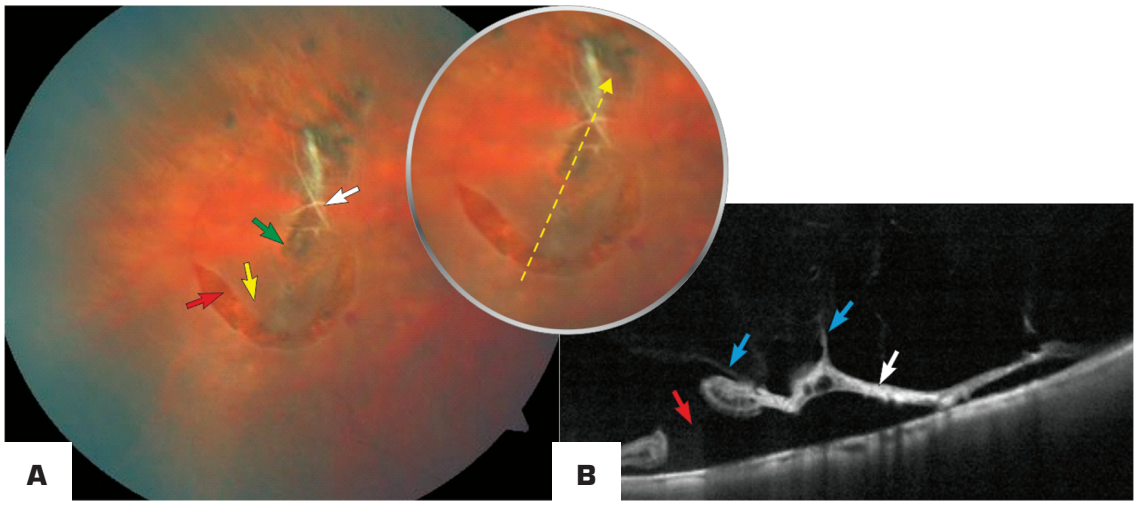
ISSN 1816-5095 (print)
ISSN 2500-0845 (online)

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
# OPHTHALMOLOGY
## IN RUSSIA

Volume 22, Number 2 (June), 2025

Том 22, номер 2 (июнь), 2025 год




*Клапанный подковообразный разрыв на фоне решетчатой дегенерации*
*Flap tear on the background of lattice degeneration, patient (p. 402)*

http://www.ophthalmojournal.com




# Три цели в одной капсуле




**Визлея —**
для поддержки сетчатки
с добавлением троксерутина
и витаминов группы В

**Защита сетчатки**
(Лютеин и зеаксантин)

**Поддержка нервной системы глаз**
(Витамины группы В)

**Укрепление сосудистой стенки**
(Троксерутин и витамины С, Е)




Реклама.
RUS-OPH-VIZ-VIZ-02-2025-5523
Противопоказания: индивидуальная непереносимость компонентов продукта, беременность, кормление грудью
ДС: ДС МГ RU.001.П5225 от 14.03.2024. СГР № RU.77.99.88.003.R.001828.05.21 от 27.05.2021. ООО «Бауш Хелс»:
Россия, 115093, г. Москва ул. Павловская, д. 7, стр. 1. Тел.: +7 495 510 2879: bausch.ru

БАД. НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВОМ

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY IN RUSSIA
Том 22, номер 2, 2025 Volume 22, Number 2, 2025

© Оформление, составление, редактирование.
Журнал «ОФТАЛЬМОЛОГИЯ»

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

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

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

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

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

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

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

Отпечатано в ООО «Издательство"Триада"»:
пр-т Чайковского, 9, оф. 514, Тверь, 170034,
Российская Федерация.
Выход в свет: 28.06.2025.

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

**Главный редактор**

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

**Учредитель/издатель**

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

**Заместитель главного редактора**

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

**Генеральный директор издательской группы журнала**

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

**Редакционный совет**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Иностранные члены редакционной коллегии**

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

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

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

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

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

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

ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
OPHTHALMOLOGY IN RUSSIA
Том 22, номер 2, 2025 Volume 22, Number 2, 2025

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Printed by Publishing House Triada, Ltd.
Address: 9, office 514, Tchaikovsky ave., Tver, 170034, Russian Federation.
Publication date: June 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. Krysheva** — PhD, MD, Professor, Head of the Eye Diseases Department FMBA of Russia, Head of the Consultative and Diagnostic Department of the Ophthalmology Center of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
# OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Том 22, номер 2, 2025 Volume 22, Number 2, 2025


## ОБЗОРЫ


А.Ю. Слонимский, В.В. Аверич, Т.С. Митичкина
**Влияние состояния слезной пленки при кератоконусе на результаты топографических и томографических методов исследования роговицы. Обзор литературы** 237

З.А. Батырова, А.Ш. Муртазалиева, Д.М. Рамазанова, А.С.-У. Батчаев
**Использование генной терапии на основе AAV-векторов в лечении офтальмологических заболеваний. Обзор литературы** 244

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 нейропротекторной терапии при глаукоме. Обзор литературы. Часть 2** 251

Н.М. Шилов, А.В. Терещенко, Н.Н. Юдина, С.В. Новиков, С.Ж. Кабулдинова
**Технология инвертированного лоскута внутренней пограничной мембраны в хирургии первичных сквозных макулярных разрывов сетчатки. Обзор литературы** 265


## ОФТАЛЬМОХИРУРГИЯ


А.В. Головин, А.И. Колесник, А.Б. Попов, В.Р. Манцова, А.А. Трошина, А.В. Прошко
**Дифференцированный подход к хирургическому лечению ретропротезной мембраны у пациентов после кератопротезирования** 273

М.Б. Гущина, А.В. Терещенко, Д.С. Афанасьева
**Разработка метода комплексной оценки результатов хирургической коррекции положения век** 282

Д.И. Иванов, Е.М. Титаренко
**Оценка способа анализа качества зрения пациентов для принятия решения о хирургическом вмешательстве при начальной катаракте с высокой остротой зрения** 289

О.А. Клокова, Р.О. Дамашаускас, А.И. Качаров, А.В. Пискунов, М.С. Гейденрих, Е.И. Дьяконова
**Ранние клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма в зависимости от его степени с помощью высокочастотного эксимерного лазера Schwind Amaris 1050RS** 295

А.Н. Куликов, С.В. Чурашов, В.В. Карпович, В.Ф. Черныш, Ю.В. Козлова, В.А. Богданов
**Сравнительное исследование способов фиксации амниотической мембраны в лечении персистирующей эрозии роговицы** 305

А.В. Малышев, С.А. Сай, А.С. Головин
**Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки на основе одномоментного проведения витрэктомии и факоэмульсификации катаракты** 311

А.В. Трубилин, В.Н. Трубилин, Е.Г. Полунина, Д.В. Анджелова, Э.Н. Эскина, А.В. Филоненко
**Влияние блефаропластики на гемодинамические показатели век в различные сроки наблюдения** 317

Т.Н. Шевалова, А.Н. Куликов, С.В. Чурашов
**Выбор хирургического лечения «нижних» рецидивов отслойки сетчатки при силиконовой тампонаде** 325


## КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ


Т.Н. Киселёва, А.Н. Бедретдинов, А.Л. Баталова, Н.И. Овечкин
**Новые подходы в диагностике отслойки сетчатки при использовании стандартизированной А-эхографии** 333

И.Е. Панова, В.Г. Гвазава, А.А. Быховский, Т.Г. Закараия
**ОКТ-биомаркеры в диагностике увеального и постлучевого макулярного отека** 339

А.В. Малышев, А.С. Апостолова, А.А. Сергиенко, А.Ф. Тешев, Г.Ю. Карапетов, М.К. Ашхамахова, Б.Н. Хацукова
**Клинические особенности ювенильной открытоугольной глаукомы** 347

А.Ш. Загидуллина, А.И. Арсланова, В.У. Галимова, А.А. Александров
**Изменения микроциркуляции диска зрительного нерва у пациентов с глаукомой нормального давления и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы** 354

Н.И. Курышева, Г.А. Шарова, В.Н. Трубилин
**Сравнительное исследование результатов визуализации угла передней камеры глаза при заболевании его первичного закрытия и при первичной открытоугольной глаукоме** 360

С.У. Касумов, Г.З. Абдулкадыров, Г.Л. Гюлмагомедова
**Сравнительная оценка эффективности и безопасности первичной трабекулэктомии и медикаментозной терапии у пациентов с продвинутой стадией открытоугольной глаукомы** 368

И.А. Лоскутов, О.М. Андрюхина
**Изменение оптической плотности макулярного пигмента как новый фактор риска первичной открытоугольной глаукомы** 376

И.Л. Симакова, А.Н. Куликов, С.А. Сердюкова, И.А. Тихоновская
**Сравнительная оценка эффективности методов стандартной и нестандартной компьютерной периметрии при ранней диагностике глаукомы** 383

И.В. Филоненко, Я.В. Дорофеева, Е.Б. Мякошина
**Анализ состояния диска зрительного нерва и комплекса ганглиозных клеток макулы с помощью оптической когерентной томографии у пациентов в постковидном периоде** 391

В.А. Шаимова, Н.А. Ключко, Г.Р. Исламова, Т.Б. Шаимов, С.Х. Кучкильдина, Р.Б. Шаимов, А.А. Аскаева, М.С. Ивин, А.В. Фомин
**Ретинальная карта периферических дегенераций и разрывов сетчатки. Часть 3. Витреоретинальные дегенерации сетчатки** 398


## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ


Г.Ш. Аржиматова, Г.М. Чернакова, Л.Г. Эстрин, Е.В. Ширшова, А.С. Обрубов, М.Ю. Шемякин., А.С. Слонимская, А.С. Чернаков
**Успешная поэтапная билатеральная сквозная трансплантация роговицы при двусторонних васкуляризированных бельмах роговицы в исходе рецидивирующего кератоувеита (клинический случай)** 407

Г.А. Азаматова, Г.Р. Алтынбаева, Л.Н. Зиннатуллина
**Лечение пациентов с воспалением век и конъюнктивы: клинический опыт** 414

А.С. Головин, А.В. Малышев, С.А. Сай, И.Г. Овечкин
**Комбинированная факовитрэктомия при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией. Клинический случай** 422

Э.Ю. Санторо, Е.И. Файзуллина, М.А. Бессмертных, М.И. Аввакумова
**Диагностика каротидно-кавернозного соустья в офтальмологической практике. Клинический случай** 428

С.В. Янченко, Ш.Ж. Тешаев, С.С. Давлатов, Н.Ю. Худдиева
**Возможности применения фиксированной комбинации бринзоламид + тимолол: серия клинических примеров** 435

**В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ**

Ю.А. Коровянский, А.М. Разумовская, В.С. Спиридонова, С.Р. Кидралеева
**Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности и возможности реабилитации больных и инвалидов с возрастной катарактой** 443

**СОЦИАЛЬНАЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЯ**

Г.М. Чернакова, Г.Ш. Аржиматова, Е.В. Ширшова, А.В. Андрианова, Е.А. Клещева, Н.В. Мельникова
**Ретроспективный анализ структуры, причин и вариантов тяжести офтальмогерпеса** 449

А.Ю. Малыгин, А.Б. Лисицын, О.М. Селина
**Сравнение эффективности препаратов моксифлоксацина в терапии конъюнктивита** 458

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ
# OPHTHALMOLOGY
IN RUSSIA

Том 22, номер 2, 2025 Volume 22, Number 2, 2025


## OVERVIEW


A.Yu. Slonimsky, V.V. Averich, T.S. Mitichkina
**Influence of Tear Film Condition in Keratoconus on the Results of Topographic and Tomographic Methods of Corneal Examination. Review** 237

Z.A. Batyrova, A.S. Murtazalieva, D.M. Ramazanova, A.S.-U. Batchaev
**The Use of AAV Vector-based Gene Therapy in the Treatment of Ophthalmic Diseases. Literature Review** 244

N.I. Kurysheva, 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 2** 251

N.M. Shilov, A.V. Tereshchenko, N.N. Yudina, S.V. Novikov, S.Z. Kabuldinova
**Technology of Inverted Internal Limiting Membrane Flap in Surgery of Primary Through Macular Retinal Holes. Literature Review** 265


## OPHTHALMOSURGERY


A.V. Golovin, A.I. Kolesnik, A.B. Popov, V.R. Mantsova, A.A. Troshina, A.V. Proshko
**A Differentiated Approach in Surgical Treatment of Retroprosthetic Membrane in Patients with Keratoprosthesis** 273

M.B. Gushchina, A.V. Tereshchenko, D.S. Afanasyeva
**A Complex Approach to Assess Results of Surgical Correction of Eyelids Position** 282

D.I. Ivanov, E.M. Titarenko
**Evaluation of the Method for Analyzing the Quality of Patients' Vision for Decision-making on Initial Cataract Surgery with High Visual Acuity** 289

O.A. Klokova, R.O. Damashauskas, A.I. Kacharov, A.V. Piskunov, M.S. Geidenrikh, E.I. Diakonova
**Early Clinical and Functional Results of Mixed Astigmatism Correction Depending on the Degree with the High-frequency Excimer Laser Schwind Amaris 1050RS** 295

A.N. Kulikov, S.V. Churashov, V.V. Karpovich, V.F. Chernysh, J.V. Kozlova, V.A. Bogdanov
**Comparative Study of Amniotic Membrane Fixation Methods in the Treatment of Persistent Corneal Epithelial Defects** 305

A.V. Malyshev, S.A. Say, A.S. Golovin
**Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Based on Simultaneous Vitrectomy and Cataract Phacoemulsification** 311

V.N. Trubilin, E.G. Polunina, A.V. Trubilin, D.V. Andzhelova, E.N. Eskina, A.V. Filonenko
**The Effect of Blepharoplasty on Hemodynamic Parameters of the Eyelids at Different Observation Periods** 317

T.N. Shevalova, A.N. Kulikov, S.V. Churashov
**Choice of Surgical Treatment for Inferior Recurrences of Retinal Detachment under Silicon Oil Tamponade** 325


## CLINICAL STUDIES


T.N. Kiseleva, A.N. Bedretdinov, A.L. Batalova, N.I. Ovechkin
**Possibilities of Modern Imaging Methods in Epibulbar Lesions Diagnostics** 333

I.E. Panova, V.G. Gvazava, A.A. Bykhovsky, T.G. Zakaraiia
**OCT Biomarkers in Diagnostic of Uveitic and Radiation-induced Macular Edema** 339

A.V. Malyshev, A.S. Apostolova, A.A. Sergienko, A.F. Teshev, G.Yu. Karapetov, M.K. Ashkhamakhova, B.N. Hatsukova
**Clinical Features of Juvenile Open-angle Glaucoma** 347

A.Sh. Zagidullina, A.I. Arslanova, V.U. Galimova, A.A. Aleksandrov
**The Microcirculatiory Changes of the Optic Nerve Disc in Patients with Normal Tension Glaucoma in Comparison High Tension Glaucoma** 354

N.I. Kurysheva, G.A. Sharova, V.N. Trubilin
**The Comparative Study of the Results of Visualization of the Anterior Chamber Angle of the Eye in the Primary Angle Closure Disease and Primary Open Angle Glaucoma** 360

S.U. Kasumov, G.Z. Abdulkadyrov, G.L. Gulmagomedova
**Comparative Evaluation of the Efficacy and Safety of Primary Trabeculectomy and Drug Therapy in Patients with Advanced Open-angle Glaucoma** 368

I.A. Loskutov, O.M. Andryukhina
**Changes in Macular Pigment Optical Density as a New Risk Factor for Primary Open-angle Glaucoma** 376

I.L. Simakova, A.N. Kulikov, S.A. Serdukova, I.A. Tikhonovskaya
**Comparative Evaluation of the Effectiveness of Standard and Non-standard Computer Perimetry Methods in the Early Diagnosis of Glaucoma** 383

I.V. Filonenko, Ya.V. Dorofeeva, E.B. Myakoshina
**Analysis of the Optic Nerve Head and Macular Ganglion Cell Complex Using Optical Coherence Tomography in Patients in the Post-COVID Period** 391

V.A. Shaimova, N.A. Klyuchko, G.R. Islamova, T.B. Shaimov, S.Kh. Kuchkildina, R.B. Shaimov, A.A. Askaeva, M.S. Ivin, A.V. Fomin
**Retinal Map of Peripheral Retinal Degenerations and Tears. Part 3. Vitreoretinal Retinal Degeneration** 398


## CLINICAL CASE


G.Sh. Arzhimatova, G.M. Chernakova, L.G. Estrin, E.V. Shirshova, A.S. Obrubov, M.Yu. Shemyakin, A.S. Slonimskaya, A.S. Chernakov
**Successful Bilateral Penetrating Corneal Transplantation for Bilateral Vascularized Leucomas in the Outcome of Recurrent Keratouveitis (case report)** 407

G.A. Azamatova, G.R. Altynbaeva, L.N. Zinnatullina
**Treatment of Patients with Inflammation of the Eyelids and Conjunctiva: Clinical Experience** 414

A.S. Golovin, A.V. Malyshev, S.A. Sai, I.G. Ovechkin
**Combined Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Complicated by Proliferative Vitreoretinopathy. Clinical case** 422

E.Yu. Santoro, E.I. Faizullina, M.A. Bessmertnykh, M.I. Avvakumova
**Diagnosis with Carotid Cavernous Fistula in Ophthalmologic Practice. Clinical case** 428

S.V. Yanchenko, Sh.J. Teshaev, S.S. Davlatov, N.Yu. Khuddieva
**Clinical Experience with Timolol and Brinzolamide Fixed-combination: A Case Series** 435

## TIPS FOR OPHTHALMOLOGIST

Yu.A. Korovyansky, A.M. Razumovskaya, V.S. Spiridonova, S.R. Kidraleeva
**Clinical and Functional Criteria for the State of Vital Activity and the Possibility of Rehabilitation of Patients and Disabled People with Age-related Cataracts** 443

## SOCIAL OPHTHALMOLOGY

G.M. Chernakova, G.Sh. Arzhimatova, E.V. Shirshova, A.V. Andrianova, E.A. Kleshcheva, N.V. Mel'nikova
**Retrospective Analysis of the Pattern, Causes and Variants of Ocular Herpes Severity** 449

A.Yu. Malygin, A.B. Lisitsyn, O.M. Selina
**Comparison of the Efficacy of Moxifloxacin Preparations in the Conjunctivitis Therapy** 458

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-237-243*

*поступила 30.03.25*
*was received 30.03.25*

# Влияние состояния слезной пленки при кератоконусе на результаты топографических и томографических методов исследования роговицы. Обзор литературы





А.Ю. Слонимский[1] В.В. Аверич[2,3] Т.С. Митичкина[2]

[1] ООО «Московская глазная клиника»
пер. Хользунова, 8, стр. 1, Москва, 119021, Российская Федерация

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

[3] АНО «Национальный институт миопии»
ул. Дегунинская, 7, Москва, 127486, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):237–243**

Современные методы визуализации роговицы (кератотопографы на основе диска Пласидо, Шаймпфлюг-томографы) играют ключевую роль в диагностике различных патологических состояний роговицы, а также при планировании хирургических вмешательств. Однако, несмотря на точность данных приборов, существуют потенциальные риски высокой погрешности измерения, связанные с дестабилизацией прекорнеальной слезной пленки (СП) и наличием признаков синдрома сухого глаза. Анализ литературных источников выявил высокую степень изученности данной проблемы с позиции кераторефракционной и катарактальной хирургии. Исследования показывают, что нестабильность слезной пленки приводит к значительной вариабельности параметров кератометрии, повышению показателей аберраций, усилению светорассеяния и появлению артефактов на топографических картах. В случае выявления синдрома сухого глаза проведение симптоматического лечения позволяет минимизировать ошибки измерения приборов и повысить функциональные результаты планируемого хирургического вмешательства. Особый интерес представляет влияние синдрома сухого глаза на диагностику и мониторинг кератоконуса (КК), поскольку оба состояния часто сопутствуют друг другу. Несмотря на наличие лишь единичных публикаций, есть основания предполагать, что сочетание признаков синдрома сухого глаза и дестабилизации СП при КК может оказывать значимое влияние на результаты данных диагностических методов и их трактовку.

**Ключевые слова:** кератоконус, синдром сухого глаза, слезная пленка, кератотопография, кератотомография, аберрации

**Для цитирования:** Слонимский А.Ю., Аверич В.В., Митичкина Т.С. Влияние состояния слезной пленки при кератоконусе на результаты топографических и томографических методов исследования роговицы. Обзор литературы. *Офтальмология.* 2025;22(2):237–243. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-237-243

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Influence of Tear Film Condition in Keratoconus on the Results of Topographic and Tomographic Methods of Corneal Examination. Review

A.Yu. Slonimsky[1], V.V. Averich[2,3], T.S. Mitichkina[2]

[1] Moscow Eye Clinic
Kholzunov lane, 8/1, Moscow, 119021, Russian Federation

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

[3] National Myopia Institute
Deguninskaya str., 7, Moscow, 127486, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):237–243**

Modern methods of corneal visualization (Placido disk keratotopographs, Schimpflug tomographs) play a key role in the diagnosis of various pathological conditions of the cornea, as well as in the planning of surgical interventions. However, despite the accuracy of these devices, there are potential risks of high measurement error associated with destabilization of the precorneal tear film and the presence of signs of dry eye syndrome. Analysis of literature sources revealed a high degree of study of this problem from the position of keratorefractive and cataract surgery. Studies show that tear film instability leads to significant variability of keratometry parameters, increased aberration indices, increased light scattering and appearance of artifacts on topographic maps. In case of dry eye syndrome detection, symptomatic treatment allows to minimize instrument measurement errors and increase functional results of the planned surgical intervention.

Of particular interest is the impact of dry eye syndrome on the diagnosis and monitoring of keratoconus, as the two conditions often co-occur. Despite the existence of only a single publication, there are reasons to assume that the combination of signs of dry eye syndrome and SP destabilization in KC may have a significant impact on the results of these diagnostic methods and their interpretation.

**Keywords:** keratoconus, dry eye syndrome, tear film, keratotopography, keratotomography, aberrations

**For citation:** Slonimsky A.Yu., Averich V.V., Mitichkina T.S. Influence of Tear Film Condition in Keratoconus on the Results of Topographic and Tomographic Methods of Corneal Examination. Review. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2):237–243. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-237-243

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

**There is no conflict of interests.**

Согласно литературным источникам попытки измерения формы роговицы и ее оптических свойств были предприняты еще в XVII веке путем сравнения отражений стеклянных сфер известных размеров от передней поверхности роговицы [1]. Появление в XIX веке метода Пласидо, основанного на проецировании ряда последовательных концентрических черных и белых колец на роговицу, позволило более детально оценить форму передней поверхности роговицы, однако такие показатели, как кривизна и преломление роговицы, оставались недоступными исследователю [2]. Попытки изучения количественных показателей привели к использованию ручных электронных кератометров в комбинации с диском Пласидо, позволяющих измерять радиус кривизны роговицы в определенных точках. Эти устройства предоставляли ограниченные данные и не могли создать полную картину поверхности роговицы [3].

Появление более сложных технологий с использованием компьютерной обработки данных привело к разработке и выпуску полностью автоматизированных видеокератотопографов. Основанные на методе Пласидо и автоматическом вычислении полученного с видеокамеры изображения поверхности роговицы приборы позволили создавать более детализированные карты ее передней поверхности, что повысило точность расчета количественных показателей [4].

Развитие технологий методов визуализации привело к появлению сканирующих кератотомографов, основанных на принципе Шаймпфлюга. За счет создания трехмерного изображения на основе полученных изображений оптических срезов такие приборы дают полную качественную и количественную характеристику передней и задней поверхностей роговицы, в том числе расчет пахиметрических и элевационных карт, а также различные авторские протоколы скрининга на предмет выявления кератэктазии [5, 6]. Кроме того, с помощью Шаймпфлюг-анализатора можно получить данные волнового фронта роговицы, расчет параметров передней камеры, денситометрию структур переднего сегмента глаза, а также его биометрические данные [2].

Таким образом, в современной клинической практике кератотопографическое исследование является

неотъемлемым диагностическим инструментом, позволяющим быстро и неинвазивно оценивать анатомо-оптические свойства роговой оболочки, необходимые как для диагностических целей и мониторинга роговичной патологии, так и для проведения различных хирургических вмешательств, в частности кераторефракционных и факохирургических [7].

Однако, несмотря на высокую прецизионность такого диагностического оборудования, существуют потенциальные риски ошибки измерения, связанные с аномалиями прекорнеальной слезной пленки (СП). Известно, что, помимо защитной и трофической функции, СП выполняет еще одну важную функцию — оптическую. За счет мигательных движений СП равномерно распределяется по роговичной поверхности, делая ее более гладкой и сферичной, способствуя тем самым более правильному светопреломлению. Нарушение стабильности СП неминуемо приводит к ксерозу роговичного эпителия. Доказано, что размер так называемого сухого пятна в пределах 0,3 мкм$^2$ по площади и 0,5 мкм вглубь может значимо снижать качество зрительного восприятия [8].

Поскольку СП является первым светопреломляющим слоем, с которым сталкивается измерительная система прибора, нарушение адгезии и функционирования СП на поверхности роговичного эпителия, в частности ассоциированное с синдромом сухого глаза (ССГ), может приводить к некорректному получению информации прибором и, соответственно, некорректному расчету количественных показателей. При планировании рефракционной или катарактальной операции для достижения ожидаемых и стабильных функциональных результатов хирургу крайне важно получать высокоточные измерения переднего сегмента глаза. Дестабилизация СП может привести к ошибкам в расчете параметров интраокулярных линз или при определении толщины лоскута, остаточной толщины стромы и планировании глубины абляции. Кроме того, по последним данным Международного общества экспертов по изучению СП и глазной поверхности (TFOS DEWS II, 2017), распространенность ССГ в мире варьирует от 5 до 50 % среди популяции репродуктивного возраста [9]. По различным данным, среди кандидатов на проведение кераторефракционной операции признаки ССГ встречаются в 37,6 % [10], 57,9 % [11] и вплоть до 75 % [12], а у кандидатов на операцию по поводу катаракты встречаемость ССГ достигает 85 % [13].

Актуальность проблемы влияния ССГ на результаты лечебно-диагностических методов в области рефракционной и катарактальной хирургии обусловливает высокую степень ее изученности и внедрения в клиническую практику различных способов ее решения. Изучению потенциального влияния ССГ на результаты кератотопографии посвящено довольно большое количество публикаций. Многочисленные исследования влияния ССГ на топографические индексы передней поверхности роговицы, полученные с помощью отражающих кератотопографов, свидетельствуют о значимом изменении топографии роговицы у пациентов с дестабилизацией СП [14–18]. Кроме того, рядом авторов было предложено использовать топографические индексы SRI (Surface Regularity Index; индекс, отражающий регулярность роговицы внутри центральной зоны диаметром 4,5 мм), SAI (Surface Asymmetry Index; индекс разницы оптической силы роговицы между противоположными точками, находящимися на 180° на одном и том же кольце миры кератотопографа) и IAI (Irregular Astigmatism Index; индекс неправильного астигматизма) как объективный диагностический метод выявления ССГ [17]. В литературе описан случай получения ложной топографической картины кератэктазии, индуцированной выраженным изменением роговичной поверхности у пациента с ССГ. После проведения лечения топография роговицы соответствовала картине правильного роговичного астигматизма и без признаков эктазии [18].

С точки зрения принципа работы кератотопографов отражающего типа полученные результаты могут быть вполне объяснимы: проецируемые кольца Пласидо на передней поверхности роговицы отражаются непосредственно не от самой роговицы, а от СП, и результаты измерения будут напрямую зависеть от ее состояния [19].

Несмотря на тот факт, что качество измерений сканирующих кератотомографов не зависит от состояния СП [20–23], схожие результаты были получены в ряде исследований с применением Шаймпфлюг-анализаторов [11, 24, 25]. В одной из таких работ была проведена сравнительная оценка топометрических показателей передней поверхности роговицы с помощью Шаймпфлюг-камеры Pentacam (Oculus GmbH, Германия) в группе с признаками ССГ и в группе здоровых лиц. Средние показатели индексов ISV (Index of Surface Variance, индекс различия поверхности) IVA (Index of Vertical Asymmetry, индекс вертикальной асимметрии), IHA (Index of height asymmetry, индекс наивысшей асимметрии) и IHD (Index of Height Decentration, индекс наивысшей децентрации) демонстрировали достоверно более высокие значения в группе с ССГ, а также имели значимую регрессионную зависимость с результатами функциональных проб [24]. Проведенное отечественными авторами исследование показало, что нарушение стабильности СП в 8,7 %, а при наличии кератопатии — в 24,5 % случаев вызывает искажение колец Пласидо, что приводит к неправильной интерпретации топографии передней поверхности роговицы прибором. Так, из 7 анализируемых топографических индексов по данным Шаймпфлюг-камеры Oculyzer (Alcon/WaveLight, Германия) в 87,6 % случаев регистрировали аномальные значения индексов IHD, IVA, ISV, KI (Keratoconus Index, индекс кератоконуса) [11].

В другой работе было проведено сравнение результатов повторяемости измерений, теста на стандартное

отклонение (между измерениями одного и того же обследуемого) и коэффициента вариации по керато-, пахи- и аберрометрии, полученных с помощью Шаймпфлюг-камеры Pentacam и аберрометра iTrace (Tracey Technologies Corp., США) у группы пациентов после проведения кераторефракционного вмешательства (100 глаз) и у группы контроля (100 глаз). Дополнительно состояние СП было оценено неивазивным способом (система качества оптического анализа OQAS, Visiometrics S.L., Испания) с расчетом объективного индекса светорассеяния (OSI). При наличии признаков ССГ индекс OSI имел значение ≥1 и был выявлен в 42 и 21% случаев в основной и контрольной группах соответственно. Помимо этого, в данных подгруппах отмечали снижение теста на стандартное отклонение и коэффициента вариации, а также более низкую повторяемость кератометрических показателей, пахиметрии и аберрометрии по двум приборам, что трактовалось авторами как влияние повышенного светорассеяния, индуцированного дестабилизацией СП, на качество измерения. Кроме того, при сравнении двух приборов Pentacam показал лучшую повторяемость измерений [25].

Помимо этого, в научной литературе имеются публикации, посвященные изучению влияния дестабилизации СП на показатели светорассеяния роговицы. В частности, в одной из таких работ была проведена оценка влияния ССГ на прямое светорассеяние (отражение волны, исходящей от источника к роговице), измеренного количественно с помощью прибора C-Quant Straylight Meter (Oculus GmbH, Wetzlar, Германия) и обратное светорассеяние (отражение волны в сторону источника) роговицы, полученное с помощью денситометрии по Шаймпфлюг-камере Pentacam (Oculus GmbH, Германия) у 35 пациентов с признаками ССГ (в половине случаев наблюдали точечную эпителиопатию в центральной 6 мм зоне роговицы) и группы контроля. Результаты исследования демонстрируют достоверное повышение прямого и обратного светорассеяния в группе с ССГ относительно контроля. Внутригрупповое сравнение показало, что самые высокие значения преобладали у пациентов с наличием точечной эпителиопатии [26]. Эти данные в обобщенном виде согласуются с результатами других исследований [27–29].

Ключевым компонентом формул расчета силы интраокулярной линзы (ИОЛ) являются данные кератометрии. Выявлено, что погрешность в полученных от прибора данных по кривизне роговицы в 1,0 дптр приводит к приблизительно такой же погрешности в послеоперационной рефракции [30]. У пациентов, имеющих признаки ССГ и гиперосмолярность слезной жидкости, обследованных с разницей в три недели, наблюдается значимая вариабельность среднего значения кератометрии по данным прибора IOLMaster (Carl Zeiss Meditec, Германия) до 1 дптр, а сила рассчитанной ИОЛ имела достоверную разницу более чем 0,5 дптр [31]. Разброс данных кератометрии при ССГ, а также показателей аксиальной длины глаза отмечают и другие исследователи [32, 33]. Кроме того, отмечено, что у пациентов с ССГ в послеоперационном периоде рефракция смещается в сторону гиперметропии с девиацией в 0,5–0,75 дптр [34] и более 0,75 дптр [35].

Параллельно с этим доказано, что дестабилизация СП приводит к повышению волнового фронта роговицы, в особенности аберраций высших порядков, что сказывается на качестве проводимых кератотопографических измерений [36–40].

Во избежание потенциальных лечебно-диагностических ошибок авторы большинства исследований единогласно рекомендуют проводить более тщательный предоперационный мониторинг состояния СП и глазной поверхности [10–12, 14–16, 30, 35, 39]. При выявлении признаков ССГ необходимо провести симптоматическое лечение в соответствии с рекомендациями Международного общества экспертов TFOS DEWS II, после которого возможно начать все этапы подготовки к операции [10–12, 15]. Кроме того, при возникновении необходимости в проведении диагностических процедур до получения пациентом курса слезозаместительной терапии имеет смысл прибегнуть к заблаговременной инстилляции лубриканта [40]. Доказано, что предварительная инстилляция слезозаместительных препаратов у пациентов с признаками ССГ достоверно приводит к улучшению количественных и качественных показателей роговицы по данным топо- и томографии [14, 29, 40, 41], снижению аберраций высших порядков [39], а также повышению контрастной чувствительности и снижению глэр-эффекта [16]. В проведенном проспективном исследовании «случай-контроль» было показано, что на фоне инстилляции лубриканта достоверно увеличились индексы передней поверхности роговицы SRI, SAI, а аномальная кератотопографическая картина, регистрируемая до закапывания капель у 45,24 % пациентов с признаками ССГ, после инстилляции снизилась до 30,95 % [14]. Кроме того, применение слезозаместительного препарата перед диагностической процедурой способно снизить эффект светорассеяния роговицы в течение как минимум 60 минут [29]. По другим данным, на фоне инстилляции капель индуцированные ССГ аберрации высшего порядка снизились в 2,5 раза, и этот эффект сохранялся в течение 10 минут [41].

Результаты проведенного анализа литературы по данной проблеме позволяют сделать заключение, что во всех представленных случаях исследования проводились у пациентов с условно регулярной поверхностью роговицы, где на ошибки измерения может влиять только наличие признаков ССГ и нарушение стабильности СП, но что, если перед нами пациент с иррегулярной поверхностью роговицы и наличием ССГ?

В частности, при КК, патогномоничными клиническими признаками которого являются выраженные топографические изменения формы и толщины роговицы, происходит сдвиг клинической рефракции в сторону

миопии и формирование иррегулярного астигматизма [42]. Кроме этого, на сегодняшний день многочисленными исследованиями доказан факт наличия прямой ассоциации КК с признаками ССГ. Это проявляется в виде снижения функциональных показателей, таких как время разрыва слезной пленки (ВРСП) и общая слезопродукция, а также наличием высоких баллов по общепринятому опроснику OSDI (Ocular surface disease index — индекс заболевания глазной поверхности) [43–53]. С позиции патогенеза это может быть обосновано сочетанием различных факторов (воспалительный, иммунно-аллергический, нейропатический и пр.) при КК, которые одновременно могут играть ключевую роль в возникновении признаков роговично-конъюнктивального ксероза [50, 53–56]. Помимо этого, было показано, что по мере увеличения стадии кератэктазии происходит усиление клинических признаков ССГ [44, 46, 48, 49].

При поиске публикаций по вопросу возможного влияния ССГ при КК на достоверность топо- и томографических методов исследования роговицы нами была обнаружена лишь единичная работа [57].

В данное исследование были включены 49 пациентов (77 глаз) с различными стадиями КК (средний возраст 34,4 ± 11,6 года). Пациенты были разделены на 2 группы: с легкой (I–II стадии — 33 глаза) и тяжелой (III–IV стадии — 44 глаза) стадией КК. С помощью кератотопографа TMS-5 (Tomey, Германия), и Шаймпфлюг-камеры Pentacam (Oculus, Германия) была проведена оценка основных топографических индексов передней поверхности роговицы. Кроме того, для оценки степени ССГ были оценены показатели теста Ширмера, ВРСП, состояния слезной пленки с помощью высокоскоростной видеокератоскопии (система Tear Inspect), а также анкетирование по опроснику Макмонни (анкета по самооценке сухости глаз). Целью данной работы являлось выявление взаимосвязи между степенью деформации роговицы при КК и клиническими признаками ССГ, а также оценка потенциального влияния стабильности СП на результаты диагностических методов.

Результаты исследования свидетельствуют об отсутствии достоверной разницы между двумя группами при сравнении показателей теста Ширмера (19,6 ± 10,5 и 18,6 ± 11,4 мм), ВРСП (8,4 ± 2,9 и 8,1 ± 2,2 сек. соответственно). Не было выявлено достоверных различий между топографическими индексами у пациентов с положительным и отрицательным результатами опросника Макмонни. Кроме того, авторы не обнаружили корреляцию между топографическими индексами, исследованными параметрами слезной пленки и результатами опросника. В связи с этим авторы сделали вывод об отсутствии взаимосвязи между состоянием СП и топографическими и томографическими показателями при КК, а также об отсутствии значимых различий и корреляции между стадиями КК и признаками ССГ.

Конструктивная критика данного исследования может заключаться в следующем: показатели теста Ширмера и ВРСП соответствовали нормальным значениям, что не согласуется с результатами других исследований [43–53] и может быть связано с малой выборкой и значительной вариабельностью возрастной когорты. Кроме того, авторами не была обоснована целесообразность деления обследуемых на две группы. Учитывая наличие прямой зависимости между увеличением клинической стадии эктазии и усилением признаков ССГ, имеет смысл проводить статистический анализ в рамках каждой конкретной стадии КК.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, возникновение неровности роговичной поверхности, связанной с признаками ССГ и ассоциированной с нарушением стабилизации СП, приводит к увеличению аберраций и светорассеяния и в значительной степени влияет на качество снимков кератотопографических анализаторов у пациентов с исходно регулярной роговицей. Исходя из этого можно сформулировать следующую гипотезу, которая, несомненно, требует детального изучения с позиции не только практической, но и научно-обоснованной медицины: учитывая доказанное влияние нарушения стабильности СП на результаты топо- и томографических исследований условно регулярной роговицы, можно предполагать, что наличие ССГ и дестабилизации СП при иррегулярной роговице, в частности при КК, может также оказывать значимое влияние на результаты данных диагностических методов. А значительные погрешности, потенциально возникающие при расчете качественных и количественных показателей роговицы диагностическим прибором, могут влиять на ход динамического наблюдения, решение вопроса оперативного вмешательства и выбор конкретного (менее или более инвазивного) хирургического метода лечения КК.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Слонимский А.Ю. — разработка и дизайн исследования, окончательное утверждение рукописи;
Аверич В.В. — разработка и дизайн исследования, получение и анализ данных, написание текста, редактирование текста;
Митичкина Т.С. — получение и анализ данных, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Liu Z, Huang AJ, Pflugfelder SC. Evaluation of corneal thickness and topography in normal eyes using the Orbscan corneal topography system. Br J Ophthalmol. 1999 Jul;83(7):774–778. doi: 10.1136/bjo.83.7.774.
2. Ghemame M, Charpentier P, Mouriaux F. Topographie cornéenne en pratique [Corneal topography in practice]. J Fr Ophtalmol. 2020 Jan;43(1):67–79. French. doi: 10.1016/j.jfo.2018.12.033.
3. Sridhar U, Tripathy K. Corneal Topography. 2023 Sep 4. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan.
4. Uçakhan Ö. Current Corneal Topography/Tomography Systems. Eye Contact Lens. 2020 May;46(3):127–128. doi: 10.1097/ICL.0000000000000707.
5. Ambrósio R Jr, Belin MW. Imaging of the cornea: topography vs tomography. J Refract Surg. 2010 Nov;26(11):847–849. doi: 10.3928/1081597X-20101006-01.
6. Kanclerz P, Khoramnia R, Wang X. Current Developments in Corneal Topography and Tomography. Diagnostics (Basel). 2021 Aug 13;11(8):1466. doi: 10.3390/diagnostics11081466.

7. Roberts C. Corneal topography: a review of terms and concepts. J Cataract Refract Surg. 1996 Jun;22(5):624–629. doi: 10.1016/s0886-3350(96)80022-8.
8. Полунин Г.С., Полунина Е.Г. От «сухого глаза» к «болезни слезной пленки». Офтальмология. 2012;9(2):4–7.
Polunin GS, Polunina EG. From "dry eye" to "tear film disease". Ophthalmology. 2012;9(2):4–7 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2012-2-4-7.
9. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F, Na KS, Schaumberg D, Uchino M, Vehof J, Viso E, Vitale S, Jones L. TFOS DEWS II Epidemiology Report. Ocul Surf. 2017 Jul;15(3):334–365. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.003.
10. Майчук НВ, Малышев ИС, Образцова МР. Синдром «сухого глаза» перед кераторефракционной хирургией: частота встречаемости и патогенетически ориентированная терапия. Клиническая офтальмология. 2023;23(1):14–20.
Maychuk NV, Malyshev IS, Obraztsova MR. Dry eye syndrome before corneal refractive surgery: the prevalence and pathogenesis-oriented therapy. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2023;23(1):14–20 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2023-23-1-14-20.
11. Клокова ОА, Дамашаускас РО, Гейденрих МС. Коррекция состояния глазной поверхности у пациентов с синдромом «сухого глаза» на этапе подготовки к кераторефракционной операции. Клиническая офтальмология. 2020;20(4):180–186.
Klokova OA, Damashauskas RO, Geidenrich MS. Ocular surface treatment in dry eye patients before corneal refractive surgery. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(4):180–186. doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-180-186.
12. Сахнов СН, Янченко СВ, Малышев АВ, Калантаевская ЮА, Исмайлова РА, Ехиева ЭМ, Грищенко МВ, Горбунова ИВ, Ожуг ОФ, Клокова ОА. Эпидемиология синдрома «сухого глаза» у пациентов перед рефракционными операциями. Офтальмология. 2018;15(1):92–101.
Sakhnov SN, Yanchenko SV, Malyshev AV, Kalantaevskaya YA, Ismaylova RA, Ehieva EM, Grishenko MV, Gorbunova IV, Ozhug OF, Klokova OA. Dry Eye Epidemiology in Patients before Refractive Operations. Ophthalmology in Russia. 2018;15(1):92–101 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-92-101
13. Астахов СЮ, Ткаченко НВ. Эффективность трегалозы в лечении синдрома «сухого глаза» после факоэмульсификации. Офтальмологические ведомости. 2016;9(4):79–89.
Astahov SJu, Tkachenko NV. Efficacy of trehalose in the dry eye syndrome treatment of after phacoemulsification. Ophthalmology journal.2016;9(4):79–89 (In Russ.).
14. Liu Z, Pflugfelder SC. Corneal surface regularity and the effect of artificial tears in aqueous tear deficiency. Ophthalmology. 1999 May;106(5):939–943. doi: 10.1016/S0161-6420(99)00513-8.
15. Ozkan Y, Bozkurt B, Gedik S, Irkeç M, Orhan M. Corneal topographical study of the effect of lacrimal punctum occlusion on corneal surface regularity in dry eye patients. Eur J Ophthalmol. 2001 Apr-Jun;11(2):116–119. doi: 10.1177/112067210101100202.
16. Huang FC, Tseng SH, Shih MH, Chen FK. Effect of artificial tears on corneal surface regularity, contrast sensitivity, and glare disability in dry eyes. Ophthalmology. 2002 Oct;109(10):1934–1940. doi: 10.1016/s0161-6420(02)01136-3.
17. de Paiva CS, Lindsey JL, Pflugfelder SC. Assessing the severity of keratitis sicca with videokeratoscopic indices. Ophthalmology. 2003 Jun;110(6):1102–1109. doi: 10.1016/s0161-6420(03)00245-8.
18. Beckman K. When dry eye deceives: A patient referred for corneal collagen cross-linking is treated instead for ocular surface disease. Ophthalmology Management. 2017;21:34–46.
19. Feinbaum C. Wet and Dry Corneal Topography? — A New Contraindication for the LASIK Procedure in Refractive Surgery. EC Ophthalmology 5.3. 2017:121–128.
20. Dong J, Wu Q, Wang XG. Measurement of central corneal thickness and pre-corneal tear film thickness of rabbits using the Scheimpflug system. Int J Ophthalmol. 2013 Oct 18;6(5):584–587. doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.2013.05.05.
21. Al-Mezaine HS, Al-Amro SA, Kangave D, Sadaawy A, Wehaib TA, Al-Obeidan S. Comparison between central corneal thickness measurements by oculus pentacam and ultrasonic pachymetry. Int Ophthalmol. 2008 Oct;28(5):333–338. doi: 10.1007/s10792-007-9143-9.
22. Hirnschall N, Crnej A, Gangwani V, Findl O. Effect of fluorescein dye staining of the tear film on Scheimpflug measurements of central corneal thickness. Cornea. 2012 Jan;31(1):18–20. doi: 10.1097/ICO.0b013e31821eea97.
23. Zhuang H, Zhou X, Xu J. A novel method for pachymetry mapping of human precorneal tear film using Pentacam with fluorescein. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010 Jan;51(1):156–159. doi: 10.1167/iovs.08-3265.
24. Siyahkamari M, Asharlous A, Mirzajani A, Koohian H, Jafarzadepour E, Ostadimoghaddam H, Babaei N, Yekta A, Khabazkhoob M. Effect of Dry Eye Disease on Central Corneal Thickness and Corneal Topometric Indices Measured by Scheimpflug Tomography. Acta Med Iran. 2023;60(12):777–781. doi: 10.18502/acta.v60i12.11831.
25. Kundu G, Shetty R, Khamar P, Gupta S, Mullick R, Ganesan VL, D'Souza S. Impact of tear optics on the repeatability of Pentacam AXL wave and iTrace in measuring anterior segment parameters and aberrations. Indian J Ophthalmol. 2022 Apr;70(4):1150–1157. doi: 10.4103/ijo.IJO_2153_21.
26. Koh S, Maeda N, Ikeda C, Asonuma S, Mitamura H, Oie Y, Soma T, Tsujikawa M, Kawasaki S, Nishida K. Ocular forward light scattering and corneal backward light scattering in patients with dry eye. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2014 Sep 18;55(10):6601–6606. doi: 10.1167/iovs.14-15125.
27. Thibos LN, Hong X. Clinical applications of the Shack-Hartmann aberrometer. Optom Vis Sci. 1999 Dec;76(12):817–25. doi: 10.1097/00006324-199912000-00016.
28. Himebaugh NL, Nam J, Bradley A, Liu H, Thibos LN, Begley CG. Scale and spatial distribution of aberrations associated with tear breakup. Optom Vis Sci. 2012 Nov;89(11):1590–600. doi: 10.1097/OPX.0b013e31826cfae5.
29. Diaz-Valle D, Arriola-Villalobos P, García-Vidal SE, Sánchez-Pulgarín M, Borrego Sanz L, Gegúndez-Fernández JA, Benitez-Del-Castillo JM. Effect of lubricating eyedrops on ocular light scattering as a measure of vision quality in patients with dry eye. J Cataract Refract Surg. 2012 Jul;38(7):1192–1197. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.02.040.
30. Salouti R, Nowroozzadeh MH, Zamani M, Ghoreyshi M, Salouti R. Comparison of the ultrasonographic method with 2 partial coherence interferometry methods for intraocular lens power calculation. Optometry. 2011 Mar;82(3):140–147. doi: 10.1016/j.optm.2010.07.025.
31. Epitropoulos AT, Matossian C, Berdy GJ, Malhotra RP, Potvin R. Effect of tear osmolarity on repeatability of keratometry for cataract surgery planning. J Cataract Refract Surg. 2015 Aug;41(8):1672–1677. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.01.016.
32. Hiraoka T, Asano H, Ogami T, Nakano S, Okamoto Y, Yamada Y, Oshika T. Influence of Dry Eye Disease on the Measurement Repeatability of Corneal Curvature Radius and Axial Length in Patients with Cataract. J Clin Med. 2022 Jan 28;11(3):710. doi: 10.3390/jcm11030710.
33. Yang F, Yang L, Ning X, Liu J, Wang J. Effect of dry eye on the reliability of keratometry for cataract surgery planning. J Fr Ophtalmol. 2024 Feb;47(2):103999. doi: 10.1016/j.jfo.2023.04.016.
34. Taneja M. Commentary: Effect of dry eyes on the corneal diagnostic measurements. Indian J Ophthalmol. 2022 Apr;70(4):1157–1158. doi: 10.4103/ijo.IJO_3119_21.
35. Kim J, Kim MK, Ha Y, Paik HJ, Kim DH. Improved accuracy of intraocular lens power calculation by preoperative management of dry eye disease. BMC Ophthalmol. 2021 Oct 13;21(1):364. doi: 10.1186/s12886-021-02129-5.
36. Montés-Micó R, Alió JL, Charman WN. Dynamic changes in the tear film in dry eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005 May;46(5):1615–1619. doi: 10.1167/iovs.05-0017.
37. Koh S, Maeda N. Wavefront sensing and the dynamics of tear film. Cornea. 2007 Oct;26(9 Suppl 1):S41–S415. doi: 10.1097/ICO.0b013e31812f69e8.
38. Denoyer A, Rabut G, Baudouin C. Tear film aberration dynamics and vision-related quality of life in patients with dry eye disease. Ophthalmology. 2012 Sep;119(9):1811–1818. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.03.004.
39. Kasem AMM, Awara AM, Shafik HM, Shalaby OE. Corneal topography and wavefront data changes in dry eye. Tanta Medical Journal. 2021;49(1):31–36 doi: 10.4103/tmj.tmj_199_20.
40. Rochet E, Levron A, Agard E, Chehab HE, Plas H, Bouvarel H, Chirpaz N, Billant J, Dot C. Should Artificial Tears Be Used During the Preoperative Assessment of Toric IOLs Before Age-Related Cataract Surgery? The TORIDE Study. J Refract Surg. 2021 Nov;37(11):759–766. doi: 10.3928/1081597X-20210826-01.
41. Montés-Micó R, Cerviño A, Ferrer-Blasco T, García-Lázaro S, Ortí-Navarro S. Optical quality after instillation of eyedrops in dry-eye syndrome. J Cataract Refract Surg. 2010 Jun;36(6):935–940. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.12.044.
42. Аветисов СЭ, Аверич ВВ, Патеюк ЛС. Кератоконус: основные направления исследований. Вестник офтальмологии. 2023;139(3.2):11–20.
Avetisov SE, Averich VV, Pateyuk LS. Keratoconus: main lines of research. Russian Annals of Ophthalmology. 2023;139(3.2):11–20. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313903211.
43. Dogru M, Karakaya H, Ozçetin H, Ertürk H, Yücel A, Ozmen A, Baykara M, Tsubota K. Tear function and ocular surface changes in keratoconus. Ophthalmology. 2003 Jun;110(6):1110–1118. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00261-6.
44. Carracedo G, Recchioni A, Alejandre-Alba N, Martin-Gil A, Crooke A, Morote IJ, Pintor J. Signs and Symptoms of Dry Eye in Keratoconus Patients: A Pilot Study. Curr Eye Res. 2015;40(11):1088–1094. doi: 10.3109/02713683.2014.987871.
45. Бубнова ИА, Аверич ВВ. Состояние прекорнеальной слезной пленки при кератоконусе. Современные технологии в офтальмологии. 2020;4:319–320.
Bubnova IA, Averich VV. Precorneal tear film condition in keratoconus. Modern technologies in ophthalmology. 2020;4:319–320 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-319-320
46. Constantin MM, Corbu C, Potop V, Miruna B. Evaluation of Dry Eye Symptomatology at Patients with Keratoconus. Revista de Chimie. 2019;70(1):92–95. doi: 10.37358/RC.19.1.6858.
47. Бубнова ИА, Егорова ГБ, Аверич ВВ, Митичкина ТС. Медикаментозная коррекция синдрома «сухого глаза» у пациентов с кератоконусом, перенесших процедуру кросслинкинга. Клиническая офтальмология. 2020;20(2):67–71.
Bubnova IA, Egorova GB, Averich VV, Mitichkina TS. Medical treatment for dry eye in patients with keratoconus after corneal cross-linking. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2020;20(2):67–71 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-2-67-71.
48. Аверич ВВ, Бубнова ИА. Изменение прекорнеальной слезной пленки при различных стадиях кератоконуса. Вестник офтальмологии. 2024;140(3):43–49.
Averich VV, Bubnova IA. Changes in the precorneal tear film at various stages of keratoconus. Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(3):43–49 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414003143.
49. Rattan SA, Anwar DS. Comparison of corneal epithelial thickness profile in dry eye patients, keratoconus suspect, and healthy eyes. Eur J Ophthalmol. 2020 Nov;30(6):1506–1511. doi: 10.1177/1120672120952034.
50. Аверич ВВ. Синдром «сухого глаза» при кератоконусе: аспекты этиологии и медикаментозной коррекции. Клиническая офтальмология. 2022;22(2):122–126.
Averich VV. Dry eye disease in keratoconus: etiology and medical treatment. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2022;22(2):122–126 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2022-22-2-122-126.
51. Mirza E, Oltulu R, Oltulu P, Mirza GD, Okka M. Dry eye disease and ocular surface characteristics in patients with keratoconus. Saudi J Ophthalmol. 2022 Jul 11;36(1):117–121. doi: 10.4103/sjopt.sjopt_37_21.

52. Слонимский АЮ, Аверич ВВ. Опыт применения склеральных контактных линз при кератоконусе в сочетании с синдромом сухого глаза. Офтальмология. 2024;21(3):546–552.
Slonimsky AYu, Averich. VV Experience of Using Scleral Contact Lenses in Keratoconus in Combination with Dry Eye Syndrome. Ophthalmology 2024;21(3):546–552 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-546-552.
53. Dienes L, Kiss HJ, Perényi K, Nagy ZZ, Acosta MC, Gallar J, Kovács I. Corneal Sensitivity and Dry Eye Symptoms in Patients with Keratoconus. PLoS One. 2015 Oct 23;10(10):e0141621. doi: 10.1371/journal.pone.0141621.
54. Loh IP, Sherwin T. Is Keratoconus an Inflammatory Disease? The Implication of Inflammatory Pathways. Ocul Immunol Inflamm. 2022 Jan 2;30(1):246–255. doi: 10.1080/09273948.2020.1780271.
55. D'Souza S, Nair AP, Sahu GR, Vaidya T, Shetty R, Khamar P, Mullick R, Gupta S, Dickman MM, Nuijts RMMA, Mohan RR, Ghosh A, Sethu S. Keratoconus patients exhibit a distinct ocular surface immune cell and inflammatory profile. Sci Rep. 2021 Oct 22;11(1):20891. doi: 10.1038/s41598-021-99805-9.
56. Rahi A, Davies P, Ruben M, Lobascher D, Menon J. Keratoconus and coexisting atopic disease. Br J Ophthalmol. 1977 Dec;61(12):761–764. doi: 10.1136/bjo.61.12.761.
57. Zemova E, Eppig T, Seitz B, Toropygin S, Arnold S, Langenbucher A, Gräber S, Szentmáry N. Interaction between topographic/tomographic parameters and dry eye disease in keratoconus patients. Curr Eye Res. 2014 Jan;39(1):1–8. doi: 10.3109/02713683.2013.798667.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Слонимский Алексей Юрьевич
доктор медицинских наук, профессор
https://orcid.org/0009-0008-7356-7637

Аверич Вероника Валерьевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0001-5778-4123

Митичкина Татьяна Сергеевна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
https://orcid.org/0000-0002-8124-4001

## ABOUT THE AUTHORS

Slonimsky Aleksei Yu.
PhD, MD, professor
https://orcid.org/0009-0008-7356-7637

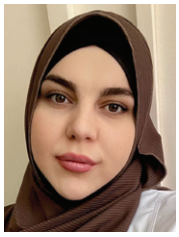
Averich Veronika V.
PhD, researcher
https://orcid.org/0000-0001-5778-4123

Mitichkina Tatiana S.
PhD, senior researcher
https://orcid.org/0000-0002-8124-4001

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-244-250*

*поступила 24.03.25*
*was received 24.03.25*

# Использование генной терапии на основе AAV-векторов в лечении офтальмологических заболеваний. Обзор литературы



З.А. Батырова[1] А.Ш. Муртазалиева[1] Д.М. Рамазанова[1] А.С.-У. Батчаев[2]

[1] ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
площадь Ленина, 1, Махачкала, 367000, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Северо-Кавказская государственная академия»
ул. Ставропольская, 36, Черкесск, 369001, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):244–250**

Данная обзорная статья посвящена изучению текущего состояния генной терапии с использованием аденоассоциированных вирусов (AAV) в лечении офтальмологических заболеваний. **Цель** исследования — оценить эффективность и безопасность применения генной терапии в лечении наследственных и приобретенных заболеваний глаз, а также обсудить последние достижения в этой области. Проведен систематический обзор научной литературы из баз данных MEDLINE, PubMed, Киберленинка, Mendeley, Web of Science и EMBASE. Для поиска использовались ключевые термины и их комбинации: «генная терапия», «аденоассоциированный вирус», «офтальмология», «наследственные заболевания глаз», «возрастная макулярная дегенерация», «глаукома», «клинические испытания». В обзор включены клинические исследования, экспертные статьи и метаанализы, фокусирующиеся на применении AAV в терапии глазных патологий. **Результаты.** Исследования показывают, что генная терапия с использованием AAV представляет перспективное направление в лечении глазных заболеваний благодаря иммунной изоляции глаза и эффективности векторных систем. Однако вызванные AAV иммунные реакции остаются вызовом и требуют разработки специфических стратегий для их подавления. Подчеркивается значимость разработки менее иммуногенных капсидов и новых методов доставки векторов для повышения безопасности и эффективности терапии. **Заключение.** Генная терапия с использованием AAV открывает новые возможности для лечения наследственных и приобретенных заболеваний глаз. Несмотря на существующие проблемы, связанные с иммунными реакциями, современные достижения в области разработки векторов и методов доставки генетического материала предвещают высокие перспективы для более безопасных и эффективных терапевтических подходов.

**Ключевые слова:** генная терапия, аденоассоциированный вирус, офтальмологические заболевания, лечение наследственных ретинопатий, сетчатка

**Для цитирования:** Батырова З.А., Муртазалиева А.Ш., Рамазанова Д.М., Батчаев А.С.-У. Использование генной терапии на основе AAV-векторов в лечении офтальмологических заболеваний (обзор литературы). *Офтальмология.* 2025;22(2):244–250. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-244-250

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# The Use of AAV Vector-based Gene Therapy in the Treatment of Ophthalmic Diseases. Literature Review

Z.A. Batyrova[1], A.S. Murtazalieva[1], D.M. Ramazanova[1], A.S.-U. Batchaev[2]

[1] Dagestan State Medical University
Lenin sq., 1, Makhachkala, 367000, Russian Federation

[2] North Caucasus State Academy
Stavropolskaya str., 36, Cherkessk, 369001, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):244–250**

**Introduction.** This review article is devoted to the study of the current state of gene therapy using adeno-associated viruses (AAV) in the treatment of ophthalmic diseases. **Objective:** The purpose: to evaluate the effectiveness and safety of using gene therapy in the treatment of hereditary and acquired eye diseases, as well as to discuss the latest achievements in this field. Materials and methods. A systematic review of scientific literature from the databases MEDLINE, PubMed, Cyberleninka, Mendeley, Web of Science and EMBASE was conducted. Key terms and their combinations were used for the search: "gene therapy", "adeno-associated virus", "ophthalmology", "hereditary eye diseases", "age-related macular degeneration", "glaucoma", "clinical trials". The review includes clinical studies, expert articles, and meta-analyses focusing on the use of AAV in the treatment of ocular pathologies. **Results.** Research shows that gene therapy using AAV represents a promising direction in the treatment of eye diseases due to the immune isolation of the eye and the effectiveness of vector systems. However, AAV-induced immune responses remain a challenge and require the development of specific strategies to suppress them. The importance of developing less immunogenic capsids and new vector delivery methods to improve the safety and effectiveness of therapy is emphasized. **Conclusion.** Gene therapy using AAV opens up new possibilities for the treatment of hereditary and acquired eye diseases. Despite the existing problems associated with immune responses, modern advances in the development of vectors and methods of delivering genetic material portend high prospects for safer and more effective therapeutic approaches.

**Keywords:** gene therapy, adeno-associated virus, ophthalmological diseases, treatment of hereditary retinopathy, retina

**For citation:** Batyrova Z.A., Murtazalieva A.Sh., Ramazanova D.M., Batchaev A.S.-U. The Use of AAV Vector-based Gene Therapy in the Treatment of Ophthalmic Diseases. Literature Review. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):244–250. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-244-250

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Сохранение зрения и лечение глазных заболеваний остаются важными задачами современной медицины. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 2,2 миллиарда человек в мире страдают от различных форм нарушения зрения, и в значительной части случаев это состояние могло бы быть предотвращено или скорректировано при своевременном медицинском вмешательстве [1]. В России ситуация также вызывает обеспокоенность: более 10 миллионов человек имеют проблемы со зрением различной степени тяжести, и это число продолжает расти из-за старения населения и увеличения распространенности хронических заболеваний, таких как диабет [2].

Зрение играет критически важную роль в обеспечении качества жизни человека, поэтому исследования в области лечения глазных заболеваний становятся все более актуальными. Одним из самых перспективных направлений в решении этих проблем является развитие генной терапии, предлагающей возможность эффективного и устойчивого лечения для миллионов пациентов по всему миру и в России. Специфическое строение и функции глаз делают их идеальной мишенью для применения передовых терапевтических технологий. Глаза обладают особыми свойствами, такими как иммунологическая изоляция и легкая доступность для лечения, что позволяет использовать меньшие дозы препаратов и тем самым снижать риск системного воздействия [3–5]. В последнее время аденоассоциированные вирусы (AAV) стали основными векторами в генной терапии благодаря своей безопасной природе, длительной экспрессии и возможности инфицировать различные клеточные типы [6, 7, 9].

Первоначальные исследования были сосредоточены на наследственных дистрофиях, но сейчас они расширились до более распространенных приобретенных заболеваний, таких как экссудативная возрастная макулярная дегенерация и глаукома [8]. Тем не менее применение генной терапии в этих областях требует тщательной разработки векторов [9, 10]. В данном обзоре мы подробно рассматриваем текущее состояние клинических исследований с использованием AAV для лечения как генетических, так и приобретенных офтальмологических заболеваний, и обсуждаем новые научные достижения, которые могут обеспечить безопасное и эффективное использование этой технологии в будущем.

Таким образом, цель исследования заключается в оценке эффективности и безопасности применения генной терапии в лечении наследственных и приобретенных заболеваний глаз, а также обсуждении последних достижений в этой области.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках данного исследования был проведен обширный поиск информации в научных базах данных, таких как MEDLINE, PubMed, Киберленинка, Mendeley, Web of Science и EMBASE. Для поиска использовались ключевые термины и их комбинации: «генная терапия», «аденоассоциированный вирус», «офтальмология», «наследственные заболевания глаз», «возрастная макулярная дегенерация», «глаукома», «клинические испытания» [1–40]. Критерии включения охватывали клинические исследования, статьи с консенсусом специалистов, обзорные публикации и метаанализы, сосредоточенные на применении генной терапии и AAV у людей с генетическими и приобретенными офтальмологическими заболеваниями. Методы исследования включали систематический обзор и критический анализ научных статей, направленных на выявление текущих тенденций, результатов и перспектив использования AAV в терапии офтальмологических патологий.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Глаз обладает особенностями, которые делают его привлекательной мишенью для терапии, поскольку гематоэнцефалический барьер ограничивает распространение вирусных векторов в организме и минимизирует активацию иммунной системы. Сетчатка включает зрелые, окончательно дифференцированные клетки, что уменьшает риск интеграции терапевтических генов и хромосомных изменений. Существуют также различные неинвазивные методы наблюдения за результатами лечения [8].

Успешные результаты первого рандомизированного контролируемого исследования в области генной терапии глаз привели к одобрению Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA) в 2017 году препарата voretigene neparvovec (Luxturna), разработанного на основе AAV для лечения дистрофий сетчатки, связанных с мутациями в гене RPE65 [25]. В 2018 году Luxturna также был одобрен Европейским агентством по лекарственным средствам (EMA). На сегодняшний день Luxturna является одним из трех одобренных препаратов на основе AAV, наряду с Glybera, утвержденным в 2012 году для лечения наследственного дефицита липопротеиновой липазы, и Zolgensma, одобренным в 2019 году для лечения спинальной мышечной атрофии [26].

### Векторные системы и методы доставки генов

В исследовании рассматривается использование различных вирусных векторов для генной терапии офтальмологических заболеваний и акцентируется внимание на уникальности глаза как объекта для таких исследований благодаря его доступности и наличию моделей на животных. Описываются современные стратегии доставки генетического материала в глаз с помощью таких векторов, как аденоассоциированные вирусы (AAV) и лентивирусы (LV), с учетом их преимуществ и недостатков. Анализируются методы введения векторов в субретинальное и витреальное пространство для лечения различных заболеваний сетчатки, включая врожденный амавроз Лебера, болезнь Штаргардта, хориоидеремию и возрастную макулярную дегенерацию. Основное внимание уделено возможностям и эффективности генной терапии в целевых клетках сетчатки, что подтверждается клиническими испытаниями и открывает перспективы для дальнейшего применения в других заболеваниях глаз [11].

Проведенный анализ позволяет понять текущие достижения в методах доставки генетического материала в сетчатку, что дополняет информацию о современных испытаниях различных подходов к субретинальным инъекциям, включая использование систем с ножной педалью и тампонаду. Учитывая широкий спектр фенотипов наследственных дегенераций сетчатки, может потребоваться адаптация протоколов для конкретных видов заболевания или их стадий, чтобы достичь наилучших результатов. Например, в хирургическом протоколе для генной терапии сетчатки с использованием voretigene neparvovec рекомендуется использовать тонкую иглу (например, 41G) для выполнения ретинотомии после задней отслойки стекловидного тела и витрэктомии. Оптимальное место для ретинотомии находится на расстоянии от одного до четырех диаметров диска зрительного нерва вдоль верхне-височной аркады. Основная цель процедуры заключается в обработке области макулы и оставшихся фоторецепторов с последующей тампонадой, чтобы избежать гипотонии и минимизировать утечку генетически модифицированных организмов [20].

