого бельма не менее 650 мкм). Предлагаемый усовершенствованный подход значительно упрощает кератопротезирование сосудистого бельма и делает процедуру более безопасной по сравнению с мануальной методикой.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малюгин Б.Э. — научное редактирование и окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Головин А.В. — существенный вклад в концепцию, разработка траектории работы фемтосекундного лазера, хирургическое осуществление работы, научное редактирование и окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Нефедова О.Н. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, разработка траектории работы фемтосекундного лазера, хирургическая ассистенция, сбор, анализ и обработка материала, написание текста;
Мюллер Ф.Л. — разработка траектории работы фемтосекундного лазера, научное редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Макаров ПВ, Гундорова РА, Чернетский ИС. Оптическое кератопротезирование протезами Федорова — Зуева у пациентов, перенесших особо тяжелые ожоги глаз. Офтальмохирургия. 2007;3:20–23. Makarov PV, Gundorova RA, Chernetsky IS. Optical keratoprosthetics using Fedorov-Zuev prostheses in patients who suffered particularly severe eye burns. Ophthalmosurgery. 2007;3:20–23 (In Russ.).
- Федоров СН, Мороз ЗИ, Зуев ВК. Кератопротезирование. М.: Медицина, 1982. 144 с. Fedorov SN, Moroz ZI, Zuev VK. Keratoprosthetics. Moscow: Medicine, 1982, 144 p. (In Russ.).
- Малюгин БЭ, Борзенко СА, Ковшун ЕВ, Головин АВ, Шацких АВ, Энкина АВ, Островский ДС, Белодедова АВ, Джонс ММ. Морфологические изменения роговицы кролика при имплантации новой модели опорной пластинки кератопротеза. Вестник офтальмологии. 2020;136(5):77–86. Malyugin BE, Borzenok SA, Kovshun EV, Golovin AV, Shatskikh AV, Enkina AV, Ostrovsky DS, Belodedova AV, Jones MM. Morphological changes in rabbit cornea after implantation of a new keratoprosthetic supporting plate. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(5):77–86 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013605177.
- Федоров СН, Мороз ЗИ, Ковшун ЕВ. Новый способ кератопротезирования истонченных сосудистых бельем. Офтальмохирургия. 1995;2:50–53. Fedorov SN, Moroz ZI, Kovshun EV. A new method of keratoprosthetic for thinned vascular lesions. Ophthalmosurgery. 1995;2:50–53 (In Russ.).
- Волков ВВ, Ушаков НА. Осложнения после операции кератопротезирования, предупреждение и лечение их. Офтальмологический журнал. 1976;8:569–573. Volkov VV, Ushakov NA. Complications after keratoprosthetic surgery, their prevention and treatment. Journal of Ophthalmology (Ukraine). 1976;8:569–573 (In Russ.).
- Волков ВВ, Ушаков НА. О выборе рационального способа укрепления бельма в интересах сквозного кератопротезирования. Вопросы восстановительной офтальмологии: Труды БМОЛА. Л., 1972. С. 37–39. Volkov VV, Ushakov NA. On the choice of a rational method of strengthening the cataract in the interests of penetrating keratoprosthetic. Issues of restorative ophthalmology: Proceedings of BMOLA. Leningrad, 1972. P. 37–39 (In Russ.).
- Гундорова РА, Малаев АА. Отдаленные результаты оптического 120 кератопротезирования. Офтальмологический журнал. 1979;7:396–399. Gundorova RA, Malaev AA. Long-term results of optical 120 keratoprosthetic. Journal of Ophthalmology (Ukraine). 1979;7:396–399 (In Russ.).
- Aldave AJ, Sangwan VS, Basu S, Basak SK, Hovakimyan A, Gevorgyan O, Kharashi SA, Jindan MA, Tandon R, Mascarenhas J, Malyugin B, Padiilla MD, Maskati Q, Agarwala N, Hutaaruk J, Sharma M, Yu F. International results with the Boston type I keratoprosthetic. Ophthalmology. 2012 Aug;119(8):1530–1538. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.02.015.
- Chan CC, LoVerde L, Qiang J, Nordlund ML, Holland EJ. Incidence, Risk Factors, and Surgical Management of Boston Type I Keratoprosthetic Corneal Melts, Leaks, and Extrusions. Cornea. 2016 Aug;35(8):1049–1056. doi: 10.1097/ICO.0000000000000911.
- Tan A, Tan DT, Tan XW, Mehta JS. Osteo-odonto keratoprosthetic: systematic review of surgical outcomes and complication rates. Ocul Surf. 2012 Jan;10(1):15–25. doi: 10.1016/j.jtos.2012.01.003.
- Riau AK, Liu Y-C, Lwin NC. Comparative study of nJ- and µJ-energy level femtosecond lasers: evaluation of flap adhesion strength, stromal bed quality, and tissue responses. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014;55:3186–3194. doi: 10.1167/iovs.14-14434.
- Катаев МГ, Головин АВ, Нефедова ОН, Трофимова ИЮ. Укрепление бельма ауто трансплантатом височной фасции при кератопротезировании. Офтальмохирургия. 2024;2(139):43–51. Kataev MG, Golovin AV, Nefedova ON, Trofimova IYu. Dependable covering of keratoprosthetic with temporal fascia autograft. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2024;2(139):43–51 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-2-43-51.
- Kim JH, Lee D, Rhee KI. Flap thickness reproducibility in laser in situ keratomileusis with a femtosecond laser: optical coherence tomography measurement. J Cataract Refract Surg. 2008 Jan;34(1):132–136. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.08.036.
- Sarayba MA, Ignacio TS, Tran DB, Binder PS. A 60 kHz IntraLase femtosecond laser creates a smoother LASIK stromal bed surface compared to a Zyoptix XP mechanical microkeratome in human donor eyes. J Refract Surg. 2007 Apr;23(4):331–337. doi: 10.3928/1081-597X-20070401-04.
- Terry MA, Ousley PJ, Will B. A practical femtosecond laser procedure for DLEK endothelial transplantation: cadaver eye histology and topography. Cornea. 2005 May;24(4):453–459. doi: 10.1097/01.icc.0000151509.57189.6f.
- Seitz B, Brünner H, Viestenz A, Hofmann-Rummelt C, Schlötzer-Schrehardt U, Naumann GO, Langenbacher A. Inverse mushroom-shaped nonmechanical penetrating keratoplasty using a femtosecond laser. Am J Ophthalmol. 2005 May;139(5):941–944. doi: 10.1016/j.ajo.2004.11.028.
- Meltendorf C, Schroeter J, Bug R, Kohnen T, Deller T. Corneal trephination with the femtosecond laser. Cornea. 2006 Oct;25(9):1090–1092. doi: 10.1097/01.icc.0000228784.46463.e9.
- Holzer MP, Rabsilber TM, Auffarth GU. Penetrating keratoplasty using femtosecond laser. Am J Ophthalmol. 2007 Mar;143(3):524–526. doi: 10.1016/j.ajo.2006.08.029.
- Sarayba MA, Maguen E, Salz J, Rabinowitz Y, Ignacio TS. Femtosecond laser keratome creation of partial thickness donor corneal buttons for lamellar keratoplasty. J Refract Surg. 2007 Jan;23(1):58–65. doi: 10.3928/1081-597X-20070101-10.
- Steinert RF, Ignacio TS, Sarayba MA. "Top hat"-shaped penetrating keratoplasty using the femtosecond laser. Am J Ophthalmol. 2007 Apr;143(4):689–691. doi: 10.1016/j.ajo.2006.11.043.
- Малюгин БЭ, Борзенко СА, Нефедова ОН, Герасимов МЮ. К вопросу о трансплантации лимбальных эпителиальных стволовых клеток при одностороннем синдроме лимбальной недостаточности. Обзор литературы. Офтальмология. 2023;20(4):601609. Malyugin BE, Borzenok SA, Nefedova ON, Gerasimov MYu. Limbal Epithelial Stem Cells Transplantation in Cases with Unilateral Limbal Stem Cell Deficiency Syndrome. Ophthalmology in Russia. 2023;20(4):601–609 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-601-609.
- Малюгин БЭ, Борзенко СА, Нефедова ОН, Островский ДС, Герасимов МЮ, Шацких АВ. Сравнительный анализ механического и фемтолазер-ассистированного методов выкраивания лимбальных мини-трансплантатов в эксперименте. Офтальмохирургия. 2024;142(1):66–77. Malyugin BE, Borzenok SA, Nefedova ON, Ostrovskii DS, Gerasymov MYu, Shatskikh AV. Experimental study of manual and femtosecond laser-assisted methods for cutting limbal mini-transplants. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2024;142(1):66–77 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-1-66-77.
- Нефедова ОН, Малюгин БЭ, Борзенко СА, Герасимов МЮ, Островский ДС, Шацких АВ. Оценка безопасности применения фемтосекундного лазера для выкраивания лимбальных трансплантатов роговицы. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2023;25(4):160–173. Nefedova ON, Malyugin BE, Borzenok SA, Gerasimov MYu, Ostrovsky DS, Shatskikh AV. Safety assessment of the femtosecond laser in corneal limbal graft excision. Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs. 2023;25(4):160–173 (In Russ.). doi: 10.15825/1995-1191-2023-4-160-173.
- Малюгин БЭ, Герасимов МЮ, Борзенко СА, Головин АВ. Клеточная хирургия при дисфункции стволовых клеток лимба. Офтальмохирургия. 2019;142(1):66–77. Malyugin BE, Gerasymov MYu, Borzenok SA, Golovin AV. Simple limbal epithelial transplantation. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;142(1):66–77 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-1-66-77.
- Kim JH, Yum JH, Lee D, Oh SH. Novel technique of corneal biopsy by using a femtosecond laser in infectious ulcers. Cornea. 2008 Apr;27(3):363–365. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181606070.
- Riau AK, Liu Y-C, Lwin NC. Comparative study of nJ- and µJ- energy level femtosecond lasers: evaluation of flap adhesion strength, stromal bed quality, and tissue responses. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014;55:3186–3194. doi: 10.1167/iovs.14-14434.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Малюгин Борис Эдуардович
доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой заболеваний роговицы глазного института Штейна и медицинской школы Дэвида Геффена
<https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

Головин Андрей Владимирович
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком
<https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

Нефедова Ольга Николаевна
аспирант, врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0002-2126-000X>

Фабян Лукас Мюллер
кандидат технических наук, директор по клиническим исследованиям и применению
<https://orcid.org/0000-0001-5732-7918>

ABOUT THE AUTHORS

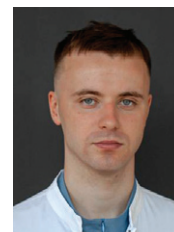
Malyugin Boris E.
MD, Professor of Ophthalmology, Joan & Jerome Snyder Endowed Chair in Cornea Diseases, Stein Eye Institute David Geffen and School of Medicine at UCLA
<https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

Golovin Andrey V.
PhD, head of the surgery unit
<https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

Nefedova Olga N.
postgraduate, ophthalmologist
<https://orcid.org/0000-0002-2126-000X>

Fabian Lukas Müller
PhD, Director Clinical Research&Application
<https://orcid.org/0000-0001-5732-7918>

Трансплантация десцеметовой мембраны с эндотелием под контролем интраоперационной оптической когерентной томографии и последующая фактоэмульсификация катаракты при манифестации иридокорнеального эндотелиального синдрома Чандлера после лазерной кераторефракционной операции. Клинический случай

Б.Э. Малюгин¹А.А. Халецкая²Р.С. Исабеков³Т.Я. Кузнецов³

¹ UCLA Отделение офтальмологии, Институт глаза Штейна
200 Stein Plaza, CA 90095-7003

² ООО «Офтальмологическая клиника «Спектр»
проезд Березовой рощи, 12, Москва, 125252, Российская Федерация

³ 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(1):207–214

В статье описан клинический случай пациента, перенесшего операцию ЛАЗИК (LASIK) с целью коррекции гиперметропии на обоих глазах. В раннем послеоперационном периоде были отмечены эпизоды повышения внутриглазного давления до 27 мм рт. ст., купируемые медикаментозно. В отдаленном послеоперационном периоде появился выраженный роговичный синдром и снижение остроты зрения. После офтальмологического обследования поставлен диагноз: ОУ: офтальмогипертензия, гиперметропия средней степени оперированная, состояние после лазерной кераторефракционной операции, первичная эндотелиальная дистрофия роговицы Фунса, начальная катаракта, OS: скопление жидкости под роговичным лоскутом, амблиопия слабой степени. Принято решение о трансплантации эндотелия с десцеметовой мембраной на левом глазу. Операция прошла без особенностей, донорская десцеметова мембрана полностью прилегла, однако это не привело к уменьшению отека стромы роговицы и исчезновению внутрироговичной щели, заполненной жидкостью. Дополнительно пациенту была назначена гипотензивная терапия, после которой отмечена положительная динамика, а именно уменьшение отека стромы. Позднее пациенту выполнена фактоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ под контролем интраоперационной оптической когерентной томографии. В статье представлен анализ данного клинического случая, обсужден выбор тактики лечения и уточнен диагноз — манифестация иридокорнеального эндотелиального синдрома Чандлера после проведенной кераторефракционной операции.