### Проблемы и улучшение свойств AAV-векторов

Аденоассоциированные вирусы (rAAV) называют наиболее эффективными для доставки генов в сетчатку *in vivo*, но подчеркивается необходимость в улучшении их свойств из-за воспалительных реакций в ответ на высокие дозы в клинических испытаниях. Авторы описывают создание новых векторов, способствующих снижению этих реакций благодаря повышенной эффективности, что позволило бы уменьшить дозы. Для этого они применили химическую модификацию капсида rAAV с маннозным лигандом, что существенно увеличило эффективность трансдукции в сетчатке как крыс, так и приматов. Эта технология положена в основу разработки более безопасных и эффективных векторов для лечения заболеваний сетчатки [12, 13].

Некоторые важные исследования с использованием вирусных векторов AAV были выполнены на глазных тканях [15–18], что связано с тем, что глаз считается идеальной мишенью для генной терапии. Эта процедура требует лишь небольшого количества вектора, вводимого

в изолированную и защищенную от иммунного ответа область, что делает ее эффективной и безопасной. В терапии сетчатки AAV-векторы вводят с помощью интравитреальных либо субретинальных инъекций. В частности, интравитреальная инъекция часто используется для доставки анти-VEGF препаратов. Препарат распространяется по стекловидному телу и сетчатке, постепенно попадая в системный кровоток, что также подтверждено для AAV [19]. Этот метод считается относительно простым и иногда выполняется медицинскими специалистами. В отличие от него субретинальная инъекция требует присутствия квалифицированного витреоретинального хирурга и специального оборудования, включая операционный микроскоп. Процедура включает витрэктомию и введение вектора под сетчатку после ретинотомии.

**Иммунные реакции и проблемы AAV-терапии**

Несмотря на достигнутые успехи, все больше данных указывает на то, что AAV могут провоцировать иммунный ответ. Несколько независимых исследований сообщают о местных и системных иммунных реакциях, а также воспалении в глазах после введения AAV, даже при применении кортикостероидного противовоспалительного лечения [14, 20–22]. Эти клинические наблюдения касаются возникновения увеита, связанного с генной терапией (GTAU). Понимание специфики местных иммунных реакций в глазу, вызванных AAV, крайне важно, так как они могут привести к значимому воспалению и/или ухудшению остроты зрения [23]. Более того, независимые исследования продемонстрировали потерю эффективности после начального улучшения зрения вследствие AAV-опосредованной генной терапии сетчатки [14]. Полагают, что это может быть связано с молекулярными механизмами, блокирующими терапевтическую последовательность генов через эписомальный сайленсинг [24]. Тем не менее более значимыми факторами могут быть нейтрализация трансгенного продукта антителами, специфичными к трансгену, и/или удаление трансдуцированных клеток с помощью врожденных и адаптивных механизмов иммунной защиты, направленных против вирусных инфекций.

**Стратегии лечения для подавления индуцированных AAV векторов**

Лечение наследственных ретинопатий фокусируется на предотвращении потери клеток сетчатки, улучшении ее функции, замене клеток или использовании протезов сетчатки. Гибель клеток сетчатки можно предотвратить с помощью генной и клеточной терапии, медикаментов, изменения диеты и образа жизни. Генная терапия представляет собой перспективное инновационное направление в медицине, которое обещает предложить более действенные методы лечения наследственных заболеваний глаз [3]. Благодаря своей анатомической доступности и высокой степени дифференцировки глаз считается идеальной целью для внедрения генной терапии, обладая при этом уникальными иммунологическими свойствами, которые предоставляют дополнительные преимущества.

Для подавления иммунных реакций и воспаления, вызванных аденоассоциированными вирусами (AAV), разрабатываются специфические стратегии лечения. Потенциальное воздействие на терапевтическую эффективность AAV-опосредованной генной терапии может быть как прямым, так и косвенным. Прямое воздействие может привести к побочным эффектам, например клинически значимому воспалению, которое отрицательно сказывается на зрительных функциях. Косвенное влияние проявляется в удалении обработанных клеток, что снижает прирост или продолжительность терапевтического эффекта. Множество подходов ориентированы на модуляцию иммунных реакций против AAV. Существуют стратегии, которые фокусируются как на изменении переносчиков, так и на управлении иммунным ответом. Изменение переносчика предполагает физическую модификацию самого вектора, тогда как контроль иммунного ответа включает использование иммуномодуляторов совместно с AAV.

У большинства людей обнаруживаются нейтрализующие антитела против распространенных серотипов аденоассоциированных вирусов (AAV), что может снижать эффективность генной терапии, основанной на этих векторах, и ограничивать число пациентов, для которых такой подход будет успешным. Это особенно актуально для терапии ретинопатий, при которых вектор вводят интравитреально.

Одним из способов преодоления этого является разработка устойчивых к антителам капсидов AAV. Для этого путем проведения ПЦР с высокой частотой ошибок изменяется последовательность, кодирующая капсидный белок AAV, с целью выявления вариантов капсидов, устойчивых к нейтрализации человеческой сывороткой. Такие мутации обеспечили создание AAV-векторов с устойчивостью в 10–100 раз выше по сравнению с векторами диких типов [27].

Еще один подход — создание капсидов с повышенной сопротивляемостью к антителам путем комбинирования различных серотипов AAV. За счет фрагментации и регенерации геномных капсидов посредством ПЦР достигается генетическая диверсификация и формируется библиотека химерических капсидов. Этот метод применяется в стратегиях направленной эволюции, в которых последовательная диверсификация и отбор способствуют накоплению полезных мутаций [28].

Кроме того, с помощью криоэлектронной микроскопии в сочетании с моноклональными антителами создаются синтетические варианты AAV, способные избежать нейтрализации антителами из различных сывороток. Другая стратегия предполагает использование векторных препаратов с избытком пустых капкидов, которые

привлекают нейтрализующие антитела в качестве ловушек [29]. В некоторых исследованиях мутация в участке связывания рецептора AAV2 позволила создать пустые капсиды, связывающие антитела, но не проникающие в клетки-мишени. Однако применение этих пустых капсидов может повышать общий уровень вирусных антигенов и таким образом усиливать последующие иммунные реакции [30].

В клинических испытаниях генной терапии для лечения сетчатки часто использовалась временная иммуносупрессия с применением кортикостероидов. Это было основано на данных, полученных из исследований по лечению гемофилии А и В, в которых повышение активности печеночных ферментов в группе, получавшей высокие дозы AAV, успешно корректировалось за счет стероидных препаратов без ущерба для экспрессии трансгена [31]. Однако существует недостаток прямых экспериментальных доказательств эффективности этого подхода.

В одном из доклинических исследований изучалась эффективность преднизолона у макак-резус, которым вводили AAVrh74 внутримышечно. Профилактический прием преднизолона показал снижение числа Т-клеточных инфильтратов в мышцах, указывая на уменьшение клеточного иммунного ответа [32]. Комбинация метилпреднизолона с другими иммуносупрессивными средствами, такими как такролимус, антитимоцитарный иммуноглобулин, микофенолата мофетил и ритуксимаб (антитело к CD20, разрушающее В-клетки), снижала нейтрализующую активность антител у модели AAV5.NHP. Однако после прекращения приема иммунодепрессантов анти-AAV гуморальный ответ восстанавливался, и это препятствовало последующему переносу гена с использованием AAV5.GFP [33].

Исследования воздействия ритуксимаба на предсуществующие антитела к AAV у пациентов с ревматоидным артритом показали, что препарат может снижать уровни нейтрализующих антител [34]. Однако возможности применения результатов этих системных исследований для генной терапии глаз остаются неясными.

Иммуносупрессия часто оказывается недостаточной для устранения уже существующих антител к AAV, но ферментативное расщепление с помощью имлифидазы (IDEs), эндопептидазы, разрушающей IgG, может быть перспективным решением. Недавние исследования показали, что IDEs снижают уровень антител к AAV *in vivo*, обеспечивая эффективный перенос генов у мышей и приматов. Дополнительно, IDEs снижали уровень антител в образцах человеческой плазмы *in vitro*, что свидетельствует о потенциале данного подхода для преодоления гуморальной иммунорезистентности к AAV у пациентов, проходящих генную терапию [35].

Еще один подход фокусируется на способах, которыми клетки, инфицированные AAV, обрабатывают и представляют антигены. Антигены из капсида, отображенные на молекулах MHC класса I, могут стимулировать реакцию CD8+ Т-клеток, что приводит к уничтожению инфицированных клеток-хозяев. Процесс загрузки антигена на MHC класса I осуществляется после распада капсидного антигена в протеасоме и его перемещения в эндоплазматический ретикулум. Ингибиторы протеасом способны остановить активность протеасом и тем самым уменьшить количество пептидов, представляемых на MHC класса I. Было предположено, что такие ингибиторы могут замедлить распад капсида AAV и, следовательно, улучшить трансдукцию.

Так, исследование, проведенное J. Finn и соавт., показало, что применение бортезомиба, ингибитора протеасом, одобренного FDA, может уменьшить презентацию капсидного антигена на гепатоцитах в лабораторных условиях. Исследователи продемонстрировали, что бортезомиб снижет презентацию антигена в капсидспецифичных репортерных линиях Т-клеток AAV и усиливает экспрессию трансгена при использовании AAV2 в моделях на мышах [36]. Тем не менее имеются доказательства того, что действие ингибиторов протеасом может варьировать в зависимости от серотипа AAV, а их возможные побочные эффекты, такие как нейротоксичность, могут ограничить их использование в клинических условиях [37, 38].

Несмотря на то что аденоассоциированный вирус используется в генной терапии сетчатки, привилегированный иммунный статус органа не делает терапию незаметной для иммунной системы. В результате может возникнуть специфический иммунный ответ, включая увеит, который иногда ассоциируется с генной терапией. Такая воспалительная реакция обычно поддается контролю с помощью стероидов, однако есть риск снижения долгосрочной эффективности лечения [39]. Помимо этого, могут вырабатываться нейтрализующие антитела, которые могут препятствовать трансдукции при последующих введениях вектора, например при лечении второго глаза [40].

Для снижения иммунных реакций и риска воспаления можно выбрать нетоксичную промоторную последовательность, контролировать количество вводимой ДНК и капсидов, а также использовать субретинальное введение для лучшей локализации вектора в сетчатке. Разработка менее иммуногенных капсидов с высокой специфичностью к клеткам-мишеням и противовоспалительные препараты, адаптированные для глазной терапии, также могут снизить риск нежелательных реакций [38].

Таким образом, рассмотренные стратегии показывают обнадеживающие результаты, касающиеся уменьшения иммунного ответа на AAV-опосредованную генную терапию сетчатки, улучшая ее эффективность и безопасность. Кроме того, продолжающиеся исследования и разработка новых методов доставки и компонентов вектора могут значительно повысить успех генной терапии и снизить риски, связанные с иммунными реакциями.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Генная терапия с использованием аденоассоциированных вирусов представляет собой перспективное направление в лечении офтальмологических заболеваний благодаря уникальным свойствам глаз, таким как анатомическая доступность и иммунная изоляция. Исследования демонстрируют многообещающие результаты в терапии наследственных и приобретенных заболеваний сетчатки, однако проблема иммунных реакций в ответ на векторные системы остается актуальной. Для повышения эффективности и безопасности терапии необходимы дальнейшие разработки менее иммуногенных капсидов и совершенствование методов доставки генетического материала. Продолжение исследований в этой области может привести к значимым улучшениям в лечении глазных заболеваний за счет новых решений для пациентов и специалистов.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Батырова З.А. — концепция и дизайн, сбор и обработка материала, редактирование, статистическая обработка данных, написание текста;
Муртазалиева А.Ш. — концепция и дизайн, сбор и обработка материала, редактирование, статистическая обработка данных, написание текста;
Рамазанова Д.М. — концепция и дизайн, сбор и обработка материала, редактирование, статистическая обработка данных, написание текста;
Батчаев А.С.-У. — концепция и дизайн, сбор и обработка материала, редактирование, статистическая обработка данных, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES


1. Ramlogan-Steel CA, Murali A, Andrzejewski S, Dhungel B, Steel JC, Layton CJ. Gene therapy and the adeno-associated virus in the treatment of genetic and acquired ophthalmic diseases in humans: Trials, future directions and safety considerations. Clin Exp Ophthalmol. 2019 May;47(4):521–536. doi: 10.1111/ceo.13416.
2. Егорова ТВ, Пискунов АА, Потеряев ДА. Генная терапия наследственных заболеваний на основе аденоассоциированных вирусных векторов: современные проблемы применения и пути их решения. БИОпрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2024;24(2):123–139. doi: 10.30895/2221-996X-2024-24-2-123-139.
   Egorova TV, Piskunov AA, Poteriaev DA. Gene therapy of hereditary diseases based on adeno-associated viral vectors: current problems of application and ways to solve them. Biological products. Prevention, diagnosis, and treatment. 2024;24(2):123–139 (In Russ). doi: 10.30895/2221-996X-2024-24-2-123-139.
3. Guo D, Sun Y, Wu J, Ding L, Jiang Y, Xue Y, Ma Y, Sun F. Photoreceptor-targeted extracellular vesicles-mediated delivery of Cul7 siRNA for retinal degeneration therapy. Theranostics. 2024 Aug 12;14(13):4916–4932. doi: 10.7150/thno.99484.
4. McLaughlin T, Medina A, Perkins J, Yera M, Wang JJ, Zhang SX. Cellular stress signaling and the unfolded protein response in retinal degeneration: mechanisms and therapeutic implications. Mol Neurodegener. 2022 Mar 28;17(1):25. doi: 10.1186/s13024-022-00528-w.
5. Matsevich C, Gopalakrishnan P, Chang N, Obolensky A, Beryozkin A, Salameh M, Kostic C, Sharon D, Arsenijevic Y, Banin E. Gene augmentation therapy attenuates retinal degeneration in a knockout mouse model of Fam161a retinitis pigmentosa. Mol Ther. 2023 Oct 4;31(10):2948–2961. doi: 10.1016/j.ymthe.2023.08.011.
6. Jadhav V, Vaishnaw A, Fitzgerald K, Maier MA. RNA interference in the era of nucleic acid therapeutics. Nat Biotechnol. 2024 Mar;42(3):394–405. doi: 10.1038/s41587-023-02105-y.
7. Duan D. Lethal immunotoxicity in high-dose systemic AAV therapy. Mol Ther. 2023 Nov 1;31(11):3123–3126. doi: 10.1016/j.ymthe.2023.10.015. Epub 2023 Oct 10.
8. Mendell JR, Connolly AM, Lehman KJ, Griffin DA, Khan SZ, Dharia SD, Quintana-Gallardo L, Rodino-Klapac LR. Testing preexisting antibodies prior to AAV gene transfer therapy: rationale, lessons and future considerations. Mol Ther Methods Clin Dev. 2022 Feb 26;25:74–83. doi: 10.1016/j.omtm.2022.02.011.
9. Li X, Wei X, Lin J, Ou L. A versatile toolkit for overcoming AAV immunity. Front Immunol. 2022 Sep 2;13:991832. doi: 10.3389/fimmu.2022.991832.
10. Tabebordbar M, Lagerborg KA, Stanton A, King EM, Ye S, Tellez L, Krunnfusz A, Tavakoli S, Widrick JJ, Messemer KA, Troiano EC, Moghadaszadeh B, Peacker BL, Leacock KA, Horwitz N, Beggs AH, Wagers AJ, Sabeti PC. Directed evolution of a family of AAV capsid variants enabling potent muscle-directed gene delivery across species. Cell. 2021 Sep 16;184(19):4919–4938.e22. doi: 10.1016/j.cell.2021.08.028. Epub 2021 Sep 9.
11. Chacón-Camacho ÓF, Astorga-Carballo A, Zenteno JC. Terapia génica para enfermedades hereditarias oftalmológicas: avances y perspectivas [Gene therapy for hereditary ophthalmological diseases: Advances and future perspectives]. Gac Med Mex. 2015 Jul-Aug;151(4):501–511. Spanish.
12. Mével M, Pichard V, Bouzelha M, Alvarez-Dorta D, Lalys PA, Provost N, Allais M, Mendes A, Landagaray E, Ducloyer JB, Toublanc E, Galy A, Brument N, Lefevre GM, Gouin SG, Isiegas C, Le Meur G, Cronin T, Le Guiner C, Weber M, Moullier P, Ayuso E, Deniaud D, Adjali O. Mannose-coupled AAV2: A second-generation AAV vector for increased retinal gene therapy efficiency. Mol Ther Methods Clin Dev. 2024 Jan 17;32(1):101187. doi: 10.1016/j.omtm.2024.101187.
13. Weinmann J, Weis S, Sippel J, Tulalamba W, Remes A, El Andari J, Herrmann AK, Pham QH, Borowski C, Hille S, Schönberger T, Frey N, Lenter M, VandenDriessche T, Müller OJ, Chuah MK, Lamla T, Grimm D. Identification of a myotropic AAV by massively parallel in vivo evaluation of barcoded capsid variants. Nat Commun. 2020 Oct 28;11(1):5432. doi: 10.1038/s41467-020-19230-w.
14. Bainbridge JW, Mehat MS, Sundaram V, Robbie SJ, Barker SE, Ripamonti C, Georgiadis A, Mowat FM, Beattie SG, Gardner PJ, Feathers KL, Luong VA, Yzer S, Balaggan K, Viswanathan A, de Ravel TJ, Casteels I, Holder GE, Tyler N, Fitzke FW, Weleber RG, Nardini M, Moore AT, Thompson DA, Petersen-Jones SM, Michaelides M, van den Born LI, Stockman A, Smith AJ, Rubin G, Ali RR. Long-term effect of gene therapy on Leber's congenital amaurosis. N Engl J Med. 2015 May 14;372(20):1887–1897. doi: 10.1056/NEJMoa1414221.
15. Bainbridge JWB, Mistry A, Schlichtenbrede FC, Smith A, Broderick C, De Alwis M, Georgiadis A, Taylor PM, Squires M, Sethi C, Charteris D, Thrasher AJ, Sargan D, Ali RR. Stable rAAV-mediated transduction of rod and cone photoreceptors in the canine retina. Gene Therapy. 2003 Aug;10(16):1336–1344. doi: 10.1038/sj.gt.3301990
16. Le Meur G, Weber M, Péréon Y, Mendes-Madeira A, Nivard D, Deschamps JY, Moullier P, Rolling F. Postsurgical assessment and long-term safety of recombinant adeno-associated virus-mediated gene transfer into the retinas of dogs and primates. Arch Ophthalmol. 2005 Apr;123(4):500–506. doi: 10.1001/archopht.123.4.500.
17. Amado D, Mingozzi F, Hui D, Bennicelli JL, Wei Z, Chen Y, Bote E, Grant RL, Golden JA, Narfstrom K, Syed NA, Orlin SE, High KA, Maguire AM, Bennett J. Safety and efficacy of subretinal readministration of a viral vector in large animals to treat congenital blindness. Sci Transl Med. 2010 Mar 3;2(21):21ra16. doi: 10.1126/scitranslmed.3000659.
18. Weber M, Rabinowitz J, Provost N, Conrath H, Folliot S, Briot D, Chérel Y, Chenuaud P, Samulski J, Moullier P, Rolling F. Recombinant adeno-associated virus serotype 4 mediates unique and exclusive long-term transduction of retinal pigmented epithelium in rat, dog, and nonhuman primate after subretinal delivery. Mol Ther. 2003 Jun;7(6):774–781. doi: 10.1016/s1525-0016(03)00098-4.
19. Seitz IP, Michalakis S, Wilhelm B, Reichel FF, Ochakovski GA, Zrenner E, Ueffing M, Biel M, Wissinger B, Bartz-Schmidt KU, Peters T, Fischer MD; RD-CURE Consortium. Superior Retinal Gene Transfer and Biodistribution Profile of Subretinal Versus Intravitreal Delivery of AAV8 in Nonhuman Primates. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Nov 1;58(13):5792–5801. doi: 10.1167/iovs.17-22473.
20. Boyd RF, Boye SL, Conlon TJ, Erger KE, Sledge DG, Langohr IM, Hauswirth WW, Komáromy AM, Boye SE, Petersen-Jones SM, Bartoe JT. Reduced retinal transduction and enhanced transgene-directed immunogenicity with intravitreal delivery of rAAV following posterior vitrectomy in dogs. Gene Ther. 2016 Jun;23(6):548–556. doi: 10.1038/gt.2016.31.
21. Reichel FF, Dauletbekov DL, Klein R, Peters T, Ochakovski GA, Seitz IP, Wilhelm B, Ueffing M, Biel M, Wissinger B, Michalakis S, Bartz-Schmidt KU, Fischer MD; RD-CURE Consortium. AAV8 Can Induce Innate and Adaptive Immune Response in the Primate Eye. Mol Ther. 2017 Dec 6;25(12):2648–2660. doi: 10.1016/j.ymthe.2017.08.018.
22. Ye GJ, Komáromy AM, Zeiss C, Calcedo R, Harman CD, Koehl KL, Stewart GA, Iwabe S, Chiodo VA, Hauswirth WW, Aguirre GD, Chulay JD. Safety and Efficacy of AAV5 Vectors Expressing Human or Canine CNGB3 in CNGB3-Mutant Dogs. Hum Gene Ther Clin Dev. 2017 Dec;28(4):197–207. doi: 10.1089/humc.2017.125.
23. Bainbridge JW, Smith AJ, Barker SS, Robbie S, Henderson R, Balaggan K, Viswanathan A, Holder GE, Stockman A, Tyler N, Petersen-Jones S, Bhattacharya SS, Thrasher AJ, Fitzke FW, Carter BJ, Rubin GS, Moore AT, Ali RR. Effect of gene therapy on visual function in Leber's congenital amaurosis. N Engl J Med. 2008 May 22;358(21):2231–2239. doi: 10.1056/NEJMoa0802268.
24. Gray SJ, Foti SB, Schwartz JW, Bachaboina L, Taylor-Blake B, Coleman J, Ehlers MD, Zylka MJ, McCown TJ, Samulski RJ. Optimizing promoters for recombinant adeno-associated virus-mediated gene expression in the peripheral and central nervous system using self-complementary vectors. Hum Gene Ther. 2011 Sep;22(9):1143–1153. doi: 10.1089/hum.2010.245.
25. Miraldi Utz V, Coussa RG, Antaki F, Traboulsi EI. Gene therapy for RPE65- related retinal disease. Ophthalmic Genet. 2018; 39: 671–677. DOI: 10.1080/ 13816810.2018.1533027.
26. Bouquet C, Vignal Clermont C, Galy A, Fitoussi S, Blouin L, Munk MR, Valero S, Meunier S, Katz B, Sahel JA, Thomasson N. Immune Response and Intraocular Inflammation in Patients With Leber Hereditary Optic Neuropathy Treated With Intravitreal Injection of Recombinant Adeno-Associated Virus 2 Carrying the ND4 Gene: A Secondary Analysis of a Phase 1/2 Clinical Trial. JAMA Ophthalmol. 2019 Apr 1;137(4):399–406. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.6902.
27. Maheshri N, Koerber JT, Kaspar BK, Schaffer DV. Directed evolution of adeno-associated virus yields enhanced gene delivery vectors. Nat Biotechnol. 2006 Feb;24(2):198–204. doi: 10.1038/nbt1182.

28. Liu YF, Huang S, Ng TK, Liang JJ, Xu Y, Chen SL, Xu C, Zhang M, Pang CP, Cen LP. Longitudinal evaluation of immediate inflammatory responses after intravitreal AAV2 injection in rats by optical coherence tomography. Exp Eye Res. 2020 Apr;193:107955. doi: 10.1016/j.exer.2020.107955.
29. Tse LV, Klinc KA, Madigan VJ, Castellanos Rivera RM, Wells LF, Havlik LP, Smith JK, Agbandje-McKenna M, Asokan A. Structure-guided evolution of antigenically distinct adeno-associated virus variants for immune evasion. Proc Natl Acad Sci USA. 2017 Jun 13;114(24):E4812–E4821. doi: 10.1073/pnas.1704766114. Epub 2017 May 30.
30. Vandenberghe LH, Wang L, Somanathan S, Zhi Y, Figueredo J, Calcedo R, Sanmiguel J, Desai RA, Chen CS, Johnston J, Grant RL, Gao G, Wilson JM. Heparin binding directs activation of T cells against adeno-associated virus serotype 2 capsid. Nat Med. 2006 Aug;12(8):967–971. doi: 10.1038/nm1445.
31. Nathwani AC, Tuddenham EG, Rangarajan S, Rosales C, McIntosh J, Linch DC, Chowdary P, Riddell A, Pie AJ, Harrington C, O'Beirne J, Smith K, Pasi J, Glader B, Rustagi P, Ng CY, Kay MA, Zhou J, Spence Y, Morton CL, Allay J, Coleman J, Sleep S, Cunningham JM, Srivastava D, Basner-Tschakarjan E, Mingozzi F, High KA, Gray JT, Reiss UM, Nienhuis AW, Davidoff AM. Adenovirus-associated virus vector-mediated gene transfer in hemophilia B. N Engl J Med. 2011 Dec 22;365(25):2357–2365. doi: 10.1056/NEJMoa1108046.
32. Cramer ML, Shao G, Rodino-Klapac LR, Chicoine LG, Martin PT. Induction of T-cell infiltration and programmed death ligand 2 expression by adeno- associated virus in rhesus macaque skeletal muscle and modulation by prednisone. Hum. Gene Ther. 2017;28:493–509. DOI: 10.1089/hum.2016.113.
33. Unzu C, Herv´ as-Stubbs S, Sampedro A, Maule´ on I, Manche˜ no U, Alfaro C, Serrano-Mendioroz I, de Salamanca RE, Benito A, Fontanellas A. Transient and intensive pharmacological immunosuppression fails to improve AAV-based liver gene transfer in non-human primates. J. Transl. Med. 2012;10:122. DOI: 10.1186/1479-5876-10-122.
34. Mingozzi F, Anguela XM, Pavani G, Chen Y, Davidson RJ, Hui DJ, Yazicioglu M, Elkouby L, Hinderer CJ, Faella A, Howard C, Tai A, Podsakoff GM, Zhou S, Basner-Tschakarjan E, Wright JF, High KA. Overcoming preexisting humoral immunity to AAV using capsid decoys. Sci Transl Med. 2013 Jul 17;5(194):194ra92. doi: 10.1126/scitranslmed.3005795.
35. Leborgne C, Barbon E, Alexander JM, Hanby H, Delignat S, Cohen DM, Collaud F, Muraleetharan S, Lupo D, Silverberg J, Huang K, van Wittengerghe L, Marolleau B, Miranda A, Fabiano A, Daventure V, Beck H, Anguela XM, Ronzitti G, Armour SM, Lacroix-Desmazes S, Mingozzi F. IgG-cleaving endopeptidase enables in vivo gene therapy in the presence of anti-AAV neutralizing antibodies. Nat Med. 2020 Jul;26(7):1096–1101. doi: 10.1038/s41591-020-0911-7.
36. Finn JD, Hui D, Downey HD, Dunn D, Pien GC, Mingozzi F, Zhou S, High KA. Proteasome inhibitors decrease AAV2 capsid derived peptide epitope presentation on MHC class I following transduction. Mol Ther. 2010 Jan;18(1):135–142. doi: 10.1038/mt.2009.257.
37. Al´e A, Bruna J, Navarro X, Udina E. Neurotoxicity induced by antineoplastic proteasome inhibitors. Neurotoxicology. 2014;43:28–35. DOI: 10.1016/j. neuro.2014.02.001.
38. Al´e A, Bruna J, Herrando M, Navarro X, Udina E. Toxic effects of bortezomib on primary sensory neurons and schwann cells of adult mice. Neurotox. Res. 2015;27:430–440. DOI: 10.1007/s12640-014-9514-8.
39. Jacobson SG, Cideciyan AV, Roman AJ, Sumaroka A, Schwartz SB, Heon E, Hauswirth WW. Improvement and decline in vision with gene therapy in childhood blindness. N Engl J Med. 2015 May 14;372(20):1920–1926. doi: 10.1056/NEJMoa1412965.
40. Li H, Lasaro MO, Jia B, Lin SW, Haut LH, High KA, Ertl HC. Capsid-specific T-cell responses to natural infections with adeno-associated viruses in humans differ from those of nonhuman primates. Mol Ther. 2011 Nov;19(11):2021–2030. doi: 10.1038/mt.2011.81.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Батырова Залиха Расуловна
студентка 6-го курса лечебного факультета
https://orcid.org/0009-0002-8666-2525

Муртазалиева Аминат Шамиловна
студентка 6-го курса лечебного факультета
https://orcid.org/0009-0001-4704-0777

Рамазанова Джамиля Мавлудиновна
студентка 6-го курса лечебного факультета
https://orcid.org/0009-0003-9909-2987

Батчаев Аслан Сеит-Умарович
кандидат медицинских наук, доцент, и. о. заведующего кафедрой «Педиатрия»
https://orcid.org/0009-0005-3150-9664

## ABOUT THE AUTHORS

Zalikha Rasulovna B.
6th year student
https://orcid.org/0009-0002-8666-2525

Murtazalieva Aminat S.
6th year student
https://orcid.org/0009-0001-4704-0777

Ramazanova Jamila M.
6th year student
https://orcid.org/0009-0003-9909-2987

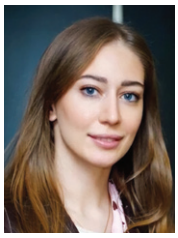
Batchaev Aslan S.-U.
PhD, Associate Professor, acting head of the Department of Pediatrics
https://orcid.org/0009-0005-3150-9664

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-251-264*

*поступила 25.12.24*
*was received 25.12.24*

# Современные возможности и перспективы нейропротекторной терапии при глаукоме. Обзор литературы. Часть 2



Н.И. Курышева[1,2] А.В. Корнеева[1,2] С.И. Пономарева[2] Х.М. Плиева[1,2]
В.Е. Ким[1,2], И.Д. Ким[1,2], М.В. Чеботарева[1]

[1] Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФБГУ «Государственный научный центр — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства
ул. Живописная, 46/8, Москва, 123098, Российская Федерация

[2] Центр офтальмологии Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):251–264**

Данный литературный обзор посвящен одной из наиболее сложных проблем офтальмологии — нейропротекторному и нейрорегенераторному лечению глаукомы и состоит из двух частей. Во второй части обзора рассматриваются вопросы, касающиеся роли глии, воспаления и аутоиммунизации в патогенезе нейроретинальной дегенерации при глаукомной оптической нейропатии (ГОН), новых стратегий лечения исходя из современных достижений генной и иммунотерапии. Отдельное внимание уделяется перспективным терапевтическим подходам, основанным на применении искусственного интеллекта, использовании пептидных биорегуляторов, иммуномодуляторов и препаратов смешанного действия, а также обсуждаются альтернативные методы аксональной регенерации, в том числе посредством воздействия на гены и применения стволовых клеток.

**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. Часть 2. *Офтальмология.* 2025;22(2):251–264. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-251-264

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Current Opportunities and Future Prospects of Neuroprotective Therapy in Glaucoma. Literature Review. Part 2

N.I. Kurysheva[1,2], A.V. Korneeva[1,2], S.I. Ponomareva[2], H.M. Plieva[1,2], V.E. Kim[1,2], I.D. Kim[1,2], M.V. Chebotareva[1]

[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(2):251–264**

This literature review is devoted to one of the most challenging problems of ophthalmology — neuroprotective and neuroregenerative treatment of glaucoma and consists of two parts. The second part of the review deals with the role of glia, inflammation and autoimmunization in the pathogenesis of neuroretinal degeneration in glaucoma optic neuropathy (GON), new treatment strategies based on modern achievements of gene and immunotherapy. Special attention is paid to promising therapeutic approaches based on artificial intelligence application, usage of peptide bioregulators, immunomodulators and mixed-action drugs. Alternative methods of axonal regeneration, including gene therapy and stem cell therapy, are discussed.

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

**For citation:** Kurysheva 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 2. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):251–264. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-251-264

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

**There is no conflict of interests.**

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 приводят к клеточной смерти, и основных аспектов терапевтического контроля, имеющих отношение к данным механизмам.

## РОЛЬ ГЛИИ, ВОСПАЛЕНИЯ И АУТОИММУНИЗАЦИИ В РАЗВИТИИ ГОН И НОВЫЕ СТРАТЕГИИ ЛЕЧЕНИЯ

### Активация глии и ГОН

В 2009 г. во Флориде в рамках конгресса ARVO состоялся крупный форум, посвященный данной проблеме. В течение двух дней видные ученые-офтальмологи, неврологи и иммунологи из США и Европы обсуждали проблемы, касающиеся роли глии, митохондриальной дисфункции, аутоиммунизации в развитии глаукомы, а также перспектив лечения глаукомной оптической нейропатии (ГОН).

Поражение ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) при глаукоме относится к вторичной дегенерации, которая следует за повреждением волокон зрительного нерва (аксонов), однако это происходит при условии изменений, возникающих в окружающих ГКС структурах, прежде всего в нейроглии (мюллеровых клетках, астроцитах и микроглии). Мюллеровы клетки распределены между нервными элементами по всей глубине сетчатки; их окончания, соединенные тесными контактами, образуют наружную и внутреннюю пограничные мембраны. Астроциты выстилают пространство между аксонами и другими структурами. Микроглия представляет собой иммунокомпетентные фагоцитирующие клетки.

В норме нейроглия выполняет функцию поддерживающей ткани, а также играет большую роль в питании нервных волокон, являясь передатчиком веществ из сосудов, идущих главным образом в соединительнотканных перегородках к нервным волокнам, которые обвиты отростками глиальных клеток. В патологических условиях действие глии является двунаправленным — защитным и повреждающим. Например, глия вырабатывает такой провоспалительный цитокин, как фактор некроза опухоли альфа (ФНО-α). Астроциты непосредственно около диска зрительного нерва (ДЗН) продуцируют синтазу оксида азота (NOS). В то же время мюллеровы клетки синтезируют белки теплового стресса (HSPs), а микроглия — интерлейкин Il-6. Это можно отнести к защитным свойствам глии.

Однако в ответ на стресс в виде повышенного ВГД или дефицита кровотока происходит активация глии, и она приобретает патогенные (по отношению к ГКС и ДЗН) свойства. Это, в частности, проявляется нарушением ремоделирования внеклеточного матрикса, когда изменяются свойства коллагена решетчатой мембраны

склеры и образуется экскавация ДЗН [1]. При активации глии происходит нарушение абсорбции глутамата, а ФНО-α и NOS вырабатываются в повышенном количестве. Ослабление контактов эндотелиоцитов между собой (дисфункция сосудистого эндотелия) также является следствием активации глии. Таким образом, создается непосредственный контакт системного кровотока с нервными структурами (ДЗН и сетчаткой). Клиническими проявлениями этого феномена являются повышенная проницаемость сосудов сетчатки и геморрагии по краю ДЗН, что нередко встречается при глаукоме.

Изменения в нейроглии накапливаются с возрастом и усиливаются при любой нейродегенеративной патологии. При глаукоме активация нейроглии аналогична той, что имеет место при нейродегенеративном процессе, в частности болезни Альцгеймера и хронической ишемии головного мозга, что позволяет рассматривать этот процесс как потенциальную мишень для фармакотерапии [2]. Кроме того, опубликованы данные исследований, показывающих, что нейродегенерация при глаукоме распространяется за пределы глаза на области, которые обрабатывают зрительную информацию в мозге, и сопровождается атрофическими изменениями не только зрительного нерва, но и нейронов латерального коленчатого тела, а также уменьшением толщины кортикальной ткани под шпорной бороздой [3]. В соответствии с этим неслучайно многие препараты, успешно применяемые в неврологии, все чаще рассматриваются как потенциальные нейропротекторы при лечении ГОН.

**Воспаление и ГОН**

Развитие ГОН ассоциируется с вялотекущим воспалением. Это было продемонстрированно в ряде исследований *in vivo*. Однако роль воспалительного процесса в патогенезе различных форм глаукомы пока не совсем понятна. Неизвестно, например, что именно запускает воспалительный каскад. Кандидатами на пусковые факторы называют ишемию и, как следствие, окислительный стресс. Причиной ишемии, в частности, может быть сосудистая дисрегуляция и нарушение ауторегуляции кровообращения в сетчатке и зрительном нерве. Это приводит к повышенному синтезу эндотелина-1 и/или NO. Другим важным фактором является снижение способности мюллеровых клеток абсорбировать избытки глутамата и, как следствие, перевозбуждение NMDA-рецепторов (эксайтотоксический феномен). Последнее обстоятельство лежит в основе избыточного синтеза ФНО-α.

На поверхности ГКС имеются рецепторы, чувствительные к ФНО-α. Их стимуляция приводит к гибели ГКС. Таким образом, в данном случае воспаление лежит в основе взаимодействия ГКС и глии и является неизменным спутником ГОН. Полагают, что во взаимоотношениях глия — митохондрии ключевую роль играет окислительный стресс, который непосредственно связан с дисфункцией митохондрий. Данный аспект является важным и позволяет рассматривать новые стратегии в лечении ГОН. Воздействие на нейроглию — перспективное направление в лечении ГОН, которое носит комплексный характер: нейтрализация эндотелина-1, ФНО-α и ROS, а также уменьшение продукции синтазы оксида азота.

В 2008 г. G. Tezel и M. Wax показали, что при глаукоме происходит активация иммунорегулирующих глиальных клеток, повышается продукция аутоантител к сетчатке, усиливается токсичность Т-клеток, активируется система комплемента, а в сетчатке наблюдается отложение депозитов иммуноглобулинов [4]. Т-клетки приобретают цитотоксические свойства, вызывая апоптоз ГКС, главным образом через поражение сигнальных рецепторов. Это было установлено в эксперименте, в котором поражение ГКС на грызунах вызывали путем иммунизации HSPs [4]. Было обнаружено, что активация глии и приобретение токсических свойств Т-лимфоцитами происходят под действием ROS при участии ФНО-α в ответ на ишемию и реперфузию. Активированные Т-клетки усиливают прогрессирование нейродегенерации.

При изучении нейродегенеративных заболеваний было замечено, что активированные Т-клетки могут мигрировать через барьер «кровь — мозг» непосредственно в мозговую ткань и вызывать поражение нейронов. В настоящее время неизвестны органоспецифические антигены при ГОН. Не доказано также, что Т-клетки проникают непосредственно в сетчатку и зрительный нерв. Однако гипотеза нейровоспаления при глаукоме активно изучается [5]. Полагают, что в норме и нейроны, и глия вырабатывают некие иммуносупрессивные вещества, но с возрастом их роль уменьшается, что имеет особое значение при хронических нейродегенеративных заболеваниях.

За последние 10 лет в крови больных глаукомой неоднократно обнаруживали антитела к сетчатке и зрительному нерву, при этом было замечено, что они усиливают апоптоз нейронов [6]. Предполагается, что антитела могут попадать в сетчатку через нарушенный гематоофтальмический барьер (ГОБ). Более 10 лет назад при исследовании водянистой влаги больных глаукомой (в качестве сравнения изучали водянистую влагу больных возрастной катарактой) Н.И. Курышева и соавт. показали значительное повышение проницаемости ГОБ [7]. Немаловажное значение имеют также перипапиллярная атрофия хориоидеи и геморрагии на ДЗН, через которые аутоантитела попадают в сетчатку. Не исключено, что в этот процесс вовлечен и пигментный эпителий.

Какое это может иметь практическое значение и что нового в лечении глаукомы можно ожидать с учетом роли иммунной системы? Цель такого лечения — налаживание взаимодействия и синхронизация ответа между Т-клетками, глией и макрофагами. Это имеет важное значение, особенно с точки зрения имплантации стволовых клеток (см. ниже). Однако следует признать, что на сегодня точно не известны антигены, вызывающие

аутоиммунизацию при глаукоме, недостаточно изучены нейродеструктивные медиаторы. Следовательно, лечение ГОН с позиций аутоиммунного воспаления еще не разработано.

G. Tezel (2001) показала роль провоспалительного цитокина ФНО-α в гибели нейронов сетчатки при глаукоме [8]. Наиболее перспективным препаратом в подавлении активности данного цитокина является Кополимер-1 (Cop-1), известный также как глатирамер ацетат, обладающий нейропротекторной активностью, нейтрализуя токсическое действие Т-клеток. Препарат подавляет миелинспецифические аутоиммунные реакции, обусловливающие разрушение миелиновой оболочки нервных волокон (демиелинизация) при рассеянном склерозе. Глатирамер ацетат применяется в лечении данного заболевания. Было продемонстрировано его нейропротекторное действие в отношении ГКС при экспериментальной глаукоме [9].

**Дефицит нейротрофических факторов в патогенезе ГОН и нейропротекторная терапия**

Очень важный механизм апоптоза ГКС — дефицит нейротрофических факторов — биологических регуляторов, необходимых при повреждении клеток с целью их дифференцировки и роста, а также организации основных физиологических процессов. Нейротрофические факторы ретроградно поступают к телам клеток и их аксонам. Основные нейротрофические факторы: фактор роста нерва (nerve growth factor, или NGF), фактор, выделенный из головного мозга (brain-derived neurotrofic factor, или BDNF) и нейротрофины: neuritofin-3 (NT-3), neuritrophin-4/5 (NT-4/5).

Известно, что при повышении ВГД аксоплазматический ток прекращается и нейротрофические факторы перестают поступать к ГКС. В эксперименте было замечено снижение нейротрофинов при офтальмогипертензии [10], что приводило к ускорению апоптоза ГКС.

На поверхности нейронов существуют особые Trk-рецепторы (tropomyosin-related kinase), чувствительные к нейротрофинам. Было замечено, что их количество возрастает при травме (повреждении) зрительного нерва, но ненадолго. В дальнейшем количество Trk-рецепторов резко сокращается. Аналогичное явление было отмечено при экспериментальной глаукоме [11].

В 2009 г. A. Lambiase предложил глазные капли, содержащие нейротрофин NGF, понижающий скорость гибели ГКС при экспериментальной глаукоме у крыс [12]. Эта работа вызвала большой резонанс в офтальмологической общественности, поскольку впервые было показано, что использование капель может привести к повышению выживаемости ГКС. Авторы выполняли гистологические срезы и подсчитывали количество выживших ГКС. Было проведено также клиническое испытание: пациентов лечили 3 месяца при ежедневных 4-кратных закапываниях, выполняли электрофизиологические исследования (регистрацию ПЭРГ и ЗВП) и получили доказательства улучшения зрительных функций. Однако данное исследование было подвергнуто критике, поскольку в гистологических срезах имелись не только ГКС, но и амакриновые клетки, а количество пациентов и сроки наблюдения не позволяли сделать достоверных выводов об эффективности данной терапии. К тому же в указанном исследовании не было группы контроля.

В 2010 г. V. Colafrancesco и соавт. заметили, что если при экспериментальной офтальмогипертензии к ГКС добавлять нейротрофины извне, что представляется очень заманчивым, то количество Trk-рецепторов сокращается [13]. Чтобы это преодолеть, было предложено применить комбинированное лечение, включающее использование нейротрофических факторов и генную терапию, направленную на повышение количества рецепторов, чувствительных к нейротрофинам. Примером генной терапии при глаукоме является назначение перспективного препарата BIRC4 (ингибитора проапоптотических каспаз-3 и -8). Было показано, что это ингибирование происходит опосредованно через повышение выработки нейротрофических факторов мюллеровыми клетками. На сегодня известно, что действие повышенного ВГД на указанные рецепторы и выработку нейротрофинов носит комплексный характер, который до конца не известен и требует дальнейшего изучения.

В данном контексте интерес представляет исследование M. Kobayashi-Otsugu и соавт. (2024), в котором обсуждается роль GDNF (глиальный нейротрофический фактор) в регенерации нервов и защите ГКС от гибели и подтверждается нейропротекторный эффект FK962 (N-[1-ацетилпиперидин-4-ил]-4-фторбензамида), который предположительно осуществляется посредством сигнального пути GDNF [14].

Возвращаясь к факторам роста: заслуживает внимания разработанный компанией Neurotech интравитреальный имплант, который содержит цилиарный фактор роста и чувствительные к нему рецепторы, благодаря этому нейротрофический фактор высвобождается только при поступлении сигнала об апоптозе ГКС (ECT — Encapsulated Cell Therapy). В октябре 2024 г. на конференции Американской академии офтальмологии были представлены результаты II фазы исследований безопасности имплантации пациентам с глаукомой инкапсулированной клеточной терапии NT-501 с целью нейропротекции. Терапия показала многообещающий потенциал как в поддержании уровня внутриглазного давления (ВГД), так и улучшении состояния ГКС, что имеет решающее значение при глаукоме. У пациентов спустя 2 года после имплантации отмечалось значительное увеличение толщины слоя нервных волокон и комплекса ганглиозных клеток при отличном профиле безопасности импланта. Для более точной оценки функциональной эффективности в испытании исследование продолжается с увеличением размеров когорт [15].

**Генная терапия в комбинации с другими методами**

Генетические исследования при глаукоме дают возможность генетически выявлять группу риска по возникновению ПОУГ и ювенильной глаукомы (ген *MYOC*) [16], генетически определять, у каких пациентов офтальмогипертензия перейдет в глаукому (ген *TVCO1*) [17], генетически выявлять пациентов, склонных к прогрессированию ГОН (*TGFB3-CD27*) [18]. Особенно перспективным является использование методов генетического анализа для определения индивидуальной чувствительности к препаратам (*ADRB2, PTGFR*) [19].

В настоящее время зарегистрировано несколько десятков генов, задействованных в патогенезе ГНД, причем каждый из них отвечает за разные звенья патогенеза. Генная терапия включает в себя введение, удаление или модификацию генетического материала внутри клеток для восстановления или компенсации потери функции гена. Генная терапия описывает процесс или технологию, которые позволяют генетической модификации клеток производить терапевтический эффект [20], что предполагает новый подход к направлениям терапии глаукомной оптиконейропатии с высокой степенью персонализации за счет улучшения стратегий доставки генов, определения мишени для воздействия лекарственных препаратов и более глубокого понимания механизмов заболевания.

Рассматриваются различные варианты генной терапии, а именно, воздействие на трабекулярную ткань и цилиарное тело для лучшего контроля ВГД, на сетчатку для защиты ГКС от повышенного ВГД и других патофизиологических факторов, вызывающих нейродегенерацию. Нейропротекторная терапия глаукомы может быть проведена путем введения нейротрофических факторов в виде рекомбинантных белков, инкапсулированных генетически модифицированных клеток в качестве источников экспрессии нейротрофических факторов (клеточная терапия) и генов, кодирующих нейротрофические факторы. Как вирусные, так и невирусные системы доставки генной терапии становятся многообещающими альтернативами или дополнительными к традиционным методам лечения для улучшения контроля ВГД и обеспечения нейропротекции. В настоящее время активно разрабатываются как вирусные, так и невирусные системы для адресной доставки генов, причем невирусная генная терапия представляется наиболее безопасной и эффективной. В исследовании Fischer и соавт. ингибирование Rho-киназ в сочетании с применением C3 рибозил трансферазы позволило повысить регенерацию аксонов в два раза [21]. Другой пример — воздействие на киназу, вовлеченную в процесс регенерации (Mst-3b). Усиление экспрессии указанной Mst-3b повышает чувствительность рецепторов ГКС к трофическим факторам.

Внедрение и применение технологии редактирования генов, в частности *CRISPR* (короткие палиндромные повторы, регулярно расположенные группами) в 2019 году, стало важной вехой в генной терапии *in vivo*. Эта прорывная технология была удостоена Нобелевской премии по химии в 2020 году [22].

Генная терапия с целью нейропротекции в первую очередь сосредоточена на вирусной векторной доставке нейротрофинов, таких как нейротрофический фактор мозга (BDNF) и его рецептор, оба они истощаются при ГОН. Кроме того, разрабатываются методы воздействия на гены с целью повышения устойчивости ГКС к апоптозу и снижения выраженности митохондриальной дисфункции, а также методы ремоделирования тканей, прежде всего решетчатой мембраны склеры [20]. В эксперименте Donahue и соавт. (2021) генная терапия позволила значительно снизить аксональную дегенерацию в зрительном нерве спустя один год [23].

Особое внимание к системам доставки невирусных генов демонстрирует дальнейший прогресс в улучшении безопасности генной терапии и реализации нейропротекции путем воздействия на определенные ткани глаза, в особенности, на клетки сетчатки.

**Альтернативные методы аксональной регенерации**

*Стволовые клетки*

Стволовые клетки (Stem cells, или SCs) — это недифференцированные (незрелые) клетки, имеющиеся во всех многоклеточных организмах и обладающие свойствами самообновления и дифференцировки. Было предпринято немало попыток имплантации стволовых клеток с целью регенерации зрительного нерва. Неудовлетворительные результаты этих экспериментов связаны в основном с трудностями формирования нейрональных синапсов. Наиболее обнадеживающие данные были получены при пересадке мюллеровых клеток в сетчатку грызунов. Было показано, что эти клетки мигрировали по направлению к ГКС и поддерживали их активность [24]. Однако в целом проблема лечения стволовыми клетками поражений зрительного нерва еще очень далека от решения. Немаловажный аспект этой проблемы — чрезвычайно высокая стоимость такого лечения.

В современной литературе обсуждаются вопросы повышения биодоступности нейропротекторной терапии посредством интравитреального введения экзосом, полученных из мезенхимальных стромальных клеток (МСК) [25]. В ходе проведенных исследований было выявлено, что экзосомы, выделенные из МСК, полученных из костного мозга, успешно доставляли фармакологический агент во внутренние слои сетчатки и способствовали повышению выживаемости ГКС, глиальной активации и регенерации их аксонов. Более того, было обнаружено, что эффект нейропротекции может быть связан с прямым воздействием на ГКС через микроРНК-зависимые механизмы [26].

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ СТРАТЕГИИ

### Перспективы антиапоптотического лечения ГОН

Апоптоз — это физиологический процесс гибели клеток, регулируемый генами, который играет решающую роль в поддержании гомеостаза тканей, обеспечивая естественное развитие и иммунную защиту организма. Вместе с тем ускоренный апоптоз — это ключевой механизм гибели нейронов при нейродегенерации. Ингибирование апоптоза путем активации фосфатидилинозитол-3-киназы — протеинкиназы B или с помощью других лекарственных препаратов активно обсуждается в литературе, поскольку это может предотвратить патологические изменения при глаукоме. Из-за сложной взаимосвязи путей апоптоза его патофизиологический механизм при глаукоме нуждается в дальнейших исследованиях [27]. В настоящее время особенно просматриваются перспективы применения ингибиторов каспаз, вызывающих апоптоз ГКС, в частности Fas-L-ингибитора [28].

### Коррекция аутоиммунных нарушений

К настоящему моменту накоплено много данных, подтверждающих роль аутоиммунных нарушений в патогенезе глаукомы, включая ГНД. Эти нарушения сводятся главным образом к патологической роли белков теплового стресса (HSP) и Т-лимфоцитов, столь необходимых в норме для функционирования центральной нервной системы [29]. Иммунная система поддерживает центральную нервную систему во время стрессовых ситуаций, обеспечивая восстановление тканей и ограничивая нейродегенерацию. Однако в случае если работа иммунной системы не сбалансирована, ее защитные эффекты потенциально могут трансформироваться в аутоиммунные повреждения, что приводит к нейродегенерации. Примечательно, что эпидемиологические исследования показали: 30 % пациентов с глаукомой имеют сопутствующие заболевания, связанные с нарушением иммунитета [30].

Была продемонстрирована аномальная активность иммунной системы у пациентов с различными типами глаукомы, и особое внимание было уделено аутоиммунному ответу, опосредованному Т-клетками. Сообщается, что у пациентов с ГНД повышен уровень аутоантител, и важную роль в патогенезе заболевания играет гуморальный иммунитет [31]. Кроме того, у этих пациентов обнаружено увеличение количества антител к родопсину, однако их роль в патогенезе ГОН остается неясной.

У пациентов с ГНД также значительно повышен уровень фосфатидилсериновых антител, которые специфически связываются с молекулами фосфатидилсерина и индуцируют путь Fas/Fas-L, что приводит к апоптозу клеток [32]. Более того, в срезах сетчатки было обнаружено отложение иммуноглобулинов именно в слое ГКС.

Серологическое обследование пациентов с глаукомой выявило аномальное повышение уровня и других аутоантител, например моноклональных антител, неорганоспецифических антител к ДНК и РНК, а также ядерных белков [33]. Кроме того, уровень аутоантител к HSP, сетчатке и зрительному нерву в сыворотке крови пациентов с глаукомой значительно отличается от нормы [34]. HSP могут выступать в качестве эндогенного защитного фактора для нейронов сетчатки при глаукомном стрессе и одновременно способны активировать иммунную систему благодаря своей высокой антигенности. Следовательно, повышенный уровень аутоантител к HSP может приводить к прогрессированию ГОН.

Более того, сообщалось, что уровень антител к глутатиону IgM в крови пациента с ГНД повышен, что важно, поскольку указанные иммуноглобулины считаются одним из основных факторов развития аутоиммунных заболеваний. В некоторых исследованиях сообщалось, что у пациентов с глаукомой имеются антинервоспецифические и антикардиолипиновые антитела, антигены-мишени которых являются неотъемлемыми компонентами ДЗН [35].

Таким образом, иммунные факторы непосредственно повреждают зрительный нерв и способствуют развитию и прогрессированию глаукомы. Кроме того, при глаукоме обнаружено повреждение врожденного иммунного ответа. Клинические наблюдения подтвердили, что аутоиммунные реакции, индуцируемые Т-клетками, способствуют возникновению и развитию глаукомы, что даст возможность в дальнейшем проводить более эффективное лечение [36]. Ожидается, что иммунологические исследования позволят получить новые знания, а иммунные препараты станут важными терапевтическими средствами для защиты зрительного нерва от глаукомы.

## ДРУГИЕ ВИДЫ ЛЕЧЕНИЯ. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТОВ СМЕШАННОГО ДЕЙСТВИЯ

У многих лекарств, позиционируемых в настоящее время в качестве нейропротекторов, прослеживается несколько механизмов действия. При этом наибольшего внимания заслуживают бримонидин и эстрогены.

Нейропротективный эффект при местном и парентеральном применении бримонидина, способствовавший повышению выживаемости ГКС в экспериментах на мышах, был описан в исследовании R. Maciulaitiene и соавт. (2024) [37]. Способность бримонидина увеличивать вероятность ГКС выживать в неблагоприятных условиях за счет снижения токсического влияния глутамата и повышения выработки BDNF описывается в рецензируемой научной литературе в более двух десятках публикаций [38].

### Нейропротекторное действие эстрогенов

В сетчатке содержится большое количество рецепторов, чувствительных к эстрогенам, таких как ER-α и ER-β. Нейропротекторное действие эстрогенов при нейродегенеративных заболеваниях было показано на примере болезни Альцгеймера [39] и при некоторых других

нейродегенеративных заболеваниях. Оно носит комплексный характер: от активации антиапоптотических генов (Bcl-2, Bcl-xl) до ингибирования окислительного стресса на уровне митохондрий [40] и подавления токсического действия в отношении нейронов амилоида β. В экспериментах на животных было продемонстрировано, что эстрогены (17β эстрадиол) подавляют выработку каспаз (проапоптотических ферментов). Эти влияния эстрагенов в отношении ГКС были показаны *in vitro* в работах D. Kumar в 2005 г. и *in vivo* — в работах T. Nakazawa в 2006 г. и X. Zhou в 2007 г. [41–43].

Кроме того, эстрогены способны существенно улучшать гемоперфузию глаза и головного мозга. Было показано, что глазная перфузия у женщин в 40–50 лет выше, чем у мужчин в этом же возрасте и у женщин в менопаузу. Уровень эстрадиола у женщин 40–50 лет, страдающих глаукомой, соответствовал таковому у здоровых женщин в возрасте 60 лет. Снижение уровня эстрогенов в крови повышает напряженность сосудистой стенки, что также приводит к дефициту кровотока. Аналогичное действие оказывает дефицит эстрогенов на состояние решетчатой мембраны склеры, повышая ее ригидность [44]. Таким образом, эстроген-заместительная терапия рассматривается как перспективное направление, особенно при глаукоме нормального давления.

В нашей стране в качестве нейропротекторов широко применяются такие препараты, как пептидные биорегуляторы. Следует помнить, что рандомизированные плацебо-контролируемые исследования указанных препаратов не проводились, поэтому их использование в расчете на улучшение динамики ГОН должно выполняться с определенной оговоркой и обязательным информированным согласием пациентов.

**Применение пептидных биорегуляторов в лечении ГОН**

В качестве нейропротекторов в отечественной неврологии давно применяются цитомедины, или пептидные биорегуляторы. Термин «цитомедины» был предложен В.Г. Морозовым и В.Х. Хавинсоном в 1983 году и образован от греческого слова “citos” и латинского слова “mediator”. Цитомедины, полученные из различных тканей с помощью метода кислотной экстракции, обладают способностью индуцировать дифференцировку в популяции клеток, являющихся исходным материалом для их получения. Иными словами, после экзогенного введения данных полипептидов происходит выброс эндогенных пептидов, для которых введенный пептид был индуктором. Цитомедины влияют на клеточный и гуморальный иммунитет, перекисное окисление липидов (ПОЛ), повышают защитные реакции организма независимо от того, из каких органов и тканей они были получены. Биорегулирующую терапию от других современных методов лечения отличает патогенетическая обоснованность и тканеспецифическое действие — нормализация функции того органа, из которого выделены пептиды [45]. Эти вещества являются щелочными полипептидами пара- и аутокринной природы, имеющими молекулярную массу от 1000 до 10 000 кДА. Такая молекулярная масса позволяет пептидам проникать через гематоэнцефалический и гематоретинальный барьеры. Применение лекарственных средств пептидной структуры способствует восстановлению и сохранению регуляторных механизмов межклеточного взаимодействия. Цитомедины, получаемые из тканей головного мозга и сетчатки, обладают функцией нейропептидов и участвуют в регуляции деятельности нервной ткани. В настоящее время в отечественной офтальмологии широкое распространение нашли такие цитомедины, как ретиналамин и кортексин.

Кортексин представляет собой комплекс пептидов, выделенных из коры головного мозга крупного рогатого скота и свиней. Препарат обладает тропным действием в отношении коры головного мозга и регулирует процессы метаболизма в коре головного мозга, зрительном нерве и нейронах сетчатки. Его эффект обусловлен трехвекторным механизмом действия: нейропротекция за счет влияния на каскадную регуляцию апоптоза, нейропластичность путем восстановления баланса нейромедиаторов и межнейрональных взаимодействий и нейрорепарация вследствие регуляции роста и дифференцировки нейронов.

Ретиналамин выделен из сетчатки крупного рогатого скота и является стимулятором репаративных процессов, уменьшает деструктивные процессы в пигментном эпителии сетчатки за счет нормализации функции клеточных мембран, повышения внутриклеточного синтеза белка, регуляции процесса перекисного окисления липидов, усиления активности мюллеровских клеток и инактивации глутамата, улучшает функциональное взаимодействие пигментного эпителия и наружных сегментов фоторецепторов.

Ретиналамин® обладает тканеспецифическим действием на сетчатку, улучшает функциональную активность клеточных элементов ретинальной ткани, стимулирует репаративные процессы в сетчатке, а также нормализует проницаемость сосудов глазного яблока. Ретиналамин® уменьшает деструктивные изменения в пигментном эпителии сетчатки при различных формах дегенерации, регулирует внутриклеточный белковый синтез в клетках сетчатки и пигментного эпителия, модулирует активность клеточных элементов сетчатки, улучшает эффективность функционального взаимодействия пигментного эпителия и наружных сегментов фоторецепторов при развитии патологических процессов. Препарат регулирует процессы метаболизма, предотвращает окислительный стресс и эксайтотоксичность, в итоге предупреждая гибель клетки (апоптоз) [46].

Кроме того, Ретиналамин® стимулирует фибринолитическую активность крови и оказывает иммуномодулирующее действие, увеличивая экспрессию рецепторов

на Т- и В-лимфоцитах и повышая фагоцитарную активность нейтрофилов [47].

К особенностям механизма действия Ретиналамина® следует отнести опосредованный дозозависимый эффект (модулирующее действие), отстроченное действие за счет запуска пептидных каскадов, совместимость с препаратами всех фармакологических групп.

Доклинические исследования В.Н. Алексеева и Н.Ю. Чурилина на экспериментальной модели глаукомы у животных с помощью морфометрического анализа ганглиозных клеток сетчатки и нейронов зрительного нерва доказали нейропротекторное действие регуляторных пептидов [46]. Сохранение толщины слоя аксонов (на 36–43 %), увеличение активности мюллеровских клеток за счет повышения экспрессии глутамин синтетазы и индуцибельной синтазы оксида азота при применении пептидов отражают влияние глии на коррекцию метаболизма и, как следствие, ее положительную роль в отношении нейропротекции в глазу. Т.В. Ставицкой и Е.А. Егоровым было выполнено сравнительное исследование эффективности нейропротекторов у экспериментальных животных в условиях пролонгированной ишемии. Авторы доказали, что на фоне лечения Ретиналамином® улучшались электрофизиологические параметры функциональной активности ГКС и аксонов зрительного нерва даже в сроки, превышающие среднее время удержания препарата в сетчатке, что, возможно, обусловлено активацией собственных защитных механизмов под действием регуляторного пептида [47]. С.Э. Аветисов, В.П. Еричев и соавт. изучали терапевтическую чувствительность культуры клеток сетчатки к Ретиналамину® при моделировании глаукомной оптиконейропатии [48]. В результате исследования было выяснено, что Ретиналамин® не обладает значимой токсичностью ни в одной из использованных концентраций. При совместном внесении глутамата и Ретиналамина® в конечной концентрации 1,25 мг/мл количество выживших клеток возросло до 51,6 %.

Для безопасного и эффективного применения лекарственных препаратов в клинической практике важно знать особенности взаимодействия компонентов препарата с рецепторами организма и характер распределения препарата при различных режимах введения в пределах рекомендованных к применению доз. С этой целью Н.А. Верлов и соавт. изучали лиганд-рецепторное взаимодействие Ретиналамина® с широкой панелью рецепторных мишеней *in vitro* и биораспределение данного лекарственного препарата в органах лабораторных животных при различных режимах введения [49]. В результате исследования выявлен значимый эффект взаимодействия полипептидного препарата с глутаматными рецепторами разных подтипов: AMPA, NMDA и mGluR1, ассоциированными с потерей ГКС, что свидетельствует о его высокой нейропротекторной активности. Было доказано, что изучаемый препарат обладает достаточно высокой биодоступностью к тканям головного мозга и глаза, а наиболее выраженное накопление препарата в глазном яблоке определяется при внутримышечном введении дозы 1,7 мг/кг.

Результаты клинического исследования применения Ретиналамина® у пациентов с ПОУГ В.В. Нероева и соавт. (2006) продемонстрировали отсутствие местных и общих побочных реакций при различных способах введения препарата, положительную динамику периферического зрения по показателям пороговой чувствительности сетчатки у большинства пациентов, субъективное улучшение зрения после курса лечения у ряда пациентов с начальной и развитой стадиями глаукомы, достоверное улучшение центрального зрения по данным электрофизиологических методов диагностики [50].

Согласно данным Ю.С. Астахова и соавт., у пациентов с I–II стадиями глаукомы после лазерного и хирургического лечения, получавших курс эндоназального электрофореза с введением Ретиналамина®, отмечалось достоверное повышение остроты зрения с 0,74 до 0,84, снижение процента абсолютных и относительных скотом с 7,7 до 7,1 %, увеличение толщины слоя нервных волокон, а также повышение толерантности зрительного нерва к нагрузкам по результатам электрофизиологических исследований [47].

Е.А. Егоров и соавт. выявили положительную динамику по ряду показателей (острота зрения, поля зрения) через 3 месяца после 10-дневного курса внутримышечного ведения препарата в дозировке 5 мг [51]. В.Н. Алексеев и соавт. при анализе сканирующей конфокальной ретинотомограммы при применении Ретиналамина® получили достоверное увеличение средней толщины ретинальных нервных волокон у пациентов основной группы [52]. Авторы отметили, что применение Ретиналамина® эффективно на всех стадиях ПОУГ, и рекомендуют начинать лечение сразу после выявления заболевания с кратностью курсов терапии 2 раза в год.

В 2019 году было проведено многоцентровое проспективное рандомизированное контролируемое исследование эффективности Ретиналамина® на базе трех клинических центров: отделения глаукомы ФГБНУ «НИИ глазных болезней», кафедры глазных болезней РНИМУ им. Н.И. Пирогова, кафедры глазных болезней ФГБОУ ВО ЯГМУ Минздрава России, целью которого было проанализировать эффективность и безопасность применения препарата для ретинопротекции у пациентов с ПОУГ при внутримышечном введении [53]. На фоне применения Ретиналамина® (2 курса внутримышечно по 5 мг в течение 20 дней с интервалом 6 месяцев) удалось стабилизировать как функциональное, так и структурное состояние зрительного анализатора, что проявлялось в достоверной положительной динамике показателей функционального состояния нейросенсорного аппарата — периметрических индексов: индекса среднего отклонения (MD), PSD к 12-му месяцу наблюдения после 2-го курса терапии Ретиналамином®

и электрофизиологических показателей (амплитуды и латентности компонентов P50 и N95) паттерн — ЭРГ.

Некоторые авторы отмечают стабилизацию глаукомного процесса на фоне регулярного лечения Ретиналамином® [54, 55] и улучшение регионарной гемодинамики, а также ретинальной микроциркуляции у больных глаукомой [56].

Сотрудниками отдела глаукомы МНИИ ГБ им. Гельмгольца в 2005 г. было проведено сравнительное изучение эффективности пептидных биорегуляторов в лечении больных ПОУГ [55]. Следует отметить, что улучшение показателей светочувствительности сетчатки и контрастной чувствительности наблюдалось, как правило, не сразу, порой лишь через три месяца после окончания курса лечения, и в основном у больных с начальной и развитой стадиями глаукомы.

В неврологии большое внимание было уделено изучению свойств нейропептидов, структурно связанных с адренокортикотропным гормоном (АКТГ). Было показано, что данные пептиды влияют на свойства синаптических мембран, тормозят активацию микроглии, обладают самостоятельным нейротрофическим эффектом. Особого внимания заслуживает синтетический аналог АКТГ — Семакс, разработанный под руководством академика И.П. Ашмарина учеными ИМГ РАН и МГУ в 1997 г. и успешно использованный в офтальмологии для лечения оптических невритов различной этиологии, а также некоторых форм атрофии зрительного нерва [57]. В 2000 г. Н.И. Курышевой и соавт. впервые были предприняты исследования Семакса в качестве нейропротектора в лечении ГОН. Основанием для выбора Семакса в качестве нейропротектора явились данные о том, что указанный нейропептид способен регулировать экспрессию нейротрофинов 3, 4, 5 и BDNF [58].