Ключевые слова: иридокорнеальный эндотелиальный синдром, синдром Чандлера, LASIK, трансплантация десцеметовой мембраны, глаукома, катаракта, интраокулярная линза, интраоперационная оптическая когерентная томография

Благодарность: к.м.н. Н.В. Майчук за участие в консилиуме и совместном ведении пациента в послеоперационном периоде; к.б.н. Л.О. Скородумовой за проведенное генетическое исследование биологического материала.

Для цитирования: Малюгин Б.Э., Халецкая А.А., Исабеков Р.С., Кузнецов Т.Я. Трансплантация десцеметовой мембраны с эндотелием под контролем интраоперационной оптической когерентной томографии и последующая фактоэмульсификация катаракты при манифестации иридокорнеального эндотелиального синдрома Чандлера после лазерной кераторефракционной операции. Клинический случай. *Офтальмология*. 2025;22(1):207–214. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-207-214>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Transplantation of Descemet's Membrane with Endothelium and Subsequent Cataract Phacoemulsification under the Control of Intraoperative Optical Coherence Tomography in Patient with of Chandler's Iridocorneal Endothelial Syndrome Manifestation after Laser Keratorefractive Surgery. Clinical Case

B.E. Malyugin¹, A.A. Khaletskaya², R.S. Isabekov³, T.Ya. Huznetsov³

¹ The Jules Stein Eye Institute, University of California at Los Angeles
Stein Plaza, 200, Los Angeles, CA 90095, USA

² OOO "Ophthalmological Clinic "Spectrum"
Berezovoy Roshchi travel, 12, Moscow, 125252, Russian Federation

³ The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Beskudnikovskiy blvd., 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):207–214

The article describes a clinical case of a patient who underwent LASIK surgery to correct hyperopia in both eyes. In the early postoperative period, episodes of increased intraocular pressure up to 27 mm Hg were noted, which were relieved with medication. In the late postoperative period, severe corneal syndrome and decreased visual acuity appeared. After a thorough inspection on OU a diagnosis was put forward: Ocular hypertension. Condition after keratorefractive surgery (LASIK), primary Fuchs' endothelial corneal dystrophy, mild hyperopia, early cataract, OS fluid accumulation under corneal flap, mild amblyopia. The decision was made to transplant the endothelium with Descemet's membrane to the OS. The operation went as usual, the donor Descemet's membrane was fully flattened, but it did not result in a reduction of corneal stromal edema and disappearance of the intracorneal gap filled with fluid. The patient was administered additional hypotensive therapy after which positive dynamics of stromal edema were observed. Later, the patient underwent cataract phacoemulsification under the control of intraoperative optical coherence tomography. The article presents the analysis of this clinical case, discusses the choice of treatment tactics and specifies the diagnosis as a manifestation of Chandler's iridocorneal endothelial syndrome after keratorefractive surgery.

Keywords: iridocorneal endothelial syndrome, Chandler's syndrome, LASIK, transplantation of Descemet's membrane, glaucoma, cataract, intraocular lens, intraoperative optical coherence tomography

Acknowledgements: PhD N.V. Maychuk for participation in the consultation and joint management of the patient in the postoperative period; PhD L.O. Skorodumova for the conducted genetic study of biological material.

For citation: Malyugin B.E., Khaletskaya A.A., Isabekov R.S., Huznetsov T.Ya. Transplantation of Descemet's Membrane with Endothelium and Subsequent Cataract Phacoemulsification under the Control of Intraoperative Optical Coherence Tomography in Patient with of Chandler's Iridocorneal Endothelial Syndrome Manifestation after Laser Keratorefractive Surgery. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):207–214. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-207-214>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.
There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Аномалии рефракции — основная причина ухудшения зрения во всем мире [1]. Так, лазерная рефракционная хирургия роговицы является эффективной альтернативой оптической коррекции с помощью очков или контактных линз. На сегодняшний день существует несколько технологий лазерной коррекции зрения, требующих правильного понимания рисков, возможных осложнений и тщательного отбора пациентов на такие операции, как фоторефракционная кератэктомия (АНР), фемтосекундная лазерная коррекция зрения путем удаления лентикулы через малый разрез роговицы (SMILE), лазерный *in situ* кератомилез (LASIK

или Femto LASIK). Последняя методика является более популярной по сравнению с другими рефракционными операциями [2]. Однако, несмотря на безопасность и эффективность технологии, она не лишена возможности появления послеоперационных осложнений. Так, по данным метаанализов наиболее часто встречающимися из них являются помутнение (хейз) роговицы, синдром сухого глаза, смещение роговичного лоскута, расплавление роговичного лоскута, диффузный ламеллярный кератит, инфекционный кератит, врастание эпителия под роговичный клапан, вторичная кератэктазия и различные визуальные искажения, такие как двоение, блики, ореолы [3, 4]. Более редким и менее изученным

Б.Э. Малюгин, А.А. Халецкая, Р.С. Исабеков, Т.Я. Кузнецов

Контактная информация: Халецкая Анастасия Андреевна khaletskaya261@gmail.com

осложнением, встречающимся в литературе, является индуцированная давлением стромальная кератопатия (PISK), в том числе с отсроченным началом, даже спустя годы после выполненной операции LASIK [5].

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

В НМИЦ «МНТК МГ» им. академика С.Н. Федорова в Москве в январе 2022 года обратилась пациентка Л. 49 лет с жалобами на ухудшение зрения обоих глаз (OS > OD) и выраженный роговичный синдром на левом глазу. Из анамнеза: 7 лет назад (в 2015 г.) пациентка прооперирована методом лазерного *in situ* кератомилеза (LASIK) по месту жительства с целью коррекции гиперметропии средней степени на OU. До кераторефракционной операции (КРО) острота зрения OD = 0,15 sph +3,0 cyl +0,75 ax 135 = 1,0; OS = 0,05 sph +4,0 cyl +0,75 ax 65 = 0,65, после операции OD = 0,8; OS = 0,6. Острота зрения снижалась начиная с 2016 года, наблюдались подъемы внутриглазного давления (ВГД) до 27 мм рт. ст., пациентка нерегулярно получала гипотензивные препараты и слезозаменители. Диагноз направившего учреждения: OS Буллезная кератопатия. Амблиопия слабой степени. OU Подозрение на закрытоугольную глаукому. Гиперметропия средней степени, коррекция методом LASIK. Начальная катаракта.

При поступлении биомикроскопия переднего отрезка OD: роговица прозрачна, роговичный лоскут адаптирован и прилежит на всем протяжении, на эндотелии сливные гутты в центре, выпадение пигмента на эндотелии, передняя камера средней глубины, влага прозрачна, на радужке пигментные пятна, эктропион пигментной каймы, уплотнение кортикальных слоев хрусталика. Глубже лежащие структуры без видимой патологии (рис. 1). OS: роговица отечна, роговичный лоскут в центре отслоен от подлежащей стромы с образованием пространства, заполненного влагой, на эндотелии отмечены сливные гутты, более выраженные в центре, передняя камера средней глубины, влага прозрачна, на радужке пигментные пятна, уплотнение кортикальных слоев хрусталика. Глубже лежащие структуры офтальмоскопируются с трудом (рис. 2).

По данным дооперационной диагностики: Vis OD = 0,2; OS = 0,03 sph +3,5 cyl +1,5 ax 95° = 0,2; авторефрактометрия OD sph +1,5 cyl +1,0 ax 140°; OS sph +3,25 cyl +1,5 ax 95°; пневмотонометрия OD = 13 мм рт. ст., OS = 10 мм рт. ст.; эхобиометрия (А-метод): глубина передней камеры OD = 3,24 мм, OS = 3,00 мм; толщина хрусталика OD = 4,7 мм, OS = 4,6 мм; переднезадняя ось глаза OD = 21,16 мм, OS = 21,24 мм. Поле зрения (от верхне-вертикального меридиана по часовой стрелке) OU норма; оптическая когерентная томография (ОКТ) переднего отрезка глазного яблока OS (рис. 3).

После проведенного комплексного обследования был поставлен диагноз: OU Гиперметропия средней степени, состояние после лазерной кераторефракционной операции (LASIK), первичная эндотелиальная дистрофия

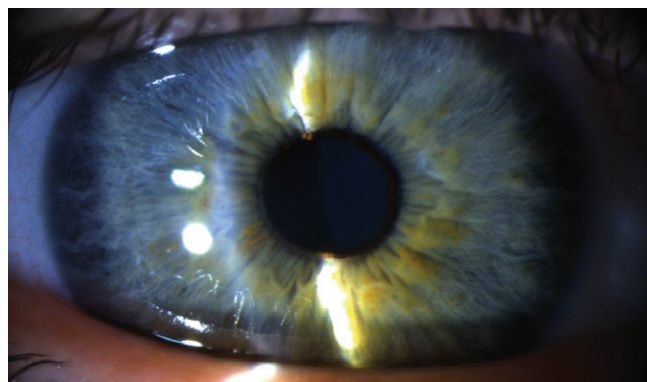


Рис. 1. Биомикроскопия переднего отрезка правого глаза пациентки при обращении (гутты на эндотелии)

Fig. 1. Biomicroscopy of the anterior segment of the patient's right eye during treatment (gutta on the endothelium)

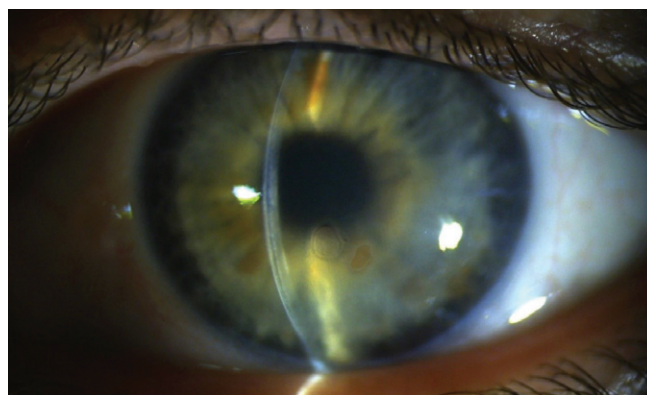


Рис. 2. Биомикроскопия переднего отрезка левого глаза пациентки при обращении (буллезные изменения эпителия роговицы, скопление жидкости под роговичным лоскутом, сливные гутты на эндотелии)

Fig. 2. Biomicroscopy of the anterior segment of the patient's left eye during treatment (corneal epithelial bullosis, fluid accumulation under corneal flap, confluent gutta on the endothelium)

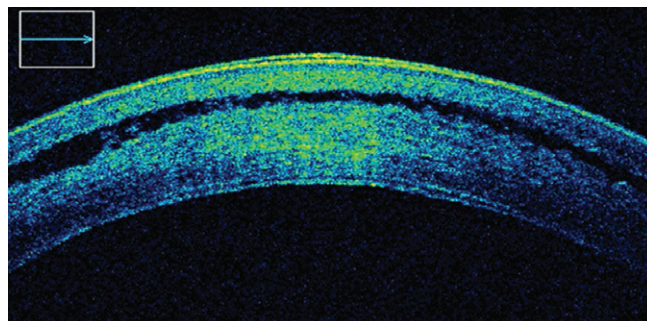


Рис. 3. Оптическая когерентная томография левого глаза пациента (сагиттальный срез) при первичном обращении. Отмечается подклапанное пространство, заполненное жидкостью. Толщина клапана составляет порядка 150 микрон

Fig. 3. Optical coherence tomography of the patient's left eye (sagittal section) during treatment. Optical coherence tomography of the patient's left eye (sagittal section) at initial presentation. A space under flap filled with fluid is noted. The thickness of the flap is about 150 microns

роговицы Фукса, начальная катаракта. OS — скопление жидкости под роговичным лоскутом, амблиопия слабой степени.

Учитывая полученные данные, было принято решение о трансплантации эндотелия с десцеметовой мембраной (ТЭДМ) на OS. Операцию проводили по методике, описанной авторами ранее [6, 7]. При выкраивании для правильной ориентации трансплантата в передней камере была сформирована краевая ориентационная метка в виде неравнобедренного треугольника, также правильность ориентации трансплантата верифицировали при помощи интраоперационной оптической когерентной томографии (иОКТ) операционного микроскопа Lumera-700 (Carl Zeiss, Германия).

Операция протекала без осложнений. Стандартная терапия заключалась в инстилляциях 0,5 % раствора левофлоксацина и 0,1 % раствора дексаметазона по 1 капле 4 раза в день. В раннем послеоперационном периоде, несмотря на наличие в передней камере пузырька воздуха, отмечено неполное прилегание десцеметовой мембраны (ДМ) к строме, также сохранялся диастаз роговичного клапана. Принято решение о хирургической ревизии с дренированием пространства между ДМ и стромой реципиента с дополнительной тампонадой передней камеры воздухом.

После ревизии в течение трех суток положительную динамику в отношении резорбции подклапанной жидкости не отмечали. Было принято решение о дополнительном проведении пациентке гипотензивной терапии (Бринзоламид 1 %, по 1 капле 2 раза в день, Бримонидин 0,15 % по 1 капле 3 раза в день). После этого на вторые сутки отмечена положительная динамика, жидкость в подклапанном пространстве отсутствовала.

ДМ со слоем эндотелия реципиента, полученная в ходе операции, была направлена в ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА в лабораторию молекулярной генетики человека. Кандидатом биологических наук Л.О. Скородумовой проведено исследование методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) на ДНК к вирусу простого герпеса (ВПГ) 1-го, 2-го типов и вирусу Эпштейна — Барр (ВЭБ). Полученный результат был отрицательным, пройден контроль выделения. Образец ДМ и эндотелия также был проанализирован на экспансию повторов в гене TCF4, которая является известным фактором патогенеза первичной эндотелиальной дистрофии роговицы Фукса — ЭДРФ [8]. В ходе исследования выявлена одна экспансированная аллель в гене TCF4, что генетически подтвердило диагноз ЭДРФ.

Исследовали также венозную кровь пациентки. В результате: ВПГ IgG — положительно (титр > 1:3200), IgM — отрицательно (КП 0,27); IgG к капсидным антигенам VCA — положительно (КП 18,33) и IgG к ядерному антигену NA ВЭБ — положительно (87,5 у.е./мл), IgM к капсидным антигенам VCA ВЭБ — отрицательно (КП 0,3).

На момент выписки при биомикроскопии OS: роговица практически прозрачна, остаточный отек стромы,

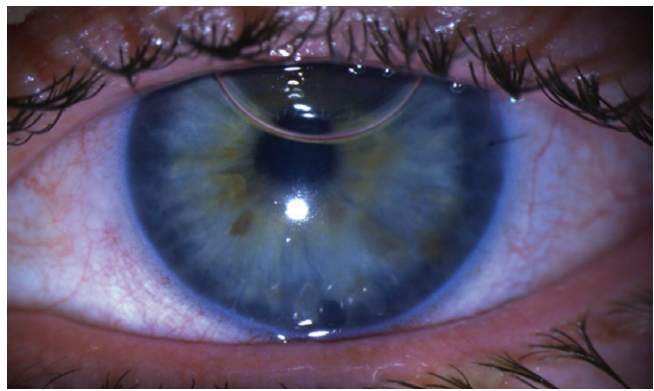


Рис. 4. Биомикроскопия переднего отрезка левого глаза пациента на 14-е сутки после операции

Fig. 4. Biомicroscopy of the anterior segment of the patient's left eye on the 14th day after surgery

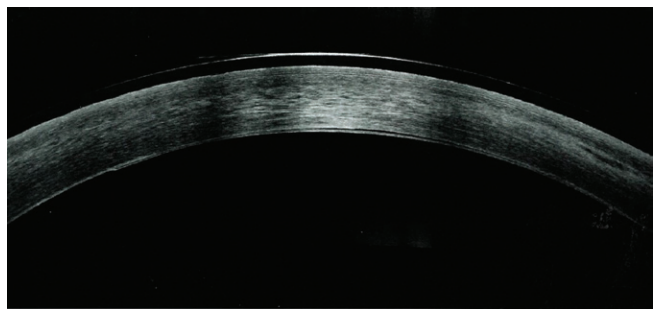


Рис. 5. Оптическая когерентная томография левого глаза пациента (сагиттальный срез) на 14-е сутки после операции

Fig. 5. Optical coherence tomography of the patient's left eye (sagittal section) on day 14 after surgery

эпителизация полная, узловый шов (шелк 10-0) на основном разрезе (3 часа) состоятелен, роговичный клапан хорошо адгезирован к подлежащим слоям стромы, трансплантат ДМ адаптирован, передняя камера средней глубины, пузырек воздуха занимает 1/3, на радужке пигментные пятна, эктропион пигментной каймы, на 6 часах — хирургическая колобома радужки, уплотнение кортикальных слоев хрусталика, рефлекс с глазного дна розовый (рис. 4). ОЗ OS = 0,2 sph +3,5 cyl +0,75 ax 90° = 0,4; авторефрактометрия OS = sph +3,25 cyl +1,5 ax 95°; пневмотонометрия: OS = 11 мм рт. ст. (на гипотензивном режиме). ОКТ переднего отрезка OS представлена на рисунке 5. В результате уточнен основной диагноз: OU Офтальмогипертензия. Эндотелиальная дистрофия роговицы Фукса. Синдром Чандлера (?). Начальная катаракта. OS Амблиопия слабой степени.

На сроке наблюдения 6 месяцев биомикроскопия OS: роговица прозрачна, трансплантат адаптирован, прилежит на всем протяжении, роговичный клапан адгезирован к подлежащим слоям стромы, в которой наблюдается участок фиброза, расположенный на 5 часах, парацентрально (рис. 6), передняя камера средней глубины, радужка структурна, наличие пигментных пятен

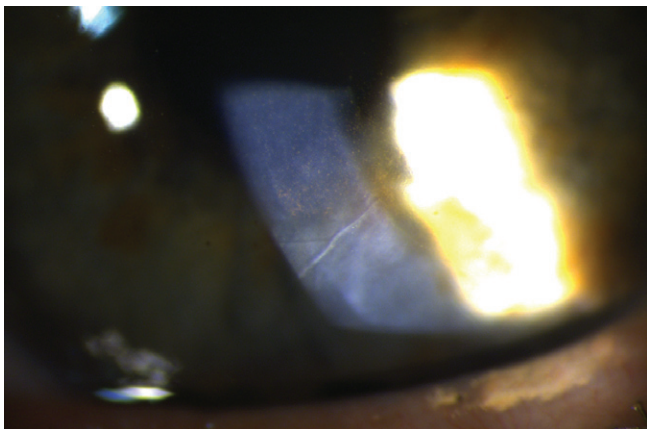


Рис. 6. Участок фиброза в строме роговицы оперированного глаза
Fig. 6. The site of fibrosis in the stroma

на поверхности стромы радужки, эктропион пигментной каймы, на 6 часах — хирургически выполненная колобома радужки, уплотнение кортикальных слоев хрусталика, пигмент на передней капсуле хрусталика, рефлекс с глазного дна розовый. ОЗ OS = 0,4 не корригирует; авторефрактометрия OS = sph -1,0 cyl -0,5 ax 13°; пневмотонометрия: OS = 13 мм рт. ст. (на гипотензивном режиме).

На сроке наблюдения 12 месяцев биомикроскопия OS: роговица прозрачна, трансплантат адаптирован, прилежит на всем протяжении, роговичный клапан адгезирован к подлежащим слоям стромы, в строме наблюдается участок фиброза на 5 часах, передняя камера средней глубины, радужка структурна, наличие пигментных пятен, эктропион пигментной каймы, на 6 часах колобома, пигмент на передней капсуле хрусталика, помутнение кортикальных слоев хрусталика, рефлекс с глазного дна розовый. ОЗ OS = 0,4 sph -2,5 cyl -1,0 ax 30° = 0,5; авторефрактометрия OS = sph -2,5 cyl -1,25 ax 30°; пневмотонометрия: OS = 12 мм рт. ст. (на гипотензивном режиме). Принято решение о проведении факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы под контролем ОКТ.

В процессе предоперационной подготовки была проведена обработка операционного поля (веки, ресницы, надбровные дуги, кожа скуловой области), использовали стерильный марлевый тампон, смоченный повидон-йодом 10 %, в конъюнктивальный мешок закапывали оксипрокаином 0,4 % 3 раза с интервалом 5 минут, далее антисептик (повидон-йод 5 %) с экспозицией 60 секунд, излишки удаляли сухим стерильным марлевым тампоном. После обработки операционное поле было укрыто стерильной одноразовой простыней. Перед установкой блефаростата ресницы изолировали самоклеящимися полимерными пленками. Основной операционный доступ шириной 2 мм расположили с височной стороны на 3 ч, дополнительные разрезы (парацентезы) шириной 1 мм на 12 час. (первый) и на 6 час. (второй).

Для обеспечения мидриаза в переднюю камеру ввели 0,1 мл 1 % раствора фенилэфрина. Операция выполнена на хирургической системе «Stellaris» (Baush&Lomb, США). Для дробления ядра использовали технику «Phaco chop» («фако-раскол»), после завершения этапа факоэмульсификации имплантировали заднекамерную торическую ИОЛ (AcrySof IQ Toric, США), центрировали ее внутри капсульной сумки. Затем эвакуировали когезивный и дисперсный вискоэластики из капсульного мешка и передней камеры, закончили операцию герметизацией разрезов.

В послеоперационном периоде пациентка получала антибактериальную и противовоспалительную терапию (инстилляций 0,5 % раствора левофлоксацина и 0,1 % раствора дексаметазона по 1 капле 4 раза в день, 0,09 % раствора бромфенака по 1 капле 3 раз в день) и ранее применяемую максимальную гипотензивную терапию.

На первые сутки после операции: острота зрения OS = 0,65 не корригирует; авторефрактометрия OS = sph -1,25 cyl -0,75 ax 125°; пневмотонометрия: OS = 12 мм рт. ст. (на гипотензивном режиме).

ОБСУЖДЕНИЕ

В данной статье представлен редкий клинический случай манифестации иридокорнеального эндотелиального синдрома после проведения кераторефракционной операции по методу LASIK.

Иридокорнеальный эндотелиальный синдром (ИКЭС), впервые описанный М. Yanoff и Н. Scheie (1975), — редкое заболевание, которое проявляется пролиферативными и структурными аномалиями эндотелия роговицы, прогрессирующей обструкцией иридокорнеального угла, а также аномалиями радужной оболочки [9]. Эти изменения приводят к декомпенсации роговицы, образованию гониосинехий и развитию вторичной рефрактерной глаукомы [10]. ИКЭС может проявляться тремя клиническими формами: прогрессирующей (эссенциальной) атрофией радужной оболочки, синдромом Когана — Риза (невус радужной оболочки) и синдромом Чандлера [11]. Данное заболевание является спорадическим, чаще односторонней локализации, причем женщины подвержены ему больше, чем мужчины, при этом встречается почти исключительно у женщин молодого и среднего возраста [9, 11, 12]. Этиология в настоящее время до конца не изучена, предположительно заболевание имеет вирусное происхождение — синдром ИКЭС, что подтверждено лабораторными данными. С помощью ПЦР сообщалось, что ДНК ВПГ была обнаружена в эндотелии у ряда пациентов с данным синдромом, у многих из них также отмечали высокий титр антител к ВЭБ. Тем не менее прямая роль ВПГ и ВЭБ как причины синдрома ИКЭС установлена не была. Не исключено, что это может быть предрасполагающим фактором [13–15].

Клинически при синдроме Чандлера изменения радужной оболочки минимальны, можно наблюдать увеальный эктропион — выворот зрачковой каймы,

но заболевание чаще диагностируется на ранней стадии за счет выявления диффузного гипертензионного отека эпителия роговицы, при этом ВГД может находиться в пределах нормы, что объясняется нарушением насосной функции эндотелия. При поздней диагностике и более выраженных аномалиях радужной оболочки можно наблюдать участки атрофии, но обычно это никогда не приводит к появлению сквозных отверстий [16, 17].

На сегодняшний день не существует четкого алгоритма медикаментозного или хирургического лечения, которое могло бы справиться с любой из форм ИКЭС [18]. Конечной терапевтической целью является профилактика и лечение осложнений, которые влияют на остроту зрения, а именно, отека роговицы и рефрактерной глаукомы. Выбор тактики лечения таких пациентов является одной из трудных задач современной офтальмологии.

Имеются данные, что в случаях ИКЭС у пациентов с контролируемым ВГД предпочтительно проводить кератопластику для улучшения зрительных функций и уменьшения болевого синдрома. В 1984 году J.N. Vuxton и соавт. пришли к выводу, что именно кератопластика, а не антиглаукомная операция, является первостепенной в случае обширного отека роговицы при ИКЭС, когда ВГД умеренно повышено и не связано с какими-либо объективными глаукомными изменениями [19].

Ранее единственным вариантом оперативного лечения при синдроме Чандлера для снижения боли и повышения зрительных функций у пациентов была сквозная кератопластика, пока впервые в 2007 году M. Price и F. Price Jr. не сообщили об успешном выполнении задней послойной кератопластики у 3 пациентов с ИКЭС [20].