**Использование витаминов в лечении ГОН**

Применение витаминов с нейропротекторной целью давно привлекало внимание исследователей. Наиболее положительно зарекомендовал себя витамин Е (α-токоферол), который защищает сетчатку от светового повреждения, а нейроны — от патологического действия реперфузии, причем особенно эффективен препарат в сочетании с витаминами группы В. В результате многолетних исследований была продемонстрирована антиоксидантная, антигипоксантная, радиопротекторная, антиатеросклеротическая, гиполипидемическая, противовоспалительная, антиостеопоротическая, нейропротективная, иммуномодулирующая, противоопухолевая активность витамина Е [59].

Положительный эффект витаминов группы В, особенно при обеспечении нейропротекторной и антиоксидантной защиты сетчатки, описывается в ходе многочисленных исследований отечественных и зарубежных авторов. В зарубежной литературе последних лет отмечается возрождение интереса к применению никотинамида (вит. $B_3$) при глаукоме. Это связано с его активным влиянием на обменные процессы. В качестве кофактора энзимов он задействован в метаболизме клетки, тканевом дыхании, экспрессии генов, окислительно-восстановительных процессах и репарации дезоксирибонуклеиновой кислоты. Никотинамид предотвращает и замедляет процессы, вызывающие апоптоз, такие как ишемия, окислительный стресс, воспаление, митохондриальная дисфункция, эксайтотоксичность, нарушение аксонального транспорта и потеря нейротрофинов, обеспечивая прямую нейропротекцию [60].

Давно известны полезные свойства витамина С, который обладает нейропротекторной активностью, обусловленной его свойствами как кофактора ферментов и его антиоксидантными эффектами. В исследовании S. Li и соавт. было показано, что витамин С способствует нейропротекторному фенотипу и увеличивает экспрессию генов, связанных с нейротропными факторами, фагоцитозом и выработкой митохондриального АТФ. Этот эффект зависит от повышения регуляции секретируемого фосфопротеина 1 (SPP1) в реактивных астроцитах через фактор транскрипции E2F1. Астроциты SPP1+, в свою очередь, способствуют выживанию ганглиозных клеток сетчатки в мышиной модели глаукомы. Кроме того, пероральный прием витамина С снижает ВГД у мышей. Это исследование выявляет дополнительный нейропротекторный путь витамина С и предполагает потенциальную терапевтическую роль витамина С при нейродегенеративных заболеваниях, и при глаукоме в частности [61].

Витамин А является важным соединением для нормального функционирования сетчатки и родопсина и действует как антиоксидант. Результаты его исследования при глаукоме носят противоречивый характер, но в целом показывают, что витамин А может оказывать защитное действие на зрительный нерв. Точный механизм действия витамина А при глаукоме неясен и потенциально может быть связан с его антиоксидантными свойствами [62].

Вместе с тем применение витаминов в комплексном лечении ГОН требует дальнейших исследований.

**Применение статинов в лечении ГОН**

В литературе обсуждается вопрос о целесообразности назначения препаратов, понижающих содержание липидов (статины: ловастатин, мевакор, ровакор, симвастатин, флувастатин, лескол). Установлено, что эти препараты могут снижать чувствительность нейронов к фокальной ишемии. Экспериментальные исследования показали, что действие статинов при ишемии реализуется через модулирование продукции оксида азота, в частности статины, ингибируют активацию NO-синтазы и продукцию оксида азота в клетках астроцитов и макрофагов. Наряду с этим статины могут тормозить окисление липопротеинов и снижать активность свободнорадикальных процессов в нейронах. Однако результаты исследования S.Y. Pan и соавт. показали, что правастатин

и симвастатин статистически значимо увеличивали риск возникновения глаукомы, в связи с этим они советуют проявлять осторожность при назначении этих конкретных статинов пациентам, подверженных риску развития глаукомы, а использование статинов может быть независимым фактором риска глаукомы [63].

Антисклеротическими свойствами обладают фибраты — препараты, уменьшающие уровень триглицеридов в крови (клофибрат, мисклерон, липомид, безафибрат, фенофибрат). Полагают, что применение этих препаратов может быть эффективным для снижения риска развития глаукомы, особенно у лиц, страдающих атеросклерозом [64].

**Применение пищевых добавок в лечении ГОН**

Особо обсуждается в литературе вопрос о диете и применении пищевых добавок в лечении глаукомы [62]. Полагают, что диета с повышенным содержанием омега-3 и пониженным содержанием омега-6 может привести к повышению офтальмотонуса в результате блокирования действия простагландинов и снижения увеосклерального оттока внутриглазной жидкости. Использование пищевых добавок в лечении ГОН теоретически может рассматриваться в двух основных направлениях. Во-первых, это влияние на процессы апоптоза коллагена и ремоделирования ткани. В этом плане показаны пищевые добавки, содержащие такой антиоксидант, как глутатион. Во-вторых, это влияние на апоптоз эластина, что особенно актуально в смысле свойств склеры в зоне решетчатой пластинки. В этом аспекте показан антиоксидант витамин Е. Следует признать, что все эти рассуждения носят пока лишь гипотетический характер и нуждаются в серьезном научном подтверждении.

**Препараты для восстановления хориоидального кровотока**

У пациентов пожилого возраста наблюдается снижение толщины хориоидеи, поэтому одним из перспективных направлений лечения патологии, в основе которой лежит в том числе дефицит хориоидального кровотока, является его восстановление. Хориоидальное кровообращение играет важную роль в обеспечении питательными веществами и удалении ненужных остатков из слоев пигментного эпителия и сетчатки. В то же время доказана важная роль перипапиллярного хориоидального кровотока в трофике преламинарной порции зрительного нерва. В настоящее время ведутся исследования препаратов, улучшающих хориоидальный кровоток, главным образом с точки зрения лечения возрастной макулярной дегенерации. В последние годы ведутся активные исследования в отношении «Алпростадила» (UCB Pharma, Berkshire, Великобритания), «MC-1101» и «Моксаверина», в ходе которых было показано улучшение показателей хориоидального кровотока на фоне применения данных препаратов.

**Лечение глаукомы, не связанное со снижением ВГД**

Исследование 2012 года показало, что почти каждый девятый пациент с глаукомой использовал те или иные альтернативные методы лечения [65]. Наиболее распространенной формой альтернативного лечения является применение препаратов растительного происхождения с последующим изменением диеты и приемом витаминно-минеральных добавок. Несмотря на то что было предложено множество альтернативных методов лечения, исследования большинства его форм либо отсутствуют, либо не дают окончательных результатов, чтобы доказать влияние на исходы течения глаукомы.

**Ресвератрол**

Ресвератрол — это добавка с высокими антиоксидантными свойствами, которая содержится в кожуре красного винограда, арахисе, некоторых ягодах и красном вине. Считается, что он обладает вазопротекторным действием, подавляя синтез эндотелина-1 [66]. Ресвератрол (RES) играет защитную роль для ГКС при их ишемическом повреждении и гипоксии, а также участвует в экспрессии белка ErbB2 в сетчатке, стимулируя рост клеток, подавляя апоптоз и снижая уровень окислительного стресса в подверженных воздействию $H_2O_2$ ГКС, таким образом содействуя их выживанию. В исследовании M. Golmohammadi и соавт. (2024) было показано, что интравитреальное введение RES способствовало эффективной защите ГКС от повышенного ВГД и может иметь терапевтический потенциал для лечения глаукомы [67]. RES также известен своими кардиопротекторными, противодиабетическими и противоопухолевыми свойствами. Ресвератрол увеличивает приток крови к сетчатке и головному мозгу и, следовательно, к зрительному нерву.

**Роль искусственного интеллекта в разработке нейропротективного лечения**

С целью повышения эффективности исследования нейропротекторов активно разрабатываются алгоритмы анализа результатов визуализации с помощью искусственного интеллекта [68]. Ведутся также разработки методов лечения на основе нанотехнологий, призванных повысить эффективность терапии посредством контролируемого высвобождения, адресной доставки, повышенной биодоступности, ограниченной диффузии и биосовместимости. По мнению авторов, технологии будущего позволят в значительной мере повлиять на зрительный прогноз при глаукоме благодаря развитию регенеративной медицины и применению нанотехнологий для создания эффективных тканевых каркасов и нейропротективных методов лечения [69].

Следует отметить, что, несмотря на огромное количество разрабатываемых потенциальных нейропротекторов, ни один из них не прошел финальную фазу клинических испытаний. Так, например, III фаза

клинических испытаний мемантина в качестве нейропротекторного средства при глаукоме представляла собой рандомизированное плацебо-контролируемое двойное слепое исследование при участии 2298 пациентов из 128 центров. Исследование стоимостью около 100 миллионов долларов не увенчалось успехом и поставило под сомнение целесообразность дальнейших испытаний нейропротекторов. В этом исследовании эффективность препарата оценивалась по отсутствию прогрессирования ГОН по данным стандартной автоматической периметрии (HFA 24-2), FDT-периметрии и фотографирования ДЗН [70].

Обладает ли такая оценка прогрессирования ГОН высокой чувствительностью и специфичностью? Оправданы ли высокие затраты на большую выборку? Chen и соавт. (2022) предложили использовать методы искусственного интеллекта для выявления пациентов из группы высокого риска прогрессирования ГОН, что позволит не только снизить экономические затраты на клинические испытания, но и избежать ошибки 2-го рода в статистическом анализе (примечание: «отвергнуть верную альтернативную гипотезу») [71]. Использование методов искусственного интеллекта при формировании дизайна исследования набирает большую популярность и в других областях медицины.

Особенно актуальным исследовательским направлением является поиск ранних предикторов прогрессирования ГОН. Normando и соавт. разработали уникальную технологию ранней оценки прогрессирования ГОН посредством распознавания алгоритмом сверточных нейронных сетей апоптических ганглиозных клеток сетчатки (DARC, Detection of Apoptosing Retinal Cells) [72]. Для подсчета апоптических ганглиозных клеток требуется получение изображений сетчатки с помощью конфокального сканирующего лазерного офтальмоскопа (cSLO) после предварительного внутривенного введения флюоресцентного маркера ANX776. Методика успешно прошла II фазу клинических испытаний и позволила на 18 месяцев раньше, чем ОКТ-оценка толщины СНВС, предсказать прогрессирование ГОН. Методика DARC уже апробирована для оценки нейропротективного эффекта коэнзима Q10 [73], авторы также заявляют о перспективных исследованиях в отношении других лекарственных средств.

**Влияние образа жизни на течение ГОН**

Как известно, уровень ВГД динамически меняется в течение суток, причем пик ВГД у многих пациентов приходится на ночное время, что в основном обусловлено влиянием циркадных ритмов. Однако немаловажным оказывается влияние положения головы во время сна на уровень ВГД. Сон в положении лежа на спине и с наклоном головы под углом 20 градусов может снизить ВГД в течение ночи, а рекомендации пациентам постоянно избегать сна на боку помогут избежать прогрессирования заболевания [74].

Учитывая тот факт, что глаукома является многофакторным заболеванием, связанным с воспалительными процессами, стандартом лечения глаукомы должно быть поощрение пациентов к поддержанию общего состояния здоровья, а также здорового веса и режима питания. Упражнения и умеренная физическая нагрузка приводят к временному снижению ВГД и непродолжительному улучшению глазной перфузии. Более того, в центре внимания оказались нейропротекторный эффект физических упражнений за счет активации нейротрофина и улучшения функции митохондрий, а также положительное влияние на психическое состояние пациента [75].

Не вызывают сомнения работы, посвященные оценке влияния массы тела на риск возникновения глаукомы. Популяционное кросс-секционное исследование, проведенное в Южной Корее в 2020 году, показало, что у женщин с низким ИМТ (менее 18,5) уровень заболеваемости глаукомой был выше. Предполагалось, что это связано с более низким потреблением всех питательных веществ, особенно, с низким потреблением белка и тиамина [76]. Проспективное когортное исследование с участием 287 553 человек показало, что люди с ИМТ более 30 имели высокий риск развития ПОУГ, а при наличии метаболического синдрома (сахарный диабет, гипертоническая болезнь, дислипидемия) риск еще больше увеличивался (отношение рисков, ОР = 1,574) [77].

Исследования, проведенные в отношении влияния курения на глаукомный процесс, показали наличие тесной связи между интенсивным курением и развитием глаукомы, а также между колебаниями ВГД и курением. В целом риски, связанные с курением, при глаукоме известны: образование свободных радикалов в результате курения повреждает ткани глаза и усиливает воспаление в организме. Таким образом, отказ от курения все еще может быть рекомендован всем пациентам в качестве защитного механизма для общего состояния здоровья и здоровья глаз.

Глаукома часто сопровождается тревогой и депрессией из-за стресса, связанного со страхом необратимой слепоты. Стресс и повышенный уровень кортизола вызывают дисбаланс симпатической нервной системы и дисрегуляцию сосудов, ухудшая трофику зрительного нерва, тем самым замыкая порочный круг. Психотерапевтические методы лечения, такие как снижение стресса на основе осознанности (Mindfulness-based stress reduction) и медитация, направлены на снижение уровня кортизола в сыворотке крови, что положительно сказывается на нормализации ВГД и микроциркуляции в ДЗН и сетчатке [78]. Такие способы психотерапии, как когнитивно-поведенческая терапия (Eye Movement Desensitization and Reprocessing) и семейная расстановочная терапия, также могут быть рекомендованы при данной патологии.

Следует помнить, что изменение образа жизни может сыграть решающую роль в снижении риска прогрессирования глаукомы. Хотя эти факторы образа жизни

не заменяют медикаментозное и хирургическое лечение, они могут служить дополнительными мерами для улучшения общего состояния здоровья глаз и потенциального замедления прогрессирования глаукомы.

Таким образом, нейропротективная терапия представляет собой важнейший этап в комплексном лечении глаукомы, направленный на непосредственную борьбу с нейродегенеративными процессами в ганглиозных клетках сетчатки. Несмотря на то что разработаны перспективные и патогенетически обоснованные методы нейропротекции, необходимы дальнейшие исследования с использованием современных методов научного анализа, таких как искусственный интеллект, для подтверждения эффективности и безопасности нейропротекторов в клинических условиях.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Курышева 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. — изучение источников литературы;
Ким В.Е. — изучение источников литературы;
Ким И.Д. — изучение источников литературы;
Чеботарева М.В. — изучение источников литературы.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Yang J, Yang P, Tezel G, Patil RV, Hernandez MR, Wax MB. Induction of HLA-DR expression in human lamina cribrosa astrocytes by cytokines and simulated ischemia. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42:365–371.
2. 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.
3. Guo L, Salt TE, Maass A. Assessment of neuroprotective effects of glutamate modulation on glaucoma- related retinal ganglion cell apoptosis in vivo. Investigative Ophthalmology and Visual Science. 2006;47(2):626–633. doi: 10.1167/iovs.05-0754.
4. Wax MB, Tezel G, Yang J, Peng G, Patil RV, Agarwal N, Sappington RM, Calkins DJ. Induced autoimmunity to heat shock proteins elicits glaucomatous loss of retinal ganglion cell neurons via activated T-cell-derived fas-ligand. J Neurosci. 2008;28(46):12085–12096. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3200-08.2008.
5. Ekici E, Moghimi S. Advances in understanding glaucoma pathogenesis: A multifaceted molecular approach for clinician scientists. Mol Aspects Med. 2023;94:101223. doi: 10.1016/j.mam.2023.101223.
6. Reichelt J, Joachim SC, Pfeiffer N, Grus FH. Analysis of autoantibodies against human retinal antigens in sera of patients with glaucoma and ocular hypertension. Curr Eye Res. 2008;33(3):253–261. doi: 10.1080/02713680701871157.
7. Курышева НИ, Еричев ВП. Винецкая МИ. О проницаемости барьера кровь — водянистая влага при первичной открытоугольной глаукоме. Вестник офтальмологии. 1998;1:10–13.
   Kurysheva NI, Erichev VP, Vinetskaya MI. On the permeability of the blood-aqueous humor barrier in primary open-angle glaucoma. Annals of Ophthalmology. 1998;1:10–13.
8. Tezel G, Li LY, Patil RV, Wax MB. TNF-alpha and TNF-alpha receptor-1 in the retina of normal and glaucomatous eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001 Jul;42(8):1787–1794.
9. Ben Simon GJ, Bakalash S, Aloni E, Rosner M. A rat model for acute rise in intraocular pressure: immune modulation as a therapeutic strategy. Am J Ophthalmol. 2006;141(6):1105–1111. doi: 10.1016/j.ajo.2006.01.073.
10. Rudzinski M, Wong TP, Saragovi HU. Changes in retinal expression of neurotrophins and neurotrophin receptors induced by ocular hypertension. J Neurobiol. 2004;58(3):341–354. doi: 10.1002/neu.10293.
11. Nishijima E, Honda S, Kitamura Y, Namekata K, Kimura A, Guo X, Azuchi Y, Harada C, Murakami A, Matsuda A, Nakano T, Parada LF, Harada T. Vision protection and robust axon regeneration in glaucoma models by membrane-associated Trk receptors. Mol Ther. 2023;31(3):810–824. doi: 10.1016/j.ymthe.2022.11.018.
12. Lambiase A, Aloe L, Centofanti M, Parisi V, Báo SN, Mantelli F, Colafrancesco V, Manni GL, Bucci MG, Bonini S, Levi-Montalcini R. Experimental and clinical evidence of neuroprotection by nerve growth factor eye drops: Implications for glaucoma. Proc Natl Acad Sci USA. 2009;106(32):13469–13474. doi: 10.1073/pnas.0906678106.
13. Colafrancesco V, Parisi V, Sposato V, Rossi S, Russo MA, Coassin M, Lambiase A, Aloe L. Ocular application of nerve growth factor protects degenerating retinal ganglion cells in a rat model of glaucoma. J Glaucoma. 2011;20(2):100–108. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181d787e5.
14. Kobayashi-Otsugu M, Kishimoto Y, Azuma M, Fukiage C. FK962 protects retinal ganglion cell under hypoxia/reoxygenation: Possible involvement of glial cell line-derived neurotrophic factor signaling pathway. Exp Eye Res. 2024;248:110099. doi: 10.1016/j.exer.2024.110099.
15. AAO 2024: Phase II study on the safety of intravitreal NT-501 encapsulated cell therapy implantation for glaucoma treatment. https://www.clinicaltrialsarena.com/analyst-comment/aao-2024-phase-ii-study-cntf/?cf-view
16. Sharma R, Grover A. Myocilin-associated Glaucoma: A Historical Perspective and Recent Research Progress. Mol Vis. 2021;27:480–493.
17. Scheetz TE, Faga B, Ortega L, Roos BR, Gordon MO, Kass MA, Wang K, Fingert JH. Glaucoma Risk Alleles in the Ocular Hypertension Treatment Study. Ophthalmology. 2016 Dec;123(12):2527–2536. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.08.036.
18. Trikha S, Saffari E, Nongpiur M, Baskaran M, Ho H, Li Z, Tan PY, Allen J, Khor CC, Perera SA, Cheng CY, Aung T, Vithana E. A Genetic Variant in TGFBR3-CDC7 Is Associated with Visual Field Progression in Primary Open-Angle Glaucoma Patients from Singapore. Ophthalmology. 2015;122(12):2416–2422. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.08.016.
19. Zhou L, Zhan W, Wei X. Clinical pharmacology and pharmacogenetics of prostaglandin analogues in glaucoma. Front Pharmacol. 2022 Oct 12;13:1015338. doi: 10.3389/fphar.2022.1015338.
20. Anton N, Geamănu A, Iancu R, Pîrvulescu RA, Popa-Cherecheanu A, Barac RI, Bandol G, Bogdănici CM. A Mini-Review on Gene Therapy in Glaucoma and Future Directions. Int J Mol Sci. 2024;25(20):11019. doi: 10.3390/ijms252011019.
21. Fischer D, Petkova V, Thanos S, Benowitz LI. Switching mature retinal ganglion cells to a robust growth state in vivo: gene expression and synergy with RhoA inactivation. J Neurosci. 2004;24(40):8726–8740. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2774-04.2004.
22. Wu J, Bell OH, Copland DA, Young A, Pooley JR, Maswood R, Evans RS, Khaw PT, Ali RR, Dick AD, Chu CJ. Gene Therapy for Glaucoma by Ciliary Body Aquaporin 1 Disruption Using CRISPR-Cas9. Mol Ther. 2020 Mar 4;28(3):820–829. doi: 10.1016/j.ymthe.2019.12.012.
23. Donahue RJ, Fehrman RL, Gustafson JR, Nickells RW. $BCLX_L$ gene therapy moderates neuropathology in the DBA/2J mouse model of inherited glaucoma. Cell Death Dis. 2021;12(8):781. doi: 10.1038/s41419-021-04068-x.
24. Wang LH, Huang CH, Lin IC. Advances in Neuroprotection in Glaucoma: Pharmacological Strategies and Emerging Technologies. Pharmaceuticals (Basel). 2024 Sep 25;17(10):1261. doi: 10.3390/ph17101261.
25. Tian Y, Zhang T, Li J. Advances in development of exosomes for ophthalmic therapeutics. Adv Drug Deliv Rev. 2023;199:114899. doi: 10.1016/j.addr.2023.114899.
26. Mead B, Ahmed Z, Tomarev S. Mesenchymal Stem Cell-Derived Small Extracellular Vesicles Promote Neuroprotection in a Genetic DBA/2J Mouse Model of Glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2018;59(13):5473–5480. doi: 10.1167/iovs.18-25310.
27. Xia Q, Zhang D. Apoptosis in glaucoma: A new direction for the treatment of glaucoma (Review). Mol Med Rep. 2024;29(5):82. doi: 10.3892/mmr.2024.13207.
28. Pawar M, Busov B, Chandrasekhar A, Yao J, Zacks DN, Besirli CG. FAS apoptotic inhibitory molecule 2 is a stress-induced intrinsic neuroprotective factor in the retina. Cell Death Differ. 2017;24(10):1799–1810. doi: 10.1038/cdd.2017.109.
29. Liang S. Role of T cell-induced autoimmune response in the pathogenesis of glaucoma. Int Ophthalmol. 2024;44(1):241. doi: 10.1007/s10792-024-03224-4.
30. Kamat SS, Gregory MS, Pasquale LR. The Role of the Immune System in Glaucoma: Bridging the Divide Between Immune Mechanisms in Experimental Glaucoma and the Human Disease. Semin Ophthalmol. 2016;31(1-2):147–154. doi: 10.3109/08820538.2015.1114858.
31. Suzuki M, Meguro A, Ota M, Nomura E, Kato T. Genotyping HLA-DRB1 and HLA-DQB1 alleles in Japanese patients with normal tension glaucoma. Mol Vis. 2010;16:1874–1879.
32. Soleimani M, Tavalaee M, Aboutorabi R, Adib M, Bahramian H. Evaluation of Fas positive sperm and complement mediated lysis in subfertile individuals. J Assist Reprod Genet. 2010;27(8):477–482. doi: 10.1007/s10815-010-9425-4.
33. Von Thun Und Hohenstein-Blaul N, Kunst S, Pfeiffer N, Grus FH. Biomarkers for glaucoma: from the lab to the clinic. Eye (Lond). 2017;31(2):225–231. doi: 10.1038/eye.2016.300.
34. Joachim SC, Pfeiffer N, Grus FH. Autoantibodies in patients with glaucoma: a comparison of IgG serum antibodies against retinal, optic nerve, and optic nerve head antigens. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2005;243(8):817–823. doi: 10.1007/s00417-004-1094-5.
35. Maruyama I, Ikeda Y, Nakazawa M, Ohguro H. Clinical roles of serum autoantibody against neuron-specific enolase in glaucoma patients. Tohoku J Exp Med. 2002 Jul;197(3):125–132. doi: 10.1620/tjem.197.125.
36. Wang LH, Huang CH, Lin IC. Advances in Neuroprotection in Glaucoma: Pharmacological Strategies and Emerging Technologies. Pharmaceuticals (Basel). 2024 Sep 25;17(10):1261. doi: 10.3390/ph17101261.
37. Maciulaitiene R, Kalesnykas G, Pauza DH. A combination of topical and systemic administration of brimonidine is neuroprotective in the murine optic nerve crush model. PLoS One. 2024;19(8):e0308671. doi: 10.1371/journal.pone.0308671.
38. Курышева НИ. Селективные α-2-агонисты в лечении глаукомы: нейропротекторные свойства и влияние на глазной кровоток. Вестник офтальмологии. 2019;135(3):113–120.

Kurysheva NI. Selective α2 agonists in the treatment of glaucoma: neuroprotective properties and impact on ocular blood flow (in Russian only). Russian Annals of Ophthalmology. 2019;135(3):113–120 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135031113.
39. Simpkins JW, Wen Y, Perez E. Role of nonfeminizing estrogens in brain protection from cerebral ischemia: an animal model of Alzheimer's disease neuropathology. Ann N Y Acad Sci. 2005;1052:233–242. doi: 10.1196/annals.1347.019.
40. Razmara A, Duckles SP, Krause DN. Estrogen suppresses brain mitochondrial oxidative stress in female and male rats. Brain Res. 2007;1176:71–81. doi: 10.1016/j.brainres.2007.08.036.
41. Kumar DM, Perez E, Cai ZY. Role of nonfeminizing estrogen analogues in neuroprotection of rat retinal ganglion cells against glutamate-induced cyto-toxicity. Free Radical Biology and Medicine. 2005;38:1152–1163. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2004.12.007.
42. Nakazawa T, Takahashi H, Shimura M. Estrogen has a neuroprotective effect on axotomized RGCs through ERK signal transduction pathway. Brain Res. 2006;1093(1):141–149. doi: 10.1016/j.brainres.2006.03.084.
43. Zhou X, Li F, Ge J. Retinal ganglion cell protection by 17-beta-estradiol in a mouse model of inherited glaucoma. Dev Neurobiol. 2007;67(5):603–616. doi: 10.1002/dneu.20373.
44. Geyer O, Silver DM, Mathalon N. Gender and age effects on pulsatile ocular blood flow. Ophthalmic Res. 2003;35(5):247–250. doi: 10.1159/000072144.
45. Максимов ИБ. Ретиналамин в комплексном лечении инволюционных центральных дистрофий. М.: МЕДпресс-информ, 2006. 136 с.
Maximov IB. Retinalamin in complex treatment of involutional central dystrophies. Moscow: MEDpress-Inform, 2006. 136 p. (In Russ.).
46. Алексеев ВН, Чурилина НЮ. Павлова Е.А. Морфометрическое обоснование нейропротекторного действия пептидов при первичной открытоугольной глаукоме. Успехи современного естествознания. 2008;2:89–99.
Alekseev VN, Churilina NYu, Pavlova EA. Morphometric substantiation of neuroprotective action of peptides in primary open-angle glaucoma. Uspekhi sovremennogo naukosnaniya. 2008;2:89–99 (In Russ.).
47. Ставицкая ТВ, Егоров ЕА. Сравнение нейропротекторных свойств ретиналамина и эмоксипина. Клиническая офтальмология. 2004;3:108–110.
Stavitskaya TV, Egorov EA. Comparison of neuroprotective properties of retinalamin and emoxipin. Clinical Ophthalmology. 2004;3:108–110 (In Russ.).
48. Аветисов СЭ, Еричев ВП, Федоров АА, Яременко ТВ, Мураховская ЮК. Оценка терапевтической чувствительности ганглиозных клеток сетчатки в культуре к таргетному пептидному биорегулятору. Вестник офтальмологии. 2019;1:82–87. doi: 10.17116/oftalma201913501182.
Avetisov SE, Yerichev VP, Fedorov AA, Yaremenko TV, Murakhovskaya YuK. Evaluation of therapeutic sensitivity of retinal ganglion cells in culture to target peptide bioregulator. Annals of Ophthalmology. 2019;1:82–87 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201913501182.
49. Верлов НА, Доротенко АР, Гулина ЛС, Калатанова АВ, Трашков АП, Бурдаков ВС. Исследование лиганд-рецепторного взаимодействия и биораспределения при различных режимах введения лекарственного средства, содержащего полипептиды сетчатки глаз скота. Вестник офтальмологии. 2021;137(5):88–95. doi: 10.17116/oftalma20211370518.
Verlov NA, Dorotenko AR, Gulina LS, Kalatanova AV, Trashkov AP, Burdakov VS. Study of ligand-receptor interaction and biodistribution at different modes of administration of a drug containing polypeptides of cattle retina. Annals of Ophthalmology. 2021;137(5):88–95 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma20211370518.
50. Нероев ВВ, Еричев ВП, Ловпаче Д. Пептиды в нейропротекторной терапии больных первичной открытоугольной глаукомой с нормализованным тонусом. Ретиналамин в комплексном лечении инволюционных центральных дистрофий. М.: МЕДпресс-информ, 2006. 136 с.
Neroev VV, Yerichev VP, Lovpache D. Peptides in neuroprotective therapy of patients with primary open-angle glaucoma with normalized tone. Retinalamin in complex treatment of involutional central dystrophies. Moscow: MEDpress-Inform, 2006. 136 p.
51. Астахов ЮС, Бутин ЕВ, Морозова НВ, Соколов ВО, Флоренцева СС. Опыт применения Ретиналамина в лечении глаукомной нейрооптикопатии и возрастной макулярной дегенерации. Офтальмологические ведомости. 2013;5(2):45–49.
Astakhov YuS, Butin EV, Morozova NV, Sokolov VO, Florentseva SS. Experience of Retinalamin application in the treatment of glaucoma neurooptikopathy and age-related macular degeneration. Ophthalmologicheskie vedomosti. 2013;5(2):45–49.
52. Алексеев ВН, Козлова НВ. Применение ретиналамина у больных с первичной открытоугольной глаукомой. ГЛАУКОМА. 2013;1:49–52.
Alekseev VN, Kozlova NV. Application of retinalamine in patients with primary open-angle glaucoma. GLAUCOMA. 2013;1:49–52.
53. Страхов ВВ, Егоров ЕА, Еричев ВП, Ярцев АВ, Петров СЮ, Дорофеев ДА. Влияние длительной ретинопротекторной терапии на прогрессирование глаукомы по данным структурно-функциональных исследований. Вестник офтальмологии. 2020;136(5):58–66. doi: 10.17116/oftalma202013605158.
Strakhov VV, Egorov EA, Yerichev VP, Yartsev AV, Petrov SYu, Dorofeev DA. Effect of long-term retinoprotective therapy on glaucoma progression according to structural and functional studies. Annals of Ophthalmology. 2020;136(5):58–66 (In Russ.).
54. Strakhov VV, Egorov EA, Erichev VP. The influence of long-term retinal protective therapy on glaucoma progression according to structural and functional tests. Vestnik Oftalmoljgii. 2020;136(5):58–66 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013605158.
55. Еричев ВП, Шамшинова АМ, Ловпаче ДжН, Егорова ИВ. Коломойцева Е.М. Сравнительная оценка нейропротекторного действия пептидных биорегуляторов у пациентов с различными стадиями первичной открытоугольной глаукомы. Глаукома. 2005;1: 18–24.
Erichev VP, Shamshinova AM, Lovpache JN, Egorova IV, Kolomoitseva EM. Comparative assessment of the neuroprotective effect of peptide bioregulators in patients with different stages of primary open-angle glaucoma. Glaucoma. 2005;1: 18–24.
56. Дорофеев ДА., Кирилик ЕВ, Климова АВ, Соловьева ОБ. Влияние ретинопротекторной терапии на показатели оптической когерентной томографии с функцией ангиографии (пилотное исследование). *Вестник офтальмологии.* 2021;137(1):60-67.
Dorofeev DA, Kirilik EV, Klimova AV. Vliyanie retinoprotektornoi terapii na pokazateli opticheskoi kogerentnoi tomografii s funktsiei angiografii (pilotnoe issledovanie) [Effect of retinal protective therapy on optical coherence tomography angiography (pilot study)]. Vestn Oftalmol. 2021;137(1):60-67. Russian. doi: 10.17116/oftalma202113701160
57.Полунин ГС, Нуриева СМ, Баяндин ДЛ. Определение терапевтической эффективности нового отечественного препарата «Семакс» при заболеваниях зрительного нерва. Вестник офтальмологии. 2000;116(1):15–18.
Polunin GS, Nurieva SM, Bayandin DL Evaluation of therapeutic effect of new Russian drug semax in optic nerve disease. Annals of Ophthalmology. 2000;116(1):15–18 (In Russ.).
58. Курышева НИ, Шпак АА, Иойлева ЕЭ. «Семакс» в лечении глаукоматозной оптической нейропатии у больных с нормализованным офтальмотонусом. Вестник офтальмологии. 2001;4:5–8.
Kurysheva NI, Shpak AA, Ioyleva EE. "Semaks" in treatment of glaucomatous optic neuropathy in patients with normalized ophthalmotonus. Annals of Ophthalmology. 2001;4:5–8 (In Russ.).
59. Latib F, Zafendi MAI, Mohd Lazaldin MA. The use of vitamin E in ocular health: Bridging omics approaches with Tocopherol and Tocotrienol in the management of glaucoma. Food Chem (Oxf). 2024;9:100224. doi: 10.1016/j.fochms.2024.100224.
60. Корнеева АВ, Куроедов АВ, Газизова ИР, Брежнев АЮ, Ловпаче ДН, Лоскутов ИА. Влияние никотинамида на течение глаукомы. Национальный журнал Глаукома. 2020;19(3):75–81. doi: 10.25700/NJG.2020.03.08.
Korneeva AV, Kuroyedov AV, Gazizova IR, Brezhnev AYu, Lovpache DN, Loskoutov IA. Influence of nicotinamide on glaucoma patients. National Journal Glaucoma. 2020;19(3):75–81 (In Russ.). doi: 10.25700/NJG.2020.03.08.
61. Li S, Jakobs TC. Vitamin C protects retinal ganglion cells via SPP1 in glaucoma and after optic nerve damage. Life Sci Alliance. 2023;6(8):e202301976. doi: 10.26508/lsa.202301976.
62. Ramdas WD, Wolfs RC, Kiefte-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.
63. Pan SY, Chen YY, Hsu MY, Sheen YJ, Weng CH. Associations of different types of statins with the risk of open-angle glaucoma: a systematic review and network meta-analysis. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2024 Aug 30. doi: 10.1007/s00417-024-06620-9.
64. Tsai YE, Chen YH, Sun CA, Chung CH, Chien WC, Chien KH. Relationship between Using Fibrate and Open-Angle Glaucoma in Hyperlipidemic Patients: A Population-Based Cohort Study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(4):2415. doi: 10.3390/ijerph19042415.
65. Wan MJ, Daniel S, Kassam F. Survey of complementary and alternative medicine use in glaucoma patients. J Glaucoma. 2012;21(2):79–82. doi: 10.1097/IJG.0b013e3182027c0c.
66. Golmohammadi M, Meibodi SA, Al-Hawary SI. Neuroprotective effects of resveratrol on retinal ganglion cells in glaucoma in rodents: A narrative review. Animal Model Exp Med. 2024;7(3):195–207. doi: 10.1002/ame2.12438
67. Adeghate J, Rahmatnejad K, Waisbourd M, Katz LJ. Intraocular pressure-independent management of normal tension glaucoma. Surv Ophthalmol. 2019;64(1):101–110. doi: 10.1016/j.survophthal.2018.08.005.
68. Kim MJ, Martin CA, Kim J. Computational methods in glaucoma research: Current status and future outlook. Mol Aspects Med. 2023;94:101222. doi: 10.1016/j.mam.2023.101222.
69. Cetinel S, Montemagno C. Nanotechnology Applications for Glaucoma. Asia Pac J Ophthalmol (Phila). 2016;5(1):70–78. doi: 10.1097/APO.0000000000000171.
70. Weinreb RN, Liebmann JM, Cioffi GA, Goldberg I, Brandt JD, Johnson CA, Zangwill LM, Schneider S, Badger H, Bejanian M. 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.
71. Chen A, Montesano G, Lu R, Lee CS, Crabb DP, Lee AY. Visual Field Endpoints for Neuroprotective Trials: A Case for AI-Driven Patient Enrichment. Am J Ophthalmol. 2022;243:118–124. doi: 10.1016/j.ajo.2022.07.013.
72. Normando EM, Yap TE, Maddison J, Miodragovic S, Bonetti P. A CNN-aided method to predict glaucoma progression using DARC (Detection of Apoptosing Retinal Cells). Expert Rev Mol Diagn. 2020;20(7):737–748. doi: 10.1080/14737159.2020.1758067.
73. Davis BM, Tian K, Pahlitzsch M, Brenton J, Ravindran N. Topical Coenzyme Q10 demonstrates mitochondrial-mediated neuroprotection in a rodent model of ocular hypertension. Mitochondrion. 2017;36:114–123. doi: 10.1016/j.mito.2017.05.010.
74. Lazzaro EC, Mallick A, Singh M, Reich I, Elmann S The effect of positional changes on intraocular pressure during sleep in patients with and without glaucoma. J Glaucoma. 2014;23(5):282–287. doi: 10.1097/01.ijg.0000435848.90957.fe.
75. Zhu MM, Lai JSM, Choy BNK. Physical exercise and glaucoma: a review on the roles of physical exercise on intraocular pressure control, ocular blood flow regulation, neuroprotection and glaucoma-related mental health. Acta ophthalmologica, 2018;96(6):e676–e691. doi: 10.1111/aos.13661.

76. Lee JY, Kim JM, Lee KY, Kim B, Lee MY, Park KH. Relationships between Obesity, Nutrient Supply and Primary Open Angle Glaucoma in Koreans. Nutrients. 2020;12(3):878. doi: 10.3390/nu12030878.
77. Jung Y, Han K, Park HYL, Lee SH, Park CK. Metabolic Health, Obesity, and the Risk of Developing Open-Angle Glaucoma: Metabolically Healthy Obese Patients versus Metabolically Unhealthy but Normal Weight Patients. Diabetes Metab J. 2020;44(3):414–425. doi: 10.4093/dmj.2019.0048.
78. Dada T, Mondal S, Midha N, Mahalingam K, Sihota R. Effect of Mindfulness-Based Stress Reduction on Intraocular Pressure in Patients With Ocular Hypertension: A Randomized Control Trial. Am J Ophthalmol. 2022;239:66–73. doi: 10.1016/j.ajo.2022.01.017.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Курышева 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 Енгировна
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

Kurysheva Natalia I.
PhD, 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

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-265-272*

*поступила 27.08.24*
*was received 27.08.24*

# Технология инвертированного лоскута внутренней пограничной мембраны в хирургии первичных сквозных макулярных разрывов сетчатки. Обзор литературы





Н.М. Шилов[1] А.В. Терещенко[1,2] Н.Н. Юдина[1]
С.В. Новиков[1], С.Ж. Кабулдинова[1]

[1] Калужский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. им. Святослава Федорова, 5, Калуга, 248007, Российская Федерация

[2] Медицинский институт ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского»
ул. С. Разина, 26, Калуга, 248023, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):265–272**

В обзоре литературы описаны различные подходы к пилингу внутренней пограничной мембраны (ВПМ) сетчатки в хирургическом лечении сквозных макулярных разрывов (СМР). Особое внимание уделено технологии инвертированного лоскута ВПМ для блокирования макулярного отверстия, прослежены предложенные авторами в разные годы различные модификации данной технологии: с сохранением интактной ВПМ по краю СМР, однослойный лоскут ВПМ, темпоральный лоскут ВПМ, с сохранением интактного папилломакулярного пучка, с применением «активного подсушивания» лоскута ВПМ, формирование верхнего ивертированного лоскута ВПМ, формирование лоскута ВПМ на «ножке» и др. Описаны методики комбинации технологии инвертированного лоскута ВПМ с применением аутологичных компонентов крови в хирургии СМР, рассмотрены варианты хирургической тактики в случаях незакрытия СМР после первичного хирургического вмешательства с формированием инвертированного лоскута ВПМ, описано применение фрагментов различных структур глаза для блокирования СМР. Продолжающийся поиск новых решений в хирургии СМР свидетельствует об актуальности этой проблемы. Несмотря на множество описанных хирургических техник, нет единого подхода к хирургическому лечению СМР сетчатки, каждая из существующих методик имеет как преимущества, так и недостатки. Необходимо дальнейшее изучение обозначенной проблемы, требуется систематизация имеющихся данных и проведение крупномасштабных рандомизированных клинических исследований, направленных на выбор способа хирургического лечения СМР с максимальным анатомо-функциональным прогнозом.

**Ключевые слова:** сквозной макулярный разрыв, сетчатка, внутренняя пограничная мембрана, инвертированный лоскут

**Для цитирования:** Шилов Н.М., Терещенко А.В., Юдина Н.Н., Новиков С.В., Кабулдинова С.Ж. Технология инвертированного лоскута внутренней пограничной мембраны в хирургии первичных сквозных макулярных разрывов сетчатки. Обзор литературы. *Офтальмология.* 2025;22(2):265–272. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-265-272

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Technology of Inverted Internal Limiting Membrane Flap in Surgery of Primary Through Macular Retinal Holes. Literature Review

N.M. Shilov[1], A.V. Tereshchenko[1,2], N.N. Yudina[1], S.V. Novikov[1], S.Z. Kabuldinova[1]

[1] Kaluga branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Svyatoslav Fedorov str., 5, Kaluga, 248007, Russian Federation

[2] Kaluga state university named after K.E. Tsiolkovski
Stepan Razin str., 26, Kaluga, 248023, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):265–272**

A review of the literature describes various approaches to peeling the internal limiting membrane of the retina in the surgical treatment of penetrating macular holes. Particular attention is paid to the technology of the inverted internal limiting membrane flap for blocking the macular hole. Various modifications of this technology proposed by the authors over the years are shown: with preservation of the intact internal limiting membrane along the edge of penetrating macular holes, a single-layer flap of the internal limiting membrane, a temporal flap of the internal limiting membrane, with preservation of the intact papillomacular bundle, using "active drying" of the internal limiting membrane flap membranes, the formation of an upper inverted flap of the internal limiting membrane, the formation of a flap of the internal limiting membrane on a "pedicle", etc. Methods for combining the technology of an inverted internal limiting membrane flap with the use of autologous blood components in the surgery of through macular holes are also described, variants of surgical tactics are considered in cases of non-closure of penetrating macular holes after primary surgery with the formation of an inverted flap of the internal limiting membrane, the use of fragments of various eye structures for blocking is described penetrating macular holes. The ongoing search for new solutions in the surgery of penetrating macular holes indicates the relevance of this problem. Despite the many described surgical techniques, there is no single approach to the surgical treatment of penetrating macular holes of the retina; each of the existing techniques has both advantages and disadvantages. Further study of the identified problem is necessary; systematization of available data and large-scale randomized clinical trials are required, aimed at choosing a method of surgical treatment of penetrating macular holes with the maximum anatomical and functional prognosis.

**Keywords:** through-and-through macular hole, retina, internal limiting membrane, inverted flap

**For citation:** Shilov N.M., Tereshchenko A.V., Yudina N.N., Novikov S.V., Kabuldinova S.Z. Technology of Inverted Internal Limiting Membrane Flap in Surgery of Primary Through Macular Retinal Holes. Literature Review. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):265–272. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-265-272

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

**There is no conflict of interests.**

Сквозной макулярный разрыв (СМР) — дефект фовеолярной части сетчатки по всей толщине от внутренней пограничной мембраны (ВПМ) до пигментного эпителия сетчатки (ПЭС)1 — впервые был описан H. Knapp в 1869 году [1].

Патогенез макулярного разрыва (МР) обусловлен сохранением патологической адгезии задних кортикальных слоев стекловидного тела в макулярной области сетчатки после задней отслойки стекловидного тела. Сила витреоретинального взаимодействия является важным фактором прогрессирования МР. Динамические силы, оказываемые стекловидным телом, воздействуют на слои сетчатки в фовеа, что приводит к отеку средних и наружных слоев сетчатки макулярной области наряду с подъемом и ретракцией внутренних слоев сетчатки [2]. Согласно теории кистозной дегенерации возникающие интраретинальные кистозные изменения и образовавшиеся кисты, сливаясь, приводят к СМР [3].

[1] Бобр ТВ, Ракович АВ. Ламеллярные макулярные разрывы: практическое пособие для врачей. Гомель: ГУ «РНПЦ РМ и ЭЧ», 2023. 24 с.

Хирургия СМР прошла долгий путь [3]. В 1985 году N.E. Kelly и R.T. Wendel впервые выполнили хирургическое лечение СМР с проведением витрэктомии и тампонады газом, что, по их мнению, могло улучшить остроту зрения [4]. Авторы описали следующие этапы хирургии: витрэктомия, удаление заднего витреального кортекса, удаление эпиретинальной мембраны в случае ее наличия, полное замещение жидкости на газ (SF6). После операции пациенту следовало одну неделю находиться строго в положении лежа лицом вниз. Результат был безуспешным, поскольку авторы не знали о наличии задних кортикальных слоев стекловидного тела (задней гиалоидной мембраны), которые при последующем тракционном воздействии вызвали отслойку нейроэпителия с кистозным отеком сетчатки [5].

В 1997 году Eckardt и соавт. впервые предложили методику пилинга ВПМ диаметром 3–4 диаметра диска зрительного нерва (ДЗН) при помощи специально разработанного пинцета для макулорексиса. Успешное закрытие СМР при первичной хирургии достигалось в 90 % случаев [6]. Однако при длительно существующих

СМР большого диаметра (>400 мкм) такой эффективности достичь не удавалось [7].

С момента определения важности ВПМ в этиопатогенезе пилинг ВПМ стал ключевым этапом хирургии СМР [8]. Однако, несмотря на более высокие анатомические результаты, в целом ряде публикаций было показано, что функциональные показатели после пилинга ВПМ не превышают или уступают таковым у пациентов, которым пилинг ВПМ не выполняли [9].

В настоящее время споры о целесообразности проведения пилинга ВПМ в хирургии СМР продолжаются, но при этом стандартный подход все же включает проведение витрэктомии в сочетании с удалением ВПМ сетчатки концентрично СМР с воздушной или газовой тампонадой [10]. В более ранних публикациях в ряде случаев для улучшения анатомического результата хирургического вмешательства авторы предлагали использовать силиконовую тампонаду [11]. Было показано, что силиконовая тампонада может повысить анатомический результат лечения больших и резистентных СМР, но функциональный результат, как правило, ниже в сравнении с газовой тампонадой [12]. Кроме того, следует иметь в виду всем известные осложнения тампонады силиконовым маслом: повышение внутриглазного давления (ВГД), эмульгация силикона, оптическая нейропатия, эпиретинальные мембраны, «феномен необъяснимой потери зрительных функций», необходимость повторного вмешательства [13].

В последние годы в лечении СМР активно развиваются и совершенствуются методики, в основе которых лежит применение «инвертированного лоскута» ВПМ (ИЛВПМ) для блокирования макулярного отверстия. Механизм закрытия макулярного отверстия с применением таких методик неясен, но известно, что размещенный над макулярным отверстием ИЛВПМ содержит фрагменты клеток Мюллера, которые могут вызывать глиоз. S. Kase и соавт. предположили, что глиальные клетки, размещенные над СМР, могут продуцировать промежуточные нити и провоцировать ремоделирование тканей в пределах СМР [14]. Кроме того, перевернутый лоскут ВПМ служит барьером, предотвращающим попадание жидкости из витреальной полости в макулярное отверстие. Создание такого барьера способствует перемещению фоторецепторов в правильное положение [15].

В 2009 году Ю.А. Белый Ю.А и соавт. предложили методику лечения СМР сетчатки, обеспечивающую снижение травматичности вмешательства в зоне макулы: макулорексис проводился на расстоянии 300 мкм от края разрыва, при этом сохранялось прикрепление ВПМ по краю разрыва, полученным ИЛВПМ блокировалось макулярное отверстие с последующей газовой тампонадой [16].

В 2010 году Z. Michalewska и J. Nawrocki и соавт. опубликовали результаты применения ИЛВПМ в хирургии СМР большого диаметра. Метод включал отделение ВПМ от сетчатки в радиусе 2,5–3,0 мм, при этом ВПМ по краям макулярного отверстия оставалась прикрепленной, свободный край фрагмента ВПМ укорачивали при помощи витреотома, полученным перевернутым лоскутом ВПМ внахлест блокировали СМР. В результате было достигнуто закрытие СМР в 98 % случаев [17].

В 2014 году M.K. Shin и соавт. модифицировали технику ИЛВПМ таким образом, что однослойным фрагментом ВПМ покрывали СМР, обеспечивая более физиологичную и благоприятную основу для пролиферации глиальных клеток. Авторы использовали лоскут ВПМ диаметром в один ДЗН, удаляли остальную часть ВПМ вокруг СМР, прижимали ИЛВПМ к СМР при помощи ПФОС, чтобы удерживать лоскут на месте во время жидкостно-воздушного обмена с последующей тампонадой воздухом и положением пациента вниз лицом на сутки [18].

В 2014 году Ю.А. Белый и соавт. предложили технику, согласно которой формировали интактную зону сетчатки по краю СМР при помощи удаления локальных участков ВПМ, не доходя до края разрыва. Далее убирали ткань ВПМ с височной и носовой сторон полученного фрагмента, не доходя 50 мкм до края макулярного отверстия. Верхний и нижний секторы фовеолярной интактной ВПМ отделяли от сетчатки и блокировали внахлест макулярное отверстие [19]. В том же году авторы разработали хирургическую технику поэтапного формирования фрагмента ВПМ при СМР сетчатки. При этом удаляли отдельные локальные участки ВПМ концентрично макулярному отверстию, формируя фовеолярный интактный фрагмент ВПМ вокруг СМР шириной 0,5–0,8 мм, что обеспечивало сохранение точки зрительной фиксации. Разрыв сетчатки блокировали сформированным с височной стороны однослойным ИЛВПМ. Для позиционирования и стабилизации положения лоскута применяли ПФОС [20].

В 2016 году Ю.А. Белым и соавт. была предложена технология «активного подсушивания» ИЛВПМ за счет принудительной усиленной адресной подачи воздуха на область фовеа из специальной канюли. Это позволило ускорить интраоперационное подсушивание, стабилизацию и плотную адгезию лоскута к поверхности сетчатки, необходимую для надежного пролонгированного блокирования СМР с минимальным риском смещения ИЛВПМ в ходе операции и в раннем постоперационном периоде [21].

В 2017 году вышеуказанная методика была модифицирована группой авторов из Калужского филиала МНТК «МГ» им. акад. С.Н. Фёдорова». Основным преимуществом явилось расположение однослойного ИЛВПМ сверху относительно СМР, что минимизировало риски его бокового смещения и разворота за счет собственной силы тяжести и потока стекающей сверху вниз жидкой части стекловидного тела и непрерывно продуцируемой внутриглазной жидкости от периферии к центру при принятии пациентом вертикального положения [22]. Благодаря этому исчезла необходимость

проведения субтотальной витрэктомии с максимально полным удалением базиса стекловидного тела как источника остаточной жидкости, что также облегчало бесшовную самогерметизацию склеротомий, тем самым минимизировало продолжительность операции и снизило риски смещения ИЛВПМ при неизбежном нахождения пациента лежа на спине в этот период [23]. Максимальное длительное высушивание макулярной зоны сетчатки стало неактуальным, поэтому уменьшилось количество интраоперационных манипуляций для плотной адгезии и стабилизации лоскута ВПМ в нужном положении. Исчезла также необходимость строгого позиционирования пациента лежа вниз лицом, поскольку стало достаточно исключить положение лежа горизонтально на спине, при котором повышаются риски разблокирования СМР. ПФОС в ходе операции не применяли, что сократило количество потенциально травмирующих манипуляций при его удалении, исключило его токсическое воздействие и риски неполного удаления его остатков с поверхности сетчатки [22].

В том же 2017 году была описано хирургическое вмешательство при больших длительно существующих СМР, при которых множественные фрагменты ВПМ накладывали друг на друга как «капустные листья» [24]. Данная техника не получила широкого распространения, учитывая сложность выполнения и повышенные риски повреждения точки зрительной фиксации по краю разрыва, обратного разворота или отрыва лоскута ВПМ при замене жидкости на воздух.

В 2017 году Д.В. Петрачков и соавт. доложили о целесообразности сближения краев макулярного отверстия за счет пассивной аспирации канюлей с силиконовым наконечником с последующим блокированием СМР однослойным инвертированным фрагментом ВПМ[1]. Применение данной методики было связано с рисками травмирующего воздействия на края макулярного отверстия в момент сближения краев при пассивной аспирации.

Д.И. Бронский в 2019 году предложил методику, при которой выполнялся макулорексис в виде полулуния снизу относительно СМР, формируя карман между ВПМ и подлежащими слоями сетчатки. Сверху формировали инвертируемый фрагмент ВПМ, который при помощи микрошпателя заправляли в ранее созданный карман [25]. Методика характеризуется технической сложностью выполнения и повышенным риском травмирования центральной сетчатки инструментами.

В 2020 году группой авторов было предложено удаление ВПМ вокруг макулярного отверстия, за исключением интактного кольца по его краю шириной 2,0–2,5 диаметра СМР. Выполнялось отделение полученного кольца к центру, не доходя до края макулярного отверстия 0,1–0,2, мм, затем в одном меридиане рассекали полученный фрагмент ВПМ на два полукольца. Одно полукольцо заправляли в СМР, а второе укладывали сверху, блокируя макулярное отверстие [26]. Наряду с технической сложностью выполнения методики, заправление фрагмента ВПМ в просвет макулярного отверстия сопряжено с препятствием для сближения краев МР стык в стык.

В 2022 году был предложен способ лечения СМР, сочетающихся с эпиретинальными мембранными структурами, согласно которому инвертированный фрагмент ВПМ применялся в комплексе с эпиретинальной мембраной для блокирования разрыва. При этом предусмотрено деликатное отношение к «желтой ткани» и краям макулярного отверстия [27].

Следует отметить, что удаление и манипуляции с ВПМ или ИЛВПМ являются технически сложными действиями, но внедрение концепции хромовитрэктомии с применением различных красителей упростило эту процедуру [28]. Тем не менее существуют исследования, которые свидетельствуют о токсичности красителей, применяемых в витреоретинальной хирургии [29, 30]. Так, В.Н. Казайкиным в 2016 году было предложено исключить попадание красителя в просвет макулярного отверстия и тем самым минимизировать риски токсического воздействия на структуры сетчатки в области СМР. Это было достигнуто за счет нанесения пузырька ПФОС на разрыв перед окрашиванием ВПМ, а также неокрашивания зоны ВПМ, из которой формируют ИЛВПМ [31].

До сих пор продолжаются дискуссии о преимуществах методики ИЛВПМ в сравнении с классическим круговым макулорексисом. По данным одних иностранных публикаций, на глазах со СМР ≤ 400 мкм оба метода продемонстрировали высокие анатомические результаты без существенных различий по максимальной корригируемой остроте зрения (МКОЗ) [32]. Однако другие клинические исследования и метаанализы утверждают, что при СМР большого диаметра метод ИЛВПМ превосходит метод классического кругового макулорексиса в плане анатомического закрытия макулярного отверстия и восстановления зрительных функций [33, 34].

Следует отметить, что в хирургии СМР ранее применялись тромбин, трансформирующий фактор роста, аутоплазма, β2-фактор роста и концентрат аутотромбоцитов, но эти способы не получили широкого признания из-за противоречивых результатов при лечении СМР большого диаметра, на фоне осевой миопии высокой степени и при повторной операции в случаях незакрытия макулярного отверстия[2] [35, 36].

[1] Петрачков ДВ, Замыцкий ПА, Золотарев АВ. Роль сближения краев сквозного макулярного разрыва при использовании методики перевернутого лоскута. Современные технологии лечения витреоретинальной патологии: мат-лы науч.-практ. конф. М.; 2017:221–225.

[2] Айрапетова ЛЭ. Хирургическое лечение отслоек сетчатки с макулярным разрывом с применением биологического адгезива: автореф. дис. … канд. мед. наук. Спец. 14.00.08. МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С. Федорова. М., 2001. 20 с.
Лозинская ОЛ, Лыскин ПВ, Назарян МГ, Тахчиди ХП, Захаров ВД. Ферментная деструкция внутренней пограничной мембраны сетчатки в хирургическом лечении макулярного разрыва. Современные технологии лечения витреоретинальной патологии. 2007: мат-лы науч.-практ. конф. М., 2007:141–144.

На данный момент продолжают развитие технологии, применяющие адъюванты из аутоплазмы крови пациента (PRP/ACP), в том числе в комбинации с ИЛВПМ [37–40]. Отдельные исследования показывают, что производные на основе крови безопасны и эффективны, однако необходимо проведение рандомизированных клинических исследований для оценки эффективности и целесообразности применения цельной крови, а также аутологичных тромбоцитов при оперативном лечении СМР [41].

Все больше публикаций свидетельствуют о недостатках удаления ВПМ, которые не были очевидны ранее. С появлением спектральной оптической когерентной томографии (СОКТ) стало известно о ранних и отдаленных последствиях влияния пилинга ВПМ на структуры макулы, а с помощью микропериметрии определено его негативное влияние на центральную светочувствительность сетчатки [42–44].

Среди специалистов велись и продолжаются споры об оптимальной площади пилинга ВПМ. Некоторые авторы, изучая анатомический и функциональный результаты при удалении ВПМ различной площади, пришли к выводу, что бóльшая площадь пилинга ВПМ во время операции приводит к лучшему анатомическому и функциональному результатам с меньшей степенью метаморфопсий и меньшей асимметрией растяжения фовеальной ткани [45].

Л.И. Балашевичем и Я.В. Байбородовым в 2009 году была описана техника хирургического лечения СМР, согласно которой диаметр зоны пилинга ВПМ выбирали в соответствии с диаметром макулярного отверстия [46]. В 2014 году T.C. Ho и соавт. описали технику пилинга ВПМ в форме пояска вокруг СМР малого или среднего диаметра с сохранением центральной интактной части 400 мкм, что предотвращало повреждение сетчатки по краю макулярного отверстия, обеспечивая лучшее восстановление структуры фовеа и улучшение функционального результата [47]. В 2017 году S.N. Chen и соавт. описали технику «большого верхнего полукруглого перевернутого лоскута» с улучшенным результатом без необходимости применения какого-либо стабилизирующего вещества или длительного положения лицом вниз у пациентов с осевой миопией высокой степени [48]. Позднее А.А. Шпак и соавт. предложили сохранять интактной сетчатку на расстоянии 1,0 мм от края разрыва и доказали преимущества в отношении послеоперационной МКОЗ и светочувствительности сетчатки в хирургии СМР малого и среднего диаметра в сравнении с классическим круговым макулорексисом. Кроме того, были оценены офтальмоэргономические зрительные функции (контрастная светочувствительность, низкоконтрастная острота зрения, выраженность метаморфопсий) прооперированных пациентов, что тоже подтвердило большую эффективность методики [49].

Очевидно, что развитие технологии идет по пути минимизации площади пилинга ВПМ для снижения травматичности вмешательства. Со временем метод классического ИЛВПМ эволюционировал от полного удаления ВПМ вокруг разрыва с использованием инверсии фрагмента ВПМ для блокирования СМР к пилингу ВПМ только лишь в височном квадранте макулы и темпоральному инвертированному лоскуту в попытке смягчить побочные эффекты удаления ВПМ и улучшить функциональный результат лечения [50]. Позже методика темпорального ИЛВПМ была модифицирована Р.Р. Файзрахмановым и соавт., что позволило сохранить точку зрительной фиксации по краю разрыва за счет данных предоперационной микропериметрии при пилинге ВПМ в области формирования ИЛВПМ с височной стороны макулы [51]. Указанные техники обладали минимальной травматичностью, но не устраняли тангенциальные тракции по краям СМР, что ограничивает их применение, особенно в случае СМР большого диаметра.

В 2022 году в Калужском филиале МНТК «МГ» им. академика С.Н. Фёдорова группой авторов были определены четкие параметры «эффективного фрагмента» ВПМ, обеспечивающего высокий анатомо-функциональный результат лечения первичных СМР. Была обоснована ширина интактной зоны ВПМ («фовеолярный интактный фрагмент ВПМ»), обеспечивающая сохранение точки зрительной фиксации и высокие зрительные функции. Были клинически определены и математически рассчитаны параметры и локализация однослойного ИЛВПМ («верхний инвертированный фрагмент ВПМ»), обеспечивающего надежное эффективное пролонгированное блокирование макулярного отверстия для высокого анатомического результата лечения [52, 53]. Кроме того, для повышения функционального результата лечения СМР за счет щадящего отношения к папилломакулярной зоне сетчатки А.В. Терещенко и Н.М. Шиловым в 2022 году была предложена техника инвертированного фрагмента ВПМ, при которой, помимо интактной сетчатки вокруг разрыва, сохраняли интактной папилломакулярную зону макулы. Высокий анатомический результат был обусловлен устранением порядка 75 % тангенциальных тракций со стороны ВПМ концентрично макулярному отверстию [54].

Существуют данные об актуальности исключения различных заместителей стекловидного тела в хирургии СМР [55]. Так, в 2017 году была предложена комбинация ИЛВПМ и аутокрови в качестве пробки, блокирующей макулярное отверстие, без тампонады витреальной полости [56].

В 2021 году в Калужском филиале МНТК «МГ» им. акад. С.Н. Фёдорова» группой авторов было предложено формировать широкий инвертируемый фрагмент ВПМ сверху относительно разрыва без пилинга ВПМ вокруг него и фиксировать лоскут ВПМ к сетчатке в воздушной среде при помощи богатой тромбоцитами аутоплазмы крови. Это обеспечило стабильное положение лоскута на поверхности сетчатки, дало возможность исключить послеоперационную газовоздушную тампонаду витреальной полости, уменьшить степень риска разблокирования

СМР в результате обратного разворота ИЛВПМ в послеоперационном периоде, причем даже в положении пациента лежа на спине. Кроме того, это обеспечило беспрепятственное смыкание краев СМР стык в стык за счет отсутствия фибриновой пробки в полости разрыва [57].

Технология, использующая ИЛВПМ, получила довольно широкое распространение, однако ее применение может быть ограничено в случаях непроизвольного отрыва лоскута ВПМ в ходе операции, ранее выполненного макулорексиса, при сложностях с интраоперационным окрашиванием и визуализацией. В таких ситуациях ряд авторов предложили формирование блокирующих макулярное отверстие лоскутов из других структур глазного яблока. Отечественными и зарубежными авторами было показано, что аутологичная трансплантация «свободных лоскутов» ВПМ при повторной операции СМР улучшает анатомо-функциональные результаты лечения. При этом однослойный фрагмент ВПМ для блокирования СМР выделяют периферичнее зоны ранее выполненного пилинга ВПМ [58]. В 2015 г. D.S. Grewal и соавт. описали использование аутологичного лоскута нейроэпителия сетчатки для тампонирования незакрывшегося СМР на фоне осевой миопии высокой степени [59]. В 2022 году была предложена технология лечения СМР, в основе которой лежит применение фрагмента десцеметовой мембраны донорской роговицы размером, превышающим диаметр разрыва не менее чем на 1,0 мм [60].

Следует обратить внимание, что вышеописанные методики, подразумевающие применение фрагментов различных структур глаза для блокирования СМР, не получили широкого распространения, потому что требуют высокого профессионализма и большого опыта хирурга. Применение «свободного» лоскута любой из упомянутых структур сопряжено со сложностями доставки, позиционирования и фиксации его к поверхности сетчатки, сложностями окрашивания и визуализации, что увеличивает время операции и повышает риски интраоперационных осложнений.

В заключение необходимо отметить, что хирургия СМР идет в ногу со временем, ее эволюции способствуют новые технические возможности интраоперационной визуализации, достижения в области операционного оборудования и инструментов. Продолжающийся поиск новых решений в хирургии СМР говорит об актуальности этой проблемы. Несмотря на множество описанных хирургических техник, нет единого подхода к хирургическому лечению СМР сетчатки, каждая из существующих методик имеет как преимущества, так и недостатки.