Метод ТЭДМ при синдроме Чандлера описан в ограниченном количестве публикаций, что может быть связано с редкой встречаемостью заболевания, а также с технической трудностью в проведении данной операции в повседневной практике офтальмологов. В 2020 году K. Siddharthan и соавт. провели долгосрочное наблюдение пациентов с синдромом Чандлера после ТЭДМ. На сроке 36 месяцев получена высокая острота зрения у всех 4 пациентов, при этом не выявлено случаев первичной недостаточности или отторжения трансплантата. Послеоперационное повышение ВГД наблюдалось в 3 глазах (до 25 мм рт. ст.) через 1 месяц после операции, которое нормализовалось при местном применении гипотензивной терапии [21].

В 2021 году J. Wu и соавт. описали ТЭДМ у наиболее большой выборки из 24 пациентов с ИКЭС, при этом сравнивалась группа пациентов с дистрофией роговицы Фукса, которым также была выполнена данная операция. В контрольную группу включались пациенты с незначительными изменениями переднего отрезка глаза и ВГД в пределах нормальных значений без использования любых лекарственных средств и проведения ранее антиглаукомных операций. По результатам сравнения

зрительная реабилитация была сопоставима в обеих группах на одинаковых сроках наблюдения, и различия в остроте зрения не были статистически значимыми. Однако отмечалась более низкая выживаемость трансплантата в группе пациентов с синдромом Чандлера на одинаковых сроках наблюдения 6 и 12 месяцев, что авторы связывают с механической травмой эндотелиального слоя клеток во время введения и позиционирования трансплантата из-за особенностей строения переднего отрезка таких глаз. С другой стороны, потеря эндотелия может быть обусловлена природой самого заболевания, а именно, его прогрессированием в послеоперационном периоде, и миграцией остаточных клеток патологического эндотелия роговицы на эндотелий донорского трансплантата. Интересен тот факт, что только 8,3 % больных в группе с ИКЭС имели такие изменения в послеоперационном периоде, как повышение ВГД и заметное увеличение структурных аномалий угла передней камеры [9, 22–24]. J. Weller и соавт. успешно выполнили ТЭДМ в трех случаях и во всех наблюдали повышение остроты зрения и уменьшение центральной толщины роговицы. В двух из трех случаев потребовалось повторное введение воздуха в переднюю камеру для полного прилегания трансплантата [25].

В литературе при различных вариантах послойной кератопластики упоминается о трудностях введения и позиционирования трансплантата, что связано с особенностями переднего отрезка глаза при данном заболевании, а именно, неглубокой передней камерой, дефектами радужной оболочки и передними гониосинехиями. Так, в серии случаев с синдромом Чандлера (7 факичных глаз), T. Huang и соавт. успешно выполнили глубокую ламеллярную эндотелиальную кератопластику (DLEK), выбор которой был обусловлен иссечением ложа роговицы реципиента, что позволило упростить позиционирование донорского трансплантата с меньшим количеством манипуляций [26].

Задняя автоматизированная послойная кератопластика (ЗАПК), которая может быть теоретически более выгодной операцией по многим причинам, также использовалась для реабилитации таких больных, однако позиционирование трансплантата вызывало те же трудности у авторов [27, 28]. Так, в исследовании M. Fajgenbaum и соавт. семь из девяти трансплантатов после ЗАПК оказались несостоятельными из-за поздней эндотелиальной недостаточности в среднем через 18 месяцев, что может быть связано как с интраоперационным повреждением трансплантата во время его введения и позиционирования, так и тем фактом, что введение дополнительной ткани толщиной 150–200 мкм в неравномерную и тесную переднюю камеру способствует контакту с радужной оболочкой, формированию передних гониосинехий и последующему воспалению, а также развитию глаукомы, что также является фактором, обеспечивающим несостоятельность трансплантата после ЗАПК [23, 27].

Таким образом, очевидным преимуществом ТЭДМ является то, что толщина трансплантата составляет менее 20 мкм, и это облегчает его расправление в неглубокой передней камере глаза при наличии собственного хрусталика [28–32]. Потенциально снижается риск отторжения трансплантата. Очевидно, что поскольку при всех хирургических вмешательствах на роговице не полностью удаляют аномальный эндотелий, операции не способны остановить прогрессирование передних гониосинехий и глаукомы у пациентов с синдромом Чандлера [33]. Требуется длительное наблюдение таких пациентов на разных сроках для оценки жизнеспособности трансплантата и определения возможной тактики дальнейшего симптоматического лечения.

Трудности точной оценки ВГД при наличии водной щели в роговице связаны с потерей ее биомеханической прочности. В силу этого, несмотря на цифры ВГД, близкие к нормальным, мы считаем, что в подобных ситуациях следует критически воспринимать данные тензиометрии. Косвенным подтверждением этому стала положительная динамика состояния роговицы после назначения гипотензивной терапии в послеоперационном периоде.

Редкая частота встречаемости синдрома Чандлера в практической деятельности врачей-офтальмологов зачастую определяет отсутствие настороженности в отношении данного диагноза [18]. Учитывая неклассическую клиническую картину, диагностировать данный синдром у пациента удалось не сразу. Декомпенсация эндотелия роговицы привела к возникновению полости под роговичным клапаном в слоях стромы и скоплению в ней жидкости. Именно по этой причине по данным пневмотонометрии ВГД было в пределах индивидуальной нормы, при этом измерение истинного ВГД не представлялось технически возможным из-за образовавшейся внутрироговичной полости, как и проведение гониоскопии для оценки угла передней камеры. Начальные изменения радужной оболочки были отмечены уже после хирургического лечения и восстановления прозрачности роговицы. Выбранная тактика лечения, а именно проведение операции ТЭДМ в комбинации с гипотензивной терапией, была эффективной, что обе-

спечило адгезию роговичного клапана, восстановление прозрачности роговицы и позволило достичь улучшения зрительных функций.

В нашем исследовании была впервые выявлена взаимосвязь ИКЭС Чандлера и первичной эндотелиальной дистрофии роговицы Фукса, которая была подтверждена наличием у пациентки одной экспансированной аллели в гене TCF4.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном клиническом случае в основе заболевания лежит сочетание подтвержденной первичной эндотелиальной дистрофии роговицы Фукса (ЭДРФ), эктропиона и повышения ВГД. ЭДРФ была установлена путем генетического анализа. Следует отметить, что вышеуказанные признаки патогномичны для синдрома Чандлера, а взаимосвязь данного синдрома с ЭДРФ до настоящего времени не установлена. Клиническая картина заболевания не была типичной, что, в том числе, связано с проведением кераторефракционной операции. В частности, обратило на себя внимание наличие подклапанного щелевидного пространства, заполненного жидкостью, что стало следствием перенесенного кераторефракционного вмешательства и сопутствующей дисфункции эндотелиального слоя роговицы.

Лечебная тактика заключалась в комбинации хирургических и консервативных методов, что позволило добиться «схлопывания» внутрироговичной полости. Стоит отметить, что ранний послеоперационный период характеризовался неполным прилеганием ДМ, а положительная динамика была достигнута только после проведения гипотензивной терапии.

В целом результаты лечения показали хороший анатомический и оптический результат, существенное повышение зрения и высокую субъективную удовлетворенность пациентки, что не исключает необходимость ее дальнейшего наблюдения в более отдаленные сроки.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малюгин Б.Э. — редактирование текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Халецкая А.А. — сбор и обработка материала, написание текста, подготовка иллюстраций, литературный поиск;
Исабеков Р.С. — сбор и обработка материала, обследование пациента;
Кузнецов Т.Я. — сбор и обработка материала, литературный поиск.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Atrata R, Rehurek J. Laser-assisted subepithelial keratectomy for myopia: two-year follow-up. *J Cataract Refract Surg.* 2003 Apr;29(4):661–668. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01897-7.
2. Celik U, Bozkurt E, Celik B, Demirok A, Yilmaz OF. Pain, wound healing and refractive comparison of mechanical and transepithelial debridement in photorefractive keratectomy for myopia: results of 1 year follow-up. *Cont Lens Anterior Eye.* 2014 Dec;37(6):420–426. doi: 10.1016/j.clae.2014.07.001.
3. Gamaly TO, El Danasoury A, El Maghraby A. A prospective, randomized, contralateral eye comparison of epithelial laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy in eyes prone to haze. *J Refract Surg.* 2007 Nov;23(9 Suppl):S1015–S1020. doi: 10.3928/1081-597X-20071102-07.
4. Kahua-López N, Navas A, Castillo-Salgado C, Graue-Hernandez EO, Jimenez-Corona A, Ibarra A. Laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) with a mechanical microkeratome compared to LASIK with a femtosecond laser for LASIK in adults with myopia or myopic astigmatism. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020 Apr 7;4(4):CD012946. doi: 10.1002/14651858.CD012946.pub2.
5. Kuo CY, Chang YF, Chou YB, Hsu CC, Lin PY, Liu CJ. Delayed onset of pressure-induced interlamellar stromal keratitis in a patient with recurrent uveitis: A case report. *Medicine (Baltimore).* 2017 Dec;96(48):e8958. doi: 10.1097/MD.00000000000008958.
6. Малюгин БЭ, Гелястанов АМ, Антонова ОП. Тканесберегающая методика трансплантации Десцemetовой мембраны с монослоем эндотелиальных клеток для лечения эндотелиальной дисфункции. *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* 2019;21(S):157. Maluyugin BE, Gelyastanov AM, Antonova OP. Tissue-sparing technique of transplantation of Descemet's membrane with a monolayer of endothelial cells for the treatment of endothelial dysfunction. *Russian Journal of Transplantation and Artificial Organs.* 2019;21(S):157.
7. Малюгин БЭ, Шилова НФ, Анисимова НС, Антонова ОП. Трансплантация эндотелия и Десцemetовой мембраны. *Вестник офтальмологии* 2019;135(1):98–103. Maluyugin BE, Shilova NF, Anisimova NS, Antonova OP. Transplantation of endothelium and Descemet's membrane. *Russian Annals of Ophthalmology.* 2019;135(1):98–103 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201913501198.