Необходимо дальнейшее изучение обозначенной проблемы, требуется систематизация имеющихся данных и проведение крупномасштабных рандомизированных клинических исследований, направленных на выбор способа хирургического лечения СМР с максимальным анатомо-функциональным прогнозом.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шилов Н.М. — разработка и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи;
Терещенко А.В. — окончательное утверждение рукописи;
Юдина Н.Н. — критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания, редактирование текста;
Новиков С.В. — сбор исходных данных, анализ и интерпретация данных;
Кабулдинова С.Ж. — сбор исходных данных, анализ и интерпретация данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Chen Q, Liu ZX. Idiopathic Macular Hole: A Comprehensive Review of Its Pathogenesis and of Advanced Studies on Metamorphopsia. J. Ophthalmol. 2019;2019:7294952. doi: 10.1155/2019/7294952.
2. Ittarat M, Somkijrungroj T, Chansangpetch S, Pongsachareonnont P. Literature Review of Surgical Treatment in Idiopathic Full-Thickness Macular Hole. Clin. Ophthalmol. 2020;14:2171–2183. doi: 10.2147/OPTH.S262877.
3. Pradhan D, Agarwal L, Joshi I, Kushwaha A, Aditya K, Kumari A. Internal limiting membrane peeling in macular hole surgery. Ger. Med. Sci. 2022;20:Doc07. doi: 10.3205/000309.
4. Kelly NE, Wendel RT. Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results of a pilot study. Arch Ophthalmol. 1991 May;109(5):654–659. doi: 10.1001/archopht.1991.01080050068031.
5. Bhavsar AR, Gomez J, Kelly NE, Wendel R. Macular hole surgery: a review of past, present and latest treatments for macular hole. Expert Rev Ophthalmol. 2014;9(5):443–453.
6. Eckardt C, Eckardt U, Groos S, Luciano L, Reale E. Removal of the internal limiting membrane in macular holes. Clinical and morphological findings. Ophthalmology. 1997;94:545–551 (In German). doi: 10.1007/s003470050156.
7. Kannan NB, Kohli P, Parida H, Adenuga OO, Ramasamy K. Comparative study of inverted internal limiting membrane (ILM) flap and ILM peeling technique in large macular holes: a randomized-control trial. BMC Ophthalmol. 2018;18:177. doi: 10.1186/s12886-018-0826-y.
8. Morescalchi F, Costagliola C, Gambicorti E, Duse S, Romano MR, Semeraro F. Controversies over the role of internal limiting membrane peeling during vitrectomy in macular hole surgery. Surv Ophthalmol. 2017;62(1):58–69. doi: 10.1016/j.survophthal.2016.07.003.
9. Passemard M, Yakoubi Y, Muselier A, Hubert I, Guillaubey A, Bron AM, Berrod JP, Creuzot-Garcher C. Long-term outcome of idiopathic macular hole surgery. Am J Ophthalmol. 2010;149:120–126. doi: 10.1016/j.ajo.2009.08.003.
10. Лыскин ПВ, Макаренко ИР. Дополнительные аспекты пилинга внутренней пограничной мембраны сетчатки. Российская детская офтальмология. 2020;1:40–44. doi: 10.25276/2307-6658-2020-1-40-44.
Lyskin PV, Makarenko IR. Additional aspects of peeling of the internal limiting membrane of the retina. Russian pediatric ophthalmology. 2020;1:40–44 (In Russ.). doi: 10.25276/2307-6658-2020-1-40-44.
11. Жигулин АВ, Худяков АЮ, Лебедев ЯБ, Мащенко НВ. Эффективность силиконовой тампонады в хирургическом лечении макулярных разрывов большого диаметра. Офтальмохирургия. 2013;1:6–8.
Zhigulin AV, Khudyakov AYu, Lebedev YaB, Mashchenko NV. The effectiveness of silicone tamponade in the surgical treatment of large-diameter macular holes. Ophthalmosurgery. 2013;1:6–8 (In Russ.).
12. Lai JC, Stinnett SS, McCuen BW. Comparison of silicone oil versus gas tamponade in the treatment of idiopathic full-thickness macular hole. Ophthalmology. 2003;110(6):1170–1174. doi: 10.1016/S0161-6420(03)00264-1.
13. Williams PD, Fuller CG, Scott IU, Fuller DG, Flynn HW. Vision loss associated with the use and removal of intraocular silicone oil. Clinical Ophthalmology (Auckland, NZ). 2008;2(4):955–959.
14. Kase S, Saito W, Mori S, Saito M, Ando R, Dong Z, Suzuki T, Noda K, Ishida S. Clinical and histological evaluation of large macular hole surgery using the inverted internal limiting membrane flap technique. Clin Ophthalmol. 2017;11:9–14. doi: 10.2147/OPTH.S119762.
15. Hu Z, Lin H, Liang Q, Wu R. Comparing the inverted internal limiting membrane flap with autologous blood technique to internal limiting membrane insertion for the repair of refractory macular hole Int Ophthalmol. 2020;40(1):141–149. doi: 10.1007/s10792-019-01162-0.
16. Белый ЮА, Терещенко АВ. Способ хирургического лечения сквозного идиопатического макулярного разрыва. Патент RU 2395255C1, 14.05.2009.
Bely YA, Tereshchenko AV Method of surgical treatment of penetrating idiopathic macular hole. Patent RU 2395255C1, 14.05.2009 (In Russ.).
17. Michalewska Z, Michalewski J, Adelman RA, Nawrocki J. Inverted internal limiting membrane flap technique for large macular holes. Ophthalmology. 2010;117(10):2018–2025. doi: 10.1016/j.ophtha.2010.02.011.
18. Shin MK, Park KH, Park SW, Byon IS, Lee JE. Perfluoro-n-octane-assisted single-layered inverted internal limiting membrane flap technique for macular hole surgery. Retina. 2014;34(9):1905–1910. doi: 10.1097/IAE.0000000000000339.
19. Белый ЮА, Терещенко АВ, Шкворченко ДО, Золотарёв АВ, Казаков ИС. Способ хирургического лечения сквозного идиопатического макулярного разрыва. Патент RU 2563439C1, 15.10.2014.
Bely YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, Zolotarev AV, Kazakov IS. Method of surgical treatment of penetrating idiopathic macular hole. Patent RU 2563439C1, 15.10.2014 (In Russ.).

20. Белый ЮА, Терещенко АВ, Шкворченко ДО, Ерохина ЕВ, Шилов НМ. Новая методика формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны в хирургическом лечении больших идиопатических макулярных разрывов. Офтальмология. 2015;12(4):27–31.
Bely YuA, Tereshchenko AV, Shkvorchenko DO, Erokhina EV, Shilov NM. A new technique for forming a fragment of the internal limiting membrane in the surgical treatment of large idiopathic macular holes. Ophthalmology. 2015;12(4):27–31 (In Russ.).
21. Белый ЮА, Терещенко АВ, Трифаненкова ИГ, Шкворченко ДО, Шилов НМ. Использование активного интраокулярного подсушивания в хирургии макулярных разрывов. Российский офтальмологический журнал. 2017;10(3):6–12. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-3-6-12.
Bely YuA, Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Shkvorchenko DO, Shilov NM. The use of active intraocular drying in macular hole surgery. Russian ophthalmological journal. 2017;10(3):6–12 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-3-6-12.
22. Шилов НМ, Терещенко АВ, Трифаненкова ИГ, Юдина НН, Плахотний МА, Соловьев ДК, Куликов ОС. Модификация технологии закрытия больших идиопатических макулярных разрывов с применением методики поэтапного формирования фрагмента внутренней пограничной мембраны. Современные технологии в офтальмологии. 2017;5:79–82.
Shilov NM, Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Yudina NN, Plakhotniy MA, Soloviev DK, Kulikov OS. Modification of the technology for closing large idiopathic macular holes using the technique of step-by-step formation of a fragment of the internal limiting membrane. Modern technologies in ophthalmology. 2017;5:79–82 (In Russ.).
23. Клеймёнов АЮ, Казайкин ВН, Матевосян МБ, Чащин ГВ, Пестов АВ, Пузырев ИС. К вопросу о необходимости «высушивания» сетчатки при хирургии макулярного разрыва. Офтальмология. 2020;17(3):572–576. doi: 10.18008/1816-5095-2020-3S-572-576.
Kleymenov AYu, Kazaikin VN, Matevosyan MB, Chashchin GV, Pestov AV, Puzyrev IS. On the issue of the need to "dry" the retina during macular hole surgery. Ophthalmology. 2020;17(3):572–576 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2020-3S-572-576.
24. Aurora A, Seth A, Sanduja N. Cabbage leaf inverted flap ILM peeling for macular hole: a novel technique. Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina. 2017;48(10):830–832. doi: 10.3928/23258160-20170928-08.
25. Бронский ДИ. Способ хирургического лечения сквозного идиопатического макулярного разрыва. Патент RU 2731812C1, 28.03.2019.
Bronsky DI. Method of surgical treatment of penetrating idiopathic macular hole. Patent RU 2731812C1, 28.03.2019 (in Russ.).
26. Ерёменко КЮ, Александрова НН. Способ хирургического лечения больших макулярных разрывов. Патент RU 2739536, 19.02.2020
Eremenko KYu, Alexandrova NN. Method of surgical treatment of large macular holes. Patent RU 2739536, 19.02.2020 (In Russ.).
27. Терещенко АВ, Шилов НМ, Юдина НН, Плахотний МА. Способ хирургического лечения вторичных макулярных разрывов сетчатки с эпиретинальными пролиферативными структурами (варианты). Патент RU 2784954 C1, 01.12.2022.
Tereshchenko AV, Shilov NM, Yudina NN, Plakhotniy MA. Method of surgical treatment of secondary macular retinal holes with epiretinal proliferative structures (variants). Patent RU 2784954 C1, 01.12.2022 (In Russ.).
28. Веселкова МП, Захаров ВД, Кислицына НМ, Новиков СВ, Колесник АИ, Колесник СВ. Хирургическое лечение идиопатических макулярных разрывов большого диаметра с применением контрастирующей суспензии «витреоконтраст» — техника «бутона». Медицинский вестник Башкортостана. 2017;12(2):54–58.
Veselkova MP, Zakharov VD, Kislitsyna NM, Novikov SV, Kolesnik AI, Kolesnik SV. Surgical treatment of idiopathic large-diameter macular holes using a contrasting suspension "vitreocontrast" — the "bud" technique. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2017;12(2):54–58 (In Russ.).
29. Байбородов ЯВ, Жоголев КС, Хижняк ИВ. Темпы восстановления остроты зрения после хирургического лечения макулярных разрывов с интраоперационным применением оптической когерентной томографии и различных методов визуализации внутренней пограничной мембраны. Вестник офтальмологии. 2017;33(6):90–98. doi: 10.17116/oftalma2017133690-98.
Bayborodov YaV, Zhogolev KS, Khiznyak IV. Rate of visual recovery after macular hole surgery with intraoperative optical coherence tomography and visualization of the internal limiting membrane. Russian Annals of Ophthalmology. 2017;133(6):90–98 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2017133690-98.
30. Шкворченко ДО, Кислицына НМ, Колесник СВ, Колесник АИ, Какунина СА, Норман КС, Крупина ЕА. Контрастирующие вещества для хромовитрэктомии. Офтальмохирургия. 2016;2:70–77.
Shrvorchenko DO, Kolesnik SV, Kislitsina NM, Kakunina SA, Norman KS, Kolesnik AI, Krupina EA. Vital dyes for chromovitrectomy. Oftalmokhirurgiya. 2016;2:70–77 (In Russ.).
31. Казайкин ВН, Новоселова ТН. Способ хирургического лечения больших идиопатических макулярных разрывов с использованием техники «перевернутого лоскута внутренней пограничной мембраны». Патент RU 2617528C1, 25.04.2017.
Kazaikin VN, Novoselova TN. Method of surgical treatment of large idiopathic macular holes using the "inverted internal limiting membrane flap" technique. Patent RU 2617528C1, 04/25/2017 (In Russ.).
32. Lee SM, Lee JW, Lee JE, Choi HY, Lee JS, Byon I. Efficacy of inverted inner limiting membrane flap technique for macular holes of ≤400 μm: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2024;19(4):e0302481. doi: 10.1371/journal.pone.0302481.
33. Shen Y, Lin X, Zhang L, Wu M. Comparative efficacy evaluation of inverted internal limiting membrane flap technique and internal limiting membrane peeling in large macular holes: a systematic review and meta-analysis. BMC Ophthalmol. 2020;20:14. doi: 10.1186/s12886-019-1271-2.
34. Shu Y, Shao Y, Wang Y, Bi Y. Trends and hotspots concerning macular hole between 2002 and 2021: a 20-year bibliometric study. J Pers Med. 2022;13:75. doi: 10.3390/jpm13010075.
35. Kim M, Won JY, Choi SY, Kim M, Ra H, Jee D, Kwon JW, Kang KD, Roh YJ, Park YG, Kang S, Shin JA, Yim HW, Park YH. Therapeutic efficacy of autologous platelet concentrate injection on macular holes with high myopia, large macular holes, or recurrent macular holes: a multicenter randomized controlled trial. J Clin Med. 2021;10:2727. doi: 10.3390/jcm10122727.
36. Wells JA, Gregor ZJ. Surgical treatment of full-thickness macular holes using autologous serum. Eye. 1996;10:593–599. doi: 10.1038/eye.1996.136.
37. Арсютов ДГ, Паштаев НП. Пятилетний опыт применения аутологичной кондиционированной плазмы (АКП) при отслойке сетчатки с центральным разрывом у пациентов с высокой миопией на фоне выраженной стафиломы склеры макулярной области. Офтальмохирургия. 2023;3:66–71. doi: 10.25276/0235-4160-2023-3-66-71.
Arsyutov DG, Pashtaev NP. Five-year experience in the use of autologous conditioned plasma (ACP) for retinal detachment with a central break in patients with high myopia against the background of severe staphyloma of the sclera of the macular region. Ophthalmosurgery. 2023;3:66–71 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-3-66-71.
38. Шкворченко ДО, Захаров ВД, Крупина ЕА. Хирургическое лечение первичного макулярного разрыва с применением богатой тромбоцитами плазмы крови. Офтальмохирургия. 2017;3:27–30. doi: 10.25276/0235-4160-2017-3-27-30.
Shkvorchenko DO, Zakharov VD, Krupina EA. Surgical treatment of primary macular hole using platelet-rich blood plasma. Ophthalmosurgery. 2017;3:27–30 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2017-3-27-30.
39. Демченко НС, Клейменов АЮ, Казайкин ВН. Механизмы терапевтического эффекта богатой тромбоцитами плазмы в хирургии макулярного разрыва. Российский офтальмологический журнал. 2023;16(1):22–28. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-1-22-28.
Demchenko NS, Kleymenov AYu, Kazaikin VN. Mechanisms of the therapeutic effect of platelet-rich plasma in macular hole surgery. Russian ophthalmological journal. 2023;16(1):22–28 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-1-22-28.
40. Shpak AA, Shkvorchenko DO, Krupina EA. Surgical treatment of macular holes with and without the use of autologous platelet-rich plasma. Int. Ophthalmol. 2021;41(3):1043–1052. doi: 10.1007/s10792-020-01662-4.
41. Babu N, Kohli P, Ramachandran NO, Adenuga OO, Ahuja A, Ramasamy K. Comparison of platelet rich plasma and inverted internal limiting membrane flap for the management of large macular holes: A pilot study. Indian J Ophthalmol. 2020;68(5):880–884. doi: 10.4103/ijo.IJO_1357_19.
42. Navajas EV, Schuck N, Govetto A, Akil H, Docherty G, Heisler M, Sarunic MV, Sarraf D. En face optical coherence tomography and optical coherence tomography angiography of inner retinal dimples after internal limiting membrane peeling for full-thickness macular holes. Retina. 2020;40(3):557–566. doi: 10.1097/IAE.0000000000002432.
43. Qi Y, Wang Z, Li SM, You Q, Liang X, Yu Y, Liu W. Effect of internal limiting membrane peeling on normal retinal function evaluated by microperimetry-3. BMC Ophthalmol. 2020;20(1):140. doi: 10.1186/s12886-020-01383-3.
44. Лыскин ПВ, Володин ПЛ, Макаренко ИР. Функциональные результаты хирургического лечения макулярных отверстий с полным сохранением внутренней пограничной мембраны в сравнении с традиционной методикой. Российский офтальмологический журнал. 2023;16(4):44–49.
Lyskin PV, Volodin PL, Makarenko IR. Functional results of surgical treatment of macular holes with complete preservation of the internal limiting membrane in comparison with the traditional technique. Russian ophthalmological journal. 2023;16(4):44–49 (In Russ.).
45. Yao Y, Qu J, Dong C, Li X, Liang J, Yin H, Huang L, Li Y, Liu P, Pan C, Ding X, Song D, Sadda SR, Zhao M. The impact of extent of internal limiting membrane peeling on anatomical outcomes of macular hole surgery: results of a 54-week randomized clinical trial. Acta Ophthalmol. 2019;97(3):303–312. doi: 10.1111/aos.13853.
46. Балашевич ЛИ, Байбородов ЯВ. Способ хирургического лечения макулярных разрывов. Патент RU 2409332, 27.01.2009.
Balashevich LI, Bayborodov YaV. Method of surgical treatment of macular holes. Patent RU 2409332, 27.01.2009 (In Russ.).
47. Ho TC, Yang CM, Huang JS, Yang CH, Chen MS. Foveola nonpeeling internal limiting membrane surgery to prevent inner retinal damages in early stage 2 idiopathic macula hole. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2014;252(10):1553–1560. doi: 10.1007/s00417-014-2613-7.
48. Chen SN. Large semicircular inverted internal limiting membrane flap in the treatment of macular hole in high myopia. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2017;255(12):2337–2345. doi: 10.1007/s00417-017-3808-5.
49. Шпак АА, Авакян ФА, Колесник АИ. Клинико-функциональные результаты лечения идиопатических макулярных разрывов с сохранением фовеальной внутренней пограничной мембраны. Офтальмохирургия. 2023;3:78–85.
Shpak AA, Avakyan FA, Kolesnik AI. Clinical and functional results of treatment of idiopathic macular holes with preservation of the foveal internal limiting membrane. Ophthalmosurgery. 2023;3:78–85 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-3-78-85.

50. Michalewska Z, Michalewska J, Dulczewska-Cichecka K, Adelman RA, Nawrocki J. Temporal inverted internal limiting membrane flap technique versus classic inverted internal limiting membrane flap technique: a comparative study. Retina. 2015;35(9):1844–1850. doi: 10.1097/IAE.0000000000000555.
51. Файзрахманов РР, Павловский ОА, Ларина ЕА. Оперативное лечение макулярного разрыва с сохранением внутренней пограничной мембраны. Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова. 2019;14(3):69–74.
Faizrakhmanov RR, Pavlovsky OA, Larina EA. Surgical treatment of macular hole with preservation of the internal limiting membrane. Bulletin of the N.I. Pirogov National Medical-Surgical Center. 2019;14(3):69–74 (In Russ.).
52. Терещенко АВ, Шилов НМ, Сидорова ЮА, Ерохина ЕВ, Юдина НН. Способ хирургического лечения первичного сквозного макулярного разрыва сетчатки с формированием верхнего инвертируемого фрагмента внутренней пограничной мембраны. Патент RU 2770114 C1, 14.04.2022.
Tereshchenko AV, Shilov NM, Sidorova YuA, Erokhina EV, Yudina NN. A method of surgical treatment of primary through macular hole of the retina with the formation of an upper inverted fragment of the internal limiting membrane. Patent RU 2770114 C1, 14.04.2022 (In Russ.).
53. Терещенко АВ, Шилов НМ, Юдина НН, Сидорова ЮА, Ерохина ЕВ, Новиков СВ, Миц АН. Хирургическое лечение первичных сквозных макулярных разрывов сетчатки с применением «эффективного» фрагмента внутренней пограничной мембраны. Офтальмология. 2023;20(2):245–252.
Tereshchenko AV, Shilov NM, Yudina NN, Sidorova YuA, Erokhina EV, Novikov SV, Mits AN. Surgical treatment of primary through macular holes of the retina using an “effective” fragment of the internal limiting membrane. Ophthalmology. 2023;20(2):245–252 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-2-245-252.
54. Терещенко АВ, Шилов НМ, Новиков СВ, Юдина НН. Способ хирургического лечения первичного сквозного макулярного разрыва сетчатки с сохранением внутренней пограничной мембраны в проекции папилломакулярного пучка нервных волокон Патент RU 2791656 C1, 13.03.2023.
Tereshchenko AV, Shilov NM, Novikov SV, Yudina NN. Method of surgical treatment of primary through macular hole of the retina with preservation of the internal limiting membrane in the projection of the papillomacular bundle of nerve fibers Patent RU 2791656 C1, 13.03.2023 (In Russ.).
55. Клейменов АЮ, Казайкин ВН, Липина МА. Сравнительный анализ эффективности хирургического лечения сквозных макулярных разрывов с применением и без применения послеоперационной газовой тампонады витреальной полости. Офтальмохирургия. 2022;2:6–14.
Kleimenov AYu, Kazaikin VN, Lipina MA. Comparative analysis of the effectiveness of surgical treatment of penetrating macular holes with and without the use of postoperative gas tamponade of the vitreal cavity. Ophthalmosurgery. 2022;2:6–14 (In Russ.).
56. Chakrabarti M, Benjamin P, Chakrabarti K, Chakrabarti A. Closing macular holes with “macular plug” without gas tamponade and postoperative posturing. Retina. 2017;37(3):451–459. doi: 10.1097/IAE.0000000000001206.
57. Терещенко АВ, Шилов НМ, Сидорова ЮА, Ерохина ЕВ, Юдина НН. Способ хирургического лечения первичного сквозного макулярного разрыва сетчатки. Патент RU 2784894 C1, 30.11.2022.
Tereshchenko AV, Shilov NM, Sidorova YuA, Erokhina EV, Yudina NN. Method of surgical treatment of primary through macular hole of the retina. Patent RU 2784894 C1, 30.11.2022 (In Russ.).
58. Терещенко АВ, Трифаненкова ИГ, Шилов НМ, Юдина НН, Плахотний МА. Повторное хирургическое закрытие макулярного разрыва с применением методики «свободного лоскута» внутренней пограничной мембраны. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2017;22(4):727–733.
Tereshchenko AV, Trifanenkova IG, Shilov NM, Yudina NN, Plakhotniy MA. Repeated surgical closure of the macular hole using the internal limiting membrane free flap technique. Bulletin of Tambov University. Series: Natural and technical sciences. 2017;22(4):727–733 (In Russ.)ю
59. Grewal DS, Mahmoud TH. Autologous neurosensory retinal free flap for closure of refractory myopic macular holes. JAMA Ophthalmol. 2016;134(2):229–230. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.5237.
60. Терещенко АВ, Плахотний МА, Шилов НМ, Демьяченко СК. Способ хирургического лечения рецидивирующего идиопатического макулярного разрыва с применением донорской десцеметовой мембраны. Патент RU 2786140 C1, 19.12.2022.
Tereshchenko AV, Plakhotniy MA, Shilov NM, Demyachenko SK. A method of surgical treatment of recurrent idiopathic macular hole using donor Descemet’s membrane. Patent RU 2786140 C1, 19.12.2022 (IIn Russ.).


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Шилов Николай Михайлович
кандидат медицинских наук, заведующий приемным отделением
https://orcid.org/0000-0002-2392-3049

Терещенко Александр Владимирович
доктор медицинских наук, директор филиала, профессор
https://orcid.org/0000-0002-0840-2675

Юдина Нина Николаевна
кандидат медицинских наук, заведующая отделением витреоретинальной хирургии
https://orcid.org/0000-0002-2135-8162

Новиков Сергей Васильевич
врач-офтальмолог отделения витреоретинальной хирургии
https://orcid.org/0000-0003-4953-4663

Кабулдинова Сания Жумакелдыевна
врач-офтальмолог отделения хирургии катаракты
https://orcid.org/0009-0008-9333-5630


## ABOUT THE AUTHORS


Shilov Nikolay M.
PhD, head of the Reception Department
https://orcid.org/0000-0002-2392-3049

Tereschenko Alexander V.
PhD, MD, director, Professor
https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-0840-2675

Yudina Nina N.
PhD, head of the Vitreoretinal Surgery Department
https://orcid.org/0000-0002-2135-8162

Novikov Sergey V.
ophthalmologist of the Vitreoretinal Surgery Department
https://orcid.org/0000-0003-4953-4663

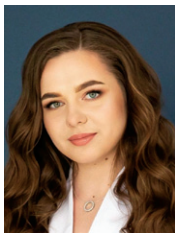
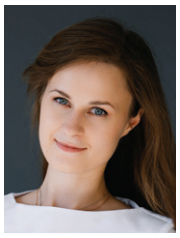
Kabuldinova Saniya Z.
ophthalmologist of the Vitreoretinal Surgery Department
https://orcid.org/0009-0008-9333-5630

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-273-281*

*поступила 05.03.25*
*was received 05.03.25*

# Дифференцированный подход к хирургическому лечению ретропротезной мембраны у пациентов после кератопротезирования




А.В. Головин А.И. Колесник А.Б. Попов В.Р. Манцова А.А. Трошина А.В. Прошко

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(2):273–281**

**Цель:** проанализировать результаты дифференцированного подхода к хирургическому лечению ретропротезной мембраны (РПМ) у пациентов после кератопротезирования. **Пациенты и методы.** Проведен анализ результатов хирургического лечения 26 пациентов (26 глаз) после кератопротезирования с РПМ в возрасте от 32 до 64 лет. Всем пациентам проводилось хирургическое лечение, включающее кератопротезирование и дисцизию РПМ на различных сроках лечения. Этапность и объем хирургического вмешательства определялись индивидуально, учитывая исходные клинико-функциональные данные пациента, толщину РПМ и наличие проведенных ранее оптико-реконструктивных операций. **Результаты.** У всех пациентов было отмечено улучшение зрительных функций. Корригированная острота зрения после операции в первой группе составила 0,35 ± 0,13, во второй — 0,20 ± 0,15, в третьей — 0,15 ± 0,05. **Заключение.** Формирование РПМ на различных сроках после кератопротезирования является частым осложнением, приводящим к существенному снижению остроты зрения, повышению ВГД и протрузии кераторпротеза. При обнаружении РПМ небольшой плотности в отсроченном периоде после второго этапа кератопротезирования рекомендовано выполнение YAG-лазерной дисцизии РПМ; в случае невозможности проведения дисцизии с помощью лазера или повторного возникновения РПМ после лазерного воздействия показано удаление РПМ через отверстие оптического цилиндра путем его выкручивания. В случае высокой плотности РПМ, в том числе в сочетании с выраженным фиброзом капсульного мешка, или ее рецидива рекомендовано проведение микроинвазивной трехпортовой витрэктомии через *pars plana* с удалением РПМ при помощи витреотома.

**Ключевые слова:** кератопротезирование, ретропротезная мембрана, сосудистое бельмо, витрэктомия

**Для цитирования:** Головин А.В., Колесник А.И., Попов А.Б., Манцова В.Р., Трошина А.А., Прошко А.В. Дифференцированный подход к хирургическому лечению ретропротезной мембраны у пациентов после кератопротезирования. *Офтальмология.* 2025;22(2):273–281. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-273-281

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# A Differentiated Approach in Surgical Treatment of Retroprosthetic Membrane in Patients with Keratoprosthesis

A.V. Golovin, A.I. Kolesnik, A.B. Popov, V.R. Mantsova, A.A. Troshina, A.V. Proshko

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

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):273–281**

**Objective:** To evaluate the results of a differentiated approach in surgical treatment of patients with retroprosthetic membrane (RPM) after keratoprosthesis implantation. **Patients and methods.** The study enrolled 26 patients (26 eyes) aged from 32 to 64 years with retroprosthetic membrane after keratoprosthesis implantation. All patients underwent surgical treatment, including keratoprosthesis implantation and surgical removal of the retroprosthetic membrane during different treatment periods. The stage and extent of surgery were determined individually, according to the initial patient's clinical and functional data, retroprosthetic membrane thickness and previous optical reconstructive operations. **Results.** All patients had good clinical and functional results. Best corrected visual acuity in the first group was 0.35 ± 0.13, in the second group 0.20 ± 0,15, in the third group 0,15 ± 0,05. **Conclusion.** Retroprosthetic membrane removal in patients with keratoprosthesis is a complex task with the risk of intra- and postoperative complications at all stages of the treatment. If retroprosthetic membrane is diagnosed in the long-term period after the second stage of keratoprosthesis implantation, ND:YAG-laser discision is preffered; if this technique can not be done or in case of recurrence, surgical excision of the retroprosthetic membrane through the optical cylinder aperture should be performed, but no more than two times. In case of high density of RPM, or RPM combined with severe form of capsular bag fibrosis, or RPM recurrence, microinvasive three-port pars plana vitrectomy with removal of RPM using a vitreotome is recommended.

**Keywords:** keratoprosthesis, retroprosthetic membrane, vascular leucoma, secondary glaucoma.

**For citation:** Golovin A.V., Kolesnik A.I., Popov A.B., Mantsova V.R., Troshina A.A., Proshko A.V. A Differentiated Approach in Surgical Treatment of Retroprosthetic Membrane in Patients with Keratoprosthesis. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 273–281. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-273-281

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

На сегодняшний день хирургическое лечение пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами роговицы остается одним из актуальных вопросов современной офтальмологии. Зачастую проведение стандартных методов лечения, таких как сквозная кератопластика, оказывается бесперспективным в связи с помутнением и васкуляризацией трансплантата в послеоперационном периоде [1]. Единственным эффективным способом хирургического лечения данной группы пациентов является кератопротезирование. Однако после успешно проведенной операции и восстановления предметного зрения хирурги нередко сталкиваются с серьезными осложнениями в отдаленном периоде, приводящими к постепенному снижению оптического эффекта кератопротезирования вплоть до полной потери зрительных функций.

Одним из наиболее распространенных специфических осложнений в послеоперационном периоде является формирование ретропротезной мембраны (РПМ). РПМ представляет собой разрастание фиброваскулярной ткани, формирующееся в передней камере глаза, основным структурным элементом которого являются миофибробласты [2]. Можно выделить несколько факторов, способствующих образованию РПМ: развитие выраженного рубцово-спаечного процесса в связи с повреждающим воздействием химических веществ анатомических структур глаза при ожоге роговицы, воспалительная реакция в ответ на имплантацию кератопротеза с выделением большого количества цитокинов и протеолитических ферментов, а также персистирующее наличие гема в передней камере глаза или хронический вялотекущий воспалительный процесс бактериальной этиологии [3].

Согласно литературным данным РПМ формируется в 25–65 % случаев в период от 31 дня до 7,5 года (в среднем через 1,5 года) после кератопротезирования, чаще у пациентов с нативным или искусственным хрусталиком, чем у пациентов с афакией [3, 4].

РПМ приводит к значительному снижению остроты зрения за счет разрастания по задней поверхности оптического цилиндра, что препятствует прохождению света сквозь оптические среды [2]. Более того, РПМ играет роль механического барьера, нарушающего питание роговицы путем осмоса от влаги передней камеры, что приводит к развитию асептического некроза роговицы и протрузии кератопротеза [3]. Зачастую образование РПМ способствует закрытию угла передней камеры (УПК), что приводит к повышению внутриглазного давления с развитием вторичной глаукомы и необратимым

снижением зрительных функций в связи с глаукомной оптиконейропатией [2]. К другим осложнениям РПМ относят тракционную отслойку сетчатки за счет сократительной активности миофибробластов, входящих в состав мембран, что также обусловливает потерю предметного зрения [2, 5–7].

Разработка оптимальной тактики хирургического лечения данной патологии, позволяющей добиться максимальных функциональных результатов после операции, а также минимизировать вероятность осложнений в послеоперационном периоде, является актуальным направлением для исследования.

Цель: проанализировать результаты дифференцированного подхода к хирургическому лечению РПМ у пациентов после кератопротезирования.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведено хирургическое лечение 26 пациентов (26 глаз) после кератопротезирования. Средний возраст больных составил 47,0 ± 9,7 года (от 32 до 64 лет), из них 18 мужчин и 8 женщин.

На дооперационном этапе всем пациентам была выполнена полная клинико-функциональная диагностика, включавшая сбор анамнеза, визометрию, периметрию, тонометрию, В-сканирование, ЭФИ, биомикроскопию, ОКТ переднего отрезка глаза, УБМ. Данное обследование проводили всем пациентам до операции, а также на сроках 1, 6 и 12 месяцев после нее.

При сборе анамнеза обращали внимание на этиологию бельма и РПМ, ранее проведенные хирургические вмешательства. При проведении ОКТ переднего отрезка глаза и УБМ определяли положение элементов кератопротеза, толщину РПМ, глубину передней камеры, наличие иридокорнеальных сращений, степень открытия УПК, наличие фиброза капсульного мешка (ФКМ).

Критериями невключения были наличие острого воспалительного процесса, признаки протрузии опорного элемента или кератопротеза в целом, грубые изменения сетчатки и зрительного нерва, серьезные соматические заболевания.

Всем пациентам было выполнено хирургическое удаление РПМ, в ряде случаев с одномоментным удалением также ФКМ.

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

1-ю группу составили 6 глаз (6 пациентов), которым проводили Nd:YAG-лазерную дисцизию РПМ.

2-ю группу составили 10 глаз (10 пациентов), которым проводили удаление РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза.

3-ю группу составили 10 глаз (10 пациентов), которым проводили удаление РПМ витреотомом в ходе трехпортовой витрэктомии.

Для проведения статистического анализа данные вносили в электронную таблицу Microsoft Excel 2010 («Microsoft»). Статистическую обработку данных выполняли с использованием языка программирования Python 3, библиотек Pandas, SciPy и редактора кода Visual Studio Code («Microsoft»). Характер распределения данных оценивали с помощью критерия Шапиро — Уилка. Сравнение данных до и после лечения проводили с использованием критерия Вилкоксона. Построение графиков осуществляли с использованием библиотек Seaborn, Matplotlib и Statannotations. Данные представлены в формате *Me* (*Q*1; *Q*3), где *Me* — медиана, *Q*1, *Q*3 — нижний и верхний квартили, а также в виде абсолютных значений и процентов, рассчитывали минимальное и максимальное значения (Min и Max соответственно). Статистически значимыми признавали различия, при которых уровень статистической значимости p менее 0,05 ($p < 0,05$).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди причин формирования РПМ у пациентов, вошедших в данное исследование, выделили следующие: рубцово-спаечный процесс в результате ожога (23 %), воспалительный процесс (46 %), персистирующая гифема (31 %). По этиологии РПМ статистически значимой разницы между группами выявлено не было.

Во всех группах большинство составляли пациенты молодого и трудоспособного возраста. Распределение пациентов по этиологии РПМ представлено в таблице 1.

Длина переднезадней оси оперированных глаз составила в среднем 23,27 ± 0,74 мм. У большинства пациентов ранее были выполнены неоднократные оперативные вмешательства, среди них лидирующие позиции занимали: кератопротезирование (26), укрепление бельма аутотканями (13), сквозная кератопластика (7), устранение симблефарона с пластикой конъюнктивальных сводов различным биологическим материалом (5), антиглаукомные вмешательства (10), экстракция катаракты (21).

**Таблица 1.** Распределение пациентов по этиологии ретропротезной мембраны, *n* = 26

**Table 1.** Patients' division by retroprosthetic membrane etiology, *n* = 26

| Этиология РПМ<br>RPM etiology | 1-я группа<br>Group 1<br>*n* = 6, *n* (%) | 2-я группа<br>Group 2<br>*n* = 10, *n* (%) | 3-я группа<br>Group 3<br>*n* = 10, *n* (%) | Всего<br>Total<br>*n* = 26, *n* (%) |
|---|---|---|---|---|
| Рубцово-спаечный процесс в результате ожога<br>Scarring and adhesions due to burns | 2 (33,3 %) | 2 (20 %) | 2 (20 %) | 6 (23,1 %) |
| Воспалительная реакция в ответ на имплантацию кератопротеза<br>Inflammation after keratoprosthesis implantation | 4 (66,7 %) | 4 (40 %) | 2 (20 %) | 10 (38,5 %) |
| Персистирующая гифема<br>Persistent hyphema | — | 3 (30 %) | 4 (40 %) | 7 (26,9 %) |
| Вялотекущий бактериальный воспалительный процесс<br>Slow bacterial inflammation | — | 1 (10 %) | 2 (20 %) | 3 (11,5 %) |

Острота зрения до операции у пациентов всех групп была резко снижена и колебалась от 0,01 до 0,05. Учитывая выраженные рубцовые изменения поверхности глаза у пациентов всех групп, оценку уровня ВГД проводили пальпаторно. При этом 22 пациента (84,6 %) получали антиглаукомную медикаментозную терапию, чаще комбинированными препаратами, включающими β-блокатор и ингибитор карбоангидразы, 6 пациентов (23,1 %) имели в анамнезе антиглаукомные вмешательства. На момент обследования перед проведением хирургического лечения у 4 пациентов (15,4 %) было выявлено повышение внутриглазного давления на максимальном гипотензивном режиме, поэтому первым этапом пациенты были направлены на проведение микроимпульсной циклофотокоагуляции и далее, через 3 месяца после нормализации офтальмотонуса, были включены в группу. У остальных пациентов ВГД было в пределах нормы.

Методом В-сканирования признаков отслойки сетчатки ни в одном случае выявлено не было. На 24 глазах (92,3 %) наблюдали деструкцию СТ разной степени выраженности, на 2 глазах (7,7 %) — эпиретинальный фиброз. Показатели ЭФИ были в пределах нормы на 17 глазах (65,4 %), в остальных случаях наблюдали снижение данного показателя разной степени выраженности.

Исходные клинико-функциональные данные пациентов представлены в таблице 2.

На основании исходных клинико-функциональных данных, в первую очередь толщины РПМ, была выработана следующая тактика.

В тех случаях, когда толщина РПМ составляла менее 100 мкм, проводили Nd:YAG-лазерную дисцизию РПМ (1-я группа). Тем пациентам, у которых толщина РПМ составляла от 100 до 300 мкм, выполняли иссечение РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза (2-я группа). В тех случаях, когда толщина РПМ составляла более 300 мкм, удаляли РПМ с помощью витреотома в ходе трехпортовой витрэктомии (3-я группа).

Техника Nd:YAG-лазерной дисцизии РПМ у пациентов 1-й группы заключалась в следующем: вначале для стабилизации глаза пациента и предотвращения повреждения оптической части цилиндра устанавливали линзу Абрахама. Затем производили пробный YAG-лазерный импульс для определения возможности проведения процедуры, после этого наносили YAG-лазерные импульсы сначала по нижней полуокружности, таким образом формируя нижний край дисцизии. Далее отсекали фрагменты полученного лоскута, начиная с нижнего края, постепенно продвигаясь к центру мембраны.

**Таблица 2.** Исходные клинико-функциональные данные пациентов, *n* = 26

**Table 2.** Patients' primary clinical and functional data, *n* = 26

| Параметры<br>Parameters | | 1-я группа<br>Group 1<br>*n* = 6, *n* (%) | 2-я группа<br>Group 2<br>*n* = 10, *n* (%) | 3-я группа<br>Group 3<br>*n* = 10, *n* (%) | Всего<br>Total<br>*n* = 26, *n* (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| Средняя толщина ретропротезной мембраны (ОКТ), мкм<br>Average thickness of retroprosthetic membrane (OCT), μm | | 92,0 ± 6,5 | 230,2 ± 79,4 | 327,2 ± 23,1 | 235,6 ± 98,5 |
| Средняя толщина ретропротезной мембраны (УБМ), мкм<br>Average thickness of retroprosthetic membrane (UBM), μm | | 93,3 ± 9,0 | 326,9 ± 21,8 | 230,4 ± 78,5 | 235,9 ± 97,7 |
| Общая толщина сосудистого бельма, мкм<br>Total corneal leucoma thickness, μm | | 696,6 ± 204,2 | 630,0 ± 171,1 | 645,6 ± 172,6 | 669,6 ± 188,2 |
| Толщина бельма над кератопротезом, мкм<br>Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm | | 464,1 ± 184,6 | 436,9 ± 133,4 | 430,3 ± 156,5 | 443,8 ± 158,2 |
| Наличие сопутствующей витреоретинальной патологии (эпиретинальный фиброз)<br>Concomitant vitreoretinal disorders (epiretinal membrane) | | — | — | 2 (20 %) | 2 (7,7 %) |
| Наличие ФКМ<br>Capsular bag fibrosis | | 1 (16,7 %) | 2 (20 %) | 6 (60 %) | 9 (23,3 %) |
| Величина угла передней камеры<br>Anterior chamber angle width | Широкий / Wide<br>(35–45 %) | 1 (16,7 %) | 1 (10 %) | 1 (10 %) | 3 (11,6 %) |
| | Среднеширокий / Grade I narrow<br>(25–35 %) | 1 (16,7 %) | 2 (20 %) | 1 (10 %) | 4 (15,4 %) |
| | Узкий / Grade II narrow<br>(15–25 %) | 2 (33,2 %) | 3 (30 %) | 4 (40 %) | 9 (34,6 %) |
| | Щелевидный / Grade III narrow<br>(5–10 %) | 1 (16,7 %) | 2 (20 %) | 2 (20 %) | 5 (19,2 %) |
| | Закрытый / Closed<br>(0–5 %) | 1 (16,7 %) | 2 (20 %) | 2 (20 %) | 5 (19,2 %) |
| Наличие иридокорнеальных сращений<br>Iridocorneal fusions | | 4 (66,7 %) | 7 (70 %) | 6 (60 %) | 17 (65,4 %) |
| Пациенты на гипотензивном режиме<br>Patients using hypotensive therapy | | 5 (83,3 %) | 8 (80 %) | 9 (90 %) | 22 (84,6 %) |
| Антиглаукомные вмешательства в анамнезе<br>Previous antiglaucomatous surgery | | 2 (20 %) | 4 (40 %) | 4 (40 %) | 10 (38,5 %) |

После полного удаления нижней половины приступали к отсечению верхней части, нанося импульсы от центра к периферии. Заключительным этапом наносили лазерные импульсы на верхнюю полуокружность, формируя верхний край дисцизии. Для проведения дисцизии требовалось 15–50 YAG-лазерных импульсов мощностью 1,5–4,5 МДж, длиной волны 1064 нм, с размером пятна 8 мкм. Важно учитывать, что РПМ часто плотно прилежит к задней поверхности оптического цилиндра, поэтому для исключения повреждения оптического цилиндра кератопротеза фокус лазера смещали за РПМ на 0,5 мм. В результате получали дисцизию РПМ, диаметр которой соответствовал диаметру отверстия оптического цилиндра кератопротеза — 3,0 мм[1]. При наличии сопутствующего ФКМ проводили одномоментную Nd:YAG-лазерную дисцизию по такой же методике.

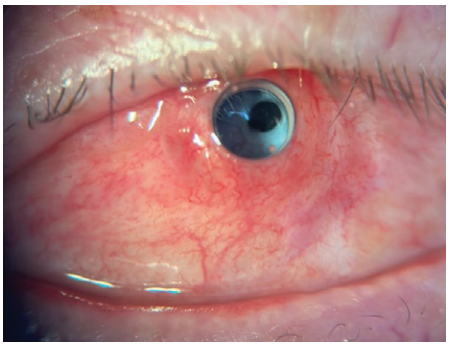


**Рис. 1.** Ретропротезная мембрана у пациента спустя 4 года после выполнения второго этапа кератопротезирования

**Fig. 1.** Retroprosthetic membrane in patient 4 years after keratoprosthesis implantation

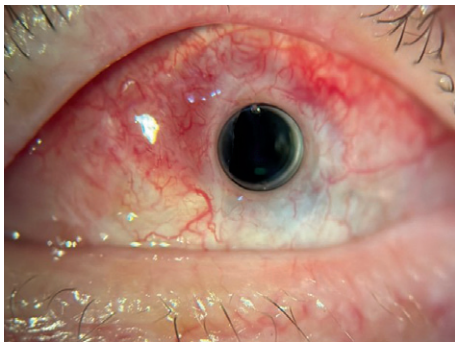


**Рис. 2.** 6 месяцев после проведения Nd:YAG-лазерной дисцизии РПМ

**Fig. 2.** 6 months after Nd:YAG-laser discission of RPM

На рисунках 1 и 2 представлено состояние глаза пациента до и после лечения, проведенного по описанной методике.

Во 2-й группе пациентов, у которых толщина РПМ составляла 100–300 мкм, иссекали РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза (рис. 3–5). Операцию начинали с выкручивания оптического цилиндра и визуализации РПМ, затем проводили крестообразную мембранотомию и мембранэктомию с 12 до 6 часов и с 9 до 3 часов при помощи микрохирургического инструментария 25 и 27G. Остаточные ткани, расположенные на крайней периферии оптической зоны, коагулировали при помощи подводного диатермокоагулятора, что обеспечило освобождение оптического пространства на максимальной площади и профилактировало повреждение резьбовой части втулки. Подводным диатермокоагулятором выполняли также одномоментную коагуляцию новообразованных сосудов и дисцизию по окружности нижнего основания отверстия оптического цилиндра диаметром 3,0 мм по типу «вскрытия консервной банки»[2] [8].

[1] Заявка на выдачу патента на изобретение RU 2024132486, 29.10.25.

[2] Патент на изобретение RU 2815869, 22.03.24.

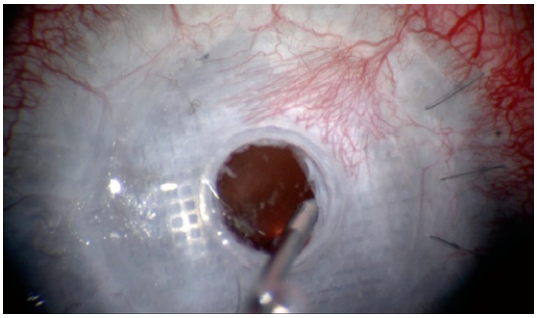


**Рис. 4.** Этап удаления РПМ через отверстие оптического цилиндра с помощью подводного диатермокоагулятора

**Fig. 4.** RPM removal through the optical cylinder aperture using an underwater diathermocoagulator

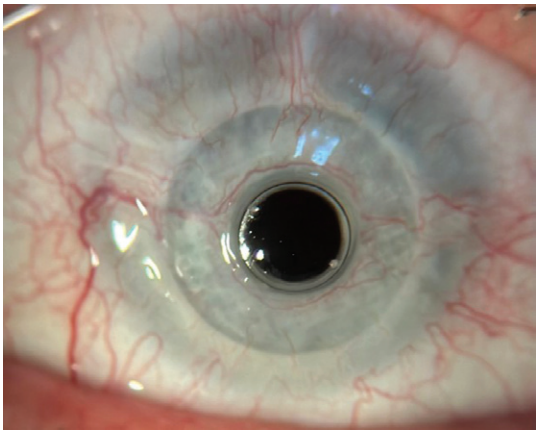


**Рис. 5.** Состояние после второго этапа кератопротезирования с одномоментным удалением РПМ через отверстие оптического цилиндра, срок наблюдения 2 года

**Fig. 5.** Eye condition after the second stage of keratoprosthesis implantation with simultaneous RPM removal through the optical cylinder aperture, two-year follow-up period

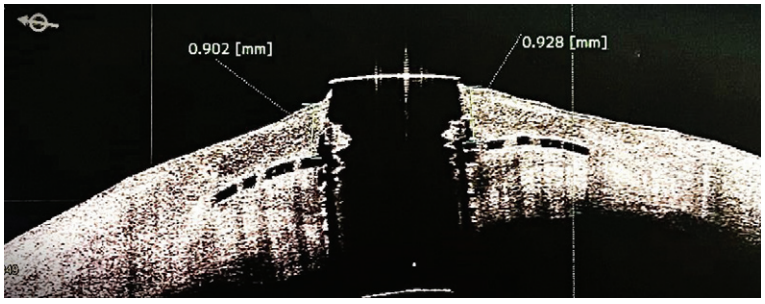



**Рис. 3.** ОСТ переднего отрезка пациента перед удалением РПМ через отверстие оптического цилиндра

**Fig. 3.** Anterior segment OCT in patient before RPM removal through the optical cylinder aperture

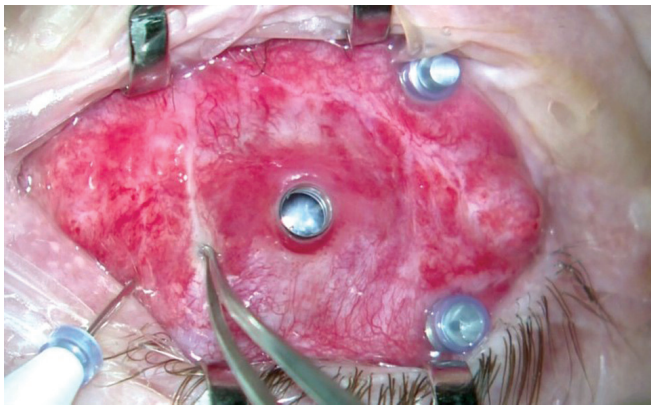


**Рис. 6.** Установка портов для проведения микроинвазивной трехпортовой витрэктомии через *pars plana* с удалением РПМ витреотомом

**Fig. 6.** Port placement for microinvasive pars plana vitrectomy with PRM removal using vitreotome

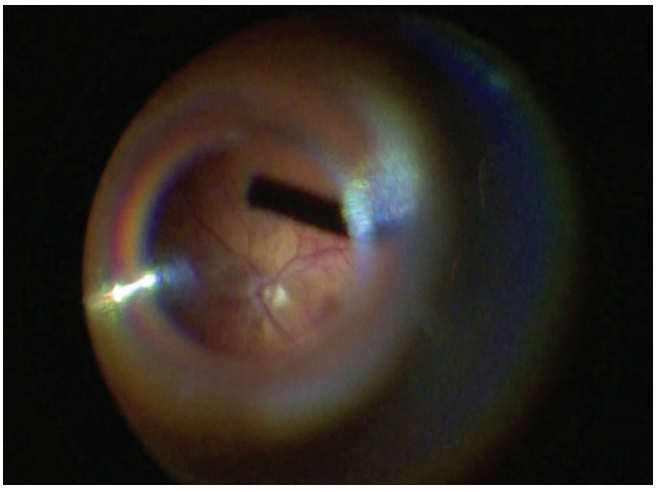


**Рис. 7.** Этап удаление РПМ витреотомом

**Fig. 7.** RPM removal using vitreotome

В тех случаях, когда толщина РПМ составляла более 300 мкм, а также при наличии сопутствующей витреоретинальной патологии проводили трехпортовую витрэктомию с удалением РПМ с помощью витреотома (3-я группа) и с необходимым объемом витреоретинального вмешательства (рис. 6, 7). Вначале устанавливали три порта 25G в 4 мм от проекции лимба в верхне-наружном, верхне-внутреннем и нижне-наружном квадрантах. Проекцию лимба определяли интраоперационно с помощью диафаноскопии. Далее через порты вводили инфузионную систему, световод и витреотом. Витреотом вводили в проекцию УПК и удаляли РПМ на максимальной площади за оптическим цилиндром. При необходимости удаляли ФКМ и производили переднюю витрэктомию[1]. Следующим этапом выполняли осмотр глазного дна и при наличии показаний (выраженная деструкция стекловидного тела, патология сетчатки) проводили расширенную витрэктомию и необходимые манипуляции на сетчатке, после этого заканчивали операцию удалением портов и наложением склероконъюнктивальных швов.

При проведении хирургического вмешательства наблюдались следующие осложнения: интраоперационная геморрагия (15,4 %), ранние послеоперационные: гипотония (23,1 %), транзиторное повышение ВГД (7,7 %), дефекты оптического цилиндра (3,8 %), поздние послеоперационные — стойкое повышение ВГД (15,4 %), рецидив РПМ (19,2 %), истончение сосудистого бельма (3,8 %).

Частота и характер осложнений представлены в таблице 3.

Во всех трех группах данные МКОЗ (рис. 8–10) после операции были статистически значимо выше данных до операции ($p < 0,05$, критерий Вилкоксона), что представлено в таблице 4.

[1] Патент на изобретение RU 2836086, 11.03.25.

**Таблица 3.** Частота и характер интраоперационных и послеоперационных осложнений, *n* = 26

**Table 3.** Frequency and character of intraoperative and postoperative complications, *n* = 26

| Характер осложнений<br>Type of complications | 1-я группа<br>Group 1<br>*n* = 6, *n* (%) | 2-я группа<br>Group 2<br>*n* = 10, *n* (%) | 3-я группа<br>Group 3<br>*n* = 10, *n* (%) | Всего<br>Total<br>*n* = 26, *n* (%) |
|---|---|---|---|---|
| Интраоперационные осложнения<br>Intraoperative complications | | | | |
| Геморрагия<br>Hemorrhage | — | 3 (30 %) | 1 (10 %) | 4 (15,4 %) |
| Ранние послеоперационные осложнения<br>Early postoperative complications | | | | |
| Гипотония<br>Hypotony | — | 2 (20 %) | 4 (40 %) | 6 (23,1 %) |
| Транзиторное повышение ВГД<br>Transient IOP elevation | 2 (33,3 %) | — | — | 2 (7,7 %) |
| Дефекты оптического цилиндра<br>Optical cylinder defects | 1 (16,7 %) | — | — | 1 (3,8 %) |
| Поздние послеоперационные осложнения<br>Late postoperative complications | | | | |
| Стойкое повышение ВГД<br>Persistent IOP elevation | 2 (33,3 %) | 2 (20 %) | — | 4 (15,4 %) |
| Рецидив РПМ<br>RPM recurrence | 3 (50 %) | 2 (20 %) | — | 5 (19,2 %) |
| Истончение сосудистого бельма<br>Vascular leucoma thinning | — | 1 (10 %) | — | 1 (3,8 %) |

**Таблица 4.** Динамика МКОЗ до и после лечения в трех группах

**Table 4.** BCVA changes before and after treatment in three groups

| Группа<br>Group | Срок наблюдения<br>Observation period | *Me* | *Q1* | *Q3* | Min | Max | *p*-value* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1-я группа<br>Group 1 | До / Before | 0,01 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 0,10 | 0,031 |
| | После / After | 0,35 | 0,30 | 0,48 | 0,20 | 0,60 | |
| 2-я группа<br>Group 2 | До / Before | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,002 |
| | После / After | 0,20 | 0,10 | 0,38 | 0,05 | 0,70 | |
| 3-я группа<br>Group 3 | До / Before | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,10 | 0,008 |
| | После / After | 0,15 | 0,06 | 0,40 | 0,01 | 0,50 | |

Примечание: * критерий Вилкоксона.
Note: * Wilcoxon test.

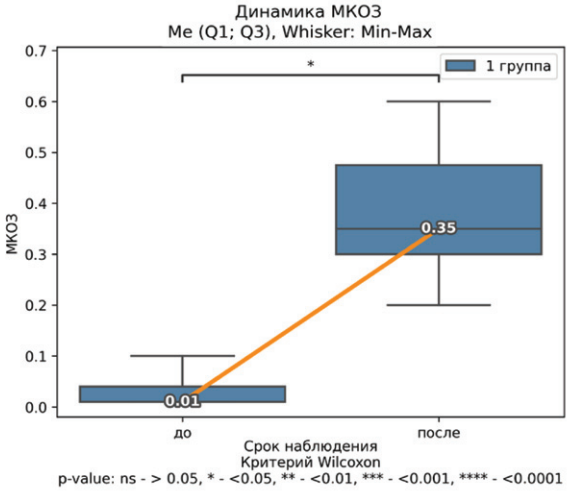



**Рис. 8.** Динамика МКОЗ в 1-й группе

**Fig. 8.** BCVA changes in group 1

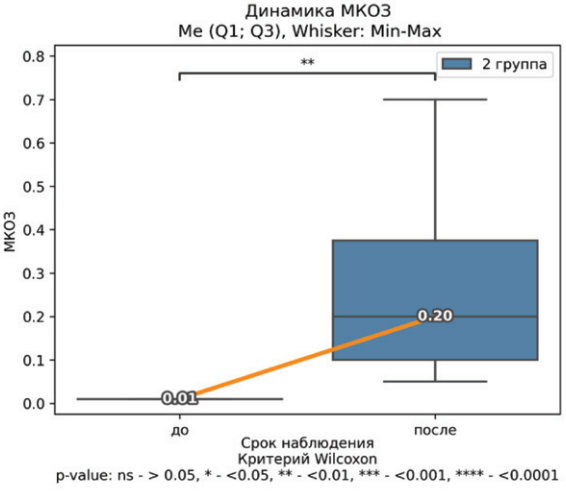



**Рис. 9.** Динамика МКОЗ во 2-й группе

**Fig. 9.** BCVA changes in group 2

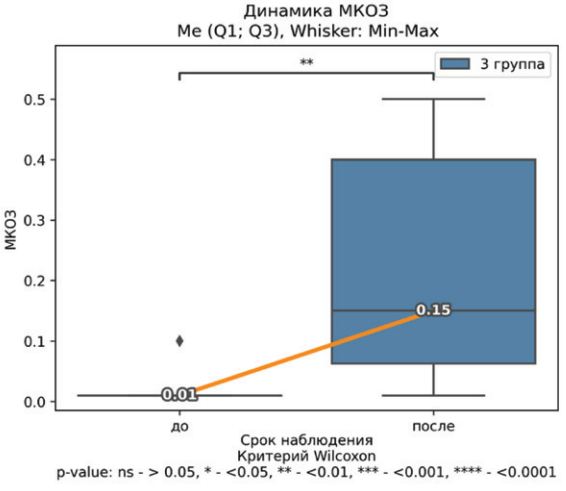



**Рис. 10.** Динамика МКОЗ в 3-й группе

**Fig. 10.** BCVA changes in group 3

**Таблица 5.** Клинико-функциональные данные пациентов через 1 месяц после операции, *n* = 26

**Table 5.** Clinical and functional data of patients 1 month after surgery, *n* = 26

| Параметры<br>Parameters | 1-я группа<br>Group 1<br>*n* = 6, *n* (%) | 2-я группа<br>Group 2<br>*n* = 10, *n* (%) | 3-я группа<br>Group 3<br>*n* = 10, *n* (%) | Всего<br>Total<br>*n* = 26, *n* (%) |
|---|---|---|---|---|
| Общая толщина сосудистого бельма, мкм<br>Total corneal leucoma thickness, μm | 693,1 ± 195,9 | 628,4 ± 166,8 | 644,5 ± 170,1 | 655,3 ± 178,6 |
| Толщина сосудистого бельма над кератопротезом, мкм<br>Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm | 464,0 ± 183,9 | 433,8 ± 132,3 | 428,6 ± 154,3 | 442,2 ± 156,8 |
| Повышение ВГД<br>IOP elevation | 1(16,6%) | — | — | 1(3,8 %) |

**Таблица 6.** Клинико-функциональные данные пациентов через 6 месяцев после операции, *n* = 26

**Table 6.** Clinical and functional data of patients 6 months after surgery, *n* = 26

| Параметры<br>Parameters | 1-я группа<br>Group 1<br>*n* = 6, *n* (%) | 2-я группа<br>Group 2<br>*n* = 10, *n* (%) | 3-я группа<br>Group 3<br>*n* = 10, *n* (%) | Всего<br>Total<br>*n* = 26, *n* (%) |
|---|---|---|---|---|
| Общая толщина сосудистого бельма, мкм<br>Total corneal leucoma thickness, μm | 693,0 ± 193,7 | 627,3 ± 156,5 | 644,1 ± 170,3 | 654,8 ± 173,5 |
| Толщина сосудистого бельма над кератопротезом, мкм<br>Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm | 462,0 ± 183,7 | 418,2 ± 132,0 | 429,4 ± 154,1 | 442,1 ± 156,6 |
| Повышение ВГД<br>IOP elevation | 1 (16,6 %) | 2 (20 %) | — | 3 (11,5 %) |

**Таблица 7.** Клинико-функциональные данные пациентов через 12 месяцев после операции, *n* = 26

**Table 7.** Clinical and functional data of patients 12 months after surgery, *n* = 26

| Параметры<br>Parameters | 1-я группа<br>Group 1<br>*n* = 6, *n* (%) | 2-я группа<br>Group 2<br>*n* = 10, *n* (%) | 3-я группа<br>Group 3<br>*n* = 10, *n* (%) | Всего<br>Total<br>*n* = 26, *n* (%) |
|---|---|---|---|---|
| Общая толщина сосудистого бельма, мкм<br>Total corneal leucoma thickness, μm | 693,2 ± 192,2 | 626,9 ± 157,7 | 644,1 ± 170,1 | 655,7 ± 173,3 |
| Толщина сосудистого бельма над кератопротезом, мкм<br>Corneal leucoma thickness above the keratoprosthesis, μm | 462,1 ± 183,2 | 417,7 ± 132,4 | 429,2 ± 154,0 | 441,3 ± 156,5 |
| Повышение ВГД<br>IOP elevation | — | — | — | — |

После проведения хирургического вмешательства пациенты проходили обследование в динамике через 1, 6, 12 месяцев, что представлено в таблицах 5–7 соответственно.

Таким образом, во всех группах наблюдалось стабильное положение опорной пластины кератопротеза в различные сроки наблюдения, что сопровождалось улучшением зрительных функций. Тем не менее были единичные случаи истончения бельма над опорной пластиной кератопротеза, а также повышение внутриглазного давления, что потребовало пересмотра гипотензивного режима и в ряде случаев дополнительного хирургического вмешательства.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Несмотря на хорошие клинико-функциональные результаты после кератопротезирования, по сообщениям различных авторов послеоперационные осложнения могут со временем привести к потере зрения у данной категории пациентов. Одним из наиболее распространенных осложнений кератопротезирования является разрастание фиброваскулярной ткани за протезом или образование ретропротезной мембраны (РПМ) [2, 9, 10].

Согласно литературным данным выделяют различные факторы, приводящие к образованию РПМ: в первую очередь, это выраженный рубцово-спаечный процесс в связи с повреждающим воздействием химических веществ при ожоге роговицы, хронический воспалительный процесс, а также фибринозная или экссудативная реакция ввиду персистирующей гифемы в передней камере глаза [3, 11].

В данном исследовании у большинства пациентов лидирующими причинами развития РПМ являлись рубцово-спаечный и воспалительный процессы, что, по-видимому, связано с тяжестью химического воздействия на ткани глаза в момент ожога, а также с неоднократными оптико-реконструктивными вмешательствами на переднем отрезке глазного яблока.

В литературе описаны различные способы профилактики и удаления РПМ, включающие консервативные и хирургические методы лечения [4, 5, 12–15].

В качестве профилактики разрастания РПМ рядом авторов предложено проведение курса противовоспалительной терапии антигистаминными, стероидными и антибактериальными препаратами, а также внутрикамерное введение глюкокортикоидов [12, 13].

Среди хирургических методов удаления РПМ выделяют ее устранение через лимбальный разрез, через отверстие оптического цилиндра, а также путем витреоретинального вмешательства [9, 15–17].

Тем не менее у авторов на сегодняшний день нет единого мнения относительно оптимального объема и методов удаления РПМ у пациентов после кератопротезирования, что определяет актуальность данного исследования. Учитывая исходные клинико-функциональные данные, в первую очередь толщину РПМ по данным ОКТ, все пациенты в данном исследовании были разделены на 3 клинические группы в зависимости от объема проводимого хирургического лечения.

В случае небольшой плотности мембраны пациентам проводили Nd:YAG-лазерную дисцизию как наиболее малоинвазивный метод удаления РПМ. Тем не менее данный способ является эффективным только в случае тонкой РПМ до 100 мкм, а также не исключает рецидива разрастания мембраны. В данном исследовании у пациентов, которым была проведена Nd:YAG-лазерная дисцизия РПМ, повторное хирургическое вмешательство потребовалось в 50 % случаев.

При наличии толщины РПМ, составляющей 100–300 мкм, проводили иссечение РПМ через отверстие оптического цилиндра кератопротеза. Считаем важным отметить, что данный способ возможно использовать минимальное количество раз, так как множественные манипуляции с оптическим цилиндром значительно повышают риск срыва резьбы втулки опорной части кератопротеза. Таким образом, при возникновении рецидива в послеоперационном периоде целесообразно выбрать другой хирургический метод удаления РПМ. При обнаружении ФКМ его удаление выполняли вторым этапом с помощью Nd:YAG-лазерной дисцизии или трехпортовой витрэктомии, что также зависело от толщины фиброза, степени его распространения и локализации.

В тех случаях, когда толщина РПМ составляла более 300 мкм, а также при наличии сопутствующей витреоретинальной патологии, выполняли трехпортовую витрэктомию с удалением РПМ с помощью витреотома. Несмотря на высокую эффективность в отношении рецидива РПМ, данный метод хирургического лечения сопряжен с рисками интраоперационных осложнений, связанными с ограниченной визуализацией и скрытыми, не диагностированными на дооперационном этапе анатомическими особенностями иридо-хрусталиковой зоны. Данные обстоятельства требуют наличия специального оборудования, углубленного анестезиологического пособия, а также высокой квалификации витреоретинального хирурга.

Таким образом, выработанная тактика хирургического лечения пациентов с РПМ позволяет определить индивидуальный подход к каждому конкретному случаю и уменьшить риски возможных осложнений. Тем не менее необходима дальнейшая разработка методов зрительной реабилитации данной категории пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование РПМ на различных сроках после кератопротезирования является частым осложнением, приводящим к существенному снижению остроты зрения, повышению ВГД и протрузии кератопротеза. При обнаружении РПМ в отсроченном периоде после второго этапа кератопротезирования и ее невысокой оптической плотности (до 100 мкм) рекомендовано выполнение YAG-лазерной дисцизии РПМ; в случае невозможности проведения дисцизии с помощью лазера или повторного возникновения РПМ после лазерного воздействия показано хирургическое удаление РПМ через отверстие оптического цилиндра путем его выкручивания. В случае высокой плотности РПМ сочетания с выраженным ФКМ, а также частых эпизодов ее рецидивирования рекомендовано проведение микроинвазивной трехпортовой витрэктомии через *pars plana* с удалением РПМ витреотомом.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

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

Колесник А.И. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Попов А.Б. — окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Манцова В.Р. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; статистическая обработка данных; написание текста; редактирование;
Трошина А.А. — существенный вклад в концепцию и дизайн работы; сбор, анализ и обработка материала; статистическая обработка данных; написание текста; редактирование;
Прошко А.В. — сбор, анализ и обработка материала; написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Sharma S, Donthineni PR, Iyer G, Chodosh J, de la Paz MF, Maskati Q, Srinivasan B, Agarwal S, Basu S, Shanbhag SS. Keratoprosthesis in dry eye disease. Indian J Ophthalmol. 2023 Apr;71(4):1154–1166. doi: 10.4103/IJO.IJO_2817_22.
2. Park J, Phrueksaudomchai P, Cortina MS. Retroprosthetic membrane: A complication of keratoprosthesis with broad consequences. Ocul Surf. 2020 Oct;18(4):893–900. doi: 10.1016/j.jtos.2020.09.004.
3. Gao M, Sang W, Liu F, Yu H, Zhou R, Belin MW, Zloty P, Chen Y. High MMP-9 Expression May Contribute to Retroprosthetic Membrane Formation after KPro Implantation in Rabbit Corneal Alkali Burn Model. J Ophthalmol. 2016;2016:1094279. doi: 10.1155/2016/1094279.
4. Gabriel BS, Robbins CB, Wisely CE, Gabriel RS, Daluvoy MB, Fekrat S. Incidence, risk factors, and treatment of retroprosthetic membranes following Boston keratoprosthesis eyes and the impact of glaucoma surgery. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2024 Aug;262(8):2561–2567. doi: 10.1007/s00417-024-06445-6.
5. Khair D, Daoud R, Harissi-Dagher M. Retroprosthetic Membrane Formation in Boston Keratoprosthesis Type 1: Incidence, Predisposing Factors, Complications, and Treatment. Cornea. 2022 Jun 1;41(6):751–756. doi: 10.1097/ICO.0000000000002883.
6. Fu L, Hollick EJ. Artificial Cornea Transplantation. 2023 Apr 20. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–.
7. Федоров СН, Мороз ЗИ, Зуев ВК. Кератопротезирование. М.: Медицина, 1982. 144 с. Fedorov SN, Moroz ZI, Zuev VK. Keratoprosthetics. Moscow: Meditsina, 1982. 144 p. (In Russ.).
8. Головин АВ, Шолохова ВР, Трошина АА. Способ дисцизии ретропротезной мембраны (варианты). Патент RU 2815869, 22.03.2024.
Golovin AV, Sholokhova VR, Troshina AA. Sposob distsizii retroproteznoi membrany (varianty). Patent RU 2815869 22.03.2024 (In Russ.).
9. Борзенок СА, Васильев АВ, Шипунова АВ, Дашинимаев ЭБ, Мороз ЗИ, Комах ЮА, Ковшун ЕВ. Тканеинженерная конструкция биокератопротезного комплекса. Вестник ОГУ. 2011;14(133):75–78.
10. Borzenok SA, Vasil'ev AV, Shipunova AV, Dashinimaev EB, Moroz ZI, Komakh YuA, Kovshun EV. Tissue-engineered design of a biokeratoprosthetic complex. Vestnik OGU. 2011; 14(133):75-78. (In Russ.).Альдаве Э, Малюгин БЭ, Ковшун ЕВ, Власова ВА. Результаты имплантации Бостонского кератопротеза 1 типа пациентам с ожоговыми и дистрофическими бельмами 4–5 категории. Офтальмохирургия. 2013;3:6–11.
Aldawe E, Malyugin BE, Kovshun EV, Vlasova VA. Results of implantation of Boston keratoprosthesis type 1 in patients with burn and dystrophic leukomas of categories 4–5. Ophthalmosurgery. 2013;3:6–11 (In Russ.).
11. Макаров ПВ, Петрова АО, Ченцова ЕВ, Оганесян ОГ, Серов ЮА, Луговкина КВ. Случай спонтанного непроникающего кератопротезирования в процессе многоэтапной имплантации протеза Федорова — Зуева у пациента с тяжелым химическим ожогом глаз. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(2):59–62.
Makarov PV, Petrova AO, Chentsova EV, Oganesyan OG, Serov YuA, Lugovkina KV. A case of spontaneous non-penetrating keratoprosthesis during multi-stage implantation of the Fedorov-Zuev prosthesis in a patient with severe chemical eye burn. Russian Ophthalmological Journal. 2021;14(2):59–62 (In Russ.).
12. Lee WB, Shtein RM, Kaufman SC, Deng SX, Rosenblatt MI. Boston Keratoprosthesis: Outcomes and Complications: A Report by the American Academy of Ophthalmology. Ophthalmology. 2015 Jul;122(7):1504–1511. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.03.025.
13. Rudnisky CJ, Belin MW, Todani A, Al-Arfaj K, Ament JD, Zerbe BJ, Ciolino JB; Boston Type 1 Keratoprosthesis Study Group. Risk factors for the development of retroprosthetic membranes with Boston keratoprosthesis type 1: multicenter study results. Ophthalmology. 2012 May;119(5):951–955. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.11.030.
14. Lee R, Khoueir Z, Tsikata E, Chodosh J, Dohlman CH, Chen TC. Long-term Visual Outcomes and Complications of Boston Keratoprosthesis Type II Implantation. Ophthalmology. 2017 Jan;124(1):27–35. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.07.011.
15. Rishi P, Rishi E, Agarwal V, Nair S, Iyer G, Srinivasan B, Agarwal S. Vitreoretinal Complications and Outcomes in 92 Eyes Undergoing Surgery for Modified Osteo-Odonto-Keratoprosthesis: A 10-Year Review. Ophthalmology. 2018 Jun;125(6):832–841. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.12.003.
16. Charoenrook V, Michael R, de la Paz MF, Temprano J, Barraquer RI. Comparison of long-term results between osteo-odonto-keratoprosthesis and tibial bone keratoprosthesis. Ocul Surf. 2018 Apr;16(2):259–264. doi: 10.1016/j.jtos.2018.02.003.
17. Jakobiec FA, Bhat P. Retrocorneal membranes: a comparative immunohistochemical analysis of keratocytic, endothelial, and epithelial origins. Am J Ophthalmol. 2010 Aug;150(2):230–242.e2. doi: 10.1016/j.ajo.2010.03.011.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Головин Андрей Владимирович
кандидат медицинских наук., заведующий операционным блоком

Колесник Антон Игоревич
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела витреоретинальной хирургии и диабета глаза

Попов Александр Борисович
заведующий отделением лазерной хирургии

Трошина Анна Алексеевна
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции

Манцова Валерия Романовна
врач-офтальмолог, аспирант

Прошко Александра Вячеславовна
клинический ординатор


## ABOUT THE AUTHORS


Golovin Andrey V.
PhD, head of the Surgery Unit

Kolesnik Anton I.
PhD, research associate of Vitreoretinal Surgery and Eye Diabetes Department

Popov Alexander B.
head of the Laser Surgery Department

Troshina Anna A.
PhD, research associate of Lens Surgery and Intraocular Correction Department

Mantsova Valeria R.
ophthalmologist, postgraduate

Proshko Alexandra V.
clinical resident

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-282-288*

*поступила 24.04.24*
*was received 24.04.24*

# Разработка метода комплексной оценки результатов хирургической коррекции положения век





М.Б. Гущина[1,2] А.В. Терещенко[2] Д.С. Афанасьева[3]

[1] ФГБОУ «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Т. Фрунзе, 16, Москва, 119991, Российская Федерация

[2] Калужский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. С. Федорова, 5, Калуга, 248007, Российская Федерация

[3] АО «Лечебно-диагностическое отделение клиники микрохирургии глаза “Окулист”»
ул. Крылова, 4, Новосибирск, 630099, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):282–288**

Эффект хирургического лечения оценить непросто, особенно когда критерии оценки на первый взгляд не исчисляются количественно. Наиболее сложно оценивать результаты хирургического лечения паралитического лагофтальма, так как анатомический результат операции (положение век) связан со зрительными функциями и внешним видом пациента, определяя качество его жизни. Цель: разработать альтернативный вариант комплексной оценки результатов хирургического лечения паралитического лагофтальма. Предложенный метод комплексной оценки включает объективный и субъективный компоненты. Объективный компонент характеризует состояние основных зрительных функций, динамику параметров век и глазной щели с использованием коэффициента симметричности и коэффициента эффективности хирургического лечения. Субъективный компонент описывает динамику ощущения дискомфорта в глазу, значимой для пациента деформации век и глазной щели, количества закапываний слезозаместительных препаратов. Описанный метод может быть использован для комплексной оценки результатов хирургического лечения, в том числе для всестороннего сравнения методов между собой, при паралитическом лагофтальме или другой патологии, связанной с нарушением положения век и формы глазной щели.

**Ключевые слова:** тарзорафия, рецессия леватора, коэффициент симметричности, коэффициент эффективности хирургического лечения, защитная и опорная функция век, лагофтальм, выворот нижнего века

**Для цитирования:** Гущина М.Б., Терещенко А.В., Афанасьева Д.С. Разработка метода комплексной оценки результатов хирургической коррекции положения век. *Офтальмология.* 2025;22(2):282–288. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-282-288

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# A Complex Approach to Assess Results of Surgical Correction of Eyelids Position

M.B. Gushchina[1,2], A.V. Tereshchenko[2], D.S. Afanasyeva[3]

[1] Central Research Institute of Dental and Maxillofacial Surgery
Timura Frunze str., 16, Moscow, 119991, Russian Federation

[2] Kaluga branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
S. Fedorov sty., 5, Kaluga, 248007, Russian Federation

[3] Treatment and Diagnostics Department of Eye Surgery Clinic "Okulist"
Krylova stt., 4, Novosibirsk, 630099, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):282–288**

It is not easy to assess surgery results, especially, when there are no quantitative criteria, at first sight. Results of the surgical interventions for paralytic lagophthalmos are especially difficult to assess, as the anatomic result of the surgery (position of the eyelids) influences on vision and patient's appearance with an impact on their life quality. Purpose: to develop a complex approach to assess results of surgery for paralytic lagophthalmos. The proposed complex approach includes objective and subjective components. The objective component describes main functions of vision and dynamics of eyelids position with coefficient of symmetry and coefficient of surgical efficacy. The subjective component covers dynamics of ocular discomfort, patient significant eyelids and palpebral fissure deformity, and quantity of artificial tears dropping. The proposed approach can be used to assess results of surgery, including for comparison of the different surgeries, for paralytic lagophthalmos as well as for other ocular pathology with eyelids malposition and palpebral fissure deformity.

**Keywords:** blepharorhaphy, levator recession, coefficient of symmetry, coefficient of surgery efficacy, protective and supporting function of eyelids, lagophthalmos, ectropion

**For citation**: Gushchina M.B., Tereshchenko A.V., Afanasyeva D.S. A Complex Approach to Assess Results of Surgical Correction of Eyelids Position. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2):282–288. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-282-288

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Оценка эффективности лечения лежит в основе доказательной медицины, однако это непростая задача. Эффект хирургического лечения оценить особенно сложно в таких областях, в которых критерии оценки, на первый взгляд, не исчисляются количественно, например в пластической, челюстно-лицевой и эстетической хирургии. В таких случаях используются всевозможные шкалы и опросники, основанные на оценке субъективных ощущений пациента, степени его удовлетворенности своим внешним видом, а также анализируется наличие или отсутствие характерных клинических проявлений. Не менее остро вопрос оценки эффективности хирургического лечения стоит и для врачей, специализирующихся в области реконструктивно-восстановительной офтальмохирургии, когда нужно объективно оценить, в частности, восстановление формы, положения и функции век, а также их влияния на функциональное состояние органа зрения и качество жизни пациента. Одной из наиболее сложных патологий для оценки результатов хирургического лечения является паралитический лагофтальм, когда имеется несмыкание век, обусловленное деформацией и нарушением положения верхнего (укорочение и ретракция) и нижнего (деформация, дистопия и выворот) века, сопровождающиеся нарушением их защитной и опорной функции. При этом нередко для коррекции лагофтальма применяются различные варианты тарзо- или блефарорафии, которые помогают сохранить глаз как орган, но в значительной степени могут деформировать глазную щель и за счет этого нарушать основные зрительные функции (острота зрения, поле зрения, бинокулярное зрение), а также эстетику и симметричность лица пациента.

Обзор литературы, проведенный в электронной базе данных PubMed библиотеки MEDLINE по запросам «ectropion surgery» и «lagophthalmos surgery», а также в русскоязычной базе elibrary по запросу «хирургическое лечение лагофтальма» и «хирургическое лечение выворота», позволил обнаружить 17 статей с доступными резюме и (или) полными текстами, в которых были проанализированы результаты хирургических вмешательств. В большинстве источников авторы оценивали эффективность операции по восстановлению положения нижнего века (отсутствие лагофтальма или выворота), а также устранению характерных клинических симптомов и жалоб со стороны пациентов и (или) частоте рецидивов [1–10]. Реже исследователи измеряли такие показатели, как расстояние от ресничного края верхнего или нижнего века до роговичного рефлекса (соответственно, $MRD_1$ и $MRD_2$, от англ. Margin to Reflex

Distance), вертикальную величину лагофтальма или выворота [8, 10, 11–14], оценивали эластичность связок и кожи века до операции и после [15, 16], а также проводили фотоанализ [12, 17].

Наиболее глубокую оценку эффективности хирургического лечения предложили S.K. Cabuk и соавт., которые для расчетов использовали одномерные ($MRD_1$ и $MRD_2$, высота складки верхнего века (ВСВВ)) и двумерные (площадь лагофтальма, площадь глазной поверхности) измерения, сделанные с помощью программного обеспечения ImageJ. При этом авторы показали отсутствие значимых различий между измерениями, сделанными вручную и с помощью компьютера [12]. В ряде публикаций упоминается использование опросников и шкал [6], не всегда валидизированных для оценки удовлетворенности пациента результатом операции в целом и его субъективных ощущений.

На наш взгляд, использование перечисленных подходов не всегда позволяет объективно и комплексно оценить функциональный результат, в том числе динамику зрительных функций, а также эстетический эффект операции с учетом мнения пациента и динамики качества его жизни.

В связи с этим была определена цель — разработать альтернативный вариант комплексной оценки результатов хирургического лечения паралитического лагофтальма.

Описание метода. С учетом того что положение век может определять состояние зрительных функций (бинокулярное зрение, острота и поле зрения) и влиять на качество жизни пациентов в связи с нарушением слезоотведения, экспозиционными симптомами, а также нарушениями эстетики и симметричности лица, нами был разработан комплексный метод оценки эффективности хирургического вмешательства при паралитическом лагофтальме, позволяющий оценить объективные и субъективные составляющие результата лечения.

Объективный компонент включает динамику зрительных функций (острота и поле зрения, бинокулярное зрение), а также динамику следующих параметров век и глазной щели, измеренных в миллиметрах: величина лагофтальма, ширина глазной щели (ШГЩ), длина глазной щели (ДГЩ), высота верхнего века (LMBD, от англ. Lid Margin to Brow Distance, расстояние между ресничным краем верхнего века и нижним краем брови по средней линии), $MRD_1$ и $MRD_2$, а также $MLD_1$ (Margin to Limb Distance — расстояние от свободного края верхнего века до верхнего лимба) и $MLD_2$ (Margin to Limb Distance — расстояние от свободного края нижнего века до нижнего лимба). Для объективной оценки динамики указанных параметров были использованы коэффициент симметричности (КС) и коэффициент эффективности хирургического лечения (КЭХЛ) [18]. Коэффициент симметричности определяли до и после операции для различных параметров глазной щели относительно парного глаза, данные которого принимали за 100 %. Коэффициент эффективности хирургического лечения был использован для оценки динамики величины лагофтальма и показывал, во сколько раз уменьшался лагофтальм после операции относительно исходного состояния.

Субъективную оценку проводили со слов пациента спустя 1 месяц и более после операции на основании динамики трех признаков, негативно влияющих на качество жизни при лагофтальме: чувство дискомфорта в глазу, связанное с сухостью (экспозиционные симптомы), значимая для пациента деформация век и глазной щели, количество закапываний слезозаместительных препаратов. Каждый признак оценивали отдельно в баллах. Уменьшение выраженности признаков обозначали как «–1», отсутствие изменений — как «0», увеличение — как «+1». Динамику качества жизни оценивали как разницу суммы баллов до и после операции:

– если в послеоперационном периоде дискомфорт уменьшился (–1), деформация век и глазной щели стала менее заметна для пациента (–1) и количество закапываний сократилось (–1), то считали, что качество жизни улучшилось на 3 балла, поскольку уменьшилась степень выраженности всех трех негативных признаков;

– если в послеоперационном периоде чувство дискомфорта осталось на прежнем уровне (0), субъективное восприятие состояния век и глазной щели у пациента не изменилось (0), если количество закапываний осталось прежним (0), то считали, что качество жизни не изменилось;

– если в послеоперационном периоде чувство дискомфорта увеличилось (+1), неудовлетворенность пациента из-за деформации век и глазной щели осталась без изменений (0), а количество закапываний осталось прежним (0), то считали, что качество жизни ухудшилось на 1 балл, поскольку увеличилась степень выраженности одного их негативных признаков, и т. д.

Результаты, полученные с помощью предложенного метода оценки эффективности хирургического лечения, сравнивали с результатом оценки согласно подходу, описанному S.K. Cabuk и соавт. Для этого использовали показатели $MRD_1$, $MRD_2$ и дополнительно измеряли высоту складки верхнего века (ВСВВ), а также рассчитывали площадь лагофтальма ($S_{лаг}$) и площадь глазной поверхности ($S_{гл.пов}$) [12].

Применение комплексного подхода к оценке результата хирургического лечения лагофтальма демонстрируется клиническим примером.

## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациентка 1969 г.р. в 2018 г. обратилась с жалобами на дискомфорт, сухость левого глаза, необходимость частого (12 и более раз в сутки) закапывания слезозаместительных препаратов, выраженный косметический дефект, связанный с деформацией глазной щели (рис. 1А, Б). Из анамнеза известно, что в 2004 г. была удалена невринома преддверно-улиткового нерва. Сразу после операции пациентка отметила асимметрию

**Таблица 1.** Результаты офтальмологического обследования до и после операции

**Table 1.** Results of the ophthalmic examination before and after surgery

| Параметры Parameters | Правый (парный) глаз Right (fellow) eye | Левый (пораженный) глаз Left (affected) eye | |
|---|---|---|---|
| | | Исходное состояние Initial state before surgery | Послеоперационный период After surgery |
| Острота зрения Vision acuity | 0,6 Sph + 0,75 = 0,8 | 0,6 Sph + 0,5 = 0,8 | 0,6 Sph + 0,5 = 0,8 |
| Поле зрения Visual field | В полном объеме Normal | Ограничено с виска Temporal side restricted | В полном объеме Normal |
| Бинокулярные функции Binocular functions | Сохранены Intact | Сохранены Intact | Сохранены / Intact |
| Тест Ширмера 1 Schirmer 1 test | 17 | 8 | 10 |
| Кератоэстезиометрия Corneal esthesiometry | 55–60 | 55–60 | 55–60 |
| Лагофтальм (мм) Vertical lagophthalmos (mm) | — | 8 | 2 |
| ШГЩ (мм) PFW (mm) | 12 | 8 | 10 |
| ДГЩ (мм) PFL (mm) | 29 | 20 | 28 |
| LMBD (мм / mm) | 25 | 23 | 24 |
| $MRD_1$ (мм / mm) | 5 | 3,5 | 4 |
| $MLD_1$ (мм / mm) | -2 | -3 | -3 |
| $MRD_2$ (мм / mm) | 7 | 4,5 | 6 |
| $MLD_2$ (мм / mm) | -1 | -2 | -1 |
| ВСВВ (мм) PFH (mm) | 9 | 9 | 9 |
| $S_{лаг}$ ($мм^2$) LA ($mm^2$) | — | 64 | 56 |
| $S_{гл. пов.}$ ($мм^2$) OSA ($mm^2$) | 348 | 64 | 240 |

Примечание: ШГЩ — ширина глазной щели; ДГЩ — длина глазной щели; параметры Δ мм и Δ % рассчитывались относительно парного глаза.
Notes: PFW — palpebral fissure width, PFL — palpebral fissure length, $MRD_1$ and $MRD_2$ — upper eyelid (1) and lower eyelid (2) margin to reflex distance, $MLD_1$ — upper eyelid margin to the upper limb distance, $MLD_2$ — lower eyelid margin to the lower limb distance, PFH — palpebral fissure height, LA — area of lagophthalmos, OSA — area of ocular surface.

лица с нарушением мимики и несмыканием век слева, в связи с этим была проведена постоянная латеральная тарзорафия. Параметры зрительных функций, глазной поверхности, век и глазной щели при поступлении представлены в таблице 1.

При остаточном лагофтальме, который на фоне латеральной тарзорафии составлял 8 мм, практически все параметры век и глазной щели, за исключением ВСВВ, значительно отличались от парного глаза (табл. 1, рис. 1А, Б).

На основании жалоб, анамнеза и данных обследования был установлен диагноз: поражение лицевого нерва слева, паралитический лагофтальм, деформация глазной щели за счет латерального сращения век левого глаза. Выполнили хирургическое вмешательство в следующем объеме: рассечение латеральной тарзорафии, рецессия леватора, устранение деформации нижнего века с использованием индивидуально смоделированного полимерного перфорированного эндопротеза [19].

Если оценивать эффективность проведенного хирургического лечения паралитического лагофтальма только на основании динамики параметров положения век согласно методу S.K. Cabuk и соавт. [12], то у данной пациентки (рис. 1В, Г) можно говорить об умеренной положительной динамике по показателям $MRD_1$ и $MRD_2$, которые увеличились на 0,5 и 1,5 мм соответственно, а также о существенной положительной динамике по показателям $S_{лаг}$ и $S_{гл.пов}$. При этом непонятно, за счет чего при уменьшении $S_{лаг}$, так увеличилась $S_{гл.пов}$. Показатель ВСВВ в данном случае никак не изменился. Кроме того, такая изолированная оценка не отражает взаимосвязи перечисленных параметров со зрительными функциями и субъективными ощущениями пациентки.

Между тем, понятно, что при использовании комплексного метода оценки параметры глазной щели нормализовались благодаря увеличению ШГЩ и ДГЩ, а степень выраженности лагофтальма уменьшилась благодаря нормализации положения век, которое отражают параметры LMBD, $MRD_1$, $MLD_1$, $MRD_2$ и $MLD_2$. Кроме того, использование предложенного метода позволило проанализировать изменение зрительных функций (табл. 1), а также динамику положения век и размера глазной щели относительно парного интактного глаза (табл. 2), и оценить их влияние на субъективные ощущения пациентки (табл. 3). Из таблицы 1 следует, что после операции объективно улучшились зрительные




**Рис. 1.** Внешний вид пациентки: А, Б — на момент обращения; В, Г — 1,5 года после рассечения латеральной тарзорафии, дозированной рецессии леватора и устранения деформации нижнего века

**Fig. 1.** Patient's appearance: A, B — at the first presentation; C, D — 1.5 years after surgery to correct the shape of the eye slit and the position of the upper and lower eyelids

**Таблица 2.** Оценка параметров век и глазной щели до и после операции с использованием коэффициента симметричности

**Table 2.** Assessment of the eyelids' and interpalpebral fissure's parameters before and after surgery with symmetry coefficient

| Параметры Parameters | Правый (парный) глаз (мм) Right (fellow) eye (mm) | Левый (пораженный) глаз / Left (affected) eye | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Исходное состояние Initial state before surgery | | | | Послеоперационный период After surgery | | | |
| | | мм / mm | Δмм / Δmm | КС / CS (%) | Δ % | мм / mm | Δмм / Δmm | КС / CS (%) | Δ % |
| Лагофтальм Vertical lagophthalmos | — | 8 | 8 | — | — | 2 | 2 | — | — |
| ШГЩ / PFW | 12 | 8 | 4 | 66,7 | 33,3 | 10 | 2 | 83,3 | -16,7 |
| ДГЩ / PFL | 29 | 20 | 9 | 68,9 | -31,1 | 28 | 1 | 96,6 | -3,4 |
| LMBD | 25 | 23 | 2 | 92,0 | -8,0 | 24 | 1 | 96,0 | -4,0 |
| $MRD_1$ | 5 | 3,5 | 1,5 | 70,0 | -30,0 | 4 | 1 | 80,0 | -20,0 |
| $MLD_1$ | -2 | -3 | 1 | 150,0 | 50,0 | -3 | 1 | 150,0 | 50,0 |
| $MRD_2$ | 7 | 4,5 | 2,5 | 64,3 | -35,7 | 6 | 1 | 85,7 | 14,3 |
| $MLD_2$ | -1 | -2 | 1 | 200 | 100 | -1 | 0 | 100,0 | 0 |

Примечание: ШГЩ — ширина глазной щели; ДГЩ — длина глазной щели; параметры Δмм и Δ % рассчитывались относительно парного глаза.
Notes: PFW — palpebral fissure width; PFL — palpebral fissure length; LMBD — lid margin to brow distance; $MLD_1$ — upper lid margin to limb distance, $MLD_2$ — lower lid margin to limb distance, $MRD_1$ — upper lid margin to reflex distance; $MRD_2$ — lower lid margin to reflex distance; CS — coefficient of symmetry; Δmm and Δ % were calculated in relation to the fellow eye.

**Таблица 3.** Субъективная оценка результатов операции пациенткой

**Table 3.** Subjective assessment of the surgery results by the patient

| Параметры Parameters | До операции Before surgery | После операции After surgery | |
|---|---|---|---|
| | | Динамика Change | Балл Score |
| Сухость глаза, дискомфорт Ocular surface discomfort | Выражен Expressed | Уменьшился Decreased | -1 |
| Эстетический дефект, деформация глазной щели Palpebral fissure deformity | Выражен Expressed | Уменьшился Decreased | -1 |
| Кратность закапывания увлажняющих капель Frequency of eye drop instillation | 12 раз 12 times a day | 2–4 раза 2–4 times a day | -1 |
| Сумма баллов / Total score | | | -3 |

функции за счет восстановления нормальных границ поля зрения. До операции разница по большинству параметров век и глазной щели в абсолютных цифрах составляла от 1 до 9 мм (табл. 2), в то время как в относительных единицах в сравнении с парным глазом разница по большинству параметров варьировала от 31,1 до 100 % (табл. 2), за исключением параметра LMBD, который от парного глаза отличался незначительно и в абсолютных значениях (2 мм), и в относительных (8 %).

После операции остаточный лагофтальм составил 2 мм, преимущественно в медиальных отделах глазной щели (рис. 1 Г/D). Расчеты КЭХЛ (8 мм : 2 мм = 4) показали, что лагофтальм уменьшился в 4 раза. При этом наблюдались значительные позитивные изменения практически всех параметров глазной щели и век, большинство из которых стало значительно меньше отличаться от аналогичных параметров парной стороны: в абсолютных значениях на 1–2 мм, а в процентном отношении — на 3,4–20,0 %. Исключение составил параметр $MLD_1$, характеризующий положение реберного края верхнего века относительно верхнего лимба, который оставался на прежнем уровне. Между тем параметр $MLD_2$ стал абсолютно идентичен аналогичному параметру на парной стороне. По параметрам ДГЩ и LMBD также был достигнут хороший функционально-эстетический результат с минимальными отличиями от парной стороны по каждому из параметров на 1 мм, что составило всего 3,4 и 4,0 % соответственно.

В послеоперационном периоде субъективно пациентка отмечала уменьшение сухости глаза и дискомфорта, что позволило ей реже закапывать слезозаместительные препараты (табл. 3). Пациентка также отметила улучшение внешнего вида благодаря значительному уменьшению деформации глазной щели (рис. 1В, Г). Все это соответствовало улучшению качества жизни на три балла (табл. 3).

Срок наблюдения составил 5 лет, при этом отрицательной динамики по объективным и субъективным показателям не наблюдалось.

Таким образом, по результатам комплексной оценки видно, что операция позволила расширить поле зрения, добиться улучшения симметричности по большинству параметров век и глазной щели с высоким КЭХЛ, а также улучшить качество жизни пациентки по всем трем признакам.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ литературы показал, что для оценки эффективности хирургического лечения в пластической и реконструктивной офтальмологии, как правило, изолированно используют всевозможные шкалы и опросники, оценивают динамику положения век в абсолютных значениях, наличие или отсутствие характерных клинических проявлений [1–17].

При хирургическом лечении лагофтальма сложность заключается в том, что надо сохранить или улучшить основные зрительные функции и при этом нормализовать положение век, максимально приблизив их к эталонному, а также уменьшить степень выраженности лагофтальма и минимизировать экспозиционные симптомы. Иначе говоря, при данной патологии механическое закрытие глазной поверхности (например, путем блефаро- или тарзорафии) может полностью или частично

устранить лагофтальм, но при этом вызовет нарушение зрительных функций и снижение субъективной удовлетворенности пациента своим внешним видом, что приведет к значительному ухудшению качества его жизни. Именно такая ситуация наблюдалась в представленном клиническом случае на момент обращения пациентки. Ранее выполненная постоянная частичная латеральная тарзорафия была неэффективна для коррекции лагофтальма, поскольку ШГЩ слева с открытыми и закрытыми глазами (величина лагофтальма) была практически идентичной, и остаточный лагофтальм составлял 8 мм (рис. 1А, Б, табл. 2). При этом возник ряд функционально-эстетических проблем, связанных с ограничением поля зрения и выраженным косметическим дефектом из-за укорочения глазной щели (табл. 1). Таким образом, по совокупности параметров, подвергнутых комплексной оценке, такая операция не обеспечивала оптимальный результат лечения.

В свою очередь, хирургическое вмешательство, включавшее рассечение латеральной тарзорафии и коррекцию положения век, несмотря на наличие остаточного лагофтальма в 2 мм, обеспечило высокую симметричность глазных щелей, нормализацию зрительных функций, уменьшение дискомфорта, связанного с экспозиционными симптомами, и значительное уменьшение асимметрии глазных щелей, что позволило пациентке существенно сократить кратность закапывания слезозаместительных препаратов и положительно сказалось на качестве ее жизни.

Предложенный метод комплексной оценки позволяет всесторонне проанализировать эффективность хирургического вмешательства, направленного на коррекцию формы глазной щели и положения век при паралитическом лагофтальме, за счет анализа динамики параметров век и глазной щели, а также зрительных функций и качества жизни пациента.

При этом использование КЭХЛ наглядно продемонстрировало эффективность лечения лагофтальма, который уменьшился в 4 раза. А использование КС до и после хирургического лечения наглядно показало, что до операции разница относительно парного глаза по большинству показателей была существенной: от 31,1 до 100 %. В то время как после операции различия относительно парного глаза многократно уменьшились и варьировали от 3,4 до 20 %, тогда как отличия в абсолютных значениях (от 1 до 9 мм до операции и от 1 до 2 мм после операции) не отражают степень выраженности асимметрии относительно парного глаза.

Между тем, при оценке результатов хирургического лечения данной пациентки согласно методике S.K. Cabuk и соавт. [12] не представляется возможным объяснить, почему при уменьшении $S_{лаг.}$ так увеличилась $S_{гл.пов.}$ и оценить, как это повлияло на состояние зрительных функций и качество жизни пациентки.

Разработанная методика комплексной оценки результатов хирургического лечения с учетом совокупности указанных характеристик может быть использована и при других нарушениях формы, положения и функции век. При этом следует анализировать изменения основных зрительных функций, а также отдельные, изменяющиеся в каждом конкретном случае параметры век и глазной щели с учетом их влияния на качество жизни пациентов, которое определяется уменьшением негативных факторов, ухудшающих его.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный метод комплексной оценки эффективности хирургического лечения позволяет проанализировать объективные и субъективные характеристики в динамике до и после операции и дать всестороннюю оценку результатов проведенного лечения. Описанный подход может быть использован для оценки результатов хирургического лечения при паралитическом лагофтальме или другой патологии, связанной с нарушением положения век и формы глазной щели, а также для всестороннего сравнения эффективности разных операционных методов между собой.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Гущина М.Б. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Терещенко А.В. — редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Афанасьева Д.С. — написание текста, подготовка иллюстраций, окончательное утверждение рукописи

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Лебедева ПА, Ситник ГВ. Эффективность хирургического лечения паралитического выворота нижнего века. Современные технологии в офтальмологии. 2017; 3:225–228.
   Lebedeva PA, Sitnik GV. Efficiency of surgical treatment of paralytic eversion of the lower eyelid. Modern technologies in ophthalmology. 2017;3:225–228 (In Russ.).
2. Pausch NC, Kuhnt CP, Halama D. Upper-eyelid weight implants for patients with lagophthalmos-comparison of rigid and flexible implants. J Craniomaxillofac Surg. 2018;46(10):1843–1849. doi: 10.1016/j.jcms.2018.07.015.
3. McKelvie J, Papchenko T, Carroll S, Ng SG. Cicatricial ectropion surgery: a prospective study of long-term symptom control, patient satisfaction and anatomical success. Clin Exp Ophthalmol. 2018;46(9):1002–1007. doi: 10.1111/ceo.13338.
4. Чеснокова ЕФ. Паралитический лагофтальм: оценка клинических результатов оперативного лечения в Оренбургском филиале МНТК «Микрохирургия глаза». Современные технологии в офтальмологии. 2019;3:201–203. doi: 10.25276/2312-4911-2019-3-201-203.
   Chesnokova EF. Paralytic lagophthalmos: evaluation of clinical results of surgical treatment in the Orenburg branch of the Scientific and Technical Complex "Microsurgery of the Eye". Modern technologies in ophthalmology. 2019;3:201–203 (In Russ.).
5. Karadağ R, Sevimli N, Karadağ AS, Wollina U. Successful correction of ichthyosis-related ectropion by autografts. Dermatol Ther. 2020;33(6):e13851. doi: 10.1111/dth.13851.
6. Şahin MM, Uzunoğlu E, Karamert R, Cebeci S, Cesur G, Yalçın M, Düzlü M, Tutar H, Uğur MB, Ceylan A. The role of gold weight implants in the management of paralytic lagophthalmos. Turk J Med Sci. 2021;51(5):2584–2591. doi: 10.3906/sag-2104-50.
7. Vahdani K, Thaller VT. Anterior lamellar deficit ectropion management. Eye. 2021;35:929–935. doi: 10.1038/s41433-020-0998-6.
8. Hanbo Li, Yanyong Zhao. Absorbable Suture Anchor Technique: A Method for Post-blepharoplasty Lower Eyelid Ectropion Treatment. Ann Plast Surg. 2022;1;89(6):e5–e10. doi: 10.1097/SAP.0000000000003275.
9. Tanwar V, Pushker N, Sahil Agrawal S, Bhari N, Bhatia S, Gupta S, Meel R, Bajaj MS. Autologous fat grafting for the correction of cicatricial ectropion. Journal of Plastic, Reconstructive, Aesthetic Surgery. 2022;75(12):4496–4512. doi: 10.1016/j.bjps.2022.10.004.
10. Lowndes Correa Francalacci R, Lessa S, da Costa Aboudib JH. Auricular Cartilage Graft for Lengthening Levator Muscle Aponeurosis with Ectropion Correction for Paralytic Lagophthalmos. Aesthet Surg J. 2023;43(1):13–23. doi: 10.1093/asj/sjac181.

11. Biglioli F, Rabbiosi D, Bolognesi F, Cucurullo M, Dessy M, Ciardiello C, Battista VMA, Tarabbia F, Dell'Aversana Orabona G, Marchetti C, Allevi F. Lipofilling of the upper eyelid to treat paralytic lagophthalmos. Br J Oral Maxillofac Surg. 2020;58(5):558–563. doi: 10.1016/j.bjoms.2020.02.017.
12. Cabuk KS, Karabulut GO, Fazil K, Nacaroglu SA, Gunaydin ZK, Taskapili M. 2D Analysis of Gold Weight Implantation Surgery Results in Paralytic Lagophthalmos. Beyoglu Eye J. 2021;6(3):200–205. doi: 10.14744/bej.2021.95866.
13. Иволгина ИВ. Блефаропластика при выворотах нижнего века III–IV степени. Офтальмология. 2021;18(3):433–441.
Ivolgina IV. Blepharoplasty in Extensive Lower Eyelid Eversion of Severe III–IV Degree Ophthalmology in Russia. 2021;18(3):433–441 (In Russ.).
14. Ouyang H-W, Gold MH, Lei Y, Tan J. Laser therapy in the treatment of cicatricial ectropion. J Cosmet Dermatol. 2021;20(1):84–92. doi: 10.1111/jocd.13821.
15. Nicoli F, Orfaniotis G, Ciudad P, Maruccia M, Lazzeri D, Costabile L, Li K, Zhang YX, Cervelli V, Balzani A. Correction of cicatricial ectropion using non-ablative fractional laser resurfacing. Lasers in Medical Science. 2019;34(1):79–84. doi: 10.1007/s10103-018-2601-y.
16. Hsieh M-C W, Lai Y-W, Wang Y-C, Ramachandran S, Lin T-Y, Lai C-S. Lateral Tarsoplasty for Managing Ectropion and Laxity of the Lower Eyelid. Ann Plast Surg. 2022;1;88(1s Suppl 1):S62–S67. doi: 10.1097/SAP.0000000000003090.
17. Young W, Scofield-Kaplan SM, Levy RE, Keenum Z, Mancini R. Change in Lower Eyelid Contour Following Ectropion Repair with Lateral Tarsal Strip. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2020;36(6):557–561. doi: 10.1097/IOP.0000000000001634.
18. Гущина МБ, Егорова ЭВ. Способ оценки эффективности хирургического лечения птоза верхнего века. Патент RU 2565746, 20.10.2015.
Gushchina MB, Egorova EV. Method for assessing of upper eyelid ptosis surgical treatment effectiveness. Patent RU 2565746, 20.10.2015 (In Russ.).
19. Гущина МБ, Буцан СБ, Терещенко АВ, Селезнев ВА. Способ устранения паралитического выворота с восстановлением опорной функции нижнего века. Патент RU 2801858, 17.08.2023.
Gushchina MB, Bucan SB, Tereshchenko AV, Seleznev VA. A method for eliminating paralytic eversion with restoration of the lower eyelid supporting function. Patent RU 2801858, 17.08.2023 (In Russ.).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Гущина Марина Борисовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-1134-8064

Терещенко Александр Владимирович
доктор медицинских наук, профессор, директор
https://orcid.org/0000-0002-0840-2675

Афанасьева Дарья Сергеевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-6950-6497

## ABOUT THE AUTHORS

Gushchina Marina B.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-1134-8064

Tereshchenko Alexandr V.
PhD, MD, head of Branch
https://orcid.org/0000-0002-0840-2675

Daria Sergeevna A.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-6950-6497

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-289-294*

*поступила 13.02.25*
*was received 13.02.25*

# Оценка способа анализа качества зрения пациентов для принятия решения о хирургическом вмешательстве при начальной катаракте с высокой остротой зрения





Д.И. Иванов Е.М. Титаренко

АО «Екатеринбургский центр МНТК “Микрохирургия глаза”»
ул. Бардина, 4а, Екатеринбург, 620149, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):289–294**

**Цель:** проанализировать результаты применения способа для определения показаний к хирургии начальной катаракты с высокой остротой зрения на основе корреляционного анализа взаимосвязи аберраций высшего порядка и субъективного качества зрения. **Пациенты и методы.** Обследованы 243 пациента (243 глаза) на базе АО «Екатеринбургский центр МНТК “Микрохирургия глаза”». Пациенты разделены по типу катаракты на группы: пациенты с кортикальной катарактой — 79 глаз, с ядерной катарактой — 89 глаз, с задней субкапсулярной катарактой — 75 глаз. Возраст в группе варьировал от 42 до 85 лет, всего 103 мужчины (42 %), 140 женщин (48 %). Определение аберраций волнового фронта проводили на аберрометре, работающем по принципу трассировки лучей. Внутренние аберрации было оценены при медикаментозном мидриазе, диаметре зрачка 5 мм. Определена степень нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения на основе объективной и субъективной оценки. **Результаты.** Определена корреляционная зависимость между значениями внутренних аберраций высшего порядка (кома, трефойл, сферическая аберрация) и данными разработанной опросной анкеты. **Заключение.** Различные виды начального помутнения хрусталика могут создавать уникальный набор аберраций и изменять качество зрения. Эти изменения могут быть оценены с помощью современных методов визуализации и анкетирования, что помогает в диагностике и принятии решения о хирургическом лечении.

**Ключевые слова:** катаракта, аберрации, качество зрения

**Для цитирования:** Иванов Д.И., Титаренко Е.М. Оценка способа анализа качества зрения пациентов для принятия решения о хирургическом вмешательстве при начальной катаракте с высокой остротой зрения. *Офтальмология.* 2025;22(2):289–294. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-289-294

**Прозрачность финансовой деятельности:** автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Evaluation of the Method for Analyzing the Quality of Patients' Vision for Decision-making on Initial Cataract Surgery with High Visual Acuity

D.I. Ivanov, E.M. Titarenko

Eye Microsurgery Ekaterinburg Center
Bardina str., 4a, Ekaterinburg, 620149, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):289–294**

**The purpose:** to evaluate the results of applying the method to determine indications for surgery of initial cataracts with high visual acuity based on a correlation analysis of the relationship between higher order aberrations and subjective quality of vision. **Patients and methods.** 243 patients (243 eyes) were examined at the JSC "Ekaterinburg Center of the Scientific and Technical Complex "Microsurgery of the Eye". Patients were divided into groups by the type of cataract: patients with cortical cataract — 79 eyes, with nuclear cataract — 89 eyes, with posterior subcapsular cataract — 75 eyes. The age in the group ranged from 42 to 85 years, 103 men (42 %), 140 women (48 %). Determination of wavefront aberrations was performed on an aberrometer operating on the principle of ray tracing. Internal aberrations were assessed with drug-induced mydriasis, pupil diameter of 5 mm. The degree of visual impairment in patients with initial cataract and high visual acuity was determined based on objective and subjective assessment. **Results.** The correlation between the values of higher order internal aberrations (coma, trefoil, spherical aberration) and the data of the developed questionnaire was determined. **Conclusions.** Different types of initial lens opacities can create a unique set of aberrations and change the quality of vision. These changes can be assessed using modern imaging techniques and questionnaires, which helps in diagnosis and decision-making on surgical treatment.

**Keywords:** cataract, aberrations, quality of Evaluation of vision

**For citation:** Ivanov D.I., Titarenko E.M. Evaluation of the Method for Analyzing the Quality of Patients' Vision for Decision-making on Initial Cataract Surgery with High Visual Acuity. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):289–294. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-289-294

**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 Всемирной организации здравоохранения, доля катаракты среди всех заболеваний глаз составляет 47 %, в мире насчитывается около 65 миллионов человек, имеющих различные нарушения зрительных функций вследствие катаракты. Среди пациентов с возрастной катарактой преобладают люди пожилого возраста, составляя примерно 76–80 %. В это же время стала заметной явная тенденция роста количества пациентов среди лиц трудоспособного возраста [1, 2].

Среди лиц в возрасте 55–64 лет, обратившихся к офтальмологу, катаракта в начальной стадии наблюдается у 40 % пациентов, зрелая — у 5 %. В возрастной группе 64–74 года начальная катаракта выявлена у 70 %, зрелая — у 18 % пациентов. Среди лиц старше 75 лет начальная стадия катаракты диагностирована практически у всех пациентов (в 90 % случаев), зрелая — у каждого второго (в 50 % случаев) [3].

При определении показаний к операции по поводу катаракты офтальмологи часто ориентируются на показатели снижения остроты зрения. Острота зрения обычно оценивается с помощью оптотипов, таких как буквы или цифры на таблицах Снеллена, Сивцева — Головина, Бейли — Лоуви (ETDRS). Зачастую встречаются пациенты с начальной катарактой, которые имеют высокую остроту зрения, но жалуются на снижение качества изображения (рассеивание света, диплопию), плохую реакцию на изменения освещения и чувство дискомфорта при ярком свете.

К объективным методам исследования хрусталика относится аберрометрия. Волновой фронт и коррекция аберраций волнового фронта высших порядков — одна из наиболее актуальных тем в современной офтальмологии. Исследование аберрационного фронта полезно для оценки качества зрения пациента, динамического наблюдения и принятия решения о хирургическом лечении. Катаракта считается клинически значимой, если снижение остроты и качества зрения существенно влияет на образ жизни пациента, что затрудняет выполнение повседневных задач, таких как чтение, вождение автомобиля или различные виды работы [4–6].

Различные типы катаракты могут также приводить к различным зрительным симптомам и по-разному влияют на остроту зрения. Например, легкая задняя субкапсулярная катаракта может вызвать серьезное снижение остроты зрения в результате сужения зрачка. Ядерная катаракта часто связана со снижением остроты зрения вдаль и относительно хорошей остротой вблизи. Корковая катаракта обычно не имеет клинического

значения до поздней стадии ее прогрессирования, когда корковые «спицы» проецируются на зрительную ось. Качество зрения — это субъективная величина, основанная на восприятии человеком своего зрения. Это восприятие многофакторное и состоит не только из визуальных, но и из психологических факторов. Хотя оптику и зрение можно легко измерить, ни одно из этих измерений не объясняет, как пациент субъективно воспринимает свое зрение. Два пациента могут иметь идентичные зрительные функции с точки зрения объективного и субъективного тестирования, но совершенно разное восприятие ими качества зрения. Таким образом, восприятие пациентом качества своего зрения может быть важным показателем, для понимания которого требуется тщательно разработанная анкета.

Цель: разработать способ определения показаний к хирургическому лечению начальной катаракты при высокой остроте зрения на основе корреляционного анализа взаимосвязи аберраций высшего порядка и субъективного качества зрения.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 243 пациента (243 глаза) на базе АО «Екатеринбургский центр МНТК “Микрохирургия глаза”». Пациенты были разделены по типу катаракты на группы: пациенты с кортикальной катарактой — 79 глаз, с ядерной катарактой — 89 глаз, с задней субкапсулярной катарактой — 75 глаз. Возраст в группе варьировал от 42 до 85 лет, в исследовании участвовали 103 мужчины (42 %), 140 женщин (48 %). Критериями невключения были наличие сопутствующей патологии органа зрения и роговичный астигматизм более одной диоптрии. Комплексное обследование, проводимое всем пациентам, включало общепринятые стандартные методики обследования, а также некоторые специальные методы, направленные на углубленное изучение аберраций оптической системы. Определение аберраций волнового фронта проводили на аберрометре ITrace (Tracey technology, США), работающем по принципу трассировки лучей и позволяющем дифференцировать роговичные и внутренние аберрации. Внутренние аберрации было оценены при медикаментозном мидриазе — диаметре зрачка 5 мм.

НКОЗ в группе пациентов с кортикальной катарактой колебалась от 0,05 до 0,9 (в среднем 0,32 ± 0,22), МКОЗ от 0,7 до 0,95 (в среднем 0,78 ± 0,07). В группе пациентов с ядерной катарактой НКОЗ колебалась от 0,01 до 1,0 (в среднем 0,36 ± 0,25), МКОЗ от 0,7 до 1,0 (в среднем 0,84 ± 0,09). В группе пациентов с задней субкапсулярной катарактой НКОЗ колебалась от 0,1 до 0,9 (в среднем 0,48 ± 0,24), МКОЗ от 0,7 до 1,0 (в среднем 0,84 ± 0,07).

Была определена степень нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения на основе объективной и субъективной оценок, включающих анализ нарушения качества зрения посредством определения внутренних аберраций высшего порядка до операции и опросной анкеты[1]. Определяли такие внутренние аберрации высшего порядка, как кома, сферическая аберрация, трефойл. Оценку проводили в баллах аберрации: кома, сферическая аберрация, трефойл при значении > 0,5 мкм — 5 баллов, 0,5–0,4 мкм — 4 балла; 0,4–0,3 мкм — 3 балла, 0,3–0,2 мкм — 2 балла,

[1] Патент на изобретение RU 2821655, 25.06.24.

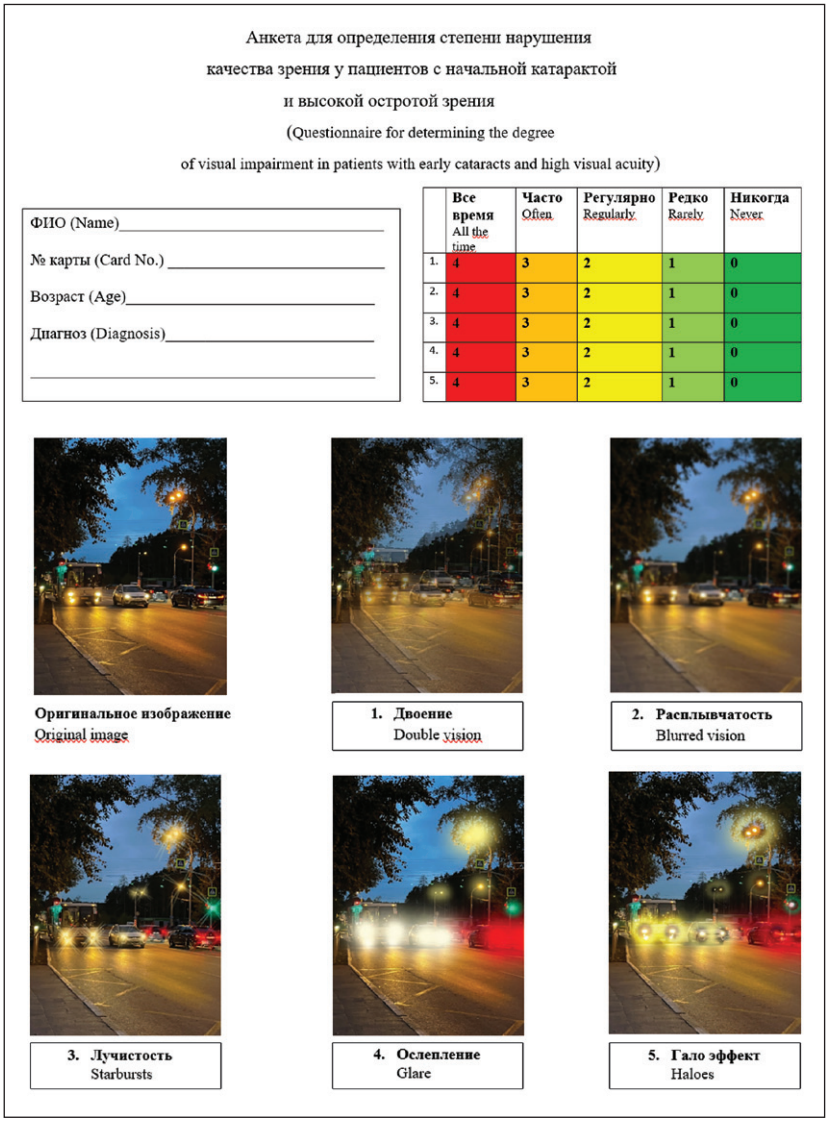



**Рис. 1.** Опросная анкета «Оценка качества зрения пациентов»

**Fig. 1.** Questionnaire “Assessing the quality of vision of patients”

0,2–0,1 мкм — 1 балл, <0,1 мкм — 0 баллов. Использовали также опросную анкету «Оценка качества зрения пациентов», представленную в описании рисунка 1. Опросник содержит 6 изображений, оригинальное изображение и изображения, описывающие основные оптические феномены: лучистость, двоение, расплывчатость, ослепление, гало-эффект, при этом обследуемому предлагают по каждому вопросу ответить по 5-балльной системе (от 0 до 4).

При величине интегрального балла 0–10 определяли легкую степень нарушения качества зрения до операции, 10–15 — среднюю, выше 15 — высокую.

Для выявления влияния объективных признаков (внутренних аберраций ВП) на субъективное качество зрения пациентов с различными видами начального помутнения хрусталика и высокой остротой зрения проведен корреляционный анализ с расчетом коэффициента Спирмена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Была определена корреляционная зависимость между значениями внутренних аберраций ВП (кома, трефойл, сферическая аберрация) и данными разработанной опросной анкеты. Для этого был рассчитан коэффициент корреляции Спирмена (ρ) для каждого типа катаракты и показана связь между исследуемыми признаками.

В группе пациентов с кортикальной катарактой выявлена прямая связь между внутренней аберрацией кома и первым и вторым изображениями в опросной анкете, теснота (сила) связи заметная (0,673 и 0,515 соответственно, зависимость признаков статистически значима, $p < 0,05$). Иначе говоря, чем выше показатель внутренней аберрации кома, тем более выражены жалобы пациента на двоение и расплывчатость изображения. Выявлена также прямая связь между внутренней сферической аберрацией и четвертым изображением в опросной анкете, теснота связи умеренная (0,312, зависимость признаков статистически не значима, $p > 0,05$). Следовательно, ряд пациентов могут жаловаться на ослепление от источников света (табл. 1).

В группе пациентов с ядерной катарактой определена прямая связь между внутренней сферической аберрацией и четвертым и пятым изображениями в опросной анкете, теснота (сила) связи заметная (0,715 и 0,682 соответственно, зависимость признаков статистически значимая, $p < 0,05$). Таким образом, при увеличении внутренней сферической аберрации пациенты жалуются на ослепление и гало-эффекты, особенно в условиях низкой освещенности. И выявлена прямая связь между внутренней аберрацией кома и первым и вторым изображениями в опросной анкете, теснота связи умеренная (для первого изображения коэффициент корреляции Спирмена — 0,415, зависимость признаков статистически не значима, $p > 0,05$, для второго изображения — 0,459, зависимость признаков статистически значима, $p < 0,05$). Эти данные говорят о том, что ряд пациентов могут жаловаться на двоение изображения и иногда на расплывчатость (табл. 2).

**Таблица 1.** Кортикальная катаракта. Коэффициент корреляции Спирмена (ρ)

**Table 1.** Cortical cataract. Spearman correlation coefficient (ρ)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Кома<br>Coma | 0,673<br>$p < 0,05$ | 0,515<br>$p < 0,05$ | 0,162<br>$p > 0,05$ | 0,259<br>$p > 0,05$ | 0,170<br>$p > 0,05$ |
| Трефойл<br>Trefoil | 0,115<br>$p > 0,05$ | 0,119<br>$p > 0,05$ | 0,105<br>$p > 0,05$ | 0,205<br>$p > 0,05$ | 0,118<br>$p > 0,05$ |
| Сферическая аберрация<br>Spherical aberration | 0,128<br>$p > 0,05$ | 0,103<br>$p > 0,05$ | 0,222<br>$p > 0,05$ | 0,312<br>$p > 0,05$ | 0,241<br>$p > 0,05$ |

**Таблица 2.** Ядерная катаракта. Коэффициент корреляции Спирмена (ρ)

**Table 2.** Nuclear cataract. Spearman correlation coefficient (ρ)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Кома<br>Coma | 0,415<br>$p > 0,05$ | 0,459<br>$p < 0,05$ | 0,105<br>$p > 0,05$ | 0,118<br>$p > 0,05$ | 0,107<br>$p > 0,05$ |
| Трефойл<br>Trefoil | 0,114<br>$p > 0,05$ | 0,101<br>$p > 0,05$ | 0,270<br>$p > 0,05$ | 0,105<br>$p > 0,05$ | 0,212<br>$p > 0,05$ |
| Сферическая аберрация<br>Spherical aberration | 0,101<br>$p > 0,05$ | 0,200<br>$p > 0,05$ | 0,202<br>$p > 0,05$ | 0,715<br>$p < 0,05$ | 0,682<br>$p < 0,05$ |

**Таблица 3.** Задняя субкапсулярная катаракта. Коэффициент корреляции Спирмена (ρ)

**Table 3**. posterior subcapsular cataract. Spearman correlation coefficient (ρ)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Кома<br>Coma | 0,318<br>$p > 0,05$ | 0,421<br>$p > 0,05$ | 0,137<br>$p > 0,05$ | 0,148<br>$p > 0,05$ | 0,152<br>$p > 0,05$ |
| Трефойл<br>Trefoil | 0,102<br>$p > 0,05$ | 0,121<br>$p > 0,05$ | 0,717<br>$p < 0,05$ | 0,119<br>$p > 0,05$ | 0,118<br>$p > 0,05$ |
| Сферическая аберрация<br>Spherical aberration | 0,205<br>$p > 0,05$ | 0,185<br>$p > 0,05$ | 0,107<br>$p > 0,05$ | 0,117<br>$p > 0,05$ | 0,135<br>$p > 0,05$ |

В группе пациентов с задней субкапсулярной катарактой выявлена прямая связь между внутренней аберрацией трефойл и третьим изображением в опросной анкете, теснота (сила) связи заметная (0,717, зависимость признаков статистически значимая, $p < 0,05$). Пациенты с высоким показателем внутренней аберрации трефойл жалуются на лучистость изображения. Определена прямая связь между внутренней аберрацией кома и вторым изображением в опросной анкете, теснота связи умеренная (0,421, зависимость признаков статистически не значимая, $p > 0,05$). Эти данные говорят о том, что ряд пациентов могут жаловаться на расплывчатость изображения (табл. 3).

С помощью анкеты «способ определения степени нарушения качества зрения у пациентов с начальной катарактой и высокой остротой зрения» по величине интегрального балла определяют степень нарушения качества зрения до операции. Из рисунка 2 следует,

что из 243 обследованных пациентов легкая степень нарушения качества зрения преобладала в группе пациентов с кортикальной катарактой — 85 %, средняя степень нарушения качества зрения преобладала в группах ядерной катаракты — 47 % и задней субкапсулярной катаракты — 42 %, высокая степень доминирует в группе с задней субкапсулярной катарактой — 73 %.

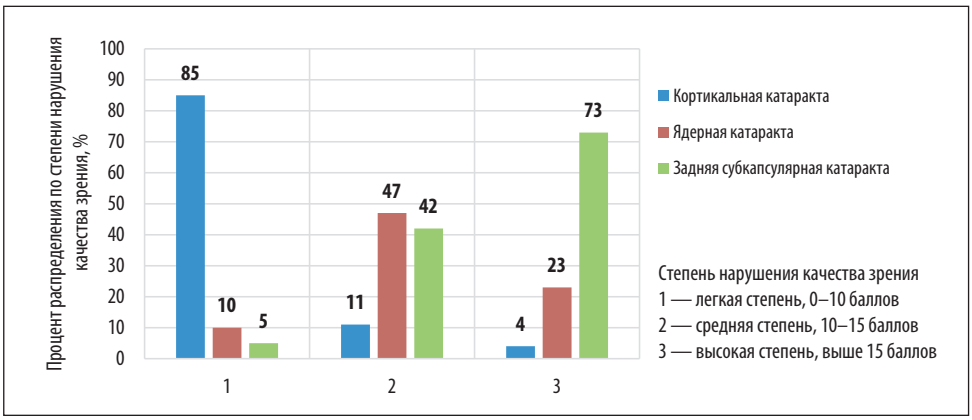



**Рис. 2.** Распределение по степени нарушения качества зрения у пациентов с различными видами катаракты

**Fig. 2.** Distribution by degree of visual impairment in patients with various types of cataract

При степени интегрального балла выше 15 (высокая степень нарушения качества зрения) всем пациентам предложена операция по поводу катаракты; при средней степени нарушения качества зрения операция предложена 63 % пациентов и при низкой степени — в 30 % случаев.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ внутренних аберраций высшего порядка, возникших в результате незначительного помутнения хрусталика, имеет важное значение для определения влияния непрозрачности сред на аберрации волнового фронта [7, 8]. Однако внутренние аберрации высшего порядка не были полностью исследованы, поскольку большинство аберрометров, которые использовались ранее, определяют только общие аберрации волнового фронта. Появление нового диагностического оборудования помогает изолированно исследовать внутренние оптические аберрации.

Разные виды помутнения хрусталика могут создавать уникальные аберрации и изменять качество зрения. В литературе встречается описание взаимосвязей: кома преобладает в группе кортикальной катаракты, а сферическая аберрация — в группе ядерной катаракты, по сравнению с глазами без помутнений в хрусталике [9]. Кома может быть более выраженной при кортикальной катаракте, при которой помутнение затрагивает кортикальную зону хрусталика, что приводит к искажениям в восприятии. Это тип аберрации, который может создавать оптические феномены, особенно при просмотре объектов, находящихся вне центра поля зрения. Сферическая аберрация возникает, когда лучи света, проходящие через края хрусталика, фокусируются в точке, отличной от тех, которые проходят через центр. Она чаще наблюдается при ядерной катаракте, при которой помутнение сосредоточено в центральной части хрусталика. Это может приводить к ухудшению контрастности и четкости изображения [10, 11]. В исследовании Sachdev и соавт. кортикальная катаракта показала тенденцию к большей коме и трефойлу, это может объяснить наличие жалоб у пациента с ранней катарактой, которые демонстрируют относительно хорошую остроту зрения по Снеллену с высокой контрастностью [12].

В глазу с легкой ядерной катарактой присутствовали сферические аберрации и трефойл, вызывающие симптомы и жалобы на монокулярную триплопию [13]. Аналогичные результаты были обнаружены у шести человек, которые также жаловались на монокулярную триплопию и имели легкую ядерную катаракту. У этих людей также наблюдались повышение сферической аберрации и трефойла [14]. Важно отметить, что эти аберрации могут быть серьезными факторами, влияющими на зрительное восприятие, и их коррекция может потребовать хирургического вмешательства.

Помимо численного увеличения внутренних аберраций, клиническая значимость этих параметров определяется их влиянием на зрительную работоспособность. Несмотря на то что внутренние аберрации увеличиваются с возрастом, важно отметить, что это увеличение не обязательно имеет клинически важное значение в отношении зрительной работоспособности [15]. Таким образом, даже несмотря на то что с возрастом наблюдается изменение сферической аберрации, это изменение не ухудшает зрительную работоспособность в глазах с малым диаметром зрачка. Кроме того, нейронные изменения в зрительных путях пожилого человека могут играть роль в снижении зрительной работоспособности, и эта роль, по-видимому, менее значима по сравнению с влиянием оптических аберраций стареющего глаза. В соответствии с этим важно проводить оценку зрительной работоспособности также с помощью объективных способов с учетом нейронной обработки изображения [16].

## ВЫВОДЫ

Различные виды начального помутнения хрусталика могут создавать уникальный набор аберраций и изменять

качество зрения. Эти изменения могут быть оценены с помощью современных методов визуализации и анализа волнового фронта, что помогает в диагностике. Но уже на уровне поликлинического приема по определенным видам жалоб пациента и биомикроскопии можно понять о наличии того или иного вида катаракты и выбрать адекватный способ лечения.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Титаренко Е.М. — концепция работы, литературный поиск, написание статьи;
Иванов Д.И. — концепция работы, редактирование, утверждение финального текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Королева ИА, Егоров ЕА. Возрастная катаракта: профилактика и лечение. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2018;4:194–198.
   Koroleva IA, Egorov EA. Age-related cataract: prevention and treatment. RMJ. Clinical ophthalmology. 2018;4:194–198 (In Russ.).
2. Brian G, Taylor H. Cataract blindness challenges for the 21st century. Bull World Health Organ. 2001;79(3):249–256.
3. Южаков АМ. Основные направления в ликвидации устранимой слепоты в Российской Федерации. Ликвидация устранимой слепоты: Всемирная инициатива ВОЗ. Материалы Российского межрегионального симпозиума. Москва, 2003:27–31.
   Yuzhakov AM. Main directions in the elimination of avoidable blindness in the Russian Federation. Elimination of avoidable blindness: WHO global initiative. Materials of the Russian interregional symposium. Moscow, 2003:27–31 (In Russ.).
4. Орлова ОМ, Трубилин ВН. Хирургия катаракты как медико-социальная проблема. Социология медицины. 2017;116(2):119–122.
   Orlova OM, Trubilin VN. Cataract surgery as a medical and social problem. Sociology of Medicine. 2017;116(2):119–122 (In Russ.).
5. Liu X, Guan Z, Liang S, Feng S, Zhou Y. Associations of cataract, cataract surgery with dementia risk: A systematic review and meta-analysis of 448,140 participants. Eur J Clin Invest. 2024 Feb;54(2):e14113. doi: 10.1111/eci.14113.
6. Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study., GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators. Global estimates on the number of people blind or visually impaired by cataract: a meta-analysis from 2000 to 2020. Eye 2024;38:2156–2172. doi: 10.1038/s41433-024-02961-1.
7. Amesbury EC, Grossberg AL, Hong DM, Miller KM. Functional visual outcomes of cataract surgery in patients with 20/20 or better preoperative visual acuity. J Cataract Refract Surg. 2009 Sep;35(9):1505–1508. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.04.031.
8. Zhu X, Ye H, He W, Yang J, Dai J, Lu Y. Objective functional visual outcomes of cataract surgery in patients with good preoperative visual acuity. Eye (Lond). 2017 Mar;31(3):452–459. doi: 10.1038/eye.2016.239.
9. Mishor, G. Higher order aberrations and age-related cataract: a pre- and post- operative study. Thesis, Cardiff University, 2012.
10. Faria-Correia F, Lopes B, Monteiro T, Franqueira N, Ambrósio R Jr. Scheimpflug lens densitometry and ocular wavefront aberrations in patients with mild nuclear cataract. J Cataract Refract Surg. 2016 Mar;42(3):405–411. doi: 10.1016/j.jcrs.2015.10.069.
11. Lee J, Kim MJ, Tchah H. Higher-order aberrations induced by nuclear cataract. J Cataract Refract Surg. 2008 Dec;34(12):2104–2109. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.08.029. Erratum in: J Cataract Refract Surg. 2009 Jan;35(1):4.
12. Sachdev N, Ormonde SE, Sherwin T, McGhee CN. Higher-order aberrations of lenticular opacities. J Cataract Refract Surg. 2004 Aug;30(8):1642–1648. doi: 10.1016/j.jcrs.2004.02.048.
13. Grewal DS, Brar GS, Grewal SP. Correlation of nuclear cataract lens density using Scheimpflug images with Lens Opacities Classification System III and visual function. Ophthalmology. 2009 Aug;116(8):1436–1443. doi: 10.1016/j.ophtha.2009.03.002. Epub 2009 Jun 4. PMID: 19500847.
14. Rocha KM, Nosé W, Bottós K, Bottós J, Morimoto L, Soriano E. Higher-order aberrations of age-related cataract. J Cataract Refract Surg. 2007 Aug;33(8):1442–1446. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.03.059.
15. Fernández J, Rodríguez-Vallejo M, Martínez J, Tauste A, Piñero DP. From Presbyopia to Cataracts: A Critical Review on Dysfunctional Lens Syndrome. J Ophthalmol. 2018 Jun 27:4318405. doi: 10.1155/2018/4318405.
16. Owsley C. Vision and Aging. Annu Rev Vis Sci. 2016 Oct 14;2:255–271. doi: 10.1146/annurev-vision-111815-114550.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Иванов Дмитрий Иванович
доктор медицинских наук, заведующий II хирургическим отделением, врач-офтальмохирург

Титаренко Елена Михайловна
заведующая отделом ординатуры, врач-офтальмолог


## ABOUT THE AUTHORS


Ivanov Dmitry I.
PhD, MD, head of the II Surgical Department, Ophthalmic Surgeon

Titarenko Elena M.
head of the Residency Department, ophthalmologist

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-295-304*

*поступила 21.03.25*
*was received 21.03.25*

# Ранние клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма в зависимости от его степени с помощью высокочастотного эксимерного лазера Schwind Amaris 1050RS







О.А. Клокова[1] Р.О. Дамашаускас[1] А.И. Качаров[2] А.В. Пискунов[1] М.С. Гейденрих[1]
Е.И. Дьяконова[1]

[1] Краснодарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Красных партизан, 6, Краснодар, 350012, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. им. Митрофана Седина, 4, Краснодар, 350063, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):295–304**

**Цель:** провести проспективное сравнительное исследование ранних результатов коррекции смешанного астигматизма методом Фемто-ЛАЗИК на эксимерном лазере Schwind Amaris 1050RS в зависимости от степени астигматизма. **Пациенты и методы**. В данное одноцентровое, проспективное исследование вошел 281 пациент со смешанным астигматизмом, средний возраст 28,96 ± 7,92 года. I группу составили пациенты с астигматизмом ⩽3,0D; II группу — >3,0D по принципу один пациент — один глаз. Всем пациентам была выполнена лазерная коррекция методом Фемто-ЛАЗИК. **Результаты.** Через три месяца после Фемто-ЛАЗИК у пациентов I исследуемой группы средняя острота зрения без коррекции (НКОЗ) была сопоставима с дооперационным значением корригированной остроты зрения (КОЗ) — 0,93 ± 0,11 и 0,91 ± 0,13 соответственно ($p$ = 0,5), во II группе пациентов — 0,73 ± 0,20 и статистически значимо ($p$ = 0,01) превышала дооперационный уровень 0,68 ± 0,18. Коэффициент эффективности составил 88,1 и 84,3 % в I и II группах соответственно. Снижение КОЗ на 0,2 было отмечено в 0,8 % (1 глаз) в I группе и в 3,3 % случаев (5 глаз) во II группе, коэффициент безопасности в I группе составил 99,2 %, во II группе — 96,7 %. Сферический эквивалент в пределах ±0,50D был достигнут на 89 глазах (70,1 %) в I группе и 79 глазах (51,3 %) во II группе, ±1,0D в 98,4% случаев (125 глаз) и 96,7 % (149 глаз) в I и II группах соответственно. Интегральный показатель значения CI при векторном анализе по N. Alpins в I группе составил 0,89 ± 0,10, во II группе — 0,94 ± 0,05. После коррекции у пациентов исследуемых групп наблюдалось увеличение HOA RMS и сферической аберрации, а также значительное уменьшение значения RMS астигматизма, все данные были статистически значимыми ($p$ < 0,05). Во второй группе также отмечена отрицательная динамика в послеоперационном уровне комы ($p$ < 0,05). **Заключение.** Проведенное проспективное сравнительное исследование ранних результатов коррекции смешанного астигматизма методом Фемто-ЛАЗИК на Schwind Amaris 1050RS с контролем циклоторсии, высокой частотой повторения импульсов и оптимизированным асферическим профилем абляции подтвердило безопасность, эффективность и предсказуемость коррекции данного вида астигматизма независимо от его степени.