8. Малугин БЭ, Антонова ОП, Скородумова ЛО, Шарова ЛИ, Селезнева ОВ, Даниленко СА, Кострюкова ЕС. Результаты изучения генетических маркеров, ассоциированных с первичной эндотелиальной дистрофией роговицы (Фукса). Офтальмохирургия. 2016;4:44–50. Malugin BE, Antonova OP, Skorodumova LO, Sharova LI, Selezneva OV, Danilenko SA, Kostryukova ES. Results of the study of genetic markers associated with primary endothelial corneal dystrophy (Fuchs). *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2016;4:44–50 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2016-4-44-50.
9. Shields MB. Progressive essential iris atrophy, Chandler's syndrome, and the iris nevus (Cogan-Reese) syndrome: a spectrum of disease. *Surv Ophthalmol*. 1979 Jul-Aug;24(1):3–20. doi: 10.1016/0039-6257(79)90143-7.
10. Laganowski HC, Kerr Muir MG, Hitchings RA. Glaucoma and the iridocorneal endothelial syndrome. *Arch Ophthalmol*. 1992 Mar;110(3):346–350. doi: 10.1001/archophth.1992.01080150044025.
11. Eagle RC Jr, Font RL, Yanoff M, Fine BS. Proliferative endotheliopathy with iris abnormalities. The iridocorneal endothelial syndrome. *Arch Ophthalmol*. 1979 Nov;97(11):2104–2111. doi: 10.1001/archophth.1979.01020020422002.
12. Lobo AM, Rhee DJ. Delayed interval of involvement of the second eye in a male patient with bilateral Chandler's syndrome. *Br J Ophthalmol*. 2012 Jan;96(1):134–135, 146–147. doi: 10.1136/bjo.2009.177931.
13. Alvarado JA, Underwood JL, Green WR, Wu S, Murphy CG, Hwang DG, Moore TE, O'Day D. Detection of herpes simplex viral DNA in the iridocorneal endothelial syndrome. *Arch Ophthalmol*. 1994 Dec;112(12):1601–1609. doi: 10.1001/archophth.1994.01090240107034.
14. Tsai CS, Ritch R, Straus SE, Perry HD, Hsieh FY. Antibodies to Epstein-Barr virus in iridocorneal endothelial syndrome. *Arch Ophthalmol*. 1990 Nov;108(11):1572–1576. doi: 10.1001/archophth.1990.01070130074034.
15. Sacchetti M, Mantelli F, Marengo M, Macchi I, Ambrosio O, Rama P. Diagnosis and Management of Iridocorneal Endothelial Syndrome. *Biomed Res Int*. 2015;2015:763093. doi: 10.1155/2015/763093.
16. Kymionis GD, Kontadakis GA, Agorogiannis GI, Bennett M, Angelidou F. Descemet stripping automated endothelial keratoplasty combined with phacoemulsification in Chandler syndrome. *Eur J Ophthalmol*. 2011 Jul-Aug;21(4):495–497. doi: 10.5301/EJO.2010.6210.
17. Юрьева ТН. Закономерности и механизмы формирования иридо-корнеального эндотелиального синдрома. Сибирский медицинский журнал. 2009;8:53–55. Yur'eva TN. Regularity and mechanisms of irido-corneal endothelial syndrome formation. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*. 2009;8:53–55 (In Russ.).
18. Лазарева АК, Кулешова ОН, Айдагулова СВ, Дулидова ВВ, Черных ВВ. Дифференциальная диагностика и лечение иридокорнеального эндотелиального синдрома Чандлера. Вестник офтальмологии. 2018;134(1):77–84. Lasareva AK, Kuleshova ON, Aidagulova SV, Dulidova VV, Chernykh VV. Differential diagnosis and treatment of Chandler iridocorneal endothelial syndrome. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2018;134(1):77–84 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2018134177-84.
19. Buxton JN, Lash RS. Results of penetrating keratoplasty in the iridocorneal endothelial syndrome. *Am J Ophthalmol*. 1984 Sep 15;98(3):297–301. doi: 10.1016/0002-9394(84)90319-2.
20. Price MO, Price FW Jr. Descemet stripping with endothelial keratoplasty for treatment of iridocorneal endothelial syndrome. *Cornea*. 2007 May;26(4):493–497. doi: 10.1097/ICO.0b013e318030d274.
21. Siddharthan KS, Agrawal A, Patro S, Kumar Reddy J. Long-term clinical outcomes after Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty (DMEK) in Irido-Corneal Endothelial Syndrome. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2020 Aug 27;20:100894. doi: 10.1016/j.ajoc.2020.100894.
22. Wu J, Dong X, Ouyang C, Ji J, Xie L, Hou C, Huang T. Comparison of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty for Iridocorneal Endothelial Syndrome and Fuchs Endothelial Dystrophy. *Am J Ophthalmol*. 2021 Jun;226:76–82. doi: 10.1016/j.ajo.2021.01.029.
23. Fajgenbaum MA, Hollick EJ. Descemet Stripping Endothelial Keratoplasty in Iridocorneal Endothelial Syndrome: Postoperative Complications and Long-Term Outcomes. *Cornea*. 2015 Oct;34(10):1252–1258. doi: 10.1097/ICO.0000000000000530.
24. Alvim PT, Cohen EJ, Rapuano CJ, Chung CW, Pereira ML, Eagle RC Jr, Katz LJ, Smith AE, Laibson PR. Penetrating keratoplasty in iridocorneal endothelial syndrome. *Cornea*. 2001 Mar;20(2):134–140. doi: 10.1097/00003226-200103000-00003.
25. Weller JM, Tourtas T, Kruse FE. Feasibility and Outcome of Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty in Complex Anterior Segment and Vitreous Disease. *Cornea*. 2015 Nov;34(11):1351–1357. doi: 10.1097/ICO.0000000000000625.
26. Huang T, Wang Y, Ji J, Gao N, Chen J. Deep lamellar endothelial keratoplasty for iridocorneal endothelial syndrome in phakic eyes. *Arch Ophthalmol*. 2009 Jan;127(1):33–36. doi: 10.1001/archophthol.2008.537.
27. Quek DT, Wong CW, Wong TT, Han SB, Htoon HM, Ho CL, Tan DT, Price FW Jr, Price MO, Mehta JS. Graft failure and intraocular pressure control after keratoplasty in iridocorneal endothelial syndrome. *Am J Ophthalmol*. 2015 Sep;160(3):422–429. e1. doi: 10.1016/j.ajo.2015.05.024.
28. Ao M, Feng Y, Xiao G, Xu Y, Hong J. Clinical outcome of Descemet stripping automated endothelial keratoplasty in 18 cases with iridocorneal endothelial syndrome. *Eye (Lond)*. 2018 Apr;32(4):679–686. doi: 10.1038/eye.2017.282.
29. Chaurasia S, Ramappa M, Garg P, Murthy SI, Senthil S, Sangwan VS. Endothelial keratoplasty in the management of irido-corneal endothelial syndrome. *Eye (Lond)*. 2013 Apr;27(4):564–566. doi: 10.1038/eye.2012.298.
30. Mittal V, Mittal R, Maheshwari R. Combined endothelial keratoplasty and clear lens extraction for corneal decompensation in irido-corneal endothelial syndrome. *Indian J Ophthalmol*. 2014 May;62(5):651–653. doi: 10.4103/0301-4738.118435.
31. Hamzaoglu EC, Straiko MD, Mayko ZM, Sáles CS, Terry MA. The First 100 Eyes of Standardized Descemet Stripping Automated Endothelial Keratoplasty versus Standardized Descemet Membrane Endothelial Keratoplasty. *Ophthalmology*. 2015 Nov;122(11):2193–2199. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.07.003.
32. Terry MA, Straiko MD, Veldman PB, Talajic JC, VanZyl C, Sales CS, Mayko ZM. Standardized DMEK Technique: Reducing Complications Using Prestripped Tissue, Novel Glass Injector, and Sulfur Hexafluoride (SF6) Gas. *Cornea*. 2015 Aug;34(8):845–852. doi: 10.1097/ICO.0000000000000479.
33. Sorokin N, Einan-Lifshitz A, Boutin T, Showail M, Borovik A, Chan CC, Rootman DS. Descemet membrane endothelial keratoplasty in iridocorneal endothelial syndrome and posterior polymorphous corneal dystrophy. *Can J Ophthalmol*. 2019 Apr;54(2):190–195. doi: 10.1016/j.cjco.2018.05.012.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Малугин Борис Эдуардович
доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой заболеваний роговицы глазного института Штейна и медицинской школы Дэвида Геффена
<https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

Халецкая Анастасия Андреевна
врач-офтальмолог
<https://orcid.org/0000-0002-4775-9423>

Исабеков Руслан Сражудинович
врач-офтальмолог, аспирант отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
<https://orcid.org/0000-0001-9918-0459>

Кузнецов Тимофей Яковлевич
врач-офтальмолог, аспирант отдела трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
<https://orcid.org/0000-0002-2213-2261>

ABOUT THE AUTHORS

Malyugin Boris E.
MD, PhD, Professor of Ophthalmology, Joan & Jerome Snyder Endowed Chair in Cornea Diseases
The Stein Eye Institute and David Geffen School of Medicine at UCLA
<https://orcid.org/0000-0001-5666-3493>

Khaletskaya Anastasia A.
ophthalmologist, postgraduate of the Transplantation and optical reconstructive surgery of the anterior segment of the eyeball department
<https://orcid.org/0000-0002-4775-9423>

Isabekov Ruslan S.
postgraduate of the Transplantation and optical reconstructive surgery of the anterior segment of the eyeball department
<https://orcid.org/0000-0001-9918-0459>

Kuznetsov Timopheyy Ya.
postgraduate of the Transplantation and optical reconstructive surgery of the anterior segment of the eyeball department
<https://orcid.org/0000-0002-2213-2261>

Ультразвуковая биомикроскопия переднего отрезка глаза в диагностике сенильных склеральных бляшек. Клинический случай



А.С. Стоюхина^{1,2} Д.В. Анджелова¹
О.В. Эксаренко¹

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»
Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119048, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):215-218

Сенильная склеральная бляшка (ССБ) — дегенеративное заболевание склеры, проявляющееся появлением пятен серого цвета с четко очерченными границами впереди от места прикрепления горизонтальных прямых мышц. Впервые гиалиновая дегенерация склеры была описана J.H. Parsons в 1904 году. В настоящее время считается, что основной причиной формирования ССБ является деградация коллагена, уменьшение содержания эластина, отложение кальция и липидов. Данное состояние во многом схоже с склерохориоидальной кальцификацией (СХК), однако локализуется в переднем отделе глаза и сопряжено с риском развития осложнений с угрозой потери зрительных функций или глаза. Биомикроскопически ССБ представляет собой пятно серого цвета с четкими неровными границами, локализующееся впереди от места прикрепления горизонтальных прямых мышц. На ОКТ определяется интрасклеральная полость с гипорефлективным содержимым и четкими границами, представленными волокнами неизменной склеры. В работе описан клинический случай двухстороннего симметричного поражения глаза. При проведении ультразвуковой биомикроскопии переднего отрезка глаза в зоне интереса мы визуализировали локальный дефект склеры, над которым определялось гиперэхогенное линейное утолщение оболочек.

Ключевые слова: сенильная склеральная бляшка, ультразвуковая биомикроскопия

Для цитирования: Стоюхина А.С., Анджелова Д.В., Эксаренко О.В. Ультразвуковая биомикроскопия переднего отрезка глаза в диагностике сенильных склеральных бляшек (клиническое наблюдение). *Офтальмология*. 2025;22(1):215-218. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-215-218>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Ultrasound Biomicroscopy Eye Anterior Segment in the Diagnosis of Senile Scleral Plaques. Clinical Case

A.S. Stoyukhina^{1,2}, D.V. Andzhelova¹, O.V. Eksarenko¹

¹ M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases
Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

² Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University)
Trubetskaya str., 8, bld. 2, Moscow, 119048, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):215–218

Senile scleral plaque (SSP) is a degenerative disease of the sclera, characterized by the appearance of gray spots with well-defined borders located anterior to the horizontal rectus muscles. Hyaline degeneration of the sclera was first described by J.H. Parsons in 1904. Currently, it is believed that the primary cause of SSP formation is collagen degradation, reduced elastin content, and the deposition of calcium and lipids. This condition closely resembles sclerochoroidal calcification (SCC); however, SSP is localized in the anterior eye segment and is associated with the risk of complications that could threaten visual function or lead to eye loss. SSP appears as a gray spot with distinct irregular borders located anterior to the horizontal rectus muscles. On optical coherence tomography (OCT), it presents as an intrascleral cavity with hyporeflexive contents and clear borders defined by unaltered scleral fibers. This article describes a clinical case of bilateral symmetrical eye involvement. During ultrasound biomicroscopy of the anterior segment in the area of interest, a localized scleral defect was visualized, above which a hyperechoic linear thickening of the coats was detected.

Keywords: senile scleral plaque, ultrasound biomicroscopy

For citation: Stoyukhina A.S., Andzhelova D.V., Eksarenko O.V. Ultrasound Biomicroscopy Eye Anterior Segment in the Diagnosis of Senile Scleral Plaques. Clinical Case. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):215–218. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-215-218>

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

There is no conflict of interests.

Сенильные склеральные бляшки (ССБ) — дегенеративное заболевание склеры, проявляющееся появлением пятен серого цвета с четко очерченными границами кпереди от места прикрепления прямых мышц. Впервые данное состояние было описано А. Pagenstecher в 1860 г. Считается, что основной причиной формирования ССБ является деградация коллагена, уменьшение содержания эластина, отложение кальция и липидов. В качестве возможных этиологических факторов были предложены ишемия передней части склеры, возникающая из-за атеросклероза цилиарных артерий, и «высыхание» этой части склеры [1]. Хотя еще в 1945 году было высказано предположение, что изменения происходят не только из-за местных нарушений кровообращения, но и из-за постоянного перенапряжения волокон склеры, находящихся в непосредственной близости от мест прикрепления прямых мышц [2, 3].

Чаще ССБ встречаются у представителей европеоидной расы [3]. Средний возраст на момент выявления составляет 77–85 лет, женщины страдают в 3–5 раз чаще [3–5], что связывают с изменением гормонального фона во время менопаузы [3]. ССБ часто сочетаются с наличием у пациента дегенеративного артрита, остеопороза [3, 6], а также миопии высокой степени [3], что, с нашей точки зрения, свидетельствует о ведущей роли нарушений соединительной ткани. В молодом возрасте ССБ описаны у пациента с нефрогенным системным фиброзом на фоне системной красной волчанки (СКВ) [7].

Данное состояние во многом схоже со склерохориоидальной кальцификацией (СХК) [6, 8], их сочетание описано в 26 % случаев [9], однако ССБ локализуются в переднем отделе глаза и, в отличие от СХК, сопряжены с риском развития осложнений с угрозой потери зрительных функций или глаза.

Описаны случаи «выталкивания» бляшки с формированием обширного дефекта склеры, что требует проведения дифференциальной диагностики с сенильной и/или перфоративной склеромаляцией [10], меланомой конъюнктивы и экстрасклеральным выходом меланомы хориоидеи [11].

Биомикроскопически ССБ представляет собой пятно серого цвета в виде эллипса с четкими неровными границами, локализующееся кпереди от места прикрепления прямых мышц глаза (преимущественно горизонтальных) и ориентированного вдоль него [3–6].

По размерам и форме ССБ делят на полные (симметричной формы, более 2 мм в диаметре) и неполные (менее 2 мм в диаметре, несимметричные), которые встречаются чаще и в более молодом возрасте [3].