**Ключевые слова:** смешанный астигматизм, Фемто-ЛАЗИК, Schwind Amaris 1050RS, аберрации, векторный анализ

**Для цитирования:** Клокова О.А., Дамашаускас Р.О., Качаров А.И., Пискунов А.В. Гейденрих М.С., Дьяконова Е.И. Ранние клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма в зависимости от его степени с помощью высокочастотного эксимерного лазера Schwind Amaris 1050RS. *Офтальмология.* 2025;22(2):295–304. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-295-304

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Early Clinical and Functional Results of Mixed Astigmatism Correction Depending on the Degree with the High-frequency Excimer Laser Schwind Amaris 1050RS

O.A. Klokova[1], R.O. Damashauskas[1], A.I. Kacharov[2], A.V. Piskunov[1], M.S. Geidenrikh[1], E.I. Diakonova[1]

[1] Krasnodar Branch of The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Krasnykh Partizan str., 6, Krasnodar, 350012, Russian Federation

[2] Kuban State Medical University
Mitrofan Sedin str., 4, Krasnodar, 350063, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):295–304**

**Purpose.** To conduct a prospective comparative study of the early results of mixed astigmatism's correction by the Femto-LASIK method using the excimer laser Schwind Amaris 1050RS depending on the degree of astigmatism Patients and methods. This single-center, prospective study included 281 patients with mixed astigmatism, mean age 28.96 ± 7.92 years. Group I consisted of patients with astigmatism ⩽3.0D; Group II — > 3.0D on the principle of one patient — one eye. All patients underwent laser correction with the Femto-LASIK method. **Results.** Three months after Femto-LASIK, the average uncorrected visual acuity (UCVA) in patients of the first study group was comparable with the preoperative value of best corrected visual acuity (BCVA) — 0.93 ± 0.11 and 0.91 ± 0.13, respectively ($p$ = 0.5). In group II, it was equal to 0.73 ± 0.20 and statistically significantly ($p$ = 0.01) exceeded the preoperative level of 0.68 ± 0.18. The efficiency ratio was 88.1% and 84.3% in groups I and II respectively. A decrease in BCVA by 0.2 was noted in 0.8% (1 eye) in group I and in 3.3% of cases (5 eyes) in group II, the safety ratio in group I was 99.2%, in group II — 96.7%. The spherical equivalent within ±0.50D was achieved in 89 eyes (70.1%) in group I and 79 eyes (51.3%) in group II, ±1.0D in 98.4% of cases (125 eyes) and 96.7% (149 eyes) in groups I and II respectively. The integral index of the CI value in the vector analysis according to Alpins N. in group I was 0.89 ± 0.10, in group II — 0.94 ± 0.05. After correction, patients of the studied groups showed an increase in HOA RMS and spherical aberration, as well as a significant decrease in the RMS value of astigmatism, all data were statistically significant ($p$ < 0.05). In the second group, negative dynamics in the coma level were also noted ($p$ < 0.05). **Conclusion.** The conducted prospective comparative study of early results of mixed astigmatism correction by Femto-LASIK using the Schwind Amaris 1050RS with cyclotorsion control, high pulse repetition rate and optimized aspheric ablation profile confirmed the safety, effectiveness and predictability of correction of this type of astigmatism regardless of its degree.

**Keywords:** mixed astigmatism, Femto-LASIK, Schwind Amaris 1050RS, aberrations, vector analysis

**For citation:** Klokova O.A., Damashauskas R.O., Kacharov A.I., Piskunov A.V., Geidenrikh M.S., Diakonova E.I. Early Clinical and Functional Results of Mixed Astigmatism Correction Depending on the Degree with the High-frequency Excimer Laser Schwind Amaris 1050RS. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):295–304. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-295-304

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Астигматизм — аномалия рефракции, которая приводит к асимметричному преломлению световых лучей, вызванная меридиональной асимметрией кривизны роговицы или хрусталика глаза [1]. В 2017 году H. Hashemi и соавт. опубликовали систематический обзор и результаты метаанализа аномалий рефракции по всему миру в соответствии с регионами Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) на основании международной базы данных за период с 1990 по 2016 год [2]. По этим данным, предполагаемая совокупная распространенность астигматизма превышает распространенность близорукости, дальнозоркости и в среднем варьирует от 11,4 % в Африке до 45,6 % в Северной и Южной Америке.

Астигматизм является причиной снижения работоспособности пациентов, и, по мнению J. Zhang, в связи с этим недооценены экономические потери государства [3]. При этом адекватная коррекция астигматизма, безусловно, в значительной степени влияет на качество жизни пациентов.

Хирургическая компенсация смешанного астигматизма, особенно высокой степени, по сравнению с миопией всегда представляла сложности для лазерной коррекции [4]. Внедрение в клиническую практику в начале XXI века предложенного A. Chayet биторического метода позволило повысить ее эффективность и сделало лазерное воздействие более щадящим в плане «расхода» ткани роговицы [5]. Данный метод реализован в большинстве современных эксимерных лазеров. Тем не менее N. Alpins и соавт. акцентируют внимание на том факте, что данный метод не во всех случаях дает предсказуемые результаты коррекции смешанного астигматизма [6]. В доступной литературе имеются только единичные публикации, посвященные проблеме лазерной коррекции смешанного астигматизма на лазерных системах с высокой частотой следования импульсов [7, 8]. При этом в них представлены малые группы пациентов и нет разделения по степени

корригируемого астигматизма [9]. В связи с этим, на наш взгляд, сохраняется актуальность продолжения исследований в данном направлении.

**Цель:** провести проспективное сравнительное исследование ранних результатов коррекции смешанного астигматизма методом Фемто-ЛАЗИК на эксимерном лазере Schwind Amaris 1050RS в зависимости от степени астигматизма.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В данное одноцентровое проспективное исследование вошел 281 пациент со смешанным астигматизмом в возрасте от 18 до 51 года (28,96 ± 7,92 года). Пациентов разделили на две группы в зависимости от степени астигматизма: I группу составили пациенты с астигматизмом до трех диоптрий; II группу — с цилиндрическим компонентом более трех диоптрий по принципу один пациент — один глаз (табл. 1). Группы были сопоставимы по возрасту ($p$ = 0,73) и толщине роговицы ($p$ = 0,45), статистически значимо отличались по величине сферического, цилиндрического компонентов, остроте зрения с коррекцией ($p$ = 0,001). Критериями включения в исследуемые группы были: возраст более 18 лет, стабильная рефракция в течение 2 лет; астигматизм равный или больше 0,75 диоптрии; толщина роговицы не менее 500 мкм; диаметр зрачка в условиях сниженной освещенности не более 7,0 мм; нормальная кератотопограмма. Критериями невключения пациентов были: воспалительные заболевания роговицы, кератоконус, синдром Шегрена, некомпенсированный синдром сухого глаза (ССГ), эпителиопатия, неврологические и системные заболевания. Амблиопия не являлась критерием невключения.

**Таблица 1.** Характеристики групп пациентов, включенных в исследование

**Table 1.** Characteristics of the patient groups included in the study

| Показатели<br>Index | I группа / I group<br>Cyl ≤ 3,0D<br>($n$ = 127) | II группа / II group<br>Cyl > 3,0D<br>($n$ = 154) | Сравнение между группами / Comparison between groups |
|---|---|---|---|
| Возраст (год) / Age (year) | 28,96 ± 7,92<br>(17–51) | 28,79 ± 8,59<br>(16–51) | $p$ = 0,73 # |
| Пол м/ж / Male m/f | 32 / 36 | 49 / 32 | — |
| Сферический компонент (D) / Spherical component (D) | 0,87 ± 0,55<br>(0,25; 2,75) | 2,12 ± 1,18<br>(0,25; 5,25) | $p$ = 0,001 # |
| Цилиндрический компонент (D) / Cylindrical component (D) | -2,34 ± 0,71<br>(-0,75; -3,0) | -4,86 ± 1,03<br>(-3,25; -7,5) | $p$ = 0,001 * |
| Сферический эквивалент(D) / Spherical equivalent (D) | -0,73 ± 0,35<br>(-0,12; -1,62) | -1,36 ± 0,63<br>(0; -3,0) | $p$ = 0,001 * |
| Острота зрения с коррекцией / Visual acuity with correction | 0,91 ± 0,13<br>(0,3–1,0) | 0,68 ± 0,18<br>(0,2–1,0) | $p$ = 0,001 # |
| Данные пахиметрии в центре роговицы (мкм) / Pachymetry data in the center of the cornea (μm) | 538,0 ± 31,59 | 532,5 ± 31,93 | $p$ = 0,45 * |

Примечание: * критерий Стьюдента; # $U$-критерий Манна — Уитни.
Note: * Student's $t$-test; # Mann–Whitney $U$ test.

Всем пациентам проводилось стандартное комплексное офтальмологическое обследование, включая оценку некорригированной остроты зрения (НКОЗ) и остроты зрения с коррекцией (КОЗ), уровня манифестной и циклоплегической рефракции, результатов периметрии, внутриглазного давления (ВГД), осмотр глазного дна с помощью линзы Гольдмана, определение топографии роговицы на Pentacam® HR (Oculus, Германия) и биомеханических параметров, полученных с использованием Corvis® ST (Oculus, Германия). Анализ выполняли только тех протоколов исследования, которые показали «ОК» по качеству сканирования (QS). До обследования пациенты не пользовались контактными линзами не менее двух недель. Оценку рефракционных результатов проводили, используя векторный анализ N. Alpins [10].

Протокол исследования пациентов на наличие ССГ включал анкетирование с использованием опросника OSDI (индекс поверхностных глазных заболеваний), общепринятые функциональные диагностические тесты, такие как оценка суммарной слезопродукции с помощью пробы Ширмера-I, время разрыва слезной пленки (ВРСП), а также окрашивание глазной поверхности витальным красителем лиссаминовым зеленым. Для проведения использовали сухие стерильные диагностические полоски производства Contacare Ophthalmics and Diagnostics (Индия). ВРСП, а также определение диаметра зрачка в скотопических условиях, уровень роговичных аберраций определяли с помощью прибора Schwind Sirius (Schwind, Германия), толщину роговичного эпителия — с помощью спектрального оптического когерентного томографа RTVue-100 (Optovue, USA).

Всем пациентам была проведена лазерная коррекция смешанного астигматизма по технологии Фемто-ЛАЗИК одними и теми же опытными хирургами с использованием идентичного хирургического протокола. С помощью фемтосекундного лазера VisuMax™ 500 кгц (Carl Zeiss Meditec AG, Йена, Германия) под местной капельной анестезией выполняли формирование поверхностного роговичного лоскута диаметром 8,8–9,3 мм толщиной 100–110 мкм. Изменение профиля роговицы осуществлялось на лазерной системе Schwind Amaris 1050RS (Schwind Eye-Tech-Solutions GmbH, Германия) с помощью оптимизированного профиля асферической абляции, который подразумевает создание асферической переходной зоны [11]. Во всех случаях использовалось статическое и динамическое управление циклоторсией, а также режим распознавания осей. Абляции проводились по центру вершины роговицы с использованием смещения зрачка, измеренного с помощью видеокератоскопии (CSO). Во всех случаях целью послеоперационной рефракции была эмметропия, остаточная толщина стромы не менее 300 мкм. Расчет алгоритма абляции проводился с использованием программного обеспечения ORK-CAM (Schwind eye-tech-solutions GmbH). Диаметр центральной оптической зоны

планировался таким образом, чтобы он был как минимум равен размеру зрачка в условиях сниженной освещенности. При центрации ОЗ учитывался угол каппа, так как у большинства пациентов со смешанным астигматизмом, как и с гиперметропией, он является положительным [12]. Подклапанное пространство промывали раствором BSS и адаптировали поверхностный слой роговицы к строме с помощью микротупфера.

Настоящее исследование проведено на базе Краснодарского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. академика С. Н. Федорова» Минздрава России.

Каждый пациент, включенный в исследование, предоставил письменное информированное согласие на процедуру и сбор данных. Исследование было одобрено комитетом по этике при Научно-медицинском совете Краснодарского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза" им. академика С. Н. Федорова» Минздрава России и проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Для обработки полученных данных использовали программное обеспечение MS Excel 2019 (Microsoft Inc., США), Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Распределение данных было проверено с помощью теста Колмогорова — Смирнова. Данные представлены в виде $M \pm \sigma$, где $M$ — выборочное среднее значение, σ — стандартное отклонение. Для сравнения двух независимых выборок для нормально распределенных данных применяли непарный *t*-критерий Стьюдента, *U*-критерий Манна — Уитни — для ненормально распределенных данных. Для зависимых выборок при ненормальном распределении применялся критерий Вилкоксона, при нормальном распределении — *t*-критерий Стьюдента. Критический уровень значимости (*p*-value) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Все операции были выполнены без осложнений. Средняя глубина абляции в центре у пациентов I группы составила 31,60 ± 15,93 мкм, II группы — 46,55 ± 26,08 мкм. В свою очередь, средняя глубина абляции на периферии в I группе была 45,80 ± 12,47 мкм, II группы — 77,32 ± 22,01 мкм. В послеоперационном периоде явлений диффузного ламеллярного кератита, децентрации центральной оптической зоны, врастания эпителия под клапан роговицы ни в одном случае зарегистрировано не было. Первые 1–3 дня 9 пациентов (3,2 %) предъявляли жалобы на выраженный дискомфорт в глазах, при биомикроскопии были отмечены элементы эпителиопатии роговицы как проявление ССГ, в связи с этим пациентам были рекомендованы инстилляции бесконсервантных лубрикантов на основе гиалуроновой кислоты 4–5 раз в день в течение месяца.

В таблице 2 и на рисунке 1 представлены результаты КОЗ до операции и НКОЗ на следующий день и через 3 месяца после операции у пациентов исследуемых групп. В I группе средняя НКОЗ через три месяца соответствовала уровню КОЗ ($p = 0,5$) и статистически значимо была выше во II группе ($p = 0,01$). Следует также отметить положительную динамику в отношении показателей НКОЗ на следующий день после операции и в конце срока наблюдения ($p = 0,001$).

Коэффициент эффективности (процент глаз, показавших равную или лучшую НКОЗ по сравнению с КОЗ до операции) составил 88,1 и 84,3 % в I и II группах соответственно (рис. 1).

**Таблица 2.** Корригированная острота зрения (КОЗ) до операции и некорригированная острота зрения (НКОЗ) через 1 день и 3 месяца после Фемто-ЛАЗИК

**Table 2.** Corrected visual acuity (BCVA) before surgery and uncorrected visual acuity (UCVA) 1 day and 1 month after Femto-Lasik

| Исследуемая группа / Study group | КОЗ до операции / BCVA before surgery | НКОЗ через 1 день после операции / UCVA 1 day postoperatively | НКОЗ через 3 месяца после операции / UCVA 3 month postoperatively | Сравнение КОЗ до операции и НКОЗ / Comparison of BCVA preoperatively and UCVA |
|---|---|---|---|---|
| I группа / I group Cyl ≤ 3,0D ($n = 127$) | 0,91 ± 0,13 (0,3–1,0) | 0,87 ± 0,14 (0,4–1,0) | 0,93 ± 0,11 (0,3–1,0) | $p_1 = 0,001$ $p_2 = 0,5$ $p_3 = 0,001$ |
| II группа / II group Cyl > 3,0D ($n = 154$) | 0,68 ± 0,18 (0,2–1,0) | 0,67 ± 0,17 (0,2–1,0) | 0,73 ± 0,2 (0,35–1,0) | $p_1 = 0,07$ $p_2 = 0,01$ $p_3 = 0,001$ |

Примечание: $p_1$ — значимость различий КОЗ до операции и НКОЗ после операции через 1 день; $p_2$ — значимость различий КОЗ до операции и НКОЗ через 3 месяца после операции; $p_3$ — значимость различий НКОЗ после операции через 1 день и через 3 месяца.
Note: $p_1$ — significance of differences in VA before surgery and UCVA after surgery 1 day later; $p_2$ — significance of differences in VA before surgery and UCVA 3 months after surgery; $p_3$ — significance of differences in UCVA after surgery 1 day later and 3 months later.

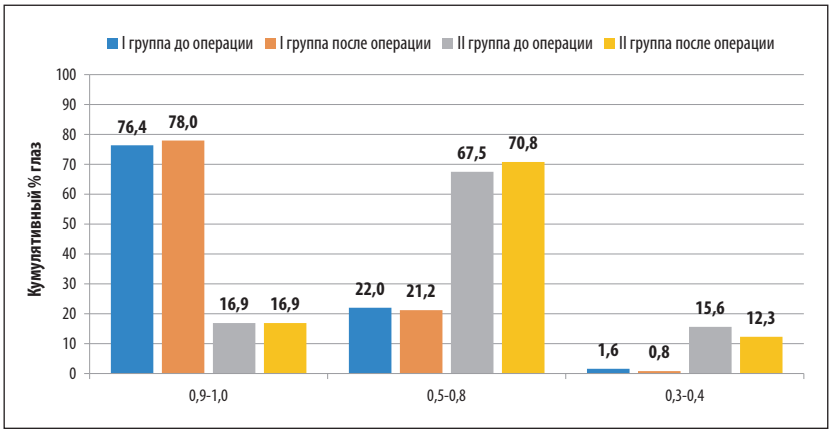



**Рис. 1.** Острота зрения с коррекцией до операции и острота зрения без коррекции после операции

**Fig. 1.** Visual acuity with correction before surgery and visual acuity without correction after surgery

Что касается остроты зрения с коррекцией, то в подавляющем большинстве случаев в обеих исследуемых группах она соответствовала или превышала дооперационное значение: 96 и 83,4 %, соответственно (рис. 2). Снижение остроты зрения на 0,2 было отмечено в 0,8 % (1 глаз) в I группе и в 3,3 % (5 глаз) во II группе. Таким образом, коэффициент безопасности (процент глаз, потерявших 2 и более строк КОЗ после операции по сравнению с КОЗ до операции) в I группе равнялся 99,2 %, во II группе — 96,7 %.

Рефракционные результаты коррекции смешанного астигматизма у пациентов исследуемых групп показаны на рисунках 3–6.

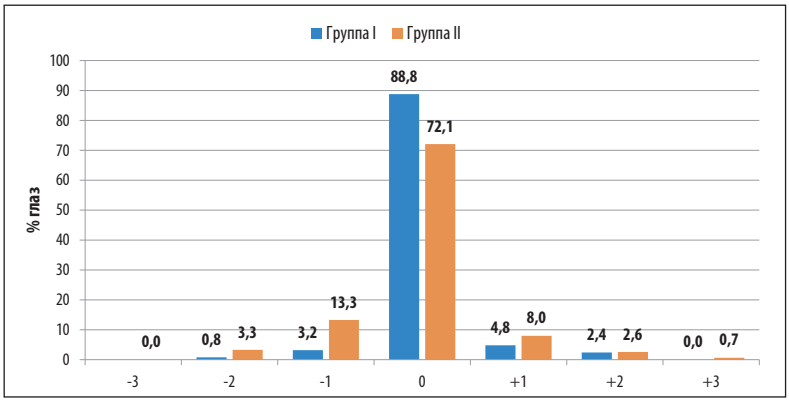



**Рис. 2.** Потеря/прибавка строк максимально корригированной остроты зрения вдаль после операции

**Fig. 2.** Loss/gain of best-corrected distance visual acuity lines after surgery

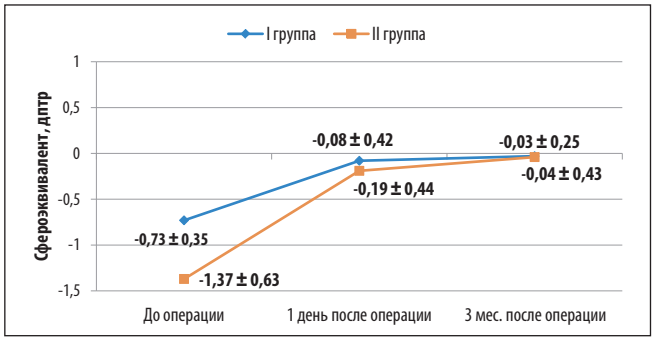



**Рис. 3.** Динамика изменения сферического эквивалента в период наблюдения у пациентов исследуемых групп

**Fig. 3.** Dynamics of changes in spherical equivalent during the observation period in patients of the study groups

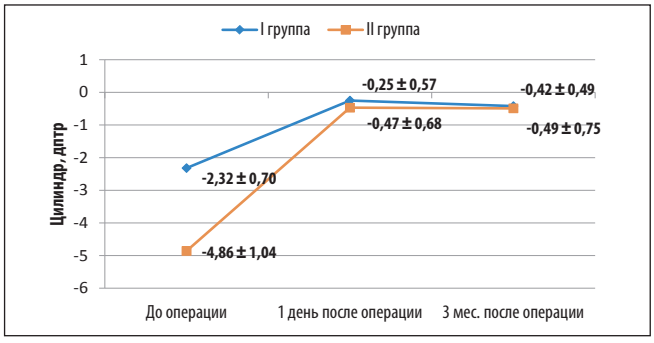



**Рис. 4.** Динамика изменения цилиндрического компонента в период наблюдения у пациентов исследуемых групп

**Fig. 4.** Dynamics of changes in the cylindrical component during the observation period in patients of the study groups

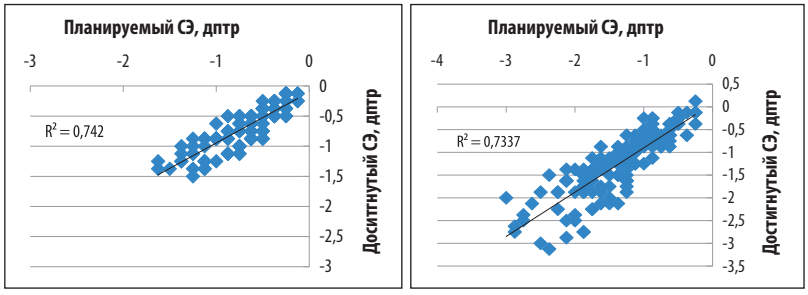



**Рис. 5.** Предсказуемость результатов коррекции

**Fig. 5.** Predictability of correction results

Через 3 месяца после Фемто-ЛАЗИК сферический эквивалент в пределах ±0,50D достигнут на 89 глазах (70,1 %) в I группе и 79 глазах (51,3 %) во II группе, ±1,0D в 98,4 % случаев (125 глаз) и 96,7 % (149 глаз) в I и II группах соответственно. Таким образом, коэффициент предсказуемости (процент глаз, на которых была достигнута рефракция в пределах ± 0,5D от запланированной коррекции) составил в I группе 70,1 % и во I группе 51,3 %.

Рефракция цели, астигматизм в пределах ±0,5D в конце срока наблюдения после Фемто-ЛАЗИК была достигнута в 75,4 % случаев (95 глаз) в I группе и 53,2 % (82 глаза) — во II группе, ±1,0D в 100 % (127 глаз) и 80 % (123 глаза) соответственно, ±2,0D во второй группе в 100 % случаев (154 глаза) (рис. 6). Клинически значимая степень остаточного

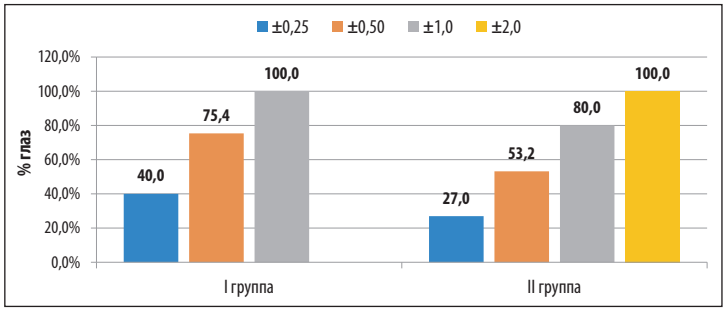



**Рис. 6.** Распределение величины астигматизма после операции у пациентов исследуемых групп

**Fig. 6.** Distribution of astigmatism magnitude after surgery in patients of the study groups

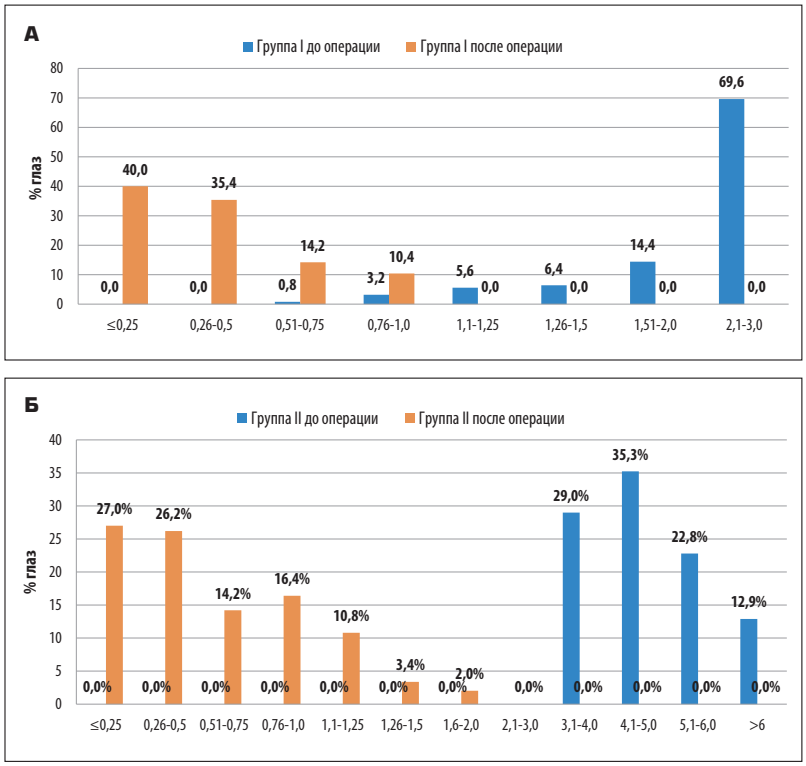



**Рис. 7.** Степень астигматизма до и после операции: А — у пациентов I группы; Б — у пациентов II группы

**Fig. 7.** The degree of astigmatism before and after surgery; A — in patients of group I; Б — in patients of group II

**Таблица 3.** Векторный анализ коррекции астигматизма по N. Alpins

**Table 3.** Vector analysis of astigmatism correction according to N. Alpins

| Параметр / Index | I группа / I group Cyl ≤ 3,0D (*n* = 127) | II группа / II group Cyl > 3,0D (*n* = 154) | Сравнение между группами / Comparison between groups |
|---|---|---|---|
| Величина TIA, D / The value of TIA, D | 1,37 ± 0,73 | 4,28 ± 0,47 | *p* = 0,001 |
| Ось TIA, градусы / TIA axis, degrees | 2,00 ± 73,55 | 179,00 ± 71,20 | *p* = 0,57 |
| Величина SIA, D / The value of SIA, D | 1,22 ± 0,63 | 3,98 ± 0,48 | *p* = 0,001 |
| Ось SIA, градусы / SIA axis, degrees | 179,00 ± 38,00 | 177,00 ± 46,00 | *p* = 0,59 |
| Величина DV, D / The value of DV, D | 0,28 ± 0,20 | 0,39 ± 0,16 | *p* = 0,27 |
| Ось DV, градусы / DV axis, degrees | 11,00 ± 12,00 | 17,00 ± 16,00 | *p* = 0,92 |
| Индекс коррекции CI / CI Correction Index | 0,89 ± 0,10 | 0,94 ± 0,05 | *p* = 0,11 |

астигматизма более 0,75D у пациентов со слабой степенью астигматизма в раннем послеоперационном периоде встречалась в 10,4 % случаев, у пациентов с первичным астигматизмом более 3,0D — в 32,6 % (рис. 7).

Данные коррекции астигматизма по N. Alpins представлены в таблице 3 и на рисунках 8–11. Для анализа использовалось программное обеспечение для автоматического векторного анализа AstigMATIC (Total Cornea Lasik Inc.) [13].

Вектор целевого астигматизма (target-induced astigmatism (TIA)) характеризует значение целевого астигматизма, на компенсацию которого направлена лазерная коррекция зрения (рис. 8). Вектор хирургически индуцированного астигматизма (surgically-induced astigmatism (SIA)) характеризует значение, которое удалось достигнуть в процессе лазерной коррекции зрения. При идеальном раскладе вектор SIA должен быть равен вектору TIA (рис. 9). Вектор различий (difference vector (DV)) характеризует разницу между векторами TIA и SIA и является абсолютным показателем успешности проведенной лазерной коррекции зрения, при идеальном раскладе этот вектор должен равняться нулю (рис. 10). Индекс коррекции (Correction index (CI) в идеале CI должен равняться 1, значение индекса выше 1 указывает на гиперкоррекцию, значение менее 1 — на гипокоррекцию астигматизма (рис. 11).

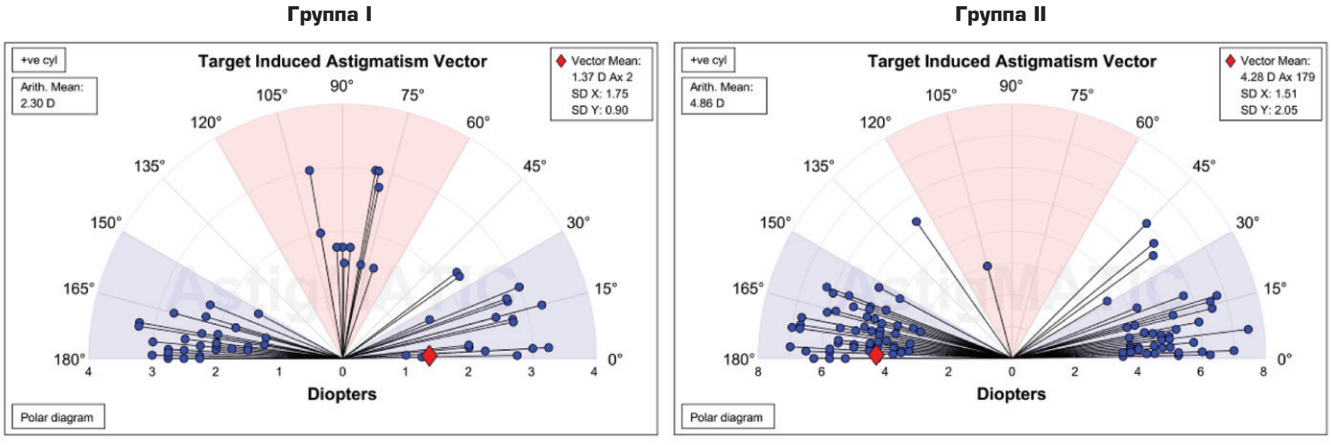



**Рис. 8.** График в полярных координатах вектора TIA обеих групп

**Fig. 8.** Polar plot for the TIA vector of both groups

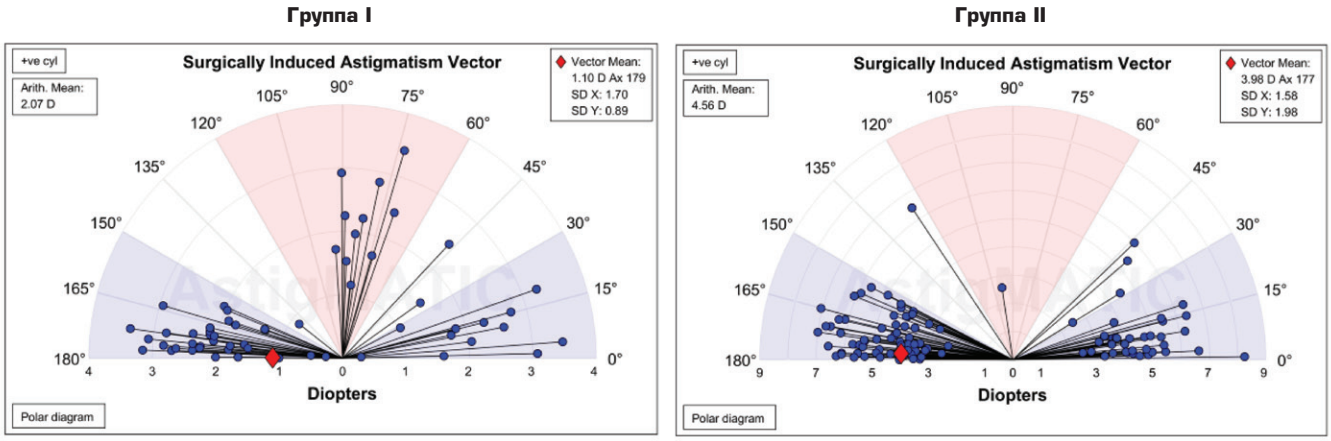



**Рис. 9.** График в полярных координатах вектора SIA обеих групп

**Fig. 9.** Polar plot for the SIA vector of both groups

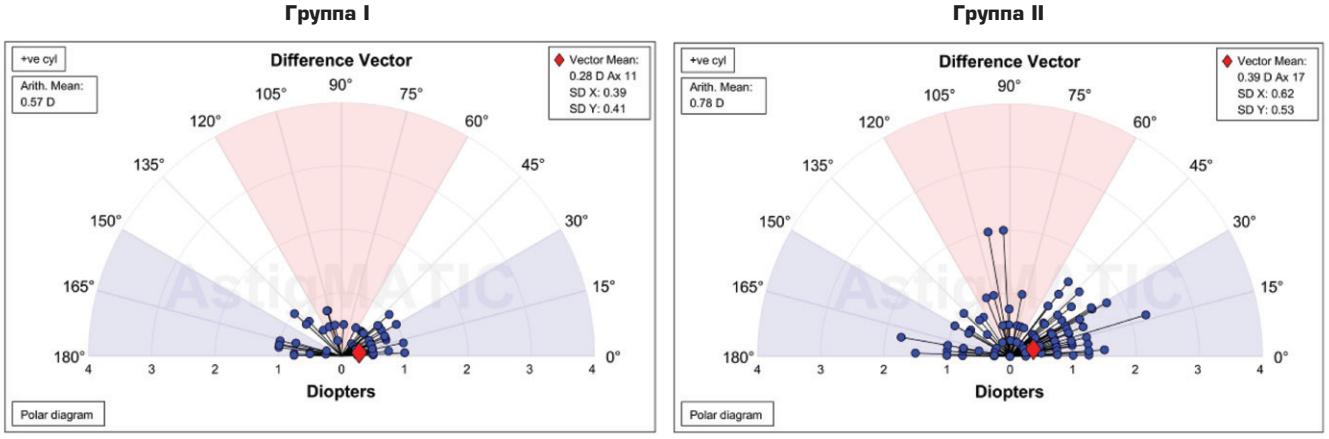



**Рис. 10.** График в полярных координатах вектора DV обеих групп

**Fig. 10.** Polar plot for the difference vector of both groups

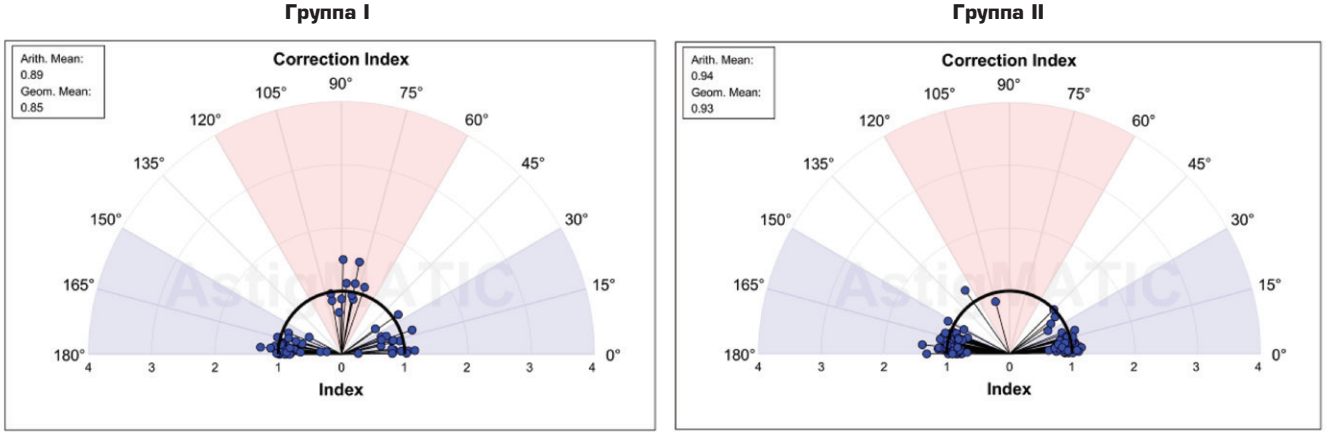



**Рис. 11.** График в полярных координатах индекса коррекции CI обеих групп

**Fig. 11.** Polar plot for the correction index of both groups

Примечание: график демонстрирует гипер/гипокоррекцию астигматизма. * Среднее вектора обозначено красным ромбом.
Note: The graph shows hyper/hypocorrection of astigmatism. * The mean vector is indicated by a red diamond.

**Таблица 4.** Результаты роговичных аберраций до и после операции ($M \pm \sigma$, диапазон значений, $n$ — количество пациентов/глаз)

**Table 4.** Results of corneal aberrations before and after surgery ($M \pm \sigma$, range of values, $n$ is the number of patients/eye)

| Показатель / Index | До операции / Before the operation | | 1 день после операции / 1 day after surgery | | 3 месяца после операции / 3 m after surgery | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Группа I / Group I | Группа II / Group I | Группа I / Group I | Группа II / Group II | Группа I / Group I | Группа II / Group II |
| HOA RMS | 0,36 ± 0,11 (0,17; 0,63) | 0,45 ± 0,15 (0,26; 1,07) | 0,46 ± 0,16* (0,18; 0,86) | 0,77 ± 0,25* (0,30; 2,07) | 0,40 ± 0,13 (0,22; 0,79) | 0,75 ± 0,18** (0,48; 1,34) |
| Астигматизм RMS / Astigmatism RMS | 1,71 ± 0,59 (0,48; 2,82) | 3,39 ± 0,65 (0,89; 4,85) | 0,73 ± 0,25* (0,21; 1,21) | 0,93 ± 0,51* (0,15; 4,14) | 0,88 ± 0,36** (0,22; 1,71) | 1,41 ± 0,34** (0,71; 2,35) |
| Сферические аберрации Z (4,0) / Spherical aberrations Z (4.0) | 0,15 ± 0,06 (0,05; 0,34) | 0,18 ± 0,08 (-0,01; 0,39) | 0,05 ± 0,11* (-0,17; 0,29) | -0,07 ± 0,21* (-0,90; 0,35) | 0,06 ± 0,1** (-0,14; 0,25) | -0,05 ± 0,16** (-0,36; 0,21) |
| Кома Z (3) / Coma Z (3) | 0,24 ± 0,13 (0,04; 0,54) | 0,31 ± 0,13 (0,08; 0,64) | 0,31 ± 0,16 (0,06; 0,70) | 0,37 ± 0,21* (0,04; 1,02) | 0,26 ± 0,14 (0,06; 0,58) | 0,37 ± 0,23** (0,04; 1,05) |

Примечание: * $p \le 0,05$ — разница между дооперационными значением и через 1 день после операции; ** $p \le 0,05$ — разница между дооперационными значением и через 3 месяца после операции.
Note: * $p \le 0.05$ — difference between preoperative values and 1 day after surgery; ** $p \le 0.05$ — difference between preoperative values and 3 months after surgery.

Величина TIA в исследуемых группах отличалась статистически значимо из-за разницы корректируемого астигматизма и составила в I группе 1,37 ± 0,73, во II группе 4,28 ± 0,47. Наблюдалось некоторое отличие показателей векторов TIA и SIA по величине, хотя в идеальных условиях эти значения должны совпадать. В обеих группах это расхождение оказалось статистически незначимым ($p > 0,05$).

Величина DV в I группе была статистически незначимо ($p > 0,05$) ближе к нулю, 0,28 ± 0,20, в сравнении со II группой, в которой показатель составил 0,39 ± 0,16, что соответствует высокой эффективности коррекции астигматизма как при слабой, так и при высокой степени. Показатели оси DV статистически не отличались ($p > 0,05$) и составили 11,0 ± 12,0 в группе I и 17,0 ± 16,0 в группе II.

Анализ интегрального показателя значения CI менее 1,0 в обеих исследуемых группах свидетельствует о незначительной недокоррекции. В I группе показатель составил 0,89 ± 0,10, во II группе — 0,94 ± 0,05. Отличие между группами по близости к 1,0 было статистически незначимым ($p > 0,05$).

В ходе проводимого исследования также был выполнен сравнительный анализ динамики роговичных аберраций высокого порядка. В конце срока наблюдения после Фемто-ЛАЗИК в I группе уровень общей среднеквадратичной (RMS) аберрации и комы соответствовал дооперационным значениям ($p \ge 0,05$), послеоперационные показатели среднеквадратичных значений астигматизма и сферических аберраций были достоверно ниже ($p < 0,05$). Во второй группе наблюдалось достоверное увеличение HOA RMS и незначительное, но также статистически значимое усиление комы ($p \le 0,05$). В то же время положительные изменения среднеквадратичных значений астигматизма и сферических аберраций были также статистически значимы ($p \le 0,05$).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическую коррекцию смешанного астигматизма и миопии отличает сложный алгоритм лазерного воздействия на роговицу — одновременное ослабление миопического меридиана и усиление гиперметропического, при этом выравнивание роговицы должно быть достигнуто с удалением как можно меньшего количества стромы роговицы без клинически значимого индуцирования аберраций высшего порядка. С этой целью в подавляющем большинстве современных лазеров в последние два десятилетия реализован биторический алгоритм абляции, первые результаты применения которого при коррекции смешанного астигматизма были опубликованы A. Chaet в 2001 году [14]. Адекватная центрация лазерного воздействия и циклоторсионная компенсация движения глаз — неотъемлемые условия достижения результатов коррекции смешанного астигматизма с меньшей индукцией оптических аберраций [15]. Так, если не корректируется циклоторсия глаза больше двух градусов, это может негативно сказаться на коррекции астигматизма и вызвать значительные аберрации [10]. Теоретически, разница в четыре градуса приведет к 14%-ной недостаточной коррекции астигматизма, разница в 6 градусов уже к 20%-ной недостаточной коррекции, а разница в 10 градусов — к 35%-ной недостаточной коррекции [16]. В полной мере этим требованиям отвечают современные лазерные системы производства фирмы Schwind eye-tech-solutions GmbH (Германия) [11]. Наиболее значимые технологические преимущества эксимерного лазера седьмого поколения Schwind Amaris 1050RS (Schwind eye-tech-solutions GmbH, Германия) — это высокая частота следования лазерных импульсов (более 1000 Гц), объективное позиционирование центра абляции, активный трекинг в семи измерениях с высокой скоростью измерений (1050 в сек.), персонализированный профиль абляции, нанесение импульсов на основе структуры Фуллерена (трехмерной модели, описывающей форму роговицы), контроль статической и динамической циклоторсии.

В нашем проспективном исследовании мы оценивали ранние (срок наблюдения три месяца) результаты лазерной коррекции смешанного астигматизма методом Фемто-ЛАЗИК на эксимерной лазерной системе Schwind Amaris 1050RS по общепринятым категориям

(эффективность, безопасность, предсказуемость). В результате лазерной коррекции уровень достигнутой средней НКОЗ через три месяца после коррекции у пациентов с астигматизмом до 3 диоптрий был сопоставим с дооперационным значением КОЗ — 0,93 ± 0,11 и 0,91 ± 0,13 соответственно ($p$ = 0,5). У пациентов с астигматизмом более 3 диоптрий она была равна 0,73 ± 0,20 и статистически значимо ($p$ = 0,01) превышала дооперационный уровень 0,68 ± 0,18, что подтверждает мнение других авторов об эффективности хирургической коррекции для лечения рефракционной амблиопии [17]. Коэффициент эффективности в исследуемых группах составил, соответственно, 88,1 и 84,3 %. Анализ результатов послеоперационных значений КОЗ показал, что в I группе коэффициент безопасности был ожидаемо выше по сравнению со II группой и равен 99,2 %. Во II группе, несмотря на высокую (-4,86 ± 1,03) среднюю степень корригируемого астигматизма, снижение КОЗ на 0,2 было зарегистрировано только в 3,3 % случаев, коэффициент безопасности составил 96,7 %. В серии анализируемых случаев коррекции высокой степени астигматизма ни одного случая потери более 2 строчек КОЗ отмечено не было.

Детальный анализ полученных рефракционных результатов показал, что в большинстве случаев ожидаемая степень астигматизма в пределах ±0,5D в I исследуемой группе была достигнута в 75,4 % случаев, во II группе — в 53,2 %. Следует отметить, что цилиндрический компонент, имеющей клиническое значение, в пределах 0,75–2,0 диоптрии встречался во II группе в 32,6 % случаев. При этом детальный анализ динамики изменения астигматизма, представленный на рисунке 7, показывает, что это случаи с экстремально высоким дооперационным астигматизмом. Эти пациенты заранее были информированы о возможной остаточной степени астигматизма после лазерной коррекции и дали свое согласие на ее проведение. На наш взгляд, такой подход с целью уменьшения анизометропии, в случае непереносимости очковой коррекции, необходимости социальной реабилитации является оправданным. К тому же недостатком нашего исследования является короткий срок наблюдения, в связи с этим нами не представлен анализ данных повторных вмешательств по сравнению с работами других авторов [18].

Проведенный сравнительный векторный анализ коррекции астигматизма по N. Alpins позволяет сделать заключение о высокой эффективности коррекции смешанного астигматизма на эксимерном лазере Schwind Amaris 1050RS независимо от степени астигматизма: интегральный показатель CI близок к предпочтительному значению 1,0 в обеих группах, соответственно, 0,94 ± 0,06 и 0,89 ± 0,04. Сравнение вышеописанных визуальных и рефракционных результатов, полученных в ходе выполненного нами исследования, позволяет сделать вывод, что они сопоставимы с показателями коррекции смешанного астигматизма на современных эксимерных лазерах других производителей MEL 90 (Carl Zeiss Meditec AG, Йена, Германия) и Allegretto EX500 (Alcon, Fort Worth, TX, США) [7, 8]. Мы допускаем, что данное сравнение не совсем корректно, так как в этих работах авторами представлены результаты коррекции смешанного астигматизма без разделения по степени астигматизма, и средние значения корригируемого астигматизма были значительно ниже уровня астигматизма во II группе в нашем исследовании, но в доступной рецензируемой литературе количество статей, посвященных данной тематике, ограничено.

Мы не обнаружили также публикаций, посвященных результатам коррекции смешанного астигматизма на Schwind Amaris 1050RS. Учитывая роль индуцированных аберраций высокого порядка на качество зрения пациентов после лазерной коррекции, многие авторы уделяют внимание исследованию их динамики после Фемто-ЛАЗИК при коррекции аметропии [19]. Мы также включили данный анализ в дизайн описываемого исследования. По нашим данным, через 3 месяца после операции статистически значимая ($p$ < 0,05) отрицательная динамика в аберрометрических показателях (HOA RMS, сферической аберрации, комы) была зарегистрирована только у пациентов II группы при коррекции астигматизма в диапазоне от 3,25D до -7,5D. В то же время при коррекции слабой степени астигматизма уровень аберраций высокого порядка соответствовал дооперационному ($p$ > 0,05). При использовании эксимерного лазера 6-го поколения Schwind Amaris 750S такую же тенденцию в динамике роговичных аберраций после коррекции смешанного астигматизма высокой степени отметили J. Alio и соавт. [18]. При тех же условиях M. Bohac и соавт. утверждают, что отрицательные изменения сферических аберраций, комы, трефойла были незначительны ($p$ > 0,5) [20].

Для оценки стабильности достигнутых результатов, эффективности и безопасности выполнения повторных вмешательств с целью улучшения результатов в случае гипокоррекции необходимо дальнейшее изучение отдаленных послеоперационных результатов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное проспективное сравнительное исследование ранних результатов коррекции смешанного астигматизма методом Фемто-ЛАЗИК на SCHWIND AMARIS 1050RS с контролем циклоторсии, высокой частотой повторения импульсов и оптимизированным асферическим профилем абляции подтвердило безопасность, эффективность и предсказуемость коррекции данного вида астигматизма независимо от его степени.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Клокова О.А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, написание текста и окончательное одобрение варианта статьи для публикации;
Дамашаускас Р.О. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, подготовка статьи;
Пискунов А.В. — критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания, выполнение операций;
Качаров А.И. — статистический анализ полученных данных, литературный обзор;
Гейденрих М.С. — оформление библиографии, сбор данных;
Дьяконова Е.И. — сбор и обработка материала.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Núñez MX, Henriquez MA, Escaf LJ, Ventura BV, Srur M, Newball L, Espaillat A, Centurion VA. Consensus on the management of astigmatism in cataract surgery. Clin Ophthalmol. 2019 Feb 11;13:311–324. doi: 10.2147/OPTH.S178277.
2. Hashemi H, Fotouhi A, Yekta A, Pakzad R, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. J Curr Ophthalmol. 2017 Sep 27;30(1):3–22. doi: 10.1016/j.joco.2017.08.009.
3. Zhang J, Wu Y, Sharma B, Gupta R, Jawla S, Bullimore MA. Epidemiology and Burden of Astigmatism: A Systematic Literature Review. Optom Vis Sci. 2023 Mar 1;100(3):218–231. doi: 10.1097/OPX.0000000000001998.
4. Biscevic A, Bohac M, Pjano MA, Grisevic S, Patel S, Pidro A. Treatment of High Astigmatism with WaveLight Allegretto Eye-Q Excimer Laser Platform. Acta Inform Med. 2019 Sep;27(3):177–180. doi: 10.5455/aim.2019.27.177-180.
5. De Ortueta D, Haecker C. Laser in situ keratomileusis for mixed astigmatism using a modified formula for bitoric ablation. Eur J Ophthalmol. 2008 Nov-Dec;18(6):869–876. doi: 10.1177/112067210801800603.
6. Alpins N, Ong JKY, Stamatelatos G. Planning for Coupling Effects in Bitoric Mixed Astigmatism Ablative Treatments. J Refract Surg. 2017 Aug 1;33(8):545–551. doi: 10.3928/1081597X-20170616-01.
7. Moshirfar M, Durnford K, Megerdichian A, Thomson A, Martheswaran T, West W Jr, McCabe S, Ronquillo Y, Hoopes P. Refractive Outcomes After LASIK for the Treatment of Mixed Astigmatism with the Allegretto WaveLight EX500. Ophthalmol Ther. 2022 Apr;11(2):785–795. doi: 10.1007/s40123-022-00472-4.
8. Reinstein DZ, Carp GI, Archer TJ, Day AC, Vida RS. Outcomes for Mixed Cylinder LASIK With the MEL 90® Excimer Laser. J Refract Surg. 2018 Oct 1;34(10):672–680. doi: 10.3928/1081597X-20180814-01.
9. Kilavuzoğlu AE, Gönen T, Çelebi AR, Coşar Yurteri CB, Şener AB. Treatment of mixed astigmatism: early clinical outcomes withWaveLight and Technolas excimer lasers. Turk J Med Sci. 2016 Apr 19;46(3):664–672. doi: 10.3906/sag-1504-35.
10. Alpins N. Astigmatism analysis by the Alpins method. J Cataract Refract Surg. 2001 Jan;27(1):31–49. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00798-7.
11. Alió Del Barrio JL, Tiveron M, Plaza-Puche AB, Amesty MA, Casanova L, García MJ, Alió JL. Laser-Assisted in Situ Keratomileusis with Optimized, Fast-Repetition, and Cyclotorsion Control Excimer Laser to Treat Hyperopic Astigmatism with High Cylinder. Eur J Ophthalmol. 2017 Nov 8;27(6):686–693. doi: 10.5301/ejo.5001051.
12. Frings A, Druchkiv V, Pose L, Linke SJ, Steinberg J, Katz T. Analysis of excimer laser treatment outcomes and corresponding angle κ in hyperopic astigmatism. J Cataract Refract Surg. 2019 Jul;45(7):952–958. doi: 10.1016/j.jcrs.2019.01.030.
13. Gauvin M, Wallerstein A. AstigMATIC: an automatic tool for standard astigmatism vector analysis. BMC Ophthalmol. 2018 Sep 21;18(1):255. doi: 10.1186/s12886-018-0920-1.
14. Chayet AS, Montes M, Gómez L, Rodríguez X, Robledo N, MacRae S. Bitoric laser in situ keratomileusis for the correction of simple myopic and mixed astigmatism. Ophthalmology. 2001 Feb;108(2):303–308. doi: 10.1016/s0161-6420(00)00498-x.
15. 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 Mar;25(3):273–276. doi: 10.3928/1081597X-20090301-06.
16. 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.
17. Юсупов АФ, Муханов ША, Мубаракова КА. Персонализированная лазерная коррекция зрения как метод лечения рефракционной амблиопии при смешанном астигматизме. Наука, техника и образование. 2019;8(61):61–65.
Yusupov AF, Mukhanov ShA, Mubarakova KA. Personalized laser vision correction as a method of treatment of refractive amblyopia in mixed astigmatism. Science, Technology and Education. 2019;8(61):61–65 (In Russ.).
18. Alio JL, Pachkoria K, El Aswad A, Plaza-Puche AB. Laser-assisted in situ keratomileusis in high mixed astigmatism with optimized, fast-repetition and cyclotorsion control excimer laser. Am J Ophthalmol. 2013 May;155(5):829–836. doi: 10.1016/j.ajo.2012.11.027.
19. Taskov G, Taskov T. Higher Order Aberrations (HOA) Changes after Femto-LASIK in Topography and Wavefrontguided Treatments. Folia Med (Plovdiv). 2020 Jun 30;62(2):331–337. doi: 10.3897/folmed.62.e39507.
20. Bohac M, Biscevic A, Koncarevic M, Anticic M, Gabric N, Patel S. Comparison of Wavelight Allegretto Eye-Q and Schwind Amaris 750S excimer laser in treatment of high astigmatism. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2014 Oct;252(10):1679–1686. doi: 10.1007/s00417-014-2776-2.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Клокова Ольга Александровна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, заведующая офтальмологическим отделением

Качаров Анатолий Иванович
студент

Дамашаускас Роман Олегович
врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, офтальмолог офтальмологического отделения

Пискунов Александр Валерьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, офтальмолог офтальмологического отделения

Гейденрих Мария Сергеевна
врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, офтальмолог офтальмологического отделения

Дьяконова Елена Ивановна
врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, офтальмолог офтальмологического отделения


## ABOUT THE AUTHORS


Klokova Olga A.
PhD, ophthalmologist, head of the Department of laser refractive surgery

Damashauskas Roman O.
ophthalmologist of the Department of laser refractive surgery

Kacharov Anatolii I.
student

Piskunov Aleksandr V.
PhD, ophthalmologist of the Department of laser refractive surgery

Geydenrikh Mariya S.
ophthalmologist of the Department of laser refractive surgery

Diakonova Elena I.
ophthalmologist of the Department of laser refractive surgery

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-305-310*

*поступила 26.12.24*
*was received 26.12.24*

# Сравнительное исследование способов фиксации амниотической мембраны в лечении персистирующей эрозии роговицы





А.Н. Куликов С.В. Чурашов В.В. Карпович
В.Ф. Черныш, Ю.В. Козлова, В.А. Богданов

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(2):305–310**

**Цель:** проанализировать эффективность и сравнить между собой шовный и комбинированный способы фиксации амниотической мембраны при хирургическом лечении персистирующей эрозии роговицы (ПЭР). **Пациенты и методы.** В работу были включены 50 пациентов (54 глаза). Этиология ПЭР: травмы роговицы и ожоги, кератопластика высокого риска, неоднократные витреоретинальные вмешательства с деэпителизацией роговицы. Были сформированы 2 группы: основная (комбинированный способ амниопластики швами и двухкомпонентным аутофибриновым клеем) и контрольная (амниопластика со швами). В процессе исследования изучали площадь эрозии роговицы до и после операции, длительность операции, срок лизиса амниона, ОКТ-характеристики положения амниона на глазной поверхности, качественно-временные характеристики операции по данным опроса врачей-хирургов. **Результаты.** В предоперационном периоде средняя площадь дефекта эпителия в основной группе была 27,5 (19,3; 32,8) мм$^2$, в контрольной — 32,6 (20,5; 36,5) мм$^2$, среднее время операции в основной группе — 19 (17; 21) мин., в контрольной — 30 (25; 35) мин., средний срок лизирования амниона в основной группе — 10 (9; 12) сут, в контрольной — 7 (7; 9) сут, размер площади эрозии в основной группе по окончании лечения — 4,3 (2,4; 5,3) мм$^2$, в контрольной — 9,7 (7,5; 12,8) мм$^2$. Деформация профиля амниона по данным ОКТ наблюдалась в контрольной группе в 40 % случаев, отслоение амниотической мембраны от роговицы в основной группе — в 15,3 % случаев, в контрольной — в 53,3 %. **Заключение.** Доказана достоверно более высокая эффективность и надежность разработанного комбинированного способа фиксации амниона к глазной поверхности в лечении персистирующих эрозий роговицы.

**Ключевые слова:** амниотическая мембрана, фибриновый клей, персистирующая эрозия роговицы, фиксация амниотической мембраны

**Для цитирования:** Куликов А.Н., Чурашов С.В., Карпович В.В., Черныш В.Ф., Козлова Ю.В., Богданов В.А. Сравнительное исследование способов фиксации амниотической мембраны в лечении персистирующей эрозии роговицы. *Офтальмология.* 2025;22(2):305–310. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-305-310

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Comparative Study of Amniotic Membrane Fixation Methods in the Treatment of Persistent Corneal Epithelial Defects

A.N. Kulikov, S.V. Churashov, V.V. Karpovich, V.F. Chernysh, J.V. Kozlova, V.A. Bogdanov

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

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):305–310**

**Purpose:** to evaluate and compare the effectiveness of suture and combined methods of amniotic membrane fixation in surgical treatment of corneal persistent epithelial defects. Materials and methods: 50 patients (54 eyes) were included in the research. Etiology of corneal persistent epithelial defects: corneal traumas and burns, high-risk keratoplasty, repeated vitreoretinal interventions with corneal de-epithelization. Two groups were formed: the main group (combined method of amnioplasty with sutures and two-component autofibrin glue) and the control group (suture amnioplasty). In the course we studied: the area of corneal erosion before and after surgery, duration of surgery, amnion lysis time, OCT-characteristics of amnion position on the ocular surface, qualitative and temporal characteristics of surgery according to the survey among the surgeons. **Results.** In the preoperative period, the average area of the epithelial defect in the main group was 27.5 (19.3; 32.8) mm$^2$, in the control group — 32.6 (20.5; 36.5) mm$^2$. The average operation time in the main group was 19 (17; 21) min and in the control group was 30 (25; 35) min. The average period of amnion lysis in the main group — 10 (9; 12) days, in the control group — 7 (7; 9) days. The size of the erosion area in the main group at the end of treatment was 4.3 (2.4; 5.3) mm$^2$, in the control group — 9.7 (7.5; 12.8) mm$^2$. Deformation of the amnion profile according to OCT data was observed in the control group — 40 % of cases. Detachment of the amniotic membrane from the cornea in the main group was in 15.3 % of cases, in the control group — in 53.3 %. **Conclusion**. The combined method of amnion fixation to the ocular surface in the treatment of corneal persistent epithelial defects developed by us is proved to be significantly more effective and reliable.

**Keywords:** amniotic membrane, fibrin glue, corneal persistent epithelial defects, fixation of amniotic membrane

**For citation:** Kulikov A.N., Churashov S.V., Karpovich V.V., Chernysh V.F., Kozlova J.V., Bogdanov V.A. Comparative Study of Amniotic Membrane Fixation Methods in the Treatment of Persistent Corneal Epithelial Defects. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 305–310. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-305-310

**Financial disclosure:** none of the authors has a financial interest in the materials or methods presented.

**There is no conflict of interest.**

Дефект эпителия роговицы, который не заживает в течение 2-х и более недель на фоне проводимой терапии, называется персистирующей эрозией роговицы (ПЭР) [1, 2]. ПЭР может быть вызвана различными факторами, включая травму, инфекционные поражения, аутоиммунные заболевания, синдром сухого глаза и т.д. [3].

Традиционные консервативные методы лечения ПЭР в большинстве своем обладают достаточно высокой эффективностью [4, 5]. Однако в некоторых случаях, например при тяжелых травмах и ожогах глаз, эти методы лечения могут быть неэффективны.

Одним из возможных способов хирургического лечения ПЭР является использование амниотической мембраны (АМ) [6]. Амнион за счет своих свойств обеспечивает не только бандажную функцию, но и способствует миграции и дифференцировке эпителиальных клеток, а также усилению их адгезии к базальной мембране [7]. Это подтверждается данными исследований на кроликах, у которых заживление дефектов эпителия роговицы при использовании АМ происходило быстрее по сравнению с применением методики фоторефракционной кератэктомии [8]. Это происходит за счет усиления ингибирования апоптоза эпителиальных клеток, обеспечиваемого базальной мембраной и внеклеточным матриксом АМ [9, 10]. Предполагается также, что улучшению процессов эпителизации способствует сходный состав коллагена базальной мембраны амниона, роговицы и склеры, а также паракринное действие различных трофических факторов, содержащихся в АМ. Установлено, что амнион содержит тромбоцитарный фактор роста (PDGF), который улучшает жизнеспособность, пролиферацию и миграцию эпителиальных клеток [11]. Кроме того, в консервированной АМ было обнаружено значительное количество фактора роста гепатоцитов (HGF) и фактора роста кератоцитов (KGF), имитирующих трофическое микроокружение, создаваемое кератоцитами роговицы [12].

По данным литературы, АМ успешно останавливает дальнейшее развитие эрозии в 98,1 % случаев и способствует полной эпителизации роговицы в 76,3 % случаев [13]. Основными методами фиксации АМ на глазной поверхности являются шовный [14] и клеевой [15]. Каждый из них имеет свои плюсы и минусы. Использование швов при трансплантации амниона позволяет надежно зафиксировать мембрану на глазной поверхности за счет надежной фиксации к эписклере в перилимбальной зоне, однако в ряде случаев недостаточная адгезия АМ к подлежащим тканям усложняет ход операции и увеличивает ее продолжительность, а в послеоперационном периоде может наблюдаться образование складок мембраны в центре над поверхностью роговицы. Фиксация АМ с помощью различных клеевых композиций является

менее инвазивной манипуляцией, значительно упрощает ход операции и уменьшает ее продолжительность, однако иногда может сопровождаться дислокацией амниона на периферии в ранний послеоперационный период при нарушении технологии приготовления клея или методики его нанесения.

Коллективом авторов кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии был разработан и апробирован способ комбинированной фиксации АМ в лечении ПЭР [16], сущность которого состоит в фиксация амниона швами в комбинации с двухкомпонентным аутофибриновым клеем (ДАФК) [17, 18] Использование ДАФК обеспечивает надежную адгезию АМ к глазной поверхности, а находящаяся в его составе богатая тромбоцитами плазма (БоТП), содержащая различные факторы роста (тромбоцитарный фактор роста (PDGF), эпидермальный фактор роста (EGF), инсулиноподобный фактор роста (IGF), трансформирующий фактор роста (TGF-β1) и др.), ускоряет процесс эпителизации роговицы. Использование одного периферического непрерывного шва повышает надежность фиксации АМ на глазу, а также не требует наложения дополнительных швов, что ускоряет время операции и нивелирует возможный дискомфорт и раздражение глаза в послеоперационный период.

**Цель:** проанализировать эффективность и сравнить между собой шовный и комбинированный способы фиксации амниотической мембраны при хирургическом лечении персистирующей эрозии роговицы.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 50 пациентов (54 глаза), прошедших лечение в клинике кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии в период с 2022 по 2024 гг. Исследование носило ретроспективный характер. Средний возраст пациентов составил 45,2 ± 18,4 года. В исследование включали больных при следующих условиях: эрозия роговицы, не поддающаяся стандартному консервативному лечению в течение не менее 14 суток. Основными причинами ПЭР были травмы роговицы и ожоги (n = 27), кератопластика высокого риска (*n* = 15) и ПЭР после неоднократных витреоретинальных вмешательства с деэпителизацией роговицы (*n* = 12).

Во всех случаях ежедневно перед операцией и в послеоперационный период проводилась биомикроскопия с выполнением инстилляционной флуоресцеиновой пробы и фоторегистрацией глазной поверхности, а также ОКТ (Casia 2, Tomey, Япония) переднего сегмента глаза. Анализ фотографий и оценку процесса эпителизации проводили с помощью программы ImageJ (Wayne Rasband, США).

При выполнении трансплантации АМ на глазную поверхность были сформированы две группы: основная (комбинированный способ амниопластики с наложением непрерывного шва и использованием двухкомпонентного аутофибринового клея, 39 глаз) и контрольная (амниопластика с наложением узловых и кисетного шва, 15 глаз).

Технология выполнения операции в основной группе заключалась в следующем [16]: на деэпителизированную поверхность роговицы осуществляли последовательно инстилляцию первого и второго компонентов ДАФК в объеме 2–3 капли (0,1 мл). После этого лоскут амниотической мембраны округлой формы, по диаметру соответствующий диаметру мягкой контактной линзы, перемещали и расправляли с помощью микрошпателя на поверхности роговицы. Спустя 2 минуты (время экспозиции компонентов ДАФК) с помощью шовного материала (нейлон 10-0) накладывали непрерывный шов, фиксирующий периферический край лоскута амниотической мембраны к конъюнктиве. На поверхность АМ повторно инстиллировали первый и второй компоненты ДАФК в объеме 2–3 капли (0,1 мл) — экспозиция компонентов ДАФК — 2 минуты. Избыток ДАФК удаляли из конъюнктивальной полости. Операция завершалась наложением мягкой контактной линзы на глазную поверхность. Методика проведения операции в контрольной группе сводилась к фиксации АМ к глазной поверхности путем наложения 8–10 узловых по периферии АМ и 1 кисетного шва в проекции лимба. Операция завершалась наложением мягкой контактной линзы на глазную поверхность.