Гистологически общим для всех стадий является уменьшение клеточного состава стромы. В небольших ССБ (стадия I) иногда только в эписклере встречаются волокна, имеющие вид штопора. Более крупные бляшки (стадия II) содержат и больше таких эписклеральных волокон, а также идентичных спиралевидных волокон, которые распространяются в пораженную строму склеры, что указывает

на следующую фазу их развития. На III стадии развивается кальцификация пораженной склеры [1].

На оптической когерентной томографии (ОКТ) ССБ представляют собой интрасклеральную полость с гипорефлективным содержимым и четкими границами, представленными волокнами неизменной склеры [4, 5].

В последние годы в связи с ростом количества интравитреальных инъекций интерес к данной проблеме растет [4, 5], так как кальцификаты внутри ССБ могут препятствовать транссклеральному проникновению иглы во время данной процедуры [4]. Однако как в зарубежной, так и отечественной литературе практически отсутствуют публикации о применении современных методов визуализации переднего отрезка глаза у таких пациентов.

В качестве иллюстрации представляем собственный клинический случай, при котором с целью верификации диагноза пациентке выполнена ультразвуковая биометрия (УБМ).

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациентка Р. 67 лет обратилась для дообследования по поводу изменений, выявленных при прохождении диспансеризации (работает на радиохимическом производстве).

Visus: OD -0,7 sph +1,0 D = 1,0; OS -0,5 sph +1,0 D = 1,0

Внутриглазное давление (ВГД): OD = 15,6 мм рт. ст.; OS = 16,3 мм рт. ст.

При биомикроскопии передний отрезок обоих глаз спокоен. На обоих глазах кпереди от места прикрепления внутренних прямых мышц выявлены серого цвета овальной формы участки незначительного истончения склеры с зоной «уплотнения» в форме кольца в центре с извитыми эписклеральными сосудами вокруг. Описанные изменения более выражены на левом глазу (рис. 1).

Помимо стандартных офтальмологических исследований, пациентке была проведена высокочастотная серошкальная УБМ переднего отрезка глаза на офтальмологическом ультразвуковом диагностическом приборе «AVISO Quantel medical» с линейным датчиком 50 МГц, коэффициентом Gain 100 dB, параметры были одинаковы при всех измерениях.

В процессе исследования выполнено панорамное сканирование переднего отдела глаза всех четырех квадрантов глазного яблока в продольной и поперечной плоскостях. УБМ-датчик располагали вертикально, горизонтально и в косых направлениях (соответственно виртуальному циферблату) над областью зрачка перпендикулярно поверхности роговицы.

Полученные эхограммы позволили оценить состояние роговицы, передней камеры глаза, радужки, хрусталика, связочного аппарата глаза.

В проекции медиального сегмента правого глаза при взгляде кнаружи интрасклерально визуализировался гипохогенный дефект склеры по типу «минус-ткань» глубиной 0,55 мм, протяженностью 0,58 мм с гиперэхогенным локальным линейным помутнением над ним. Толщина комплекса оболочек латеральнее дефекта составляла 1,10 мм (рис. 2).

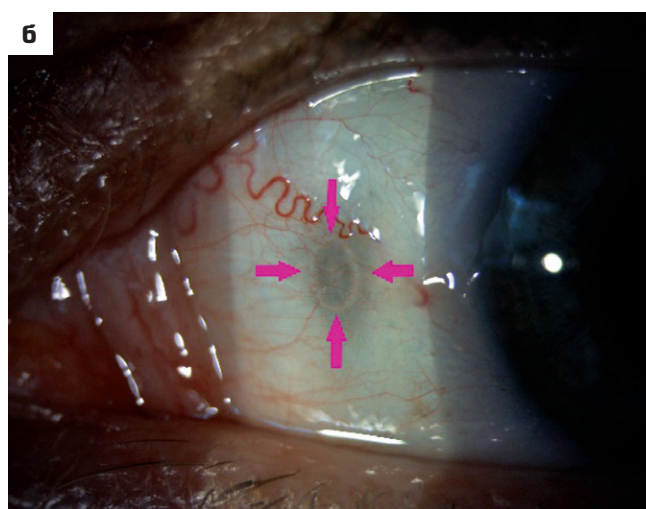
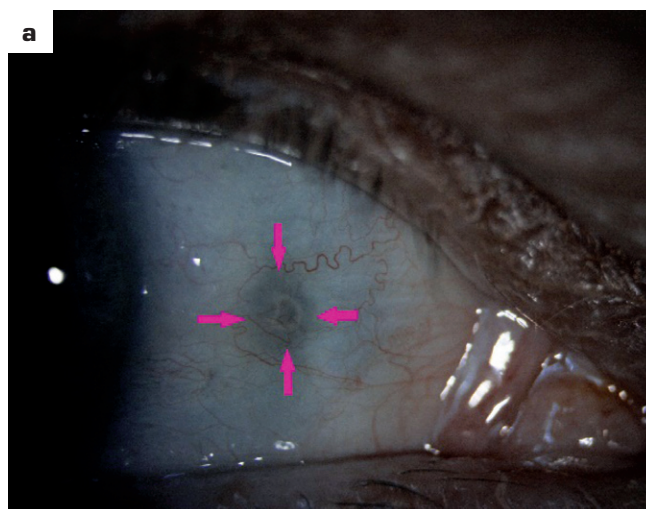


Рис. 1. Биомикроскопия переднего отрезка правого (а) и левого (б) глаза. Зона интереса указана стрелкой

Fig. 1. Biomicroscopy of the anterior segment of the right (a) and left (b) eye. The area of interest is indicated by the arrow

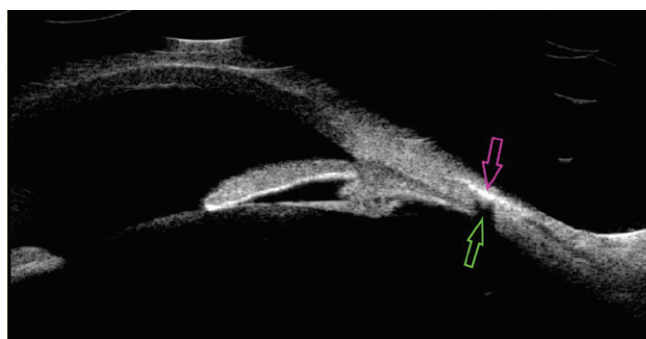


Рис. 2. Меридиональная эхограмма переднего отдела правого глаза: дефект склеры по типу «минус-ткань» (зеленая стрелка) с гиперэхогенным локальным линейным помутнением над ним (фиолетовая стрелка)

Fig. 2. Meridional echogram of the anterior segment of the right eye: a scleral defect of the “minus tissue” type (green arrow) with a hyperechoic local linear opacity above it (purple arrow)

В проекции медиального сегмента левого глаза при взгляде снару́жи интрасклерально визуализировался гипоэхогенный дефект склеры по типу «минус-ткань» глубиной 0,64 мм и протяженностью 0,99 мм с гиперэхогенным локальным линейным помутнением над ним. Толщина комплекса оболочек латеральнее дефекта составила 1,01 мм (рис. 3).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном случае диагноз был поставлен на основании типичной клинической картины (двусторонний процесс, локализующийся в зоне прикрепления горизонтальных прямых мышц), а результаты УБМ подтвердили данный диагноз. При проведении УБМ переднего отдела глаза в зоне интереса визуализировался локальный дефект склеры, над которым определялось гиперэхогенное линейное утолщение оболочек.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Анджелова Д.В. — научное редактирование, написание текста;
Стоюхина А.С. — научное редактирование, написание текста;

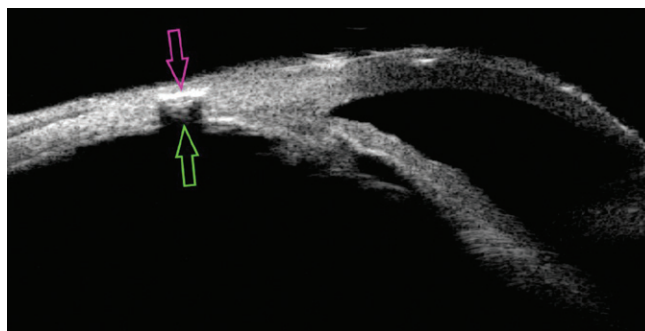


Рис. 3. Меридиональная эхограмма переднего отдела левого глаза: дефект склеры по типу «минус-ткань» (зеленая стрелка) с гиперэхогенным локальным линейным помутнением над ним (фиолетовая стрелка)

Fig. 3. Meridional echogram of the anterior segment of the left eye: a scleral defect of the “minus tissue” type (green arrow) with a hyper-echoic local linear opacity above it (purple arrow)

Эксаренко О.В. — написание текста, оформление библиографии, подготовка иллюстраций.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Scroggs MW, Klintworth GK. Senile scleral plaques: A histopathologic study using energy-dispersive X-ray microanalysis. *Hum Pathol.* 1991;22(6):557–562. doi: 10.1016/0046-8177(91)90232-E.
- Roper K. Senile hyaline scleral plaques. *Arch Ophthalmol.* 1945;34(4):283–291. doi: 10.1001/archoph.1945.00890190283003.
- Horowitz S, Damasceno N, Damasceno E. Prevalence and factors associated with scleral hyaline plaque: Clinical study of older adults in southeastern Brazil. *Clin Ophthalmol.* 2015;9:1187–1193. doi: 10.2147/OPTH.S82421.
- Beck M, Schlatter B, Wolf S, Zinkernagel MS. Senile scleral plaques imaged with enhanced depth optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol.* 2015;93(3):e188–e192. doi: 10.1111/aos.12547.
- Светозарский СН, Андреев АН. Возможности оптической когерентной томографии в оценке сенильной склеральной бляшки. *Вестник офтальмологии.* 2022;138(2):31–40. Svetozarskiy SN, Andreev AN. Capabilities of optical coherence tomography in examination of senile scleral plaques. *Annals of Ophthalmology* 2022;138(3):31–40 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213803129.
- Cogan D, Kuwabara T. Focal Senile Translucency of the Sclera. *Arch Ophthalmol.* 1959;62(4):604–610. doi: 10.1001/archoph.1959.04220040066009.
- Dreyer S, Rodriguez L, Worswick S. Scleral Plaques in Nephrogenic Systemic Fibrosis. *Cutis.* 2022;109(1):E31–E32. doi: 10.12788/cutis.0458.
- Sivalingam A, Shields CL, Shields JA, McNamara JA, Jampol LM, Wood WJ, Daubert G. Idiopathic sclerochoroidal calcification. *Ophthalmology.* 1991;98(5):720–724. doi: 10.1016/s0161-6420(91)32228-0.
- Honavar SG, Shields CL, Demirci H, Shields JA. Sclerochoroidal calcification: clinical manifestations and systemic associations. *Arch Ophthalmol.* 2001;119(6):833–840. doi: 10.1001/archoph.119.6.833.
- Manshot WA. Senile scleral plaques and senile scleromalacia. *Br J Ophthalmol.* 1978;62(6):376–380. doi: 10.1136/BJO.62.6.376.
- Donoso L, Shields J, Nagy R. Epibulbar lesions simulating extraocular extension of uveal melanomas. *Ann Ophthalmol.* 1982;14(12):1120–1123.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Стоюхина Алевтина Сергеевна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, профессор кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0002-4517-0324>

Анджелова Диана Владимировна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва
<https://orcid.org/0000-0003-2102-2260>

Эксаренко Олеся Викторовна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва
<https://orcid.org/0000-0002-0714-0730>

ABOUT THE AUTHORS

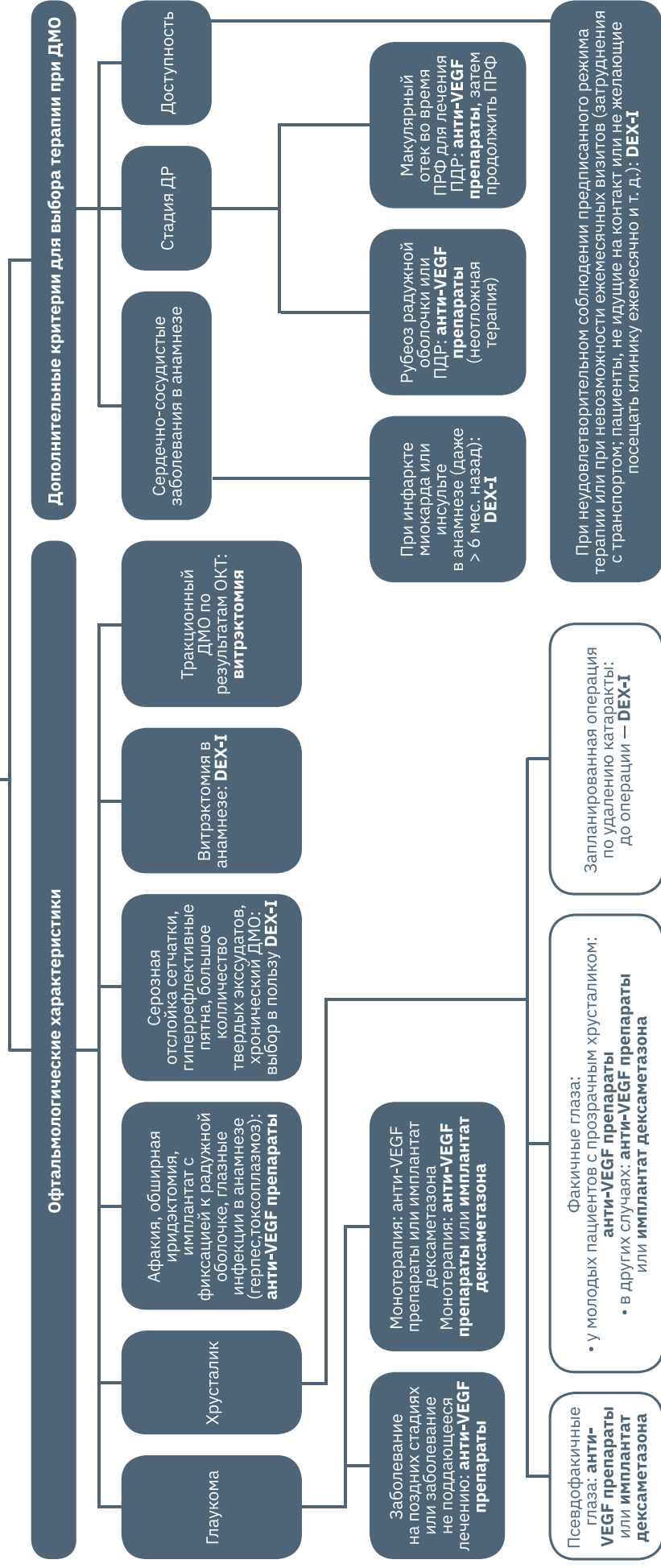
Stoyukhina Alevtina S.
MD, Leading Research Officer of Retinal and Optic Nerve Pathology Department, Professor of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0002-4517-0324>

Andzhelova Diana V.
MD, Leading Research Officer of Retinal and Optic Nerve Pathology Department
<https://orcid.org/0000-0003-2102-2260>

Eksarenko Olesya V.
PhD, Research Officer of Retinal and Optic Nerve Pathology Department
<https://orcid.org/0000-0002-0714-0730>

АЛГОРИТМ ТЕРАПИИ ПЕРВОГО РЯДА И КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ЛЕЧЕНИЮ ДМО, ЗАТРАГИВАЮЩЕГО ЦЕНТРАЛЬНУЮ ЗОНУ

Терапия первого ряда при ДМО, затрагивающем центральную зону, со снижением ОЗ после достижения оптимальной степени контроля системных факторов



- **Терапия второго ряда:** переход с одного препарата на другой при недостаточной эффективности лечения (ОЗ < 5 букв и/или ОКТ < 20%, частичное или полное отсутствие ответа на лечение или слишком частые рецидивы) или при развитии осложнений, или если пациент считает, что данная терапия ему не подходит.
- **Терапия третьего ряда:** имплантат флуцинолона (Илувиен®)* или хирургическое лечение* (препарат не зарегистрирован в РФ). ДМО — диабетический макулярный отек, ОЗ — острота зрения, ДР — диабетическая ретинопатия, ОКТ — оптическая когерентная томография, ПДР — пролиферативная диабетическая ретинопатия, ПРФ — панретинальная фотокоагуляция, ГРБ — гематоретинальный барьер.

*препарат не зарегистрирован в РФ



BAUSCH+LOMB

Офтальмологическая хирургическая система Stellaris




ТОРСОН

Офтальмологический трехмерный оптический когерентный томограф DRI OCT Triton



**A.R.C.
LASER**

Лазерный фотодеструктор «Q-Las»




ТОРСОН

Операционный микроскоп OMS-800

Интраокулярная линза
ENVISTA® / ENVISTA® TORIC

Линза Akreos AO

LuxSmart/LuxSmart Toric

ВИЗАЛЛЕРГОЛ®

Спринтер и марафонец
в одной капле!



- Облегчает зуд и другие симптомы аллергического конъюнктивита уже через **3 минуты** после инстилляций¹
- Усиленная формула с олопатадином 0,2% позволяет обеспечить пролонгированное действие на **24 часа**^{2,3}
- Удобство применения **1 раз в сутки** увеличивает приверженность пациентов терапии^{2,3}



1. Alan G Kabat, David B Granet, Dina Amin, Maria J Tort, Michael S Blaiss. Evaluation of olopatadine 0.2% in the complete prevention of ocular itching in the conjunctival allergen challenge model. Clinical Optometry 2011;3:57–62. 2. Государственный реестр лекарственных средств. Листок-вкладыш – информация для пациента Визаллергол®, 2 мг/мл, капли глазные. <https://grls.minzdrav.gov.ru/GRLS.aspx/> от 20.02.2025 г. 3. Scooper, S.V., Berdy, G.J., Lichtenstein, S.J. et al. Perception and quality of life associated with the use of olopatadine 0.2% (Pataday™) in patients with active allergic conjunctivitis. Adv Therapy 24, 1221–1232 (2007).

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ


SENTISS
Ясный взгляд в будущее

115432, Москва, Проектируемый 4062-й проезд, д. 6, стр. 16, этаж 4, ком.12
Тел.: +7 (495) 229-7663, e-mail: sentiss@sentiss.ru
www.sentiss.ru

Реклама
01-25-RUS-001-RED

СИГНИЦЕФ® ПЛЮС

Кеторолак + Левофлоксацин
5 мг/мл + 5 мг/мл

Точный расчет и синхронность действия активных компонентов: левофлоксацина и кеторолака для профилактики и лечения инфекции, боли и воспаления¹



РУ.П.№(004)146)-(РГ-РУ) ОТ 26.12.2023



Кеторолак, нестероидный противовоспалительный препарат, обеспечивает адекватный противовоспалительный эффект² и уменьшает боль в послеоперационном периоде³, не повышая внутриглазное давление⁴



Левофлоксацин, фторхинолон III поколения, рекомендован для периоперационной профилактики инфекционных осложнений⁵



Гидроксипропилбетадекс увеличивает биодоступность активных компонентов, предотвращая раздражающее действие и снижая токсичность⁶

1. Инструкция по медицинскому применению препарата Сигницеф® Плюс. Государственный реестр лекарственных средств. https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=2758fccb-f5bc-4655-bf1c-8fe656b06dfe

2. Bucci FA Jr, Waterbury LD. Prostaglandin E2 inhibition of ketorolac 0.45%, bromfenac 0.09%, and nepafenac 0.1% in patients undergoing phacoemulsification. *Adv Ther.* 2011 Dec; 28(12):1089-95. doi: 10.1007/s12325-011-0080-7. Epub 2011 Nov 18. PMID: 22105509.

3. Price MO, Price FW. Efficacy of topical ketorolac tromethamine 0.4% for control of pain or discomfort associated with cataract surgery. *Curr Med Res Opin.* 2004;20(12):2015-2019. doi: <https://doi.org/10.1185/030079904X16759>

4. Trinavarat A, Atchaneeyasakul LO, Surachatkumtonekul T, Kosrirukvongs P. Comparison of topical prednisolone acetate, ketorolac tromethamine and fluorometholone acetate in reducing inflammation after phacoemulsification. *J Med Assoc Thai.* 2003 Feb; 86(2):143-50. PMID: 12678152.

5. Рубрикатор клинических рекомендаций. МЗ РФ. «Катаракта старческая». https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/284_1

6. Кедик С.А., Панов А.В., Токова В.С., Золотарева М.С. Циклодекстрины и их применение в фармацевтической промышленности (обзор). *Фармацевтическая технология и нанотехнологии. Разработка и регистрация лекарственных средств.* 2016;3(16).

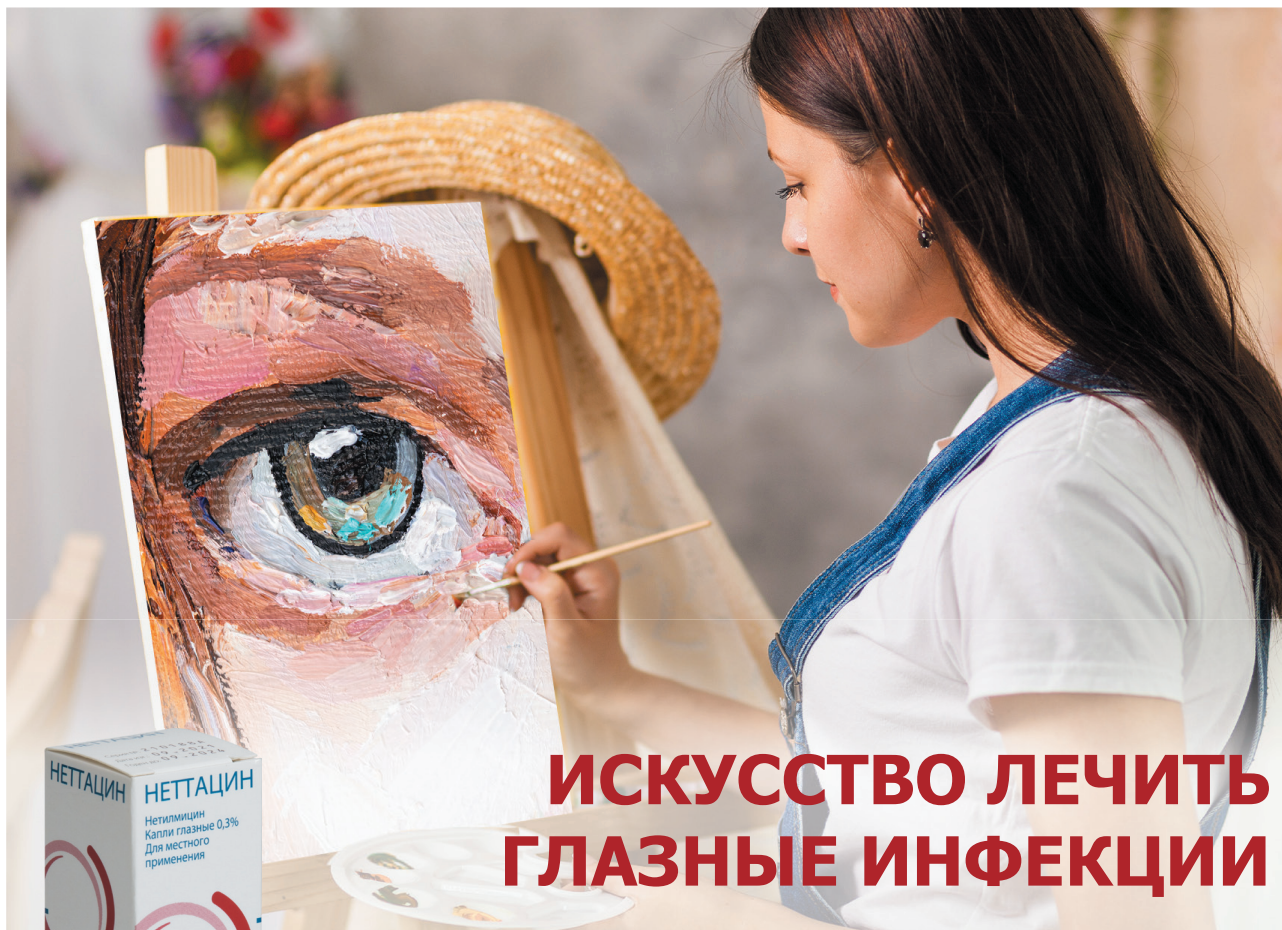
ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. НЕОБХОДИМО ОЗНАКОМИТЬСЯ С ИНСТРУКЦИЕЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ



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

РЕКЛАМА
03-24-RUS-001-RED



ИСКУССТВО ЛЕЧИТЬ ГЛАЗНЫЕ ИНФЕКЦИИ



ЛП-002024 от 07.03.2013

ЛП-000198 от 09.02.2011

Деликатное воздействие
на роговицу глаза
при инфекциях^{1,2}

- **Капли Неттацин и мазь Неттависк** — это аминогликозиды широкого спектра действия для терапии бактериальных инфекций век и наружных отделов глаза*
- **Единственный антибактериальный препарат с мнн нетилмицин в России для офтальмологического применения***



Две формы
выпуска:
мазь и капли

РЕКЛАМА

RUS-OPH-NTC-NTC-10-2023-4700

*По данным ГРЛС на 23.10.2023г.

1.Инструкция по применению лекарственного препарата Неттацин, капли глазные, РУ ЛП-002024 от 07.03.2013. 2.Инструкция по применению лекарственного препарата Неттависк, мазь глазная, РУ ЛП-000198 от 09.02.2011.