В случаях сохранения после первичной операции ПЭР, не поддающейся интенсивному местному лечению, проводили повторное оперативное вмешательство с использованием комбинированного и традиционного способов фиксации АМ в основной и контрольной группах соответственно.

После операции проводили сравнительную оценку двух исследуемых групп по следующим характеристикам: площадь эрозии роговицы до и после операции, длительность операции, срок лизиса амниона, а также количество повторных оперативных вмешательств. В процессе исследования данных ОКТ оценивались деформация профиля амниона и отслойка АМ от роговицы. Дополнительно было выполнено анкетирование хирургов, проводивших операции, с оценкой (от 1 до 5 баллов) следующих вопросов: длительность операции, удовлетворенность врачом выполненной операции, усталость хирурга после операции, техническая простота выполнения хирургических манипуляций.

Статистическая обработка полученных данных выполнялась с использованием программы Statistica (StatSoft, США). Исследование распределения на нормальность проводили с использованием критерия Колмогорова — Смирнова. Все полученные данные подчинялись закону распределения, отличному от нормального. Полученные результаты были представлены в виде медианы *Me* (*Q*1; *Q*3), где *Q*1 и *Q*3 — нижний и верхний квартили. Сравнительное исследование

групп между собой проводили с использованием *U*-критерия Манна — Уитни. Все различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Средний возраст пациентов в основной группе составил 52 (43; 60) года, в контрольной — 50 (45; 61) лет ($p = 0,77$). Перед началом хирургического лечения средняя площадь ПЭР в основной группе — 27,5 (19,3; 32,8) мм$^2$, в контрольной — 32,6 (20,5; 36,5) мм$^2$ ($p = 0,13$).

Средняя длительность оперативного вмешательства в основной группе равнялась 19 (17; 21) мин., в контрольной — 30 (25;35) ($p < 0,05$). Средний срок лизирования амниона в основной группе — 10 (9; 12) сут, в контрольной — 7 (7; 9) сут ($U = 118$, $z = 3.36$, $p < 0,05$). Показатели площади ПЭР в основной группе по окончании лечения составили 4,3 (2,4; 5,3) мм$^2$, в контрольной — 9,7 (7,5; 12,8) мм$^2$.

По результатам оценки данных ОКТ переднего сегмента складчатость АМ на глазной поверхности в основной группе не отмечалась, в контрольной группе имела место в 6 случаях (40 %); отслойка АМ от роговицы в основной группе была определена в 6 случаях (15,3 %), в контрольной — в 8 (53,3 %). Использование комбинированного способа фиксации АМ в 1,6 раза уменьшало вероятность деформации профиля АМ (ОР = 1,667; 95 % ДИ 1,103–2,519) и в 1,8 раза уменьшало риск возникновения отслойки АМ от роговицы (ОР = 1,813; 95 % ДИ 1,038–3,166).

В основной группе у 32 пациентов (82 %) и в контрольной группе у 7 пациентов (46,6 %) после деградации АМ имела место либо полная, либо почти полная (площадь остаточной эрозии 1–4 мм$^2$) эпителизация, что обеспечивало возможность самостоятельного закрытия эрозии на фоне местного лечения.

В группе использования комбинированного способа фиксации амниона в 18 % случаев имела место необходимость выполнения повторного покрытия роговицы АМ по причине сохраняющейся эрозии, а в группе с обычной шовной фиксацией повторное покрытие потребовалось в 53,4 % случаев. Площадь эрозии после первой операции в основной группе была достоверно меньше, чем в контрольной (4,3 (2,4; 5,3) мм$^2$ против 9,7 (7,5; 12,8) мм$^2$ ($U = 62,5$, $z = -4,43$, $p < 0,05$). На рисунке 1 представлены фото и ОКТ-снимки двух клинических случаев из основной (А–Г) и контрольной (Д–З) групп.

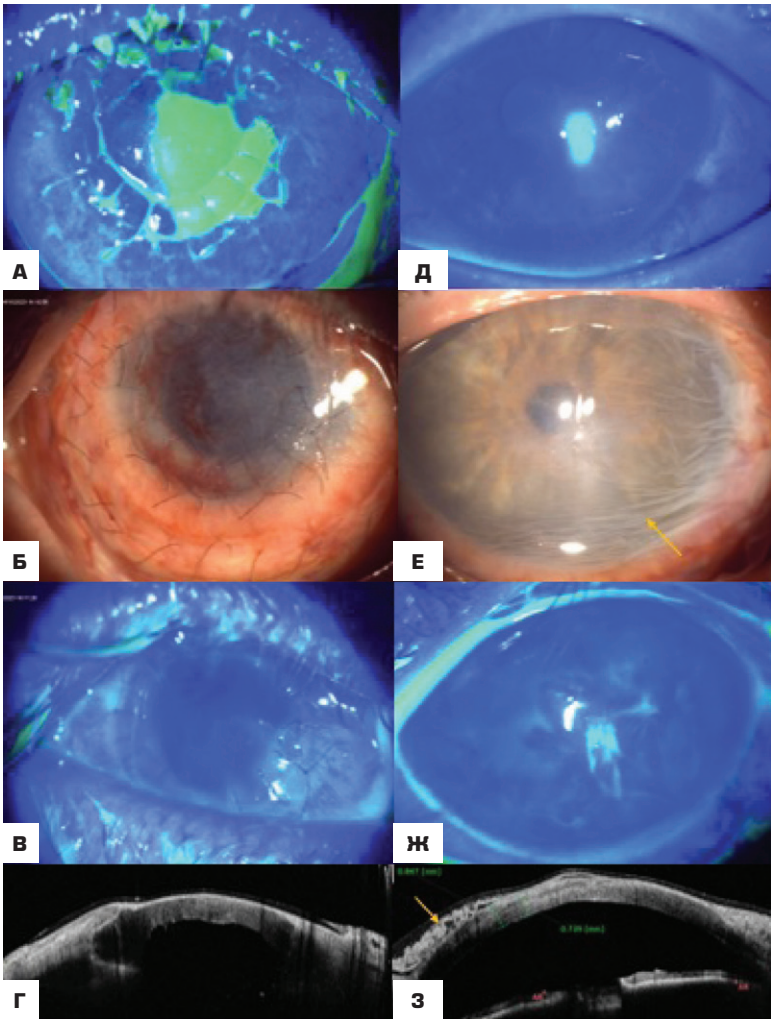



**Рис. 1.** Фотографии глазной поверхности пациентов с ПЭР основной (А–Г) и контрольной группы (Д–З). А — пациент Ф., 35 лет, ПЭР кератотрансплантата после оптико-реконструктивного хирургического лечения по поводу проникающего роговичного ранения глазного яблока с внутриглазным инородным телом; Б — состояние глазной поверхности после покрытия кератотрансплантата АМ комбинированным способом; В — полная эпителизация кератотраплантата; Г — ОКТ-картина глазной поверхности с полным и равномерным прилеганием АМ к роговице; Д — пациент К., 25 лет, травматическая ПЭР после непрободного роговичного ранения глазного яблока; Е — состояние глазной поверхности после покрытия кератотрансплантата АМ традиционным (шовным) способом (стрелкой указаны складки АМ на поверхности роговицы); Ж — почти полная эпителизация роговицы после лизиса АМ; З — ОКТ-картина глазной поверхности с неполным прилеганием АМ к роговице и множественными складками (стрелкой указаны складки АМ на поверхности роговицы)

**Fig. 1.** Photographs of the ocular surface of patients with PER in the main (A–G) and control groups (D–H). A — patient F., 35 years old, PED of keratograft after optical reconstructive surgical treatment for a penetrating corneal wound of the eyeball with an intraocular foreign body; Б — condition of the ocular surface after covering the keratograft with AM combined method; B — complete epithelization of corneal graft; Г — OCT image of the ocular surface with complete and uniform fit of AM to the cornea; Д — patient K., 25 years old, traumatic PED after non-penetrating corneal wound of the eye; E — condition of the ocular surface after covering the keratograft with AM using the traditional (suture) method (the arrow indicates AM folds on the corneal surface); Ж — almost complete epithelization of the cornea after AM lysis; З — OCT-picture of the ocular surface with incomplete adhesion of AM to the cornea and multiple folds (the arrow indicates AM folds on the corneal surface)

## ОБСУЖДЕНИЕ

В нашей работе было показано, что использование АМ во всех исследуемых случаях приводило к существенному уменьшению площади ПЭР, а в 72 % случаев — к полной эпителизации роговицы после однократного покрытия глазной поверхности амнионом. Причем в основной группе эпителизация роговицы после однократного покрытия амнионом достигалась в 82 % случаев, а в контрольной в 46,6 %. Полученные данные согласуются с результатами работы Е.В. Ченцовой и соавт., исследовавших эффективность применения амниотической мембраны, насыщенной обогащенной тромбоцитами плазмой, в лечении персистирующих эрозий после кератопластики высокого риска (в 76 % наблюдалась полная эпителизация роговицы после первой операции) [6].

В результате оценки полученных в ходе исследования данных было отмечено, что применение комбинированного способа фиксации при ПЭР в 1,5 раза уменьшает длительность операции по сравнению с традиционной шовной техникой. По результатам опроса хирургов средний балл в основной группе составил 4,7, в контрольной — 4,1. Данные показатели подтверждают преимущество комбинированного способа над стандартной шовной методикой, обусловленные надежной фиксацией АМ к глазной поверхности и простотой хирургической технологии.

Было отмечено, что применение комбинированного способа фиксации АМ в 1,75 раза снижало вероятность выполнения повторных операций в основной группе по сравнению с контрольной (ОР = 1,75; 95% ДИ 1,01–3,08). Все вышеперечисленные факты подтверждают нашу гипотезу об ожидаемом дополнительном положительном действии ДАФК в основной группе за счет факторов роста обогащенной тромбоцитами плазмы, способствующих улучшению процессов эпителизации роговицы, что также было отмечено в работе Е.В. Ченцовой и соавт. [6], в которой в 85 % случаев достигалась полная эпителизация ПЭР при использовании амниона, насыщенного аутологичной БоТП.

Деградация АМ в основной группе в 1,4 раза превышала срок лизиса АМ в контрольной группе ($p < 0,05$), что стало возможным за счет надежной фиксации АМ к глазной поверхности при помощи ДАФК и швов. Эти данные говорят о том, что длительное нахождение АМ на глазной поверхности, в частности в основной группе наблюдения, обеспечивает более значимый клинический эффект в виде меньшей остаточной площади эрозии роговицы и необходимости выполнения повторной операции. В доступной нам литературе не удалось найти данных по сравнению сроков лизиса амниона без применения клеевых композиций на основе БоТП и с их применением, однако, по нашему мнению, факт увеличения сроков нахождения АМ на глазной поверхности играет положительную роль в процессах эпителизации ПЭР.

ОКТ-картина состояния глазной поверхности в послеоперационном периоде может служить, по нашему мнению, важным диагностическим критерием для оценки эффективности и качества выполненной трансплантации АМ. В ходе нашей работы были отмечены достоверные отличия между основной и контрольной группами наблюдения по таким показателям, как формирование складки АМ на роговице (в 1,6 раза реже в основной группе) и ее неполное прилегание (в 1,8 раза реже в основной группе), что дополнительно свидетельствует о надежности и эффективности комбинированного способа фиксации амниона. Подобное наблюдение за трансплантируемой АМ в доступной литературе обнаружить не удалось, однако полагаем, что такой способ контроля в динамике за состоянием АМ и покрытой роговичной поверхностью является полезным и простым.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ комбинированной фиксации АМ в хирургическом лечении ПЭР после травм и ожогов роговицы, кератопластики высокого риска, а также после неоднократных витреоретинальных вмешательств с деэпителизацией роговицы является более удобной, надежной и эффективной хирургической методикой по сравнению с шовной фиксацией.

Было доказано, что данный способ в сравнении в традиционным шовным обеспечивает более стабильное и длительное нахождение АМ на роговице, что в сочетании с дополнительным стимулирующим трофическим действием богатой тромбоцитами плазмы из состава ДАФК, а также более плотной адгезией амниона к подлежащим тканям способствует более эффективному лечению ПЭР различной этиологии.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Куликов А.Н. — окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Чурашов С.В. — окончательное одобрение варианта статьи для опубликования;
Карпович В.В. — подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания;
Черныш В.Ф. — подготовка статьи или ее критический пересмотр в части значимого интеллектуального содержания;
Козлова Ю.В. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных;
Богданов В.А. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Майчук ДЮ. Эрозии роговицы: клинические формы, новые методы лечения. Клиническая офтальмология. 2004;5(1):17–20.
   Maichuk DYu. Corneal erosions: clinical forms, new methods of treatment. Clinical ophthalmology. 2004;5(1):17–20 (In Russ.).
2. Tsubota K, Goto E, Shimmura S, Shimazaki J. Treatment of persistent corneal epithelial defect by autologous serum application. Ophthalmology. 1999;106:1984–1989. doi: 10.1016/S0161-6420(99)90412-8.
3. Майчук ДЮ. Рецидивирующие эрозии роговицы: особенности возникновения и лечения. Новое в офтальмологии. 2014;3:70–74.
   Maichuk DYu. Recurrent corneal erosions: features of occurrence and treatment. New in ophthalmology. 2014;3:70–74 (In Russ.).
4. Thia ZZ, Ho YT, Shih KC, Tong L. New developments in the management of persistent corneal epithelial defects. Survey of Ophthalmology. 2023. Nov-Dec;68(6):1093-1114. doi: 10.1016/j.survophthal.2023.06.001.

5. Пронкин ИА, Майчук ДЮ. Рецидивирующая эрозия роговицы: этиология, патогенез, методы диагностики и лечения. Офтальмохирургия. 2015;1: 62–67.
Pronkin IA, Maichuk DYu. Recurrent corneal erosion: etiology, pathogenesis, methods of diagnosis and treatment. Ophthalmic surgery. 2015;1:62–67 (In Russ.).
6. Ченцова ЕВ, Боровкова НВ, Боженко ДА, Пономарев ИН, Макаров ПВ, Сторожева МВ, Макаров МС. Новый метод лечения персистирующих эрозий роговицы после кератопластики высокого риска. Российский офтальмологический журнал. 2023;16(3):94–99. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-94-99.
Chencova EV, Borovkova NV, Bozhenko DA, Ponomaryov IN, Makarov PV, Storozheva MV, Makarov MS. New method of treatment of persistent corneal erosions after high-risk keratoplasty. Russian Ophthalmological Journal. 2023;16(3):94–99 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-94-99.
7. Meller D, Pires RTF, Tseng SCG. Ex vivo preservation and expansion of human limbal epithelial stem cells on amniotic membrane cultures. Br. J. Ophthalmol. 2002;86:463–471. doi: 10.1136/bjo.86.4.463.
8. Woo HM, Kim MS, Kweon OK. Effects of amniotic membrane on epithelial wound healing and stromal remodelling after excimer laser keratectomy in rabbit cornea. Br. J. Ophthalmol. 2001; 85:345–349. doi: 10.1136/bjo.85.3.345.
9. Boudreau N, Werb Z, Bissell MJ. Suppression of apoptosis by basement membrane requires three-dimensional tissue organization and withdrawal from the cell cycle. Proc Natl Acad Sci USA. 1996;93:3509–3513. doi: 10.1073/pnas.93.8.3509.
10. Dua HS, Gomes JAP, King AJ, Maharajan VS. The amniotic membrane in ophthalmology. Surv. Ophthalmol. 2004;49:5177. doi: 10.1016/j.survophthal.2003.10.004.
11. Grzywocz Z, Pius-Sadowska E, Klos P. Growth factors and their receptors derived from human amniotic cells in vitro. Folia Histochem Cytobiol. 2014;52:163–170. doi: 10.5603/FHC.2014.0019.
12. Koizumi NJ, Inatomi TJ, Sotozono CJ. Growth factor mRNA and protein in preserved human amniotic membrane. Curr. Eye Res. 2000;20:173–177. doi: 10.1076/0271-3683(200003)2031-9ft173.
13. Iakimenko SA, Buznyk OI, Rymgayllo-Jankowska B. Amniotic Membrane Transplantation in Treatment of Persistent Corneal Ulceration after Severe Chemical and Thermal Eye Injuries. European Journal of Ophthalmology. 2013;23(4):496–503. doi: 10.5301/ejo.5000243.
14. Kim JC, Tseng SC. Transplantation of preserved human amniotic membrane for surface reconstruction in severely damaged rabbit corneas. Cornea; 1995;(14):473–484. doi: 10.1097/00003226-199509000-00006.
15. Duchesne B, Tahi H, Galand A. Use of human fibrin glue and amniotic membrane transplantation in corneal perforation. Cornea. 2001;(20):230–232. doi: 10.1097/00003226-200103000-00027.
16. Козлова ЮВ, Чурашов СВ, Куликов АН. Способ комбинированной фиксации амниотической мембраны при лечении хронических эрозий роговицы Патент RU 2807860, 21.11.2023.
Kozlova YuV, Churashov SV, Kulikov AN. Method of combined fixation of amniotic membrane in the treatment of chronic corneal erosions Patent RU 2807860, 11.21.2023 (In Russ.).
17. Гаврилюк ИО, Куликов АН, Кузнецова АЮ. Способ приготовления аутологичного двухкомпонентного фибринового клея. Патент RU 2704256, 25.10.2019.
Gavrilyuk IO, Kulikov AN, Kuznetsova AYu. Method for the preparation of autologous two-component fibrin glue. Patent RU 2704256, 10/25/2019 (in Russ.)
18. Куликов АН, Чурашов СВ, Кузнецова АЮ, Гаврилюк ИО. Оригинальная методика приготовления двухкомпонентного фибринового клея для применения в офтальмохирургии. Офтальмологические ведомости. 2019;12(3):41–44. doi: org/10.17816/OV15268.
Kulikov AN, Churashov SV, Kuznetsova AYu, Gavrilyuk IO. Original technique of preparation of two-component fibrin glue for application in ophthalmic surgery. Ophthalmologic Vedomosti. 2019;12(3):41–44 (In Russ.). doi: 10.17816/OV15268.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Куликов Алексей Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры (клиники) офтальмологии им. профессора В.В. Волкова

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

Карпович Вадим Валерьевич
кандидат медицинских наук, преподаватель кафедры офтальмологии им. профессора В.В. Волкова

Черныш Валерий Федорович
кандидат медицинских наук, доцент

Козлова Юлия Вячеславовна
врач-офтальмолог

Богданов Владимир Александрович
курсант Военно-медицинской академии


## ABOUT THE AUTHORS


Kulikov Alexey N.
PhD, MD, Professor, head of the V.V. Volkov ophthalmology department

Churashov Sergey V.
PhD, MD, Professor, Professor of the V.V. Volkov ophthalmology department

Karpovich Vadim V.
PhD, lecturer of the V.V. Volkov ophthalmology department

Chernysh Valery F.
PhD, Associate Professor

Kozlova Yulia V.
ophthalmologist

Bogdanov Vladimir A.
cadet of the Military Medical Academy

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-311-316*

*поступила 13. 02.25*
*was received 13. 02.25*

# Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки на основе одномоментного проведения витрэктомии и факоэмульсификации катаракты





А.В. Малышев[1] С.А. Сай[1] А.С. Головин[2]

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

[2] ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»
проспект Луначарского, 45, Санкт-Петербург, 2194291, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):311–316**

**Цель:** разработка метода одномоментного проведения витрэктомии (ВЭ) и факоэмульсификации катаракты (ФЭК) при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки (РОС), осложненной пролиферативной витреоретинопатией (ПВР). **Пациенты и методы.** Под наблюдением находились 113 пациентов (113 глаз) в возрасте от 34 до 77 лет (средний возраст 56,4 ± 1,9 года). Критерии включения в исследование: тотальная РОС, осложненная ПВР стадии «B-C», наличие нативного хрусталика, отсутствие в анамнезе ранее выполненных хирургических вмешательств по поводу РОС. Хирургическое вмешательство выполнено с использованием офтальмологической хирургической системы «Alcon Constellation Vision System» (США) и микроскопа «Leica Proveo 8» (Швейцария). Офтальмологический статус оценен с использованием стандартных методов на основе выполнения УЗИ («Quantel medical compact touch», Франция), фоторегистрации состояния глазного дна и ОКТ макулярной области (на томографе «Topcon 3D OCT-1 Maestro», Япония). Разработана методика факовитрэктомии (ФВЭ), иллюстрированная техниками основных этапов операции. **Результаты и обсуждение.** Полученные результаты обследования пациентов при сроке наблюдения до 6 месяцев от момента удаления силиконового масла свидетельствуют, что применение разработанной методики обеспечивает полное анатомическое прилегание сетчатки в 92 % случаев (104 пациента). Основные преимущества разработанной методики объясняются тем, что удаление хрусталика перед выполнением витрэктомии (ВЭ) улучшает визуализацию заднего полюса, а также периферической части сетчатки, обеспечивая хороший доступ к основанию стекловидного тела. Интраоперационные осложнения катаракты, такие как разрыв задней капсулы хрусталика, не вызывают беспокойства, поскольку витреоретинальный хирург имеет возможность немедленного решения подобных проблем. Когда ВЭ и операция по удалению катаракты выполняются раздельно, пациент подвергается седации или общей анестезии как минимум дважды, а возможно, и трижды, если отдельно проводится удаление силиконового масла, что в целом увеличивает риски, связанные с анестезией, и общие затраты на лечение (госпитализация, посещения, лекарства). **Заключение.** К настоящему моменту в литературе нет четких указаний на то, следует ли выполнять ВЭ в первую очередь без операции на хрусталике или комбинированная ФВЭ может быть лучшей стратегией. Авторы настоящей работы считают (на основе предлагаемого метода хирургического вмешательства) целесообразным проведение ФВЭ при РОС, осложненной ПВР.

**Ключевые слова:** регматогенная отслойка сетчатки, витрэктомия, факовитрэктомия, комбинированная витреоретинальная хирургия

**Для цитирования:** Малышев А.В., Сай С.А., Головин А.С. Хирургическое лечение регматогенной отслойки сетчатки на основе одномоментного проведения витрэктомии и факоэмульсификации катаракты. *Офтальмология.* 2025;22(2):311–316. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-311-316

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Based on Simultaneous Vitrectomy and Cataract Phacoemulsification

A.V. Malyshev[1], S.A. Say[1], A.S. Golovin[2]

[1] Research Institute of Regional Clinical Hospital No. 1 named after prof. S.V. Ochapovsky
1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation

[2] Leningrad Regional Clinical Hospital
Lunacharsky Ave., 45, St. Petersburg, 2194291, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):311–316**

**Purpose:** To develop a method for simultaneous vitrectomy (VE) and cataract phacoemulsification (PEC) in surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment (RRD) complicated by proliferative vitreoretinopathy (PVR). **Materials and methods.** We observed 113 patients (113 eyes) aged 34 to 77 years (mean age 56.4 ± 1.9 years). Inclusion criteria for the study: total RRD complicated by stage B-C PVR, presence of a native lens, no history of previous surgical interventions for RRD. Surgical intervention was performed using the Alcon Constellation Vision System ophthalmologic surgical system, USA, and the Leica Proveo 8 microscope, Switzerland. The ophthalmologic status was assessed using standard methods based on ultrasound (Quantel medical compact touch, France), photo registration of the fundus condition and OCT of the macular area (on the Topcon 3D OCT-1 Maestro tomograph, Japan). A phacovitrectomy (PVE) technique was developed, illustrated by the techniques of the main stages of the operation. **Results and discussion.** The obtained results of examining patients during the observation period of up to 6 months from the moment of silicone oil removal indicate that the use of the developed technique ensures complete anatomical attachment of the retina in 92 % of cases (104 patients). The main advantages of the developed technique are explained by the fact that removal of the lens before performing PVE improves visualization of the posterior pole, as well as the peripheral part of the retina, providing good access to the base of the vitreous body. Intraoperative cataract complications, such as rupture of the posterior capsule, do not cause concern, since the vitreoretinal surgeon has the ability to immediately solve such problems. When VE and cataract surgery are performed separately, the patient is sedated or anesthetized at least twice, and possibly three times if silicone oil removal is performed separately, which generally increases the anesthesia-related risks and overall treatment costs (hospitalization, visits, medications). **Conclusion.** To date, there is no clear indication in the literature whether VE should be performed primarily without lens surgery or whether combined FVE may be a better strategy. The authors of this paper believe (based on the proposed surgical technique) that FVE is appropriate for RRD complicated by PVR.

**Keywords:** rhegmatogenous retinal detachment, vitrectomy, phacovitrectomy, combined vitreoretinal surgery

**For citation:** Malyshev A.V., Say S.A., Golovin A.S. Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Based on Simultaneous Vitrectomy and Cataract Phacoemulsification. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 311–316. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-311-316

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время микроинвазивная витрэктомия при регматогенной отслойке сетчатки (РОС) является рутинным хирургическим подходом, обладающим высокой эффективностью и безопасностью [1–3]. Начиная с 1972 года, когда впервые Robert Machemer предложил трансцилиарную витрэктомию, методика претерпела значительные технические изменения, наиболее важными из которых являются использование мультифункциональных хирургических систем, обеспечивающих стабильную интраоперационную гидродинамику; техническая возможность выполнения одномоментных комбинированных вмешательств; внедрение микроинвазивного инструментария калибром 25/27Ga. Технические усовершенствования витрэктомии при РОС позволили достичь первичного анатомического успеха более чем в 80 % случаев лечения [4–6]. В то же время, несмотря на значительные достижения хирургического лечения РОС, актуальным остается вопрос послеоперационных осложнений, связанных с рецидивированием заболевания на фоне развития и прогрессирования пролиферативной витреоретинопатии (ПВР) [7–10]. В связи с этим актуальным остается совершенствование хирургического лечения РОС, направленного на снижение риска рецидивирования заболевания.

**Цель:** разработка метода одномоментного проведения витрэктомии (ВЭ) и факоэмульсификации катаракты (ФЭК) при хирургическом лечение РОС, осложненной ПВР.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено на базе офтальмологического отделения ГБУЗ «НИИ — Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края

(г. Краснодар) в период с марта 2021 по июнь 2024 года. Под нашим наблюдением находились 113 пациентов (113 глаз) в возрасте от 34 до 77 лет (средний возраст 56,4 ± 1,9 года).

Критерии включения в исследование: тотальная РОС, осложненная ПВР стадии «B-C», наличие нативного хрусталика, отсутствие в анамнезе ранее выполненных хирургических вмешательств по поводу РОС. Хирургическое вмешательство выполнено с использованием офтальмологической хирургической системы «Alcon Constellation Vision System» (США) и микроскопа «Leica Proveo 8» (Швейцария). Офтальмологический статус оценен с использованием стандартных методов на основе выполнения УЗИ («Quantel medical compact touch», Франция), фоторегистрации состояния глазного дна и ОКТ макулярной области на томографе «Topcon 3D OCT-1 Maestro» (Япония).

**Разработанный метод хирургического лечения (факовитрэктомия)**

Хирургическое лечение выполняли под местной анестезией с внутривенной седацией. После обработки операционного поля раствором повидон-йода трансцилиарно в 4 мм от лимба в нижне-височном квадранте для правого глаза на 8 часах, для левого — на 4 часах условного циферблата устанавливают склеральный порт калибром 25Ga. Факоэмульсификацию катаракты (или) прозрачного хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы в капсульный мешок выполняют через основной разрез шириной 2,2 мм и два парацентеза шириной по 1,2 мм с выполнением переднего капсулорексиса диаметром 4 мм. После герметизации основного разреза и парацентезов устанавливают инфузионную канюлю для подачи ирригационного сбалансированного солевого раствора BSS в витреальную полость в ранее установленный склеральный порт. После нормализации внутриглазного давления выполняют установку второго и третьего портов в области плоской части цилиарного тела в меридианах 2 и 10 часов.

Удаление стекловидного тела в ходе микроинвазивной витрэктомии проводят поэтапно: удаление ретролентального витреума и центральных отделов стекловидного тела с обязательным сохранением задней капсулы хрусталика; иссечение волокон стекловидного тела, фиксированных в области ретинального отверстия для снижения тракционного воздействия на сетчатку; после иммобилизации центральных отделов сетчатки путем введения перфторорганического соединения (ПФОС) в витреальную полость до центрального края ретинального разрыва/разрывов осуществляют тщательное удаление периферических отделов стекловидного тела с использованием склерокомпрессии, обеспечивающей необходимую визуализацию недоступных для осмотра отделов сетчатки, и базального витреума, а также дополнительную иммобилизацию сетчатки в местах ее отслойки. При наличии эпиретинальных мембран выполняют их пилинг с использованием интраокулярного пинцета. После полной мобилизации сетчатки осуществляют маркировку эндокаутером краев ретинального разрыва. После замены сбалансированного солевого раствора на стерильный воздух производят дозированное удаление ПФОС и дренирование субретинальной жидкости через ретинальный разрыв до полного удаления ПФОС и прилегания сетчатки в области ретинального отверстия с последующим выполнением эндолазеркоагуляции вокруг разрыва/разрывов латеральнее линии диатермокоагуляции и на крайней периферии сетчатки в зонах ранее присутствовавшей отслойки сетчатки и периферической хориоретинальной дегенерации.

Для тампонады витреальной полости использовали «легкое» силиконовое масло вязкостью 2000 или 5000 сСт с обязательным ушиванием склеростом. Завершали хирургическое вмешательство введением в переднюю камеру стерильного воздуха. Через 3–5 месяцев выполняли ревизию витреальной полости с удалением силиконового масла и формированием дисцизионного окна в задней капсуле. Основные этапы разработанной методики представлены на рисунке 1.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты обследования пациентов при сроке наблюдения до 6 месяцев от момента удаления силиконового масла свидетельствуют, что применение разработанной методики обеспечивает полное анатомическое прилегание сетчатки в 92 % случаев (104 пациента).

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что в литературе достаточно широко обсуждается вопрос тактики хирургического лечения (на основе ВЭ) РОС с позиции проведения / не проведения одномоментной ФЭК. Выполненные ранее исследования указывают на примерно сходные уровни вероятности достижения анатомически полного прилегания сетчатки при ФВЭ по сравнению с ВЭ (88,7–100 %) [11–13]. Наряду с этим особый интерес представляют данные работы [6] вследствие большого (ФВЭ, $n$ = 2163; ВЭ, $n$ = 451) числа наблюдений. Частота анатомического восстановления сетчатки была выше в группе, перенесшей комбинированное хирургическое вмешательство (93 %), чем в группе только с ВЭ (88,7 %). Несмотря на статистическую значимость различий, авторы заключают, что разница в итоге была очень «небольшой» и, возможно, была связана с отсутствием рандомизации обеих групп по возрасту, размеру РОС и срокам проведения хирургического вмешательства.

Наряду с этим в литературе указывается на тенденцию к некоторой миопизации глаза после ФВЭ по сравнению с ВЭ, при этом подчеркивается многофакторность влияния на послеоперационную рефракцию глаза, связанную с выбором неоптимальной формулы расчета ИОЛ (в представленных исследованиях применялась,

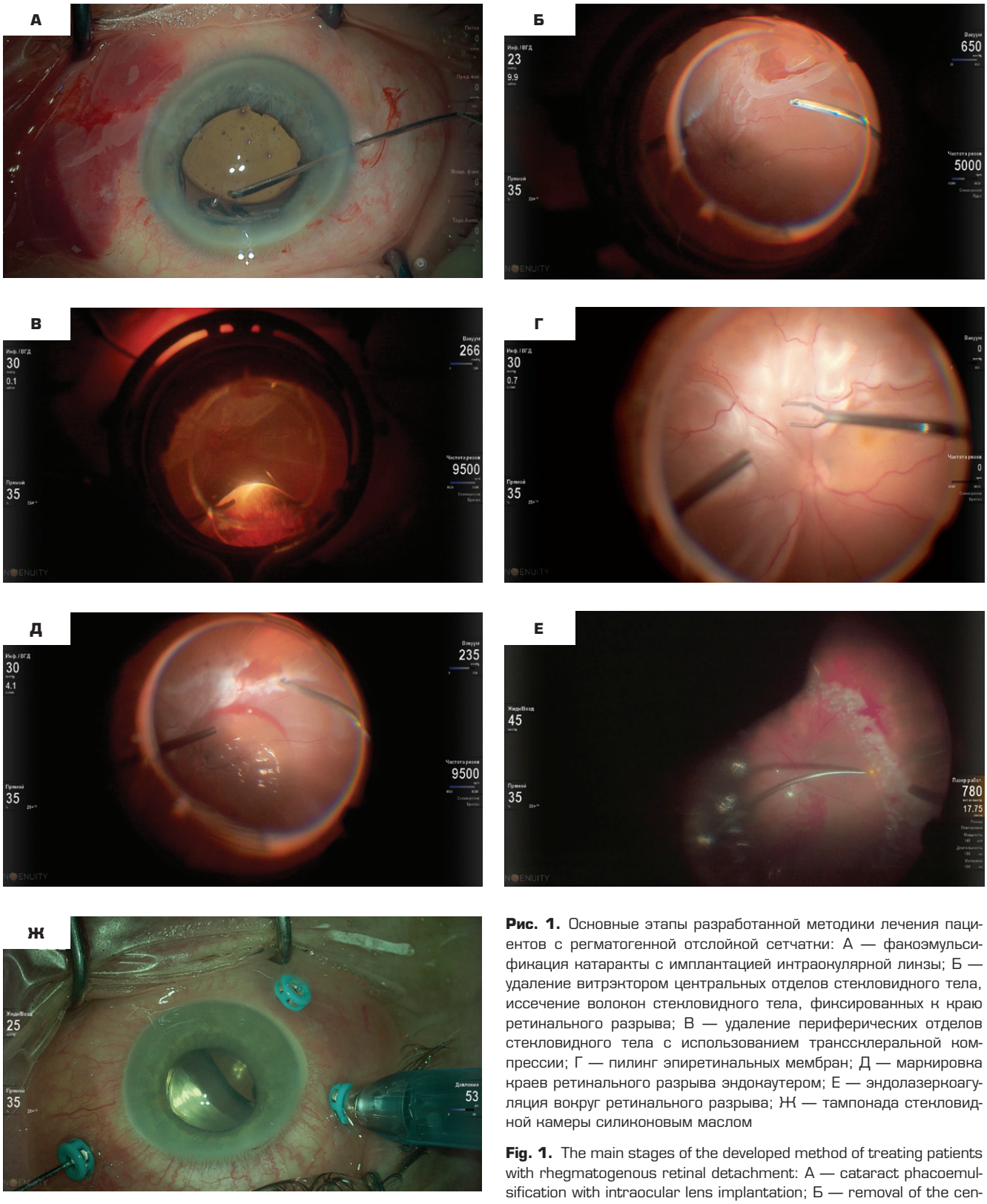



**Рис. 1.** Основные этапы разработанной методики лечения пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки: А — факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы; Б — удаление витрэктором центральных отделов стекловидного тела, иссечение волокон стекловидного тела, фиксированных к краю ретинального разрыва; В — удаление периферических отделов стекловидного тела с использованием транссклеральной компрессии; Г — пилинг эпиретинальных мембран; Д — маркировка краев ретинального разрыва эндокаутером; Е — эндолазеркоагуляция вокруг ретинального разрыва; Ж — тампонада стекловидной камеры силиконовым маслом

**Fig. 1.** The main stages of the developed method of treating patients with rhegmatogenous retinal detachment: A — cataract phacoemulsification with intraocular lens implantation; Б — removal of the central parts of the vitreous body with a vitrector, excision of the vitreous body fibers fixed to the edge of the retinal rupture; B — removal of peripheral vitreous body using transscleral compression; Г — epiretinal membrane peeling; Д — marking the edges of the retinal break with an endocautery; E — endolaser coagulation around the retinal break; Ж — tamponade of the vitreous chamber with silicone oil

как правило, формула SRK/t) с учетом собственно типа ИОЛ (монофокальная, мультифокальная, ИОЛ с расширенной глубиной фокуса [14–16].

Проведенный анализ литературы указывает на сходный характер и частоту осложнений при обоих хирургических подходах к лечению РОС. В то же время, по мнению некоторых авторов, безопасность проведения ФЭК после ранее проведенной ВЭ несколько ниже, что связано с вероятностью разрыва задней капсулы с последующей дислокацией ИОЛ и отражает отсутствие поддержки стекловидного тела во время ФЭК. Удаление катаракты после ВЭ может быть сложной задачей, особенно для близоруких глаз, в таких сложных случаях обычно устанавливают ИОЛ с фиксацией на радужной оболочке, но на расположение ИОЛ может повлиять дальнейшее изменение зрачка или атрофия радужной оболочки [11, 13, 17–19].

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности методики ФВЭ, что подтверждается низкой частотой (8 %) рецидивирования отслойки сетчатки и отсутствием необходимости дополнительных хирургических вмешательств при динамическом наблюдении сроком до 6 месяцев. Дополнительная ФЭК во время ВЭ по поводу РОС не связана с более высокой частотой рецидивирования отслойки сетчатки, что согласуется с мнением большинства авторов [20–22].

Основными преимуществами предлагаемой методики ФВЭ (по сравнению с отсроченной ФЭК) являются, по нашему мнению, следующие положения:

– выполнение факоэмульсификации хрусталика (катарактального или прозрачного) с передним капсулорексисом диаметром 4 мм и имплантацией ИОЛ препятствует выдавливанию ИОЛ в переднюю камеру;

– установка склерального порта перед факоэмульсификацией исключает риск геморрагических осложнений при манипуляциях по установке портов на гипотоничном глазу и препятствует разгерметизации парацентезов и основного разреза при избыточном механическом давлении на фоне гипотонии;

– сохранение задней капсулы хрусталика в процессе ФВЭ защищает материал ИОЛ от контакта с силиконовым маслом и интраокулярными газами, что профилактирует его помутнение;

– маркировка краев ретинального разрыва с применением эндодиатермокоагуляции способствует формированию дополнительной хориоретинальной спайки и профилактике разгерметизации, а также обеспечению полноценной визуализации ретинального разрыва при последующей эндолазеркоагуляции после удаления субретинальной жидкости и прилегания сетчатки при работе в воздушной среде;

– введение стерильного воздуха обеспечивает стабильную глубину передней камеры, что препятствует миграции силиконового масла через связочный аппарат хрусталика в переднюю камеру при возобновлении двигательной активности пациента и появлении неблагоприятных эффектов анестезии (тошнота, рвота), а также дополнительно профилактирует формирование зрачкового блока с офтальмогипертензией и ущемлением ИОЛ в зрачке под воздействием давления силиконового масла витреальной полости;

– дисцизия задней капсулы хрусталика в ходе ревизии витреальной полости и удаления силиконового масла обеспечивает улучшение зрительных функций в силу устранения вторичной катаракты, развивающейся на фоне контакта с силиконовым маслом, а также исключает необходимость выполнения лазерной дисцизии вторичной катаракты как отдельного вмешательства и не несет за собой риска помутнения материала ИОЛ от контакта с силиконовым маслом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что проведение обособленной ВЭ пациентам с РОС сопровождается образованием катаракты в послеоперационном периоде (до 80 % пациентов в течение первого года [1, 4, 23, 24]). К настоящему моменту, по мнению V. Radeck и соавт. «…нет четких указаний на то, следует ли выполнять витрэктомию в первую очередь без операции на хрусталике, или комбинированная факовитрэктомия может быть лучшей стратегией...» [6]. Авторы настоящей работы считают (на основе предлагаемого изложенного метода хирургического вмешательства) целесообразным проведение ФВЭ при РОС, осложненной ПВР. Данное положение объясняется тем, что удаление хрусталика перед выполнением ВЭ улучшает визуализацию заднего полюса, а также периферической части сетчатки, обеспечивая хороший доступ к основанию стекловидного тела. Интраоперационные осложнения катаракты, такие как разрыв задней капсулы, не вызывают беспокойства, поскольку витреоретинальный хирург имеет возможность немедленного решения подобных проблем. Когда ВЭ и операция по удалению катаракты выполняются раздельно, пациент подвергается седации или общей анестезии как минимум дважды, а возможно, и трижды, если отдельно проводится удаление силиконового масла, что в целом увеличивает риски, связанные с анестезией и общие затраты на лечение (госпитализация, посещения, лекарства). Анатомическое восстановление сетчатки в целом сопоставимо после проведения ФВЭ и ВЭ, частота интраоперационных осложнений несколько ниже при комбинированной процедуре.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малышев А.В. — основная идея, дизайн статьи, редактирование;
Сай С.А. — набор клинического материала, анализ литературных источников, написание текста;
Головин А.С. — написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Guber J, Bentivoglio M, Sturm V, Scholl HP, Valmaggia C. Combined pars plana vitrectomy with phacoemulsification for rhegmatogenous retinal detachment repair. Clin Ophthalmol. 2019 Aug 21;13:1587–1591. doi: 10.2147/OPTH.S215352.
2. Li Y, Cheung N, Jia L, Zhang H, Liu N. Surgical outcomes of 25-gauge pars plana vitrectomy using air as an internal tamponade for primary rhegmatogenous retinal detachment. Retina. 2020 Nov;40(11):2077–2082. doi: 10.1097/IAE.0000000000002744.
3. Reeves MG, Pershing S, Afshar AR. Choice of primary rhegmatogenous retinal detachment repair method in US commercially insured and Medicare advantage patients, 2003–2016. Am. J. Ophthalmol. 2018;196:82–90 doi: 10.1016/j.ajo.2018.08.024.
4. Bellucci C, Romano A, Ramanzini F, Tedesco SA, Gandolfi S, Mora P. Pars Plana Vitrectomy Alone or Combined with Phacoemulsification to Treat Rhegmatogenous Retinal Detachment: A Systematic Review of the Recent Literature. J Clin Med. 2023 Jul 30;12(15):5021. doi: 10.3390/jcm12155021.
5. Haugstad M, Moosmayer S, Bragadóttir R. Primary rhegmatogenous retinal detachment—Surgical methods and anatomical outcome. Acta Ophthalmol. 2017;95:247–251. doi: 10.1111/aos.13295.
6. Radeck V, Helbig H, Maerker D, Gamulescu MA, Prahs P, Barth T. Rhegmatogenous retinal detachment repair-does age, sex, and lens status make a difference? Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2022 Oct;260(10):3197–3204. doi: 10.1007/s00417-022-05674-x.
7. Motta L, Frisina R, Ripa M, Gius I, Greggio A, Tozzi L, De Salvo G, Meduri A. Postoperative complications after successful primary rhegmatogenous retinal detachment repair. BMC Ophthalmol. 2023 Feb 24;23(1):77. doi: 10.1186/s12886-023-02824-5.
8. Shah YS, Abidi M, Ahmed I, Arsiwala-Scheppach LT, Ong SS, Wu D, Handa JT. Risk Factors Associated with Cystoid Macular Edema among Patients Undergoing Primary Repair of Rhegmatogenous Retinal Detachment. Ophthalmol Retina. 2024 May;8(5):456–464. doi: 10.1016/j.oret.2023.11.013.
9. Fu Y, Xie TH, Gu ZH, Yang N, Geng RF, Zhang YL. Recurrent retinal detachment after pars plana vitrectomy with silicone oil tamponade for rhegmatogenous retinal detachment. Int Ophthalmol. 2022 Dec;42(12):3813–3820. doi: 10.1007/s10792-022-02401-7.
10. Nagpal M, Chaudhary P, Wachasundar S, Eltayib A, Raihan A. Management of recurrent rhegmatogenous retinal detachment. Indian J Ophthalmol. 2018 Dec;66(12):1763–1771. doi: 10.4103/ijo.IJO_1212_18.
11. Tan A, Bertrand-Boiché M, Angioi-Duprez K, Berrod JP, Conart JB. Outcomes of combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: A Comparative Study. Retina. 2021 Jan 1;41(1):68–74. doi: 10.1097/IAE.0000000000002803.
12. Kim MS, Woo SJ, Park KH. Phacovitrectomy versus lens-sparing vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment repair according to the surgical experience. Retina. 2021 Aug 1;41(8):1597–1604. doi: 10.1097/IAE.0000000000003090.
13. Helmy YA, Dahab AA, Abdelhakim MA, Khattab AM, Hamza HS Vitrectomy and silicone oil tamponade with and without phacoemulsification in the management of rhegmatogenous retinal detachment: A comparative study. Afr. Vis. Eye Health. 2020;79:8. doi: 10.4102/aveh.v79i1.546.
14. Moussa G, Sachdev A, Mohite AA. Assessing refractive outcomes and accuracy of biometry in phacovitrectomy and sequential operations in patients with retinal detachment compared with routine cataract surgery. Retina. 2021 Aug 1;41(8):1605–1611. doi: 10.1097/IAE.0000000000003092.
15. Pongsachareonnont P, Tangjanyatam S. Accuracy of axial length measurements obtained by optical biometry and acoustic biometry in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective study. Clin Ophthalmol. 2018 May 23;12:973–980. doi: 10.2147/OPTH.S165875.
16. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of Intraocular Lens Calculation Formulas. Ophthalmology. 2018 Feb;125(2):169–178. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.08.027.
17. Mirshahi A, Khalilipour E, Faghihi H, Riazi-Esfahani H, Mirshahi R, Mehrjardi HZ, Najibzadeh E, Amini A, Nabavi A. Pars plana vitrectomy combined with phacoemulsification versus pars plana vitrectomy only for treatment of phakic rhegmatogenous retinal detachment: a systematic review and meta-analysis. Int Ophthalmol. 2023 Feb;43(2):697–706. doi: 10.1007/s10792-022-02465-5.
18. Mora P, Favilla S, Calzetti G, Berselli G, Benatti L, Carta A, Gandolfi S, Tedesco SA. Parsplana vitrectomy alone versus parsplana vitrectomy combined with phacoemulsification for the treatment of rhegmatogenous retinal detachment: a randomized study. BMC Ophthalmol. 2021 May 3;21(1):196. doi: 10.1186/s12886-021-01954-y.
19. Echegaray JJ, Vanner EA, Zhang L, Fortun JA, Albini TA, Berrocal AM, Smiddy WE, Flynn HW Jr, Sridhar J, Gregori NZ, Townsend JH, Davis JL, Haddock LJ. Outcomes of Pars Plana Vitrectomy Alone versus Combined Scleral Buckling plus Pars Plana Vitrectomy for Primary Retinal Detachment. Ophthalmol Retina. 2021 Feb;5(2):169–175. doi: 10.1016/j.oret.2020.09.013.
20. Brent AJ, Bedi S, Wakefield M, Banerjee S. A comparative study of lens management in the United Kingdom and India with regard to rhegmatogenous retinal detachment surgery. Eur J Ophthalmol. 2020 Sep;30(5):1120–1126. doi: 10.1177/1120672119855209.
21. Port AD, Nolan JG, Siegel NH, Chen X, Ness SD, Subramanian ML. Combined phaco-vitrectomy provides lower costs and greater area under the curve vision gains than sequential vitrectomy and phacoemulsification. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021 Jan;259(1):45–52. doi: 10.1007/s00417-020-04877-4.
22. Wu AM, Wu CM, Tseng VL, Greenberg PB, Giaconi JA, Yu F, Lum F, Coleman AL. Characteristics Associated With Receiving Cataract Surgery in the US Medicare and Veterans Health Administration Populations. JAMA Ophthalmol. 2018 Jul 1;136(7):738–745. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.1361.
23. Wu K, Shi J, Zong Y, Xu G, Zhu H, Jiang C. Outcomes of Secondary Intracapsular Intraocular Lens Implantation in Patients following Rhegmatogenous Retinal Detachment. J Clin Med. 2023 Dec 18;12(24):7749. doi: 10.3390/jcm12247749.
24. Wu K, Zong Y, Yu J, Fang W, Jiang C, Xu G. Secondary in-the-bag Intraocular Lens Implantation in Aphakic Eyes After Vitrectomy and Silicone Oil Tamponade for Rhegmatogenous Retinal Detachment. Retina. 2023 Aug 1;43(8):1408–1412. doi: 10.1097/IAE.0000000000002987.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Малышев Алексей Владиславович
доктор медицинских наук, доцент, заведующий офтальмологическим отделением
https://orcid.org/0000-0002-1448-9690

Сай Сергей Александрович
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0008-5849-1988

Головин Александр Сергеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог


## ABOUT THE AUTHORS


Malyshev Aleksey V.
PhD, MD, Associate Professor, head of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-1448-9690

Sai Sergey A.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0008-5849-1988

Golovin Aleksandr S.
PhD, ophthalmologist

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-317-324*

*поступила 12.11.24*
*was received 12.11.24*

# Влияние блефаропластики на гемодинамические показатели век в различные сроки наблюдения







А.В. Трубилин[1] В.Н. Трубилин[1] Е.Г. Полунина[1] Д.В. Анджелова[2] Э.Н. Эскина[1]
А.В. Филоненко[3]

[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] ГБУЗ НО ГКБ №12 Сормовского района г. Нижнего Новгорода
ул. Павла Мочалова, 8, Нижний Новгород 603003, Российская федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):317–324**

Несмотря на распространенное мнение о том, что блефаропластика является нетравматичным косметологическим вмешательством, клинические наблюдения и анализ данных научной литературы свидетельствуют о том, что вышеуказанная операция может вызвать ряд серьезных побочных эффектов, которые в том числе могут быть связаны с нарушением кровообращения век и периорбитальной зоны. **Пациенты и методы.** В исследование включены 148 пациентов (296 глаз). Всем пациентам, вошедшим в исследование, для оценки гемодинамических показателей русла слезной артерии проводили цветовое доплеровское картирование (ЦДК) правого и левого глаза, результат усредняли и вносили в протокол. ЦДК проводили транспальпебральным методом. Все вошедшие в исследование пациенты были разделены на группы в зависимости от наличия или отсутствия блефаропластики в анамнезе, а также сроков после проведения блефаропластики: 115 пациентов — основная группа, которая была разделена на подгруппы: 32 пациента через 1 месяц после блефаропластики, 27 — через 3 месяца после блефаропластики, 31 — через 6 месяцев после блефаропластики, 25 — через более 12 месяцев после блефаропластики; 33 — без блефаропластики — контрольная группа. **Результаты и заключение.** Проведенное исследование позволило установить, что на сроках наблюдения за пациентами после блефаропластики 1–3 месяца происходит достоверное повышение показателя систолической скорости кровотока — Vs по данным цветового доплеровского картирования, по сравнению с пациентами, которым данное оперативное вмешательство не проводили, что может быть связано с формированием рубцовой ткани и наличием послеоперационного воспалительного процесса. Стабилизация показателя Vs определена на сроке наблюдения 6 месяцев. В группе пациентов 12 месяцев наблюдения и более отмечается достоверное снижение систолической скорости кровотока до уровня, который соответствует аналогичным показателям в возрастной группе старше 60 лет без блефаропластики. Полученные данные необходимо учитывать при подготовке пациентов к плановому офтальмохирургическому вмешательству, проведение которого пациентам с блефаропластикой в анамнезе может быть рекомендовано к проведению не ранее чем через 6 месяцев, то есть на этапе стабилизации гемодинамических показателей. Это позволит снизить риски развития осложнений в послеоперационном периоде, связанных с изменениями гемодинамических показателей век, а также провести профилактическое лечение синдрома сухого глаза у пациентов с блефаропластикой в анамнезе, так как вследствие блефаропластики нарушена трофика тканей, в том числе мейбомиевых желез.

**Ключевые слова:** офтальмология, блефаропластика, гемодинамика, цветовое доплеровское картирование, мейбомиевы железы

**Для цитирования:** Трубилин А.В., Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Анджелова Д.В., Эскина Э.Н., Филоненко А.В. Влияние блефаропластики на гемодинамические показатели век на различных сроках наблюдения. *Офтальмология.* 2025;22(2):317–324. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-317-324

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# The Effect of Blepharoplasty on Hemodynamic Parameters of the Eyelids at Different Observation Periods

V.N. Trubilin[1], E.G. Polunina[1], A.V. Trubilin[1], D.V. Andzhelova[2], E.N. Eskina[1], A.V. Filonenko[3]

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

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

[3] "City Clinical Hospital No. 12 of Sormovsky District"
Pavla Mochalov st., 8, Nizhny Novgorod 603003, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):317–324**

Despite the widespread belief that blepharoplasty is a non-traumatic cosmetic intervention, clinical observations and analysis of scientific literature data indicate that the above-mentioned operation can cause a number of serious side effects, which, among other things, may be associated with impaired blood circulation in the eyelids and periorbital zone. **Patients and methods.** There were 148 patients (296 eyes) in the study. All patients included underwent color Doppler mapping (CDM) of the right and left eyes to assess geomdignamic indicators in the lacrimal artery bed, the results were averaged and included in the protocol. CDM was performed using the transpalpebral method. All patients included in the study were divided into groups depending on the presence or absence of blepharoplasty in the anamnesis, as well as the time after blepharoplasty: 115 patients — the main group, which was divided into subgroups: 32 patients 1 month after blepharoplasty, 27 patients 3 months after blepharoplasty, 31 patients 6 months after blepharoplasty, 25 patients more than 12 months after blepharoplasty; 33 patients without blepharoplasty — the control group. **Results and conclusion.** The study allowed us to establish that during the observation periods of patients after blepharoplasty of 1–3 months, there is a reliable increase in the systolic blood flow velocity — Vs according to color Doppler mapping, compared to patients who did not undergo this surgical intervention, which may be associated with the formation of scar tissue and the presence of a postoperative inflammatory process. Stabilization of the Vs index was determined at a 6-month observation period. In the group of patients aged 12 months or more, a reliable decrease in systolic blood flow velocity to a level that corresponds to similar indicators in the age group over 60 years without blepharoplasty is noted. The obtained data should be taken into account when preparing patients for planned ophthalmic surgery, which can be recommended for patients with a history of blepharoplasty no earlier than 6 months later, at the stage of stabilization of hemodynamic parameters. This will reduce the risk of complications in the postoperative period associated with changes in hemodynamic parameters of the eyelids, as well as carry out preventive treatment of dry eye syndrome in patients with a history of blepharoplasty, since trophism, including the meibomian glands, is impaired as a result of blepharoplasty.

**Keywords:** ophthalmology, blepharoplasty, hemodynamics, color Doppler mapping, meibomian glands

**For citation:** Trubilin A.V., Polunina E.G., Trubilin V.N., Andzhelova D.V., Eskina E.N., Filonenko A.V. The Effect of Blepharoplasty on Hemodynamic Parameters of the Eyelids at Different Observation Periods. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 317–324. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-317-324

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

**There is no conflict of interests.**

Несмотря на распространенное мнение о том, что блефаропластика является нетравматичным косметологическим вмешательством, клинические наблюдения и анализ данных научной литературы свидетельствуют о том, что вышеуказанная операция может вызвать ряд серьезных побочных эффектов, которые, в том числе, могут быть связаны с нарушением кровообращения век и периорбитальной зоны.

Кровообращение век имеет ряд особенностей: обширная система анастомозов; артерии, кровоснабжающие веки, в частности слезная артерия (*a. lacrimalis*), являются ветвью глазной артерии (*a. ophthalmica*). Конечные ветви слезной артерии — верхняя и нижняя латеральные артерии век, которые кровоснабжают не только веки, но и конъюнктиву, анастомозируют с верхней и нижней медиальными артериями век, отходящими от дистальной части глазной артерии, и образуют, таким образом, артериальную аркаду. Следует также отметить, что между внутренней и наружной сонными артериями, кровоснабжающими глазное яблоко и периорбитальную зону, также существуют множественные анастомозы [1].

Вышеперечисленные особенности системы кровообращения век необходимо учитывать при подготовке пациентов к блефаропластике, а также на этапе ее проведения и в послеоперационном периоде, так как с ними могут быть связаны тяжелые осложнения, вплоть до полной потери зрения. По данным проведенного в 2004 году исследования, основанного на опросе членов Американского общества офтальмологической пластической и реконструктивной хирургии, частота возникновения орбитального кровоизлияния, связанного с косметической хирургией век, составляет 0,055 % (1:2000), а орбитального кровоизлияния с постоянной потерей зрения — 0,0045 % (1:10 000). Развитие орбитального кровоизлияния чаще всего происходит в течение первых 24 часов после операции, особенно в течение

первых 0–3 часов, но может возникнуть и через несколько дней после операции [2]. Описан случай формирования ретробульбарного кровоизлиянии через девять дней после блефаропластики [3].

В другом исследовании, выполненном в 2011 году, авторы сообщают, что общая частота потери зрения после блефаропластики составила 0,0052 % (5 из 100 000 случаев, или 1 из 20 000). При этом постоянная потеря зрения составила 0,0033 % (3 из 100 000, или 1 из 30 000), а временная потеря зрения — 0,0019 % (2 из 100 000, или 1 из 50 000). По данным исследования, наиболее распространенными жалобами у пострадавших пациентов являлись боль и ощущение давления в области глаз. Фактором риска возникновения кровотечения в послеоперационном периоде является гипертоническая болезнь в анамнезе, а основной причиной возникновения слепоты — ретробульбарное кровоизлияние [4].

Следует отметить, что, как правило, блефаропластику проводят пациентам старшей возрастной категории, риск наличия гипертонической болезни у которой в значительной степени повышается. Кроме того, данная категория пациентов часто принимает антикоагулянты, что также повышает риск возникновения послеоперационного кровоизлияния. В связи с этим ряд научных исследований направлен на изучение роли контроля артериального давления в профилактике формирования гематомы после блефаропластики. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что поддержание артериального давления ниже 120 мм рт. ст. после операции является эффективным методом профилактики гематомы после блефаропластики, даже у пациентов, одновременно принимающих антикоагулянты [5, 6].

Отдельное внимание следует уделить риску развития острого приступа закрытоугольной глаукомы у пациентов в раннем послеоперационном периоде после блефаропластики. Данное осложнение может быть следствием нескольких факторов, в частности, использования в ходе операции местной анестезии с применением адреналина, действие которого приводило к расширению зрачка [7–11]. Предположительно, риск развития острого приступа закрытоугольной глаукомы повышается у пациентов с катарактой. К провоцирующим факторам риска также относят использование буферного раствора лидокаина/ксилокаина с адреналином/эпинефрином, стресс, давление повязки на глаз после блефаропластической операции. Из-за использования послеоперационных анальгетиков клиническая картина может быть стертой и нетипичной, что приводит к значительной задержке в диагностике и назначении адекватной своевременной терапии. Следовательно, в послеоперационном периоде важно исключить наличие признаков острого приступа закрытоугольной глаукомы путем оценки зрачковой реакции и жалоб на болевые ощущения в глазах [12].

Современная наука широкими шагами идет вперед, в последние годы в научную и клиническую практику активно внедряются не только новейшие инструментальные и фармакологические технологии, но и различные модели искусственного интеллекта. Большой интерес представляют научные исследования в области пластической хирургии и эстетической медицины, которые направлены на изучение возможностей при помощи ChatGPT моделировать предполагаемые осложнения, которые могут возникнуть при проведении пластических операций, включая блефаропластику у конкретного пациента, а также воссоздать его предположительный визуальный образ. Не исключено, что данные научные разработки в будущем позволят снизить риск развития осложнений [13–15].

Однако принципиальное значение имеют биологические механизмы в развитии осложнений, которые могут возникнуть в послеоперационном периоде после блефаропластики и связаны, в первую очередь, с механизмами старения, что особенно важно, так как бóльшая часть пациентов, прибегающих к блефаропластике, относится к пожилому возрасту. Исследования, направленные на изучение механизмов старения, свидетельствуют о том, что одним из ключевых проявлений данного процесса является нарушение микроциркуляции, что чаще всего выражается в уменьшении числа и размеров сосудов, а также в нарушении сосудистого тонуса. Выявленные изменения морфологической структуры кожи век и микроциркуляторного русла приводят к трофическим нарушениям и застойным явлениям, возникающим, в частности, в коже век при старении [16]. Существует несколько методик, позволяющих определить состояние сосудистого русла век, к которым относят, в частности, лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ). Исследования, проведенные при применении ЛДФ позволяют определить механизм нарушения микроциркуляции кожи век в зависимости от типа ее старения [17, 18]. Полученные данные представляют большой интерес, так как по современным представлениям нарушения микроциркуляции являются обязательным компонентом развития большинства воспалительных, дистрофических и инволюционных процессов, которые приводят к нарушению функций и структуры клеток. Следовательно, объективные данные, полученные при оценке состояния сосудистого русла, позволят подобрать необходимый вид и объем терапии.

Существует возможность исследования кровотока век при применении ультразвукового метода исследования: цветового доплеровского картирования, при котором можно определить систолическую (Vs), диастолическую (Vd) скорость кровотока, а также индекс резистентности (Ri) [1, 19]. Исследование гемодинамики глаза при применении цветового доплеровского картирования может служить дополнительным критерием оценки активности воспаления и эффективности терапии [20]. Учитывая тот факт,

что в последние десятилетия в значительной степени возрос интерес к косметологическим процедурам и пластической хирургии, в частности к проведению блефаропластики, обращает на себя внимание отсутствие данных в научной литературе о влиянии блефаропластики на состояние гемодинамики век не только в раннем послеоперационном периоде, но и в отдаленные сроки, что может повлиять не только на состояние кожи век, но и на структуры, получающие питание от слезной артерии.

Известно, что блефаропластика может стать причиной развития синдрома сухого глаза [21–24]. Например, доказано, что после проведения верхней блефаропластики в раннем послеоперационном периоде происходит повышение воспалительных цитокинов, а также нарушается стабильность слезной пленки, что способствует развитию послеоперационного синдрома сухого глаза в раннем послеоперационном периоде, проявления которого уменьшаются на сроке наблюдения 6 месяцев [25].

Предполагается, что данные изменения также могут быть связаны не только с послеоперационным воспалительным процессом, но и с нарушением гемодинамики век, в толще которых находятся мейбомиевые железы, секретирующие липидный компонент слезной пленки. Кроме того, нарушение гемодинамических показателей, в частности снижение скорости кровотока, может повлиять на питание конъюнктивы, где расположены бокаловидные клетки, продуцирующие муциновый компонент слезной пленки. Следует учитывать, что послеоперационный рубец, возникший вследствие блефаропластики, формируется постепенно и проходит определенные стадии: воспаления и эпителизации раны, образования непрочного рубца, образования прочного рубца, окончательного рубцевания [26]. При применении ультразвуковой диагностики установлено, что даже на этапе, когда рубцовая ткань уже сформирована, — более 12 месяцев, она имеет разную структуру: нормотрофическую, атрофическую, гипертрофическую и келоидную, что, возможно, зависит от гемодинамических показателей, которые необходимо учитывать при принятии решения о проведении блефаропластики [27].

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены 148 пациентов (296 глаз). Всем пациентам, вошедшим в исследование, для оценки гемодинамических показателей в русле слезной артерии проводили цветовое доплеровское картирование (ЦДК) правого и левого глаза, результат усредняли и взносили в протокол. ЦДК осуществляли транспальпебральным методом при помощи многофункционального ультразвукового диагностического прибора Voluson E10 с использованием линейного датчика частотой ML6-15-D МГц (рис. 1). Все вошедшие в исследование пациенты были разделены на группы в зависимости от наличия или отсутствия блефаропластики в анамнезе, а также сроков после проведения блефаропластики: 115 пациентов — основная группа, которая была разделена на подгруппы: 32 пациента через 1 месяц после блефаропластики, 27 — через 3 месяца после блефаропластики, 31 — через 6 месяцев после блефаропластики, 25 — через более 12 месяцев после блефаропластики; 33 пациента без блефаропластики — контрольная группа.

Критерии включения: пациенты в возрасте от 45 до 75 лет без блефаропластики и с верхней блефаропластикой. Критерии невключения: острые воспалительные заболевания глазной поверхности, нарушение целостности эпителия роговицы, ранний послеоперационный период после офтальмохирургического вмешательства, глаукома, наличие интраокулярных патологических изменений (гемофтальм, отслойка оболочек глаза, новообразования), воспалительные заболевания сосудистой оболочки глаза: иридоциклит, увеит.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Первичные данные заносили в электронную таблицу Microsoft Excel. Статистическую обработку данных проводили с использованием языка программирования Python 3, библиотек Pandas, SciPy и редактора кода Visual Studio Code («Microsoft»). Характер распределения данных оценивали с помощью критерия Шапиро — Уилка. Попарное сравнение данных в зависимых выборках проводили с использованием критерия Вилкоксона с поправкой Бонферрони. Построение графиков осуществляли с использованием библиотек Seaborn, Matplotlib и Statannotations.

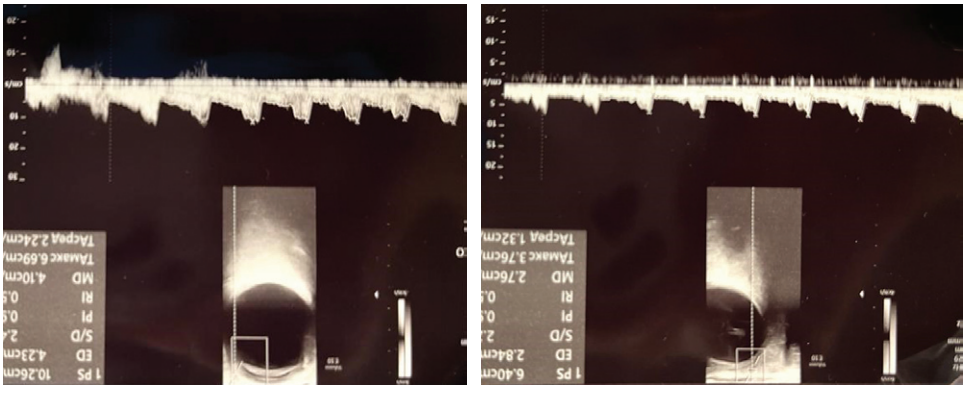


**Рис. 1.** ЦДК слезной артерии: А — пациентка Н., 51 год, без блефаропластики; Б — пациентка К., 58 лет, через 3 месяца после блефаропластики

**Fig. 1.** Color Doppler imaging of the lacrimal artery: A — patient N., 51 years old, without blepharoplasty; Б — patient K., 58 years old, 12 months after blepharoplasty

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследования проведена оценка влияния возраста на гемодинамические показатели век, полученные при проведении цветового доплеровского картирования: систолическая (Vs), диастолическая (Vd) скорость кровотока, а также индекс резистентности (Ri) у пациентов без блефаропластики. По результатам корреляционного анализа выявлено, что возраст пациентов с параметром Ri имел статистически значимую прямую корреляционную связь средней силы ($p$ < 0,001), с параметром Vd — статистически значимую обратную корреляционную связь средней силы ($p$ < 0,001), с параметром Vs — статистически значимую обратную корреляционную связь высокой силы ($p$ < 0,001) (рис. 2–4).