ООО «Бауш Хелс»: Россия, 115162, Москва, ул. Шаболовка, д. 31, стр. 5.

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ
ВРАЧЕЙ И МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ



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



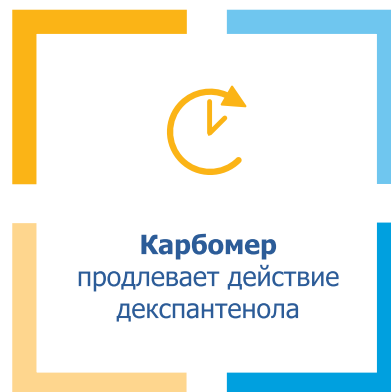
Рецидивирующие эрозии



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

РЕКЛАМА

RUS-OPH-CRN-CRN-08-2023-4579

1. Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Корнерегель, гель глазной 5%, ЛП-№(007455)-(РГ-РУ) от 30.10.24.

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), февраль 2025. Аверич В.В. Синдром «сухого глаза» при кератоконусе: аспекты этиологии и медикаментозной коррекции. Клиническая офтальмология. 2022; 22(2): 122-126

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

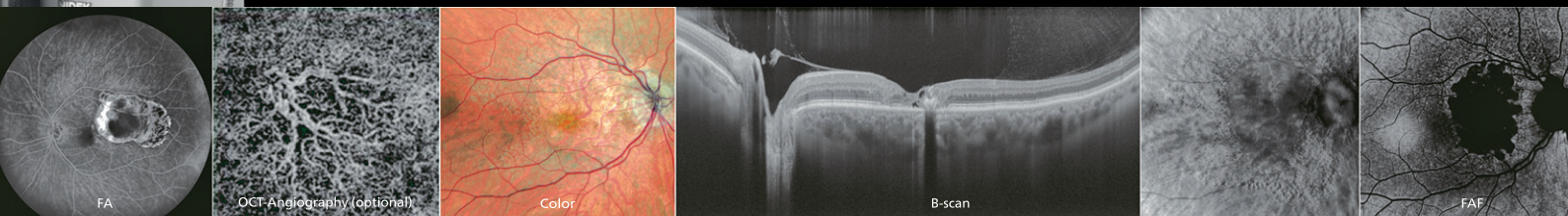


Сканирующий лазерный офтальмоскоп Mirante

Мультимодальная универсальная ультра 4K HD система для визуализации глазного дна и переднего сегмента. Mirante позволяет использовать несколько различных технологий визуализации в одном приборе: оптическая когерентная томография (OCT) с высоким разрешением и конфокальный сканирующий лазерный офтальмоскоп (cSLO), обе технологии с возможностью ультраширокой визуализации; OCT - ангиография (OCTA); цветная фотография глазного дна, флюоресцентная (FA) и индоцианин-зеленая ангиография (ICGA); аутофлуоресценция глазного дна (FAF) в зеленом и синем свете; ретро режим.

cSLO имеет 4 отдельных лазерных источника, способных проникать на разную глубину, что позволяет использовать их в разных технологиях диагностики. Синий лазер участвует в формировании цветного изображения глазного дна, используется для FAF в синем свете и при FA. Зеленый лазер участвует в формировании цветного изображения глазного дна и используется для FAF в зеленом свете. Красный лазер участвует в формировании цветного изображения глазного дна и используется в системе фиксации. Инфракрасный лазер применяется для визуализации в ретро-режиме (создание псевдо-3D изображения), для инфракрасной визуализации глазного дна и для ICGA.

Благодаря программному обеспечению NAVIS-EX возможно интегрировать данные, полученные с помощью системы Mirante, с другими диагностическими приборами компании NIDEK.



Mirante
FA/ICG/OCT



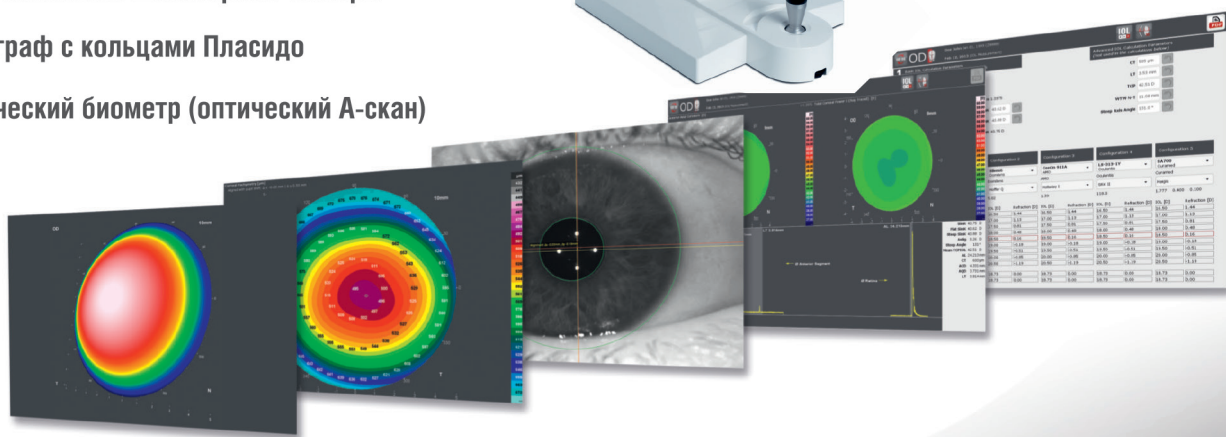
Компания МД ВИЖН
эксклюзивный дистрибьютор NIDEK Co. Ltd
в России и странах СНГ
117 312, г. Москва, ул. Ферсмана, д. 5А
Тел.: +7 (495) 988-22-67 (многоканальный)
www.nidek.ru

Единственная в мире

уникальная платформа, которая совмещает три вида исследований,
проводимых одновременно, в одном приборе

GALILEI G6 ziemer

- Оптический томограф переднего отдела глаза высокого разрешения на основе двух-канальной шаймпфлюг-камеры
- Топограф с кольцами Пласидо
- Оптический биометр (оптический А-скан)



Данное решение позволяет существенно экономить время, средства и используемое пространство.

Революционные возможности прибора выводят диагностику переднего отдела глаза на новый уровень.

Прибор позволяет получать следующие высокоточные результаты:

- Кератометрия
- Пахиметрия центральной и периферической зон
- Топография передней и задней поверхностей роговицы
- Аберрометрия структур переднего отдела глаза
- Измерение размера зрачка и диаметра роговицы (WTW)
- Оптическая томография и 2D-денситометрия структур переднего отдела глаза
- Измерение параметров передней камеры, цифровая гониометрия
- Оптическая биометрия: ПЗО, толщина хрусталика
- Высокоточный расчет ИОЛ, в т.ч. у пациентов после рефракционных вмешательств

 **FEMTOMED**

+7 (499) 653 77 67
+7 (915) 352 66 88

office@femtomed.ru
www.femtomed.ru

ООО «ФЕМТОМЕД»
ИННОВАЦИОННЫЕ
МЕДИЦИНСКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ

ziemer 
OPHTHALMOLOGY

117335, г. Москва, ул. Вавилова, д. 69/75, этаж 10, офис № 1005

Уникальные мобильные платформы с широким спектром приложения в офтальмохирургии: для хирургии роговицы (Femtocornea) и катаракты (Femtocataract)

- Эффективность
- Мобильность
- Универсальность

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

Экстракция
Лентикулы
New:
CE marked



FLACS – (femtolasers 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 туннельные послабляющие и дугообразные разрезы

ООО «ФЕМОМЕД»
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

ВРЕМЯ ДЕЙСТВОВАТЬ!



VISUS LAB

ИННОВАЦИИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ ОТ РЕЗИДЕНТА СКОЛКОВО

ООО «ВИЗУС ЛАБ» — резидент Сколково, технопарков Академгородок, СибБиоНоц и АО Биофарм, обладатель статуса МТК, создает решения будущего:

- Медицинская система мониторинга здоровья с ИИ.
- Инновационные препараты: липосомальные офтальмонутрицевтики «Ресвера форте» и «Нутрон Кидс».
- Первые в России бесконсервантные системы для глазных капель.
- Все продукты в «Реестре инновационной продукции РФ».
- Нацпроект РФ по импортозамещению и модернизации здравоохранения.





ЕКАТЕРИНБУРГСКИЙ ЦЕНТР
МНТК «МИКРОХИРУРГИЯ ГЛАЗА»

СОЗВЕЗДИЕ ПРОФЕССИОНАЛОВ

Интерактивный клинический атлас по нестандартной хирургии патологии переднего отрезка глаза предназначен для опытных офтальмохирургов. Это первый сборник из цикла «Офтальмохирургия шаг за шагом», представляющий обобщение 35-летнего опыта хирургии Екатеринбургского центра МНТК «Микрохирургия глаза». Основной акцент содержания сделан на том, как врач может достойно выйти из различных нестандартных хирургических ситуаций. Разработки, описанные в атласе, защищены патентами РФ, которые также цитируются в самом издании.



Интерактивный клинический атлас «Нестандартная хирургия заднего отрезка глаза» продолжает цикл «Офтальмохирургия шаг за шагом». В издании представлены выработанные многолетней практикой подходы к хирургическому лечению витреоретинальной патологии, а также оригинальные разработки хирургов Центра, защищенные патентами РФ.



Уникальность изданий — в интерактивной части, где размещены анимационные схемы и видеозаписи реальных операций по описанным технологиям, доступ к которым осуществляется по QR-кодам. Иллюстрации демонстрируют не только ключевые моменты хирургической процедуры, но и необходимый для нее современный инструментарий.

Приобрести атлас можно любым удобным для Вас способом:

- Отправить заявку по e-mail: 2310161@gmail.com.
- В Екатеринбургском центре МНТК «Микрохирургия глаза» по адресу: г. Екатеринбург, ул. Академика Бардина, 4а, Стационар.

Стоимость: 2 000 ₽



Узнать подробнее

КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА



Дельфанта® 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 желез³



Дельфанта® салфетки влажные стерильные для ухода за веками

Содержат масло чайного дерева⁶



Дельфанта® теплый аппликатор для глаз (многократное медицинское изделие)

Нагревается до безопасной температуры +43°C и держит тепло в течение 10-15 минут⁵

1. S. Hitoe, J. Tfnaka, H. Shimoda MaquiBright rM standardized maqui berry extracts significantly increases tear fluid production and ameliorates dry eye-related symptoms in a clinical pilot trial, PANMINERVAMED 2014;56(Suppl.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 Дельфанта® теплый аппликатор для глаз
6. Упаковка Дельфанта® салфетки влажные стерильные для гигиены век

Защита и дезинфекция при блефарите



Посиформин® 2% глазная мазь

- Уникальный препарат на основе **Биброкатола***
- Обладает антисептическим, вяжущим и ингибирующим секрецию действием
- Обеспечивает надежную защиту при внешнем раздражении глаза
- Способствует быстрому и беспрепятственному устранению дискомфорта

Подробная информация на www.posiformin.ru

Состав на 1 г: Действующее вещество: биброкатол — 20,0 мг. Вспомогательные вещества: парафин белый мягкий — 666,4 мг, парафин жидкий — 245,0 мг, ланолин безводный — 68,6 мг. **Показания к применению:** неспецифические раздражения наружных покровов глаза неинфекционного генеза; хроническое воспаление края век (хронический блефарит); свежие неинфицированные раны роговицы. **Противопоказания:** Гиперчувствительность к действующему веществу или к другим компонентам препарата. **Побочное действие:** Редко: гиперчувствительность (аллергия) и раздражение глаз, сопровождавшихся такими симптомами, как зуд, гиперемия или отек глаз, боль в глазах, отек лица, приливы крови к лицу.

*По данным ГРЛС на 01.04.2024 Посиформин® — единственное лекарственное средство на основе действующего вещества Биброкатол.

ПРАВИЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЛЮБОЙ СТЕПЕНИ СУХОСТИ ГЛАЗ

В НОВОМ ДИЗАЙНЕ

HYLO®



ХИЛО-КОМОД®

Гиалуроновая кислота 0,1%

Выбор офтальмологов России*

Эффективное и длительное увлажнение, проверенное миллионами глаз. При легких и среднетяжелых видах сухости. Вплоть до IIб степени.



ХИЛОМАКС-КОМОД®

Гиалуроновая кислота 0,2%

Стандарт лечения хронических симптомов

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®

Витамин А

Защита и увлажнение в ночное время

Улучшает свойства слезной пленки. Все стадии сухости глаз в ночное время. Вплоть до III степени.



ХИЛОЗАР-КОМОД®

Гиалуроновая кислота 0,1%
+ декспантенол

Интенсивный ежедневный уход

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®

Гиалуроновая кислота 0,1%
+ гепарин

Увлажнение для раздраженных глаз

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