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что с возрастом выраженно снижается систолическая скорость кровотока (Vs), следовательно, кровоснабжение век, при умеренном увеличении сопротивления сосудистых стенок (Vd, Ri).

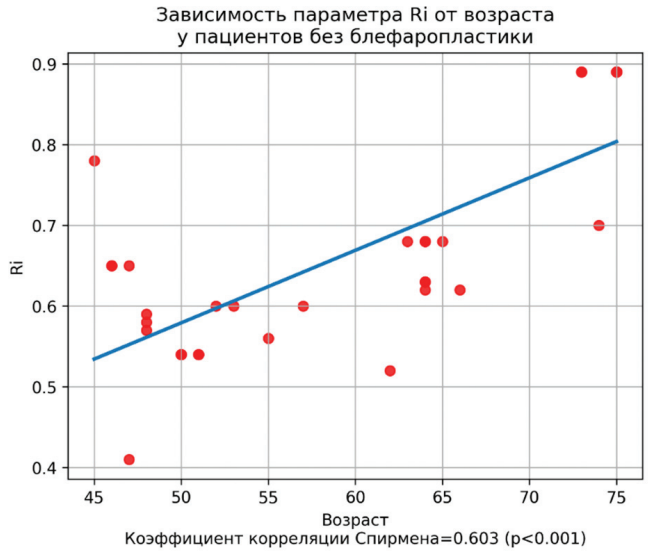



**Рис. 2.** Зависимость параметра Ri от возраста у пациентов без блефаропластики

**Fig. 2.** Dependence of the Ri parameter on age in patients without blepharoplasty

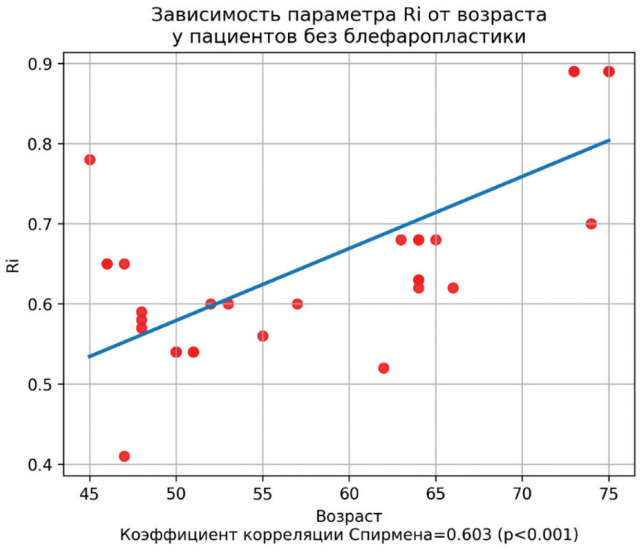



**Рис. 3.** Зависимость параметра Vd от возраста у пациентов без блефаропластики

**Fig. 3.** Dependence of the Vd parameter on age in patients without blepharoplasty

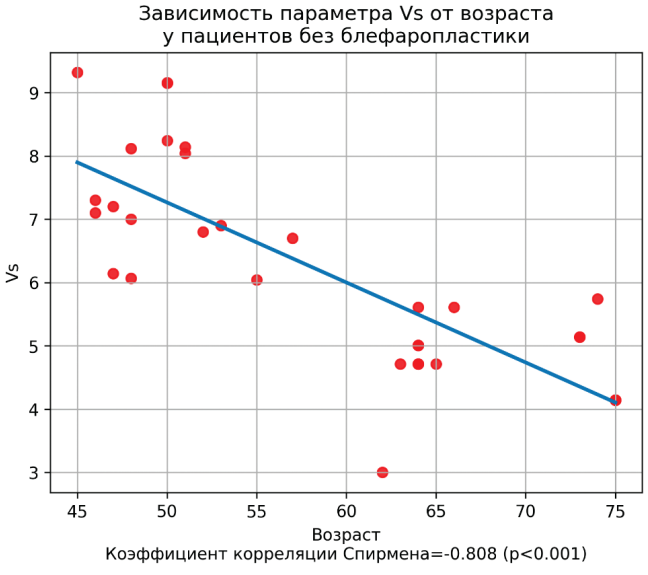



**Рис. 4.** Зависимость параметра Vs от возраста у пациентов без блефаропластики

**Fig. 4.** Dependence of the Vs parameter on age in patients without blepharoplasty

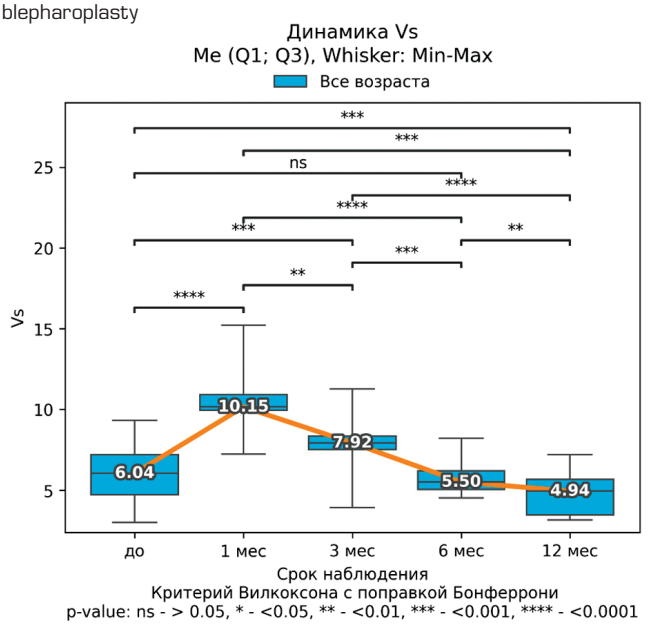



**Рис. 5.** Динамика параметра Vs в группе пациентов всех возрастов до и после блефаропластики

**Fig. 5.** Dynamics of the Vs parameter in all ages of patients before and after blepharoplasty

Учитывая тот факт, что систолическая скорость кровотока влияет на трофические функции тканей век, большой интерес представляют полученные в ходе исследования данные, которые свидетельствуют о повышении гемодинамических показателей — Vs в слезной артерии по данным цветового доплеровского картирования на сроках наблюдения 1–3 месяца после блефаропластики, по сравнению с группой контроля — пациенты без блефаропластики ($p < 0,05$). Полученный результат можно объяснить усилением микроциркуляции, вызванным оперативным вмешательством на этапе формирования рубцовой ткани, включая воспалительный процесс (рис. 5).

На сроках наблюдения 6 месяцев после блефаропластики выявлено достоверное снижение данных показателей, когда послеоперационный рубец уже сформирован, по сравнению со сроками наблюдения 1 и 3 месяца. При этом определено, что на сроке наблюдения 6 месяцев после блефаропластики отсутствовало статистически значимое различие между вышеуказанным показателем и тем же показателем у пациентов контрольной группы ($p > 0,05$). На более поздних сроках наблюдения (12 месяцев) выявлено статистически значимое снижение скорости систолического кровотока по сравнению с тем же показателем на сроке 6 месяцев ($p < 0,05$) (рис. 5).

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что стабилизация гемодинамических показателей, характеризующих скорость кровотока, происходит в среднем через 6 месяцев после блефаропластики, с дальнейшим снижением, что может быть связано с наличием уже сформированной рубцовой ткани, которая нарушает трофические функции тканей век.

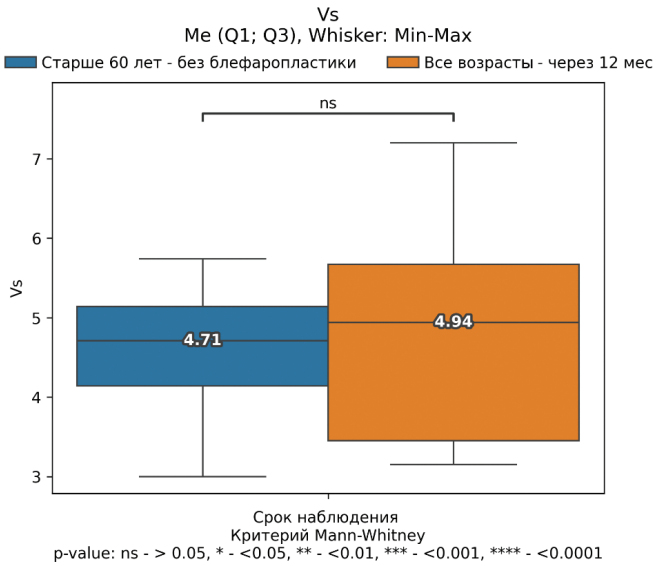



**Рис. 6.** Параметр Vs в группе пациентов 60–75 лет без блефаропластики и группе пациентов всех возрастов через 12 месяцев после блефаропластики

**Fig. 6.** Parameter Vs in the group of patients aged 60–75 years without blepharoplasty and in the all ages of patients during 12 months after blepharoplasty

Обратил на себя внимание низкий уровень показателя Vs в группе пациентов через 12 и более месяцев после блефаропластики. В связи с этим проведена сравнительная оценка между данным показателем и тем же показателем в возрастной группе 60–75 лет без блефаропластики. Анализ данных показал отсутствие статистически значимого различия между вышеуказанным показателем ($p > 0,05$) (рис. 6). Следовательно, наличие блефаропластики в анамнезе на сроке наблюдения более 12 месяцев и более приводит к снижению показателей систолического кровотока, который соответствует уровню пациентов возрастной группы старше 60 лет (рис. 6).

Полученные данные могут иметь принципиальное значение, как сказано выше, при подготовке пациентов к плановому хирургическому вмешательству, например к факоэмульсификации катаракты. Учет сроков стабилизации гемодинамических показателей век может снизить риск развития осложнений в послеоперационном периоде, связанных с нарушением кровообращения век и послеоперационным воспалительным процессом. Полученные данные позволили сделать вывод, согласно которому плановое оперативное вмешательство у пациентов с блефаропластикой может быть рекомендовано не ранее чем через 6 месяцев после блефаропластики, так как на этом сроке наблюдения имеет место возвращение гемодинамических показателей к дооперационному уровню.

При этом дальнейшее достоверное снижение скорости кровотока в слезной артерии, являющейся донором артериального круга кровообращения век, на сроке наблюдения 12 и более месяцев после блефаропластики может быть причиной нарушения функциональной активности мейбомиевых желез, расположенных в тоще века. Следовательно, этот факт также необходимо учитывать при подготовке пациентов к офтальмохирургическому вмешательству, назначая адекватный объем терапии, направленной на профилактику ССГ у пациентов с блефаропластикой в анамнезе на этапе абилитации и реабилитации.

## ОГРАНИЧЕНИЯ

Идеальными условиями для проведения клинического исследования является последовательное наблюдение за пациентами на разных этапах его проведения. Однако в реальной клинической практике далеко не всегда есть такая возможность, так как пациенты редко возвращаются на повторные осмотры, особенно в условиях частных медицинских учреждений. В соответствии с этим в данном исследовании выбран формат наблюдения за пациентами, которые приходили на общее офтальмологическое обследование на разных сроках наблюдения с блефаропластикой в анамнезе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило установить, что на сроках наблюдения за пациентами после блефаропластики 1–3 месяца происходит достоверное повышение показателя систолической скорости кровотока —

Vs по данным цветового доплеровского картирования по сравнению с пациентами, которым данное оперативное вмешательство не проводили, что может быть связано с формированием рубцовой ткани и наличием послеоперационного воспалительного процесса. Стабилизация показателя Vs определена на сроке наблюдения 6 месяцев. В группе пациентов 12 месяцев и более отмечается достоверное снижение систолической скорости кровотока до уровня, который соответствует аналогичным показателям в возрастной группе старше 60 лет без блефаропластики.

Полученные данные необходимо учитывать при подготовке пациентов к плановому офтальмохирургическому вмешательству, проведение которого пациентам с блефаропластикой в анамнезе может быть рекомендовано к проведению не ранее чем через 6 месяцев, то есть на этапе стабилизации гемодинамических показателей. Это позволит снизить риск развития осложнений в послеоперационном периоде, связанных с изменениями гемодинамических показателей век, а также провести профилактическое лечение синдрома сухого глаза у пациентов с блефаропластикой в анамнезе, так как вследствие блефаропластики нарушена трофика тканей, в том числе мейбомиевых желез.

## 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;
Анджелова Д.В. — сбор и обработка материала;
Эскина Э.Н. — сбор и обработка материала.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Медведев ИБ, Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Дергачева НН, Анджелова ДВ, Евстигнеева ЮВ, Чиненова КВ. Влияние различных видов лечения дисфункции мейбомиевых желез, включая массаж в периорбитальной зоне, на гемодинамические показатели век. Офтальмология. 2022;19(2):359–367. doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-359-367.
Medvedev IB, Trubilin VN, Polunina EG, Dergacheva NN, Andzhelova DV, Evstigneeva YuV, Chinenova KV. Modern Ideas about Dysfunction of the Meibomian Glands. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):359–367 (In Russ.). /doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-359-367.
2. Hass AN, Penne RB, Stefanyszyn MA, Flanagan JC. Incidence of postblepharoplasty orbital hemorrhage and associated visual loss. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2004 Nov;20(6):426–432. doi: 10.1097/01.iop.0000143711.48389.c5. Erratum in: Ophthal Plast Reconstr Surg. 2005 Mar;21(2):169.
3. Teng CC, Reddy S, Wong JJ, Lisman RD. Retrobulbar hemorrhage nine days after cosmetic blepharoplasty resulting in permanent visual loss. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2006 Sep-Oct;22(5):388–389. doi: 10.1097/01.iop.0000235500.88819.c8.
4. Mejia JD, Egro FM, Nahai F. Visual loss after blepharoplasty: incidence, management, and preventive measures. Aesthet Surg J. 2011 Jan;31(1):21–29. doi: 10.1177/1090820X10391212. Erratum in: Aesthet Surg J. 2011 Mar 1;31(3):362. Ergo, Francesco Maria [corrected to Egro, Francesco Maria].
5. Ash M, Shauly O, Swan C, Menon A, Schafer C, Nahai F. The Role of Blood Pressure Control in Prevention of Hematoma After Blepharoplasty. Aesthetic Plast Surg. 2024 Jul;48(13):2399–2403. doi: 10.1007/s00266-024-04072-4.
6. Bassiri-Tehrani B, Abi-Rafeh J, Baker NF, Kerendi AN, Nahai F. Systolic Blood Pressure Less Than 120 mmHg is a Safe and Effective Method to Minimize Bleeding After Facelift Surgery: A Review of 502 Consecutive Cases. Aesthet Surg J. 2023 Nov 16;43(12):1420–1428. doi: 10.1093/asj/sjad228.
7. Der Kelen LV, Mommaerts MY. Visual Loss after Cosmetic Blepharoplasty Using Local Anaesthesia Containing Epinephrine — A Case Series. Ann Maxillofac Surg. 2021 Jul-Dec;11(2):340–343. doi: 10.4103/ams.ams_36_21.
8. Wride NK, Sanders R. Blindness from acute angle-closure glaucoma after blepharoplasty. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2004 Nov;20(6):476–478. doi: 10.1097/01.iop.0000145242.91699.a6.
9. Haverals K, Augustinus A, Hondeghem K. Bilateral acute angle-closure glaucoma after blepharoplasty. Bull Soc Belge Ophtalmol. 2010;(316):59–61.
10. Bleyen I, Rademaker R, Wolfs RC, van Rij G. Acute angle closure glaucoma after oculoplastic surgery. Orbit. 2008;27(1):49–50. doi: 10.1080/01676830701512494.
11. Kashkouli MB, Sharepour M, Sianati H, Abdolalizadeh P. Acute primary angle closure after periorbital facial procedures report of four cases and literature review. Orbit. 2018 Oct;37(5):348–351. doi: 10.1080/01676830.2017.1423352.
12. Kappen IFPM, Nguyen DT, Vos A, van Tits HWHJ. Primary angle-closure glaucoma, a rare but severe complication after blepharoplasty: Case report and review of the literature. Arch Plast Surg. 2018 Jul;45(4):384–387. doi: 10.5999/aps.2017.01179.
13. Abi-Rafeh J, Mroueh VJ, Bassiri-Tehrani B, Marks J, Kazan R, Nahai F. Complications Following Body Contouring: Performance Validation of Bard, a Novel AI Large Language Model, in Triaging and Managing Postoperative Patient Concerns. Aesthetic Plast Surg. 2024 Mar;48(5):953–976. doi: 10.1007/s00266-023-03819-9.
14. Liu HY, Alessandri-Bonetti M, Arellano JA, Egro FM. Can ChatGPT be the Plastic Surgeon's New Digital Assistant? A Bibliometric Analysis and Scoping Review of ChatGPT in Plastic Surgery Literature. Aesthetic Plast Surg. 2024 Apr;48(8):1644–1652. doi: 10.1007/s00266-023-03709-0.
15. Nogueira R, Eguchi M, Kasmirski J, de Lima BV, Dimatos DC, Lima DL, Glatter R, Tran DL, Piccinini PS. Machine Learning, Deep Learning, Artificial Intelligence and Aesthetic Plastic Surgery: A Qualitative Systematic Review. Aesthetic Plast Surg. 2025 Jan;49(1):389–399. doi: 10.1007/s00266-024-04421-3.
16. Grishchenko SV, Borkhunova EN, Filatova IA, Vissarionova IV. Aging eyelid: clinical, morphological manifestations and peculiarities of microcirculation. Adv Gerontol. 2011;24(2):331–339 (In Russ.).
17. Кульчицкая ДБ, Фесюн АД, Юсова Ж.Ю, Круглова ЛС.Особенности функциональной активности эндотелия при различных морфотипах старения кожи лица. Клиническая дерматология и венерология. 2022;21(2):238–241.
Kulchitskaya DB, Fesyun AD, Yusova ZhYu, Kruglova LS. Endothelium functional activity in different morphotypes of facial skin aging. Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology. 2022;21(2):238–241 (In Russ.). doi: 10.17116/klinderma202221021238.
18. Имаева НА, Потекаев НН, Ткаченко СБ, Шугинина ЕА. Особенности нарушения микроциркуляции при различных типах старения кожи. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2008;7(3):107–110.
Imaeva NA, Potekaev NN, Tkachenko SB, Shuginina EA. Microcirculation disturbances in various skin ageing types. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2008;7(3):107–110 (In Russ.).
19. Киселева ТН, Петров СЮ, Охоцимская ТД, Маркелова ОИ. Современные методы качественной и количественной оценки микроциркуляции глаза. Российский офтальмологический журнал. 2023;16(3):152–158. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-152-158.
Kiseleva TN, Petrov SYu, Okhotsimskaya TD, Markelova OI. State-of-the-art methods of qualitative and quantitative assessment of eye microcirculation. Russian Ophthalmological Journal. 2023;16(3):152–158 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-3-152-158.
20. Катаргина ЛА, Киселева ТН, Денисова ЕВ, Новикова ОВ. Возможности цветового дуплексного сканирования в оценке нарушений гемодинамики глаза при увеитах у детей. Офтальмология. 2022;19(2):384–390. doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-384-390.
Katargina LA, Kiseleva TN, Denisova EV, Novikova OV. The Possibilities of Color Duplex Scanning in the Assessment of Hemodynamic Eye Disorders in Children with Uveitis. Ophthalmology in Russia. 2022;19(2):384–390 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-384-390.
21. Zhao S, Song N, Gong L. Changes of Dry Eye Related Markers and Tear Inflammatory Cytokines After Upper Blepharoplasty. Front Med (Lausanne). 2021 Dec 9;8:763611. doi: 10.3389/fmed.2021.763611.
22. Zhang SY, Yan Y, Fu Y. Cosmetic blepharoplasty and dry eye disease: a review of the incidence, clinical manifestations, mechanisms and prevention. Int J Ophthalmol. 2020 Mar 18;13(3):488–492. doi: 10.18240/ijo.2020.03.18.
23. Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Анджелова ДВ, Куренков ВВ, Капкова СГ, Чиненова КВ. Изменение гомеостаза слезопродуцирующей системы на фоне применения косметологических процедур в периорбитальной области. Офтальмология. 2018;15(4):424–432. doi: 10.18008/1816-5095-2018-4-424-432.
Trubilin VN, Polunina EG, Andzhelova DV, Kurenkov VV, Kapkova SG, Chinenova KV. Homeostasis Changes of Tear-Producing System with the Background of Cosmetic Procedures in Periorbital Area. Ophthalmology in Russia. 2018;15(4):424–432 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2018-4-424-432.
24. Трубилин ВН, Полунина ЕГ, Куренков ВВ, Чиненова КВ, Яцун АС, Евстигнеева ЮВ. Окклюзия центральной артерии сетчатки как осложнение в инвазивной эстетической косметологии: клинический случай. Офтальмология. 2021;18(3):584–590. doi: 10.18008/1816-5095-2021-3-584-590.
Trubilin VN, Polunina EG, Kurenkov VV, Chinenova KV, Yatsun AS, Evstigneeva YuV. Central Retinal Artery Occlusion as a Complication in Invasive Aesthetic Cosmetology: a Clinical Case. Ophthalmology in Russia. 2021;18(3):584–590 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-3-584-590.
25. Mian OT, Lippe CM, Khan A, Bugg VA, Bryant JC, Riaz KM, Dvorak JD, Ding K, Moreau A. Dry eye in the upper blepharoplasty patient: a study comparing orbicularis-sparing versus orbicularis-excising techniques. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2023 Dec;261(12):3625–3634. doi: 10.1007/s00417-023-06131-z.
26. Белоусов АЕ. Рубцы и их коррекция. СПб.: Командор SPB, 2005. Т. 1. С. 9–10.
Belousov AE. Scars and their correction. St. Petersburg: Commandor SPB. 2005. T. 1. P. 9–10 (In Russ.).

27. Филатова ИА, Киселева ТН, Луговкина КВ, Гусева НВ, Павленко ЮА. Акустические характеристики посттравматических рубцов тканей век. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(2):130–134. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-130-134.

Filatova IA, Kiseleva TN, Lugovkina KV, Guseva NV, Pavlenko YuA. Acoustic characteristics of post-traumatic scars of the eyelid tissues. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(2):130–134 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-2-130-134.

## 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

Анджелова Диана Владимировна
доктор медицинских наук, старший научный сотрудник

Эскина Эрика Наумовна
доктор медицинских наук, профессор

Филоненко Александра Вячеславовна
Врач-офтальмолог, заведующая офтальмологическим отделением

## ABOUT THE AUTHORS

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

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

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

Andzhelova Diana V.
PhD, MD, senior research officer

Eskina Erica N.
PhD, MD, Professor, Professor of the of Ophthalmology Department

Filonenko Alexandra V.
Ophthalmic surgeon, head of the Ophthalmology Department

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-325-332*

*поступила 07.04.25*
*was received 07.04.25*

# Выбор хирургического лечения «нижних» рецидивов отслойки сетчатки при силиконовой тампонаде





Т.Н. Шевалова А.Н. Куликов С.В. Чурашов

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации
ул. Боткинская, 21/1, Санкт-Петербург, 194044. Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

**Офтальмология. 2025;22(2):325–332**

**Цель:** сформулировать алгоритм выбора хирургического лечения «нижних» рецидивов отслойки сетчатки (ОС) на глазах с силиконовой тампонадой в зависимости от стадии передней пролиферативной витреоретинопатии (ППВР). **Пациенты и методы.** В данной работе проанализированы результаты хирургического лечения 114 пациентов с «нижними» рецидивами ОС при силиконовой тампонаде, осложненными ППВР. Пациенты были распределены на три группы в зависимости от стадии ППВР и на шесть подгрупп в зависимости от тактики хирургического лечения. Основными критериями результата были достижение анатомического успеха и улучшение функциональных результатов после операции. **Результаты.** Сформулирован алгоритм выбора хирургического лечения «нижних» рецидивов ОС при силиконовой тампонаде в зависимости от стадии ППВР: при начальной стадии ППВР — выполнение только кругового экстрасклерального пломбирования (КЭП); при выраженной стадии ППВР — выполнение витреоретинальной операции (ВРО) с КЭП; при далекозашедшей стадии ППВР — выполнение ВРО с (ретинотомией) РТ и кратковременной тампонадой перфторорганической жидкости (ПФОЖ). **Заключение.** Алгоритм выбора хирургического вмешательства при «нижних» рецидивах РОС, осложненных ППВР, в условиях силиконовой тампонады в зависимости от стадии ППВР позволяет повысить анатомические и функциональные результаты лечения.

**Ключевые слова:** круговое экстрасклеральное пломбирование, рецидив регматогенной отслойки сетчатки, ретинотомия, витреоретинальная хирургия, силиконовая тампонада, перфторорганическая жидкость, передняя пролиферативная витреоретинопатия

**Для цитирования:** Шевалова Т.Н., Куликов А.Н., Чурашов С.В. Выбор хирургического лечения «нижних» рецидивов отслоек сетчатки, осложненных передней пролиферативной витреоретинопатией, при силиконовой тампонаде. *Офтальмология.* 2025;22(2):325–332. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-325-332

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Choice of Surgical Treatment for Inferior Recurrences of Retinal Detachment under Silicon Oil Tamponade

T.N. Shevalova, A.N. Kulikov, S.V. Churashov

Military Medical Academy
Botkinskaya str., 21/1, St Petersburg, 194044, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):325–332**

**Aim:** to formulate an algorithm for choosing surgical treatment for inferior recurrence of retinal detachments (RD) in eyes under silicone tamponade depending on the stage of APVR. **Materials and methods.** This study included the results of surgical treatment of 114 patients with inferior recurrence of RD under silicone tamponade of the vitreous cavity with APVR. Patients were divided into three groups depending on the stage of APVR and into six subgroups depending on the tactics of surgical treatment. The main criteria are achieving anatomical success rate and improving visual outcomes were compared postoperatively. **Results.** An algorithm for choosing surgical treatment for inferior recurrences of RD under silicone tamponade has been formulated depending on the stage of PPVR: at the initial stage of PPVR — performing only scleral buckling (SB); at an advanced stage of PPVR — performing vitreoretinal surgery in combination with SB; at an advanced stage of PPVR — performing vitreoretinal surgery in combination with retinotomy and short-term postoperative tamponade of the perfluorocarbon liquids. **Conclusion.** The created algorithm for choosing surgical intervention for inferior recurrences of RRD complicated by PPVR, under silicon oil tamponade depending on the stage of PPVR, allows to improve the anatomical and functional results of treatment.

**Keywords:** recurrence of rhegmatogenous retinal detachment, retinotomy, vitreoretinal surgery, silicone tamponade, advanced stage of proliferative vitreoretinopathy, perfluorocarbon liquid, scleral buckling

**For citation:** Shevalova T.N., Kulikov A.N., Churashov S.V. Choice of Surgical Treatment for Inferior Recurrences of Retinal Detachment under Silicon Oil Tamponade. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 325–332. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-325-332

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

**There is no conflict of interest.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Несмотря на высокую эффективность витреоретинальных операций по поводу регматогенной отслойки сетчатки (РОС) с широким использованием заменителей стекловидного тела (СТ) — перфторорганических жидкостей (ПФОЖ), силиконового масла (СМ), методик экстрасклерального пломбирования, ретинотомии (РТ), остается актуальной проблема возникновения рецидивов РОС в послеоперационном периоде [1–12].

Частота «нижних» рецидивов РОС в условиях силиконовой тампонады варьирует от 21,4 до 37,3 % [2–9, 12]. Наиболее распространенные причины «нижних» рецидивов РОС: разблокирование старых разрывов сохраняющимися и усиливающимися тракциями, передняя пролиферативная витреоретинопатия (ППВР) [5–7, 12–14].

В последнее время (с 2019 года) появилась официальная возможность использовать ПФОЖ в качестве послеоперационного кратковременного тампонирующего агента при операциях по поводу отслойки сетчатки (ОС) и ее рецидивов [5]. В экспериментальных работах, выполненных в 80-х и 90-х гг. прошлого века, отмечалось, что длительное нахождение ПФОЖ в ВП приводило к необратимым изменениям сетчатки[1] [15].

Методы хирургического лечения «нижних» рецидивов РОС в условиях тампонады СМ представлены в немногочисленных исследованиях [11, 12, 14, 16–19].

Многие авторы для выбора оптимальной тактики лечения придают значение анализу патологически измененной ткани сетчатки [4][2]. В диссертации М.М. Шишкина разработана классификация ППВР, определяющая план оперативного пособия, которую целесообразно брать за основу для проведения сравнительных исследований эффективности лечения РОС, осложненных ППВР, в том числе и рецидивов[3].

Актуальность нашего исследования определяет то, что на сегодняшний день нет единого алгоритма хирургического лечения «нижних» рецидивов РОС, осложненных ППВР в условиях силиконовой тампонады.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проведено на базе клиники кафедры офтальмологии имени профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова МО РФ в период с 2017 по 2022 г. Была создана база данных, в которую

[1] Глинчук ЯИ, Ронкина ТИ, Сидоренко ВГ. Экспериментальное исследование воздействия перфторорганических соединений на внутренние оболочки глаза при введении в полость стекловидного тела. Организация общественной межгосударственной научно-исследовательской лаборатории по проблемам применения перфторорганических соединений в медицине и биологии: сб. науч. тр. Пущино. 1992:85–93.

[2] Маляцинский ИА. Клинико-функциональное обоснование технологии микроинвазивного хирургического лечения рецидива отслойки сетчатки в нижнем сегменте в период тампонады витреальной полости силиконовым маслом: автореф. дис. … канд. мед. наук. М., 2015:26.

[3] Шишкин ММ. Передняя пролиферативная витреоретинопатия: автореф. дис. … д-ра мед. наук. СПб., 2000:51.
Маляцинский ИА. Клинико-функциональное обоснование технологии микроинвазивного хирургического лечения рецидива отслойки сетчатки в нижнем сегменте в период тампонады витреальной полости силиконовым маслом: автореф. дис. … канд. мед. наук. М., 2015:26.

**Таблица 1.** Распределение пациентов

**Table 1.** Distribution of patients

| Группы в зависимости от стадии ППВР / Groups Based on the Stage of APVR | Подгруппы в зависимости от метода хирургического лечения / Subgroups Based on Surgical Treatment Strategy | Количество пациентов, *n* / Number of Patients, *n* |
|---|---|---|
| I группа — ППВР I стадии (начальных изменений) / Group I — APVR Stage I (Initial Changes) | Ia подгруппа: КЭП / Ia Subgroup: SB | 18 |
| | Iб подгруппа: ВРХ + и/о ПФОЖ + СМ + КЭП / Ib Subgroup: VRS + Intraoperative PFCL + SO + SB | 15 |
| II группа — ППВР II стадии (выраженных изменений) / Group II — APVR Stage II (Advanced Changes) | IIa подгруппа: ВРХ + и/о ПФОЖ + СМ + КЭП / IIa Subgroup: VRS + Intraoperative PFCL + SO + SB | 15 |
| | IIб подгруппа: ВРХ + РТ + и/о ПФОЖ + СМ / IIb Subgroup: VRS + RT + Intraoperative PFCL + SO | 18 |
| III группа — ППВР III стадии (далекозашедших изменений) / Group III — APVR Stage III (Far-Advanced Changes) | IIIa подгруппа: ВРХ + РТ + и/о ПФОЖ + СМ / IIIa Subgroup: VRS + RT + Intraoperative PFCL + SO | 18 |
| | IIIб подгруппа: ВРХ + РТ + п/о ПФОЖ + СМ / IIIb Subgroup: VRS + RT + Postoperative PFCL + SO | 30 |
| Всего / Total | | 114 |

включили 114 пациентов (114 глаз) с «нижними» рецидивами ОС с тампонадой ВП СМ, осложненными ППВР.

Критериями включения пациентов в исследование являлись: наличие ППВР; первичная ВЭ; пациенты с рецидивами РОС в нижних отделах (между 4 и 8 часами условного циферблата) [20] в условиях тампонады СМ.

Критериями невключения в исследование являлись: рецидивы ОС с ранее наложенными КЭП, меридиональной экстрасклеральной пломбой, выполненной РТ; ПВР стадии A, B, C тип 1–3; пациенты с диабетической ретинопатией, макулярным разрывом, травматической ОС, посттромботической ретинопатией.

Для определения клинической картины ППВР при «нижних» рецидивах ОС в глазах с силиконовой тампонадой была использована классификация, предложенная М.М. Шишкиным (2000 г.) [3, 5, 7][1]. В соответствии с предложенной классификацией для каждой группы пациентов в зависимости от стадии ППВР определялся метод хирургического лечения. В соответствии со стадией ППВР пациенты были разделены на 3 группы. В зависимости от метода реоперации было выделено 6 подгрупп (табл. 1).

Ia подгруппа ($n$ = 18) — пациенты, пролеченные при помощи только КЭП без удаления СМ.

Iб подгруппа ($n$ = 15) — пациенты, пролеченные при помощи ВРО с интраоперационной тампонадой ПФОЖ с заменой на СМ в сочетании с КЭП (ВРО + и/о ПФОЖ + СМ + КЭП).

IIa подгруппа ($n$ = 15) — пациенты, пролеченные при помощи ВРО с интраоперационной тампонадой ПФОЖ с заменой на СМ в сочетании с КЭП (ВРО + и/о ПФОЖ + СМ + КЭП).

IIб подгруппа ($n$ = 18) — пациенты, пролеченные при помощи ВРХ в сочетании с интраоперационной тампонадой ПФОЖ, РТ с заменой ПФОЖ на «легкое» СМ (ВРО + РТ + и/о ПФОЖ + СМ).

IIIa подгруппа ($n$ = 18) — пациенты, пролеченные при помощи ВРО в сочетании с РТ, интраоперационной тампонадой ПФОЖ с последующей заменой на «легкое» СМ (ВРО + РТ + и/о ПФОЖ + СМ).

IIIб подгруппа ($n$ = 30) — пациенты, пролеченные при помощи ВРО в сочетании с РТ, кратковременной тампонадой ПФОЖ с последующей заменой на СМ (ВРО + РТ + п/о ПФОЖ + СМ). Средняя продолжительность кратковременной тампонады ПФОЖ в ВП составила 7,0 ± 3,0 суток. Вторым этапом удаляли ПФОЖ с заменой на «легкое» СМ [11].

Для кратковременной тампонады ВП во время операции во всех случаях использовали ПФОЖ «Пфокалин» («Бетамед», Россия). У всех пациентов завершали тампонаду ВП СМ вязкостью 5700 (Oxane 5700, Baush&Lomb, Ирландия). ВРО выполняли на «Constellation Vision System» («Alcon», США).

У всех 23 (20 %) факичных пациентов на момент развития рецидива ОС в ходе оперативного лечения выполняли факоэмульсификацию с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы (модель AcrySof SA60AT, «Alcon», США).

Между исследуемыми подгруппами сравнивали возраст, пол, максимальную корригированную остроту зрения (МКОЗ), статус хрусталика, вовлеченность фовеолярной зоны, ВГД, кинетическое поле зрения.

Оценивались анатомические результаты и функциональные показатели — МКОЗ.

Распределение пациентов в подгруппах по полу, возрасту представлено в таблице 2.

**Таблица 2.** Характеристика пациентов

**Table 2.** Characteristics of patients

| Характеристика / Characteristic | | Ia подгруппа / Ia Subgroup | Iб подгруппа / Ib Subgroup | IIa подгруппа / IIa Subgroup | IIб подгруппа / IIb Subgroup | IIIa подгруппа / IIIa Subgroup | IIIб подгруппа / IIIb Subgroup |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Количество пациентов (глаз) / Number of Patients (Eyes) | | 18 (18) | 15 (15) | 15 (15) | 18 (18) | 18 (18) | 30 (30) |
| Пол / Gender | Муж./ Male | 10 | 8 | 5 | 7 | 7 | 13 |
| | Жен./ Female | 8 | 7 | 10 | 11 | 11 | 17 |
| Медиана возраста (лет) / Median Age (Years) | | 57,0 (44,0; 64,0) | 45,0 (41,0; 60,0) | 54,0 (39,0; 61,0) | 55,0 (46,0; 65,0) | 62,0 (50,0; 69,0) | 67,0 (55,0; 72,0) |

[1] Шишкин М.М. Передняя пролиферативная витреоретинопатия: автореф. дис. … д-ра мед. наук. СПб., 2000:51.

Сроки наблюдения больных составили в среднем 6 месяцев.

Всем пациентам было проведены стандартное офтальмологическое обследование, включающее сбор жалоб и анамнеза, а также инструментальные методы исследования. Все пациенты проходили обследование на этапе первичной диагностики и в послеоперационном периоде — через 7 суток, 3, 6 месяцев.

Полученные данные статистически обрабатывали в программе Microsoft Excel 2016 (Microsoft) и Statistica 10.0 (Statsoft, Ins., США). Соответствие закону нормального распределения проверяли с помощью теста Колмогорова — Смирнова. Количественные данные были представлены медианой и интерквартильным размахом (Mdn, IQR). Достоверность различий между подгруппами по качественным признакам определяли с помощью непараметрического критерия независимости Хи-квадрат Пирсона, рассчитанного на основе таблиц сопряженности. Достоверность различий между подгруппами по количественным признакам определяли с помощью непараметрического *U*-критерия Манна — Уитни. Достоверность различий в одной подгруппе по количественным признакам определяли с помощью непараметрического критерия Уилкоксона. Значение $p < 0,05$ считали статистически значимым.

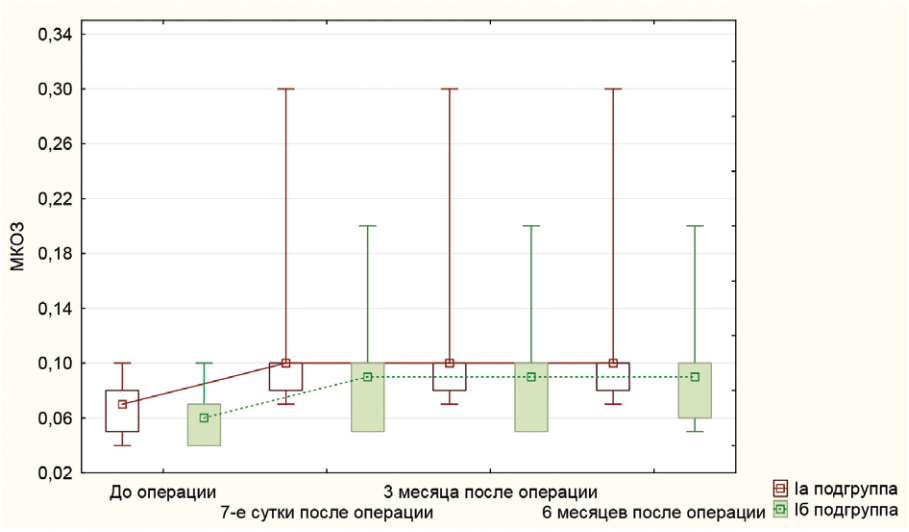



**Рис. 1.** Динамика послеоперационной остроты зрения в изучаемых группах

**Fig. 1.** Dynamics of Postoperative Visual Acuity in the Studied Groups

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам исследования по исходным характеристикам между Ia и Iб подгруппами не было выявлено статистических значимых различий ($p > 0,05$) (табл. 3).

Положительные анатомические результаты были достигнуты в обеих подгруппах. Вторые рецидивы РОС после удаления СМ выявлены в Iб подгруппе ($n = 3$, 20,0 %), в Ia подгруппе повторных рецидивов не наблюдалось, достоверных различий между подгруппами выявлено не было ($p = 0,1$). По поводу второго рецидива РОС в Iб подгруппе потребовалось по одной реоперации в объеме ВРО с силиконовой тампонадой. В результате анатомический успех был достигнут во всех случаях.

Функциональные результаты улучшились после операции в обеих подгруппах на всех сроках наблюдения. В Ia подгруппе зарегистрировано улучшение зрительных функций с 0,07 до 0,1, в Iб подгруппе — с 0,06 до 0,09 ($p < 0,05$). Достоверных различий между двумя подгруппами не было выявлено (0,1 против 0,09) ($p = 0,1$) (рис. 1).

На основании анализа кинетической периметрии в послеоперационном периоде было зарегистрировано расширение полей зрения в обеих подгруппах ($p > 0,05$). На основании анализа ВГД в послеоперационном периоде не было выявлено достоверных различий в обеих подгруппах ($p > 0,05$).

По результатам исследования во IIa подгруппе функциональные результаты были лучше, чем во IIб подгруппе, — 0,04 против 0,02 с достоверной разницей ($p = 0,001$). По другим исходным характеристикам между подгруппами не было выявлено статистически значимых различий ($p > 0,05$) (табл. 4).

**Таблица 3.** Исходные клинико-статистические параметры в анализируемых подгруппах

**Table 3.** Baseline clinical and statistical parameters in the analyzed subgroups

| | Ia подгруппа / Ia subgroup ($n = 18$) | Iб подгруппа / Ib subgroup ($n = 15$) | *P* |
|---|---|---|---|
| Возраст / Age | 57,0 (44,0; 64,0) | 45,0 (41,0; 60,0) | 0,29 |
| Пол (мужской/женский) / Sex (male/female) | 10/8 | 8/7 | 0,8 |
| МКОЗ / BCVA | 0,07 (0,05; 0,08) | 0,06 (0,04; 0,07) | 0,2 |
| Статус хрусталика (факия/артифакия / Lens status (phakia/aphakia) | 2/16 | 4/11 | 0,5 |
| Статус макулы (on/off) / Macular status (on/off) | 1/17 | 1/14 | 0,8 |

**Таблица 4.** Исходные клинико-статистические параметры в анализируемых подгруппах

**Table 4.** Baseline Clinical and Statistical Parameters in the Analyzed Subgroups

| | IIa подгруппа / IIa Subgroup ($n = 15$) | IIб подгруппа / IIb Subgroup ($n = 18$) | *P* |
|---|---|---|---|
| Возраст / Age | 54,0 (39,0; 61,0) | 55,0 (46,0; 65,0) | 0,09 |
| Пол (мужской/женский) / Gender (male/female) | 5/10 | 7/11 | 0,7 |
| МКОЗ / BCVA | 0,04 (0,05; 0,07) | 0,02 (0,03; 0,05) | 0,001 |
| Статус хрусталика (факия/артифакия) / Lens status (Phakia/Aphakia) | 3/12 | 3/15 | 0,8 |
| Статус макулы (on/off) / Macular status (on/off) | 1/14 | 0/18 | 0,2 |

Положительные анатомические результаты был достигнуты в обеих подгруппах, однако вторые рецидивы РОС после удаления СМ выявлены во IIа подгруппе ($n$ = 2, 13,3 %) и во IIб подгруппе ($n$ = 3, 16,6 %), достоверных различий между подгруппами не было ($p$ = 0,7). По поводу второго рецидива РОС в обеих подгруппах потребовалось по одной реоперации в объеме ВРО с силиконовой тампонадой. В результате анатомический успех был достигнут во всех случаях.

Функциональные результаты улучшились после операции на всех сроках наблюдения в обеих подгруппах. Во IIа подгруппе зарегистрировано улучшение зрительных функций с 0,04 до 0,09, во IIб подгруппе — с 0,02 до 0,06 ($p$ < 0,05). Зрительные функции на всех сроках наблюдения после операции были лучше во IIа подгруппе по сравнению со IIб подгруппой (0,09 против 0,06) ($p$ = 0,005) (рис. 2).

На основании анализа кинетической периметрии в послеоперационном периоде было зарегистрировано расширение полей зрения в обеих подгруппах ($p$ > 0,05). На основании анализа ВГД в послеоперационном периоде не было выявлено достоверных различий в обеих подгруппах ($p$ > 0,05).

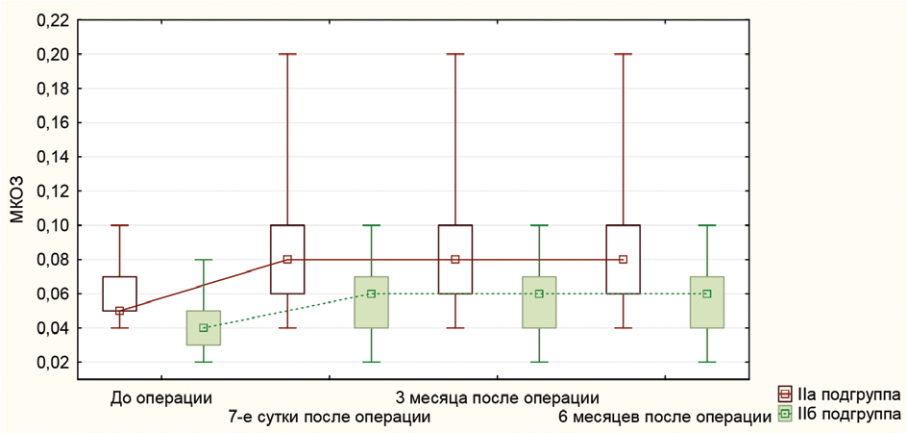



**Рис. 2.** Динамика послеоперационной остроты зрения в изучаемых подгруппах

**Fig. 2.** Dynamics of Postoperative Visual Acuity in the Studied Subgroups

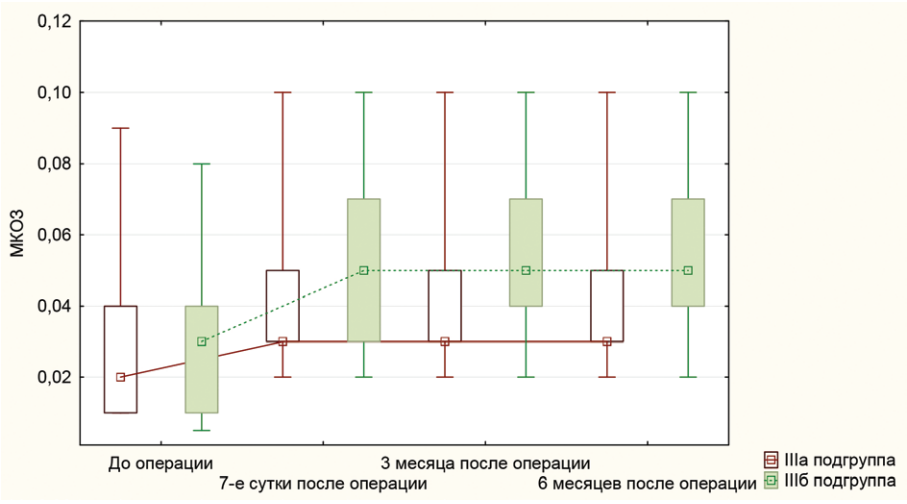



**Рис. 3.** Динамика послеоперационной остроты зрения в изучаемых подгруппах

**Fig. 3.** Dynamics of Postoperative Visual Acuity in the Studied Subgroups

По результатам исследования по исходным характеристикам между IIIа и IIIб подгруппами не было выявлено статистически значимых различий ($p$ > 0,05) (табл. 5).

**Таблица 5.** Исходные клинико-статистические параметры в анализируемых подгруппах

**Table 5.** Baseline Clinical and Statistical Parameters in the Analyzed Subgroups

| | IIIа подгруппа / IIIa subgroup ($n$ = 18) | IIIб подгруппа / IIIb subgroup ($n$ = 30) | $P$ |
|---|---|---|---|
| Возраст/ Age | 62,0 (50,0; 69,0) | 67,0 (55,0; 72,0) | 0,3 |
| Пол (мужской/женский) / Gender (male/female) | 7/11 | 13/17 | 0,4 |
| МКОЗ / BCVA | 0,03 (0,02; 0,04) | 0,04 (0,01; 0,05) | 0,7 |
| Статус хрусталика (факия/артифакия) / Lens status (phakia/aphakia) | 5/13 | 6/24 | 0,8 |
| Статус макулы (on/off) / Macular status (on/off) | 0/18 | 0/30 | 1,0 |

Положительные анатомические результаты был достигнуты в обеих подгруппах, однако вторые рецидивы РОС после удаления СМ выявлены в IIIа подгруппе ($n$ = 3, 17,0 %) и в IIIб подгруппе ($n$ = 2, 6,6 %), достоверных различий между подгруппами выявлено не было ($p$ = 0,4). По поводу второго рецидива РОС в обеих подгруппах потребовалось по одной реоперации в объеме ВРО с силиконовой тампонадой. В результате анатомический успех был достигнут во всех случаях.

Функциональные результаты улучшились после операции на всех сроках наблюдения в обеих подгруппах. В IIIа подгруппе зарегистрировано улучшение зрительных функций с 0,03 до 0,04, в IIIб подгруппе — с 0,04 до 0,06 ($p$ < 0,05). В послеоперационном периоде на всех сроках наблюдения зрительные функции были лучше в IIIб подгруппе по сравнению с подгруппой IIIа (0,06 против 0,04) ($p$ = 0,01) (рис. 3).

На основании анализа кинетической периметрии в послеоперационном периоде было зарегистрировано расширение полей зрения в обеих подгруппах ($p > 0,05$). На основании анализа ВГД в послеоперационном периоде не было выявлено достоверных различий в обеих подгруппах ($p > 0,05$).

## ОБСУЖДЕНИЕ

ПВР остается главной причиной рецидивов РОС после хирургического лечения, которые возникают в основном в нижних отделах ВП в 21,4–37,3 % случаев, поскольку «легкое» СМ находится в верхних отделах ВП из-за его удельной плотности менее единицы [2, 3, 5–7, 19–23]. ППВР встречается в 86 % случаев рецидивов РОС после ВЭ, а пациенты с ППВР имеют анатомические и функциональные результаты хуже после хирургического лечения, чем пациенты с задним типом ПВР [2, 12, 21, 24].

Выбор КЭП или РТ остается спорным на сегодняшний день, так как нет единого мнения по выбору тактики хирургического лечения при «нижних» рецидивах РОС на заполненных «легким» СМ глазах [4, 8, 12, 17, 20, 25–28]. Применение КЭП, как и РТ, не снижает риск возникновения повторного рецидива РОС и необходимость повторного хирургического лечения [1, 8, 14, 27, 29–31].

В исследовании М.М. Шишкина и соавт. показано, что в группе, в которой была выполнена ВРО с тампонадой СМ, рецидивы наблюдались в 3 случаях (23,1 %), в то время как применение КЭП при ВРО уменьшало количество рецидивов до 1 случая (9,1 %). Авторы рекомендуют применение КЭП при рецидивах ОС в глазах после ВРО с РТ и силиконовой тампонадой [1]. В другой работе М.М. Шишкина и соавт. показано, что КЭП в лечении рецидивов РОС, осложненных ППВР на авитреальных глазах, является безопасными методом, который позволяет добиться благоприятных результатов [8]. В нашем исследовании при применении КЭП в дополнение к ВРО не наблюдалось повторных рецидивов, что согласуется с данными М.М. Шишкина.

Y. Wei и соавт. в ретроспективном исследовании пришли к выводу, что выполнение КЭП в раннем периоде (до 1 месяца) может быть лучшим выбором. При поздних рецидивах (1–6 месяцев) КЭП было менее эффективным, и авторы рекомендуют выполнение повторной ВРО, в том числе с РТ [22]. В исследовании И.А. Маляцинского в лечении рецидивов РОС применяли только РТ без выполнения КЭП, и сообщается о положительном анатомическом результате в 89,3 % случаев1. В работах Х.П. Тахчиди, В.Н. Казайкина указано, что КЭП в большинстве случаев не повышало эффективность тампонады СМ и приводило к осложнениям, поэтому авторы предлагают ограничить применение КЭП2.

В зарубежных работах сообщается, что при «нижних» рецидивах РОС можно использовать «тяжелое» СМ и ПФОЖ без КЭП [11, 24, 32]. Так, в исследовании T. Caporossi и соавт. применение «тяжелого» СМ (Densiron 68) показало хорошие анатомические и функциональные результаты при хирургическом лечении «нижних» рецидивов РОС. Однако у «тяжелых» СМ есть существенные недостатки, такие как офтальмогипертензия, которая наблюдалась в 34,7 % случаев, эмульгирование СМ и передний увеит — в 26,5 % случаев, описаны 2 случая помутнения роговицы, недостаточный, в сравнении с ПФОЖ, тампонирующий эффект [32].

Применение ПФОЖ в качестве послеоперационного кратковременного тампонирующего агента при операциях по поводу рецидивов РОС на сегодняшний день является актуальным [9, 11, 19, 33–35]. Остается дискутабельным вопрос, уменьшает ли послеоперационная тампонада ПФОЖ риск развития или прогрессирования ПВР, поскольку тампонада ограничивается только кратковременным периодом [10, 19, 23, 31].

По данным литературы, анатомический успех после применения РТ варьирует от 40 до 80 % случаев, а рецидивы РОС после РТ встречаются до 16 % случаев [12, 17, 18, 21, 29, 30]. Возможной причиной этого является прогрессирующая ПВР, сохраняющаяся, несмотря на прилегание сетчатки в послеоперационном периоде [17, 24, 30, 34–36].

Во многих исследованиях сравнивалось сразу несколько первичных хирургических вмешательств с разной стадией и типом ПВР, что могло привести к различным результатам [16, 18, 19, 26, 36, 37]. В лечении «нижних» рецидивов РОС на фоне тампонады СМ выбор объема хирургического вмешательства — применение только КЭП, ВРО с КЭП, ВРО с РТ с использованием интраоперационной или кратковременной послеоперационной тампонадой ПФОЖ — не зависел от стадии и типа ПВР. В нашем исследовании у всех пациентов был рецидив РОС в нижних отделах, осложненной ППВР, и было выполнено одно первичное воздействие — витреоретинальная операция. Выбор хирургического лечения «нижних» рецидивов РОС основывался на классификации ППВР М.М. Шишкина (2000 год) — от «простого» к «сложному» в зависимости от четко определенных клинических проявлений, что позволило нам сделать корректные выводы.

## ВЫВОДЫ

Сформулирован алгоритм выбора метода хирургического лечения «нижних» рецидивов отслойки сетчатки на глазах с силиконовой тампонадой в зависимости от стадии ППВР: при начальной стадии ППВР — выполнение только кругового экстрасклерального пломбирования; при выраженной стадии ППВР — витреоретинальной операции в сочетании с круговым экстрасклеральным пломбированием;

[1] Маляцинский И.А. Клинико-функциональное обоснование технологии микроинвазивного хирургического лечения рецидива отслойки сетчатки в нижнем сегменте в период тампонады витреальной полости силиконовым маслом: автореф. дис. … канд. мед. наук. М., 2015:26.

[2] Казайкин В.Н. Тампонада витреальной полости силиконовым маслом в комплексном лечении отслойки сетчатки: автореф. дис. … д-ра мед. наук. М., 2009.

при далекозашедшей стадии ППВР — витреоретинальной операции в сочетании с ретинотомией и кратковременной послеоперационной тампонадой ПФОЖ.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шевалова Т.Н. — написание текста;
Куликов А.Н. — научное редактирование;
Чурашов С.В. — научное редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Донцова ЮА, Шишкин ММ. Эффективность кругового эписклерального пломбирования в системе витреоретинальной хирургии отслоек сетчатки, осложненных передней витреоретинопатией. Практическая медицина. 2018;4:71–73. doi: 1032000/2072-1757-2018-16-4-71-73.
   Dontsova YuA, Shishkin MM. Efficiency of circular episcleral buckling in the system of vitreoretinal surgery of retinal detachments complicated by anterior vitreoretinopathy. Practical Medicine. 2018;4:71–73 (In Russ.).
2. Захаров ВД, Ходжаев НС, Горшков ИМ, Маляцинский ИА. Современная хирургия рецидива отслойки сетчатки. Обзор литературы. Офтальмология. 2012;9(1):10–13. doi: 10.18008/1816-5095-2012-1-10-13.
   Zakharov VD, Khodjaev NS, Gorshkov IM, Malyacinsky IA. Modern surgery of recurrent retinal detachment. Literature review. Ophthalmology. 2012;9(1):10–13 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2012-1-10-13.
3. Куликов АН, Шевалова ТН, Чурашов СВ. Результаты хирургического лечения «нижних» рецидивов отслоек сетчатки при далекозашедшей стадии передней пролиферативной витреоретинопатии с применением интраоперационной и кратковременной послеоперационной тампонады перфторорганической жидкостью. Офтальмохирургия. 2024;4(142):63–69. doi: 10.25276/0235-4160-2024-4-63-69.
   Kulikov AN, Shevalova TN, Churashov SV. Results of surgical treatment of "inferior" recurrences of retinal detachments in advanced stage of anterior proliferative vitreoretinopathy using intraoperative and short-term postoperative tamponade with perfluoroorganic fluid. Ophthalmosurgery. 2024;4(142): 63–69 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2024-4-63-69.
4. Тахчиди ХП, Казайкин ВН, Рапопорт АА. Хирургическое лечение рецидивов отслойки сетчатки, возникших во время тампонады витреальной полости силиконовым маслом. Офтальмохирургия. 2005;3:20–24.
   Takhchidi HP, Kazaikin VN, Rapoport AA. Surgical treatment of recurrent retinal detachment that occurred during tamponade of the vitreous cavity with silicone oil. Ophthalmosurgery. 2005;3:20–24 (In Russ.).
5. Чурашов СВ, Куликов АН, Шевалова ТН. Функциональные и анатомические исходы лечения «нижних» рецидивов отслоек сетчатки в зависимости от объема хирургического вмешательства. Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова. 2021;16(1):99–102. doi: 10.25881/BPNMSC.2021.10.43.017.
   Churashov SV, Kulikov AN, Shevalova TN. Functional and anatomical outcomes of treatment of "inferior" recurrences of retinal detachments depending on the extent of surgical intervention. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. 2021;16(1):99–102 (In Russ.). doi: 10.25881/BPNMSC.2021.10.43.017.
6. Шевалова ТН, Чурашов СВ, Куликов АН, Михин АА, Трояновский РЛ. Результаты лечения «нижних» рецидивов отслоек сетчатки в зависимости от объема хирургического вмешательства. Офтальмология. 2022;19(1):110–117. doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-110-117.
   Shevalova TN, Churashov SV, Kulikov AN, Mikhin AA, Troyanovsky RL. Results of treatment of "inferior" recurrent retinal detachments depending on the extent of surgical intervention. Ophthalmology. 2022;19(1):110–117 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-1-110-117.
7. Шевалова ТН, Чурашов СВ. Сравнение результатов кругового экстрасклерального пломбирования и ретинотомии в витреоретинальной хирургии «нижних» рецидивов отслоек сетчатки при выраженной стадии передней пролиферативной витреоретинопатии. Российский общенациональный офтальмологический форум. 2024;1:312–314.
   Shevalova TN, Churashov SV. Comparison of the results of circular scleral buckling and retinotomy in vitreoretinal surgery of "inferior" recurrences of retinal detachment in severe anterior proliferative vitreoretinopathy. Russian National Ophthalmological Forum. 2024;1:312–314 (In Russ.).
8. Шишкин ММ, Кочева ЕА, Файзрахманов РР, Суханова АВ. Эписклеральное круговое пломбирование в хирургии рецидивов регматогенной отслойки сетчатки на авитреальных глазах. Вестник офтальмологии. 2022;6:65–69. doi: 10.17116/oftalma202213806165.
   Shishkin MM, Kocheva EA, Fayzrakhmanov RR, Sukhanova AV. Episcleral circular buckling in surgery of recurrent rhegmatogenous retinal detachment in avitreal eyes. Annals of Ophthalmology. 2022;6:65–69 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213806165.
9. 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;259(2):335–341. doi: 10.1007/s00417-020-04923-1.
10. Nagpal M, Chaudhary P, Wachasundar S, Eltayib A, Raihan A. Management of recurrent rhegmatogenous retinal detachment. Indian J Ophthalmol. 2018;66:1763–1771. doi: 10.4103/ijo.IJO_1212_18.
11. Rizzo S, Genovesi-Ebert F, Belting C. The combined use of perfluorohexyloctane and silicone oil as an intraocular tamponade in the treatment of severe retinal detachment. Graefe Arch. Clin. Exp. Ophthalmol. 2006;244:709–716.
12. Wei Y, Wu G, Xu K, Wang J, Zu Z, Wang R. The outcomes of scleral buckling versus revitrectomy for the treatment of recurrent inferior retinal detachment in silicone oil tamponade eyes. Acta Ophthalmologica. 2016;94(7):624–628. doi: 10.1111/aos.13037.
13. Blanch VD, Gonzales ER, Saera GA. Treatment of retinal re-detachment in eyes with intraocular silicone oil. Arch. Soc. Esp. Oftalmol. 2001;76(7):241–248.
14. Churashov SV, Shevalova TN, Kulikov AN, Maltsev DS. Surgical outcomes in inferior recurrences of rhegmatogenous retinal detachment. Int J Ophthalmol. 2021;14(12):1909–1914. doi: 10.18240/ijo.2021.12.15.
15. Chang S, Sparrow JR, Iwamoto T. Experimental studies of tolerance to intravitreal perfluoro-n-octane liquid. Retina. 1991;11:367–374.
16. Beuste T, Rebollo O, Parrat E, Guigou S. Recurrences of retinal detachment after retinectomy: causes and outcomes. Retina. 2020;40(7):1315–1324.
17. Grassi P, Melville S, Hariprasad A-S, Winder S, Ramkissoon Y, Spiteri-Cornish K, Febo, Cabrera Rg, Subramani S, Chawla A. Structural and functional macular changes after retinectomy for retinal detachment complicated by proliferative vitreoretinopathy. Retina. 2021;41:2531–2539. doi: 10.1097/IAE.0000000000003250.
18. Ishikawa K, Akiyama M, Mori K, Nakama T. Drainage Retinotomy Confers Risk of Epiretinal Membrane Formation After Vitrectomy for Rhegmatogenous Retinal Detachment Repair. Am. J. Ophthalmol. 2022;234:20–27.
19. Sigler EJ, Randolph JC, Calzada JI, Charles S. Pars plana vitrectomy with medium-term postoperative perfluoro-N-octane for recurrent inferior retinal detachment complicated by advanced proliferative vitreoretinopathy. Retina. 2013;33(4):791–797. doi: 10.1097/IAE.0b013e31826a6978.
20. Abu Eleinen KG, Mohalhal AA, Ghalwash DA, Abdel-Kader AA, Ghalwash AA, Mohalhal IA, Abdullatif AM. Vitrectomy with scleral buckling versus with inferior retinectomy in treating primary rhegmatogenous retinal detachment with PVR and inferior breaks. Eye (Lond). 2018;32:1839–1844. doi: 10.1038/s41433-018-0194-0.
21. Hocaoglu M, Karacorlu M, Giray Ersoz M, Sayman Muslubas I, Arf S. Retinotomy and retinectomy for anterior inferior proliferative vitreoretinopathy: Can visual outcome be improved? Eur. J. Ophthalmol. 2021:1–7.
22. Quiram PA, Gonzales CR, Hu W. Outcomes of vitrectomy with inferior retinectomy in patients with recurrent rhegmatogenous retinal detachments and proliferative vitreoretinopathy. Ophthalmology. 2006;113(11):2041–2047.
23. Sharma T, Gopal L, Shanmugam MP, Bhende PS, Agrawal R, Badrinath SS, Samanta TK. Management of recurrent retinal detachment in silicone oil-filled eyes. Retina. 2002;22(2):153–157. doi: 10.1097/00006982-200204000-00003.
24. Nawrocki J, Starska D. Use of retinotomy for retinal redetachment in the silicone oil filled eye. Klinika Oczna. 2002;104(1):30–32.
25. 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;15:173. doi: 10.4103/ijo.IJO_1212_18.
26. Nagpal M, Jain P, Nagpal K, Patil A. Outcomes of retinectomy of 180 degree or more in retinal detachment with advanced proliferative vitreoretinopathy. World. J. Retina Vitreous. 2011;1:63–68.
27. Sheng Y, Sun W, Mo B, Yu YJ, Gu YS, Liu W. Non-buckled vitrectomy for retinal detachment with inferior breaks and proliferative vitreoretinophathy. Int J Ophthalmol. 2012;5:591–595. doi: 10.3980/j.issn.2222-3959.2012.05.09.
28. Solaiman KA, Dabour SA. Supplemental scleral buckling for inferior retinal detachment in silicone oil filled eyes. Retina. 2014;34:1076–1082. doi: 10.1097/IAE.0000000000000037.
29. Grigoropoulos VG, Benson S, Bunce C, Charteris DG. Functional outcome and prognostic factors in 304 eyes managed by retinectomy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2007;245(5):641–649. doi: 10.1007/s00417-006-0479-z.
30. Gupta B, Mokete B, Laidlaw DA, Williamson TH. Severe folding of the inferior retina after relaxing retinectomy for proliferative vitreoretinopathy. Eye. 2008;22(12):1517–1519.
31. Rush R, Sheth S, Surka S. Postoperative perfluoro-n-octane tamponade for primary retinal detachment repair. Retina. 2012;32:1114–1120.
32. Caporossi T, Franco F, Finocchio L. Densiron 68 heavy silicone oil in the management of inferior retinal detachment recurrence: analysis on functional and anatomical outcomes and complications. Int J Ophthalmol. 2019;12(4):615–620.
33. De Silva DJ, Kwan A, Bunce C, Bainbridge J. Predicting visual outcome following retinectomy for retinal detachment. Br J Ophthalmol. 2008;92(7):954–958. doi: 10.1136/bjo.2007.131540.
34. Drury B, Bourke RD. Short-term intraocular tamponade with perfluorocarbon heavy liquid. Br. J. Ophthalmol. 2011;95:694–698. doi: 10.1136/bjo.2009.175216.
35. Kapran Z, Uyar OM, Kaya V. Reccurences of retinal detachement after vitreoretinal surgery, surgical approach. Eur. J. Ophthalmol. 2001;11(2):166–170. doi: 10.1177/112067210101100211.
36. Acar MA, Unlu N, Hazirolan D, Demir MN, Uney GO, Ornek F. Conventional surgery for complicated retinal detachment in silicone oil-filled eyes. Eur. J. Ophthalmol. 2011;21:290–295. doi: 10.5301/EJO.2010.5749.
37. Kamal AM, Dabour SA. Supplemental scleral buckling for inferior retinal detachment in silicone oil-filled eyes. Retina. 2014;34:1076–1082. doi: 10.1097/IAE.0000000000000037.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Куликов Алексей Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры офтальмологии, главный офтальмолог Министерства обороны Российской Федерации
https://orcid.org/0000-0002-5274-6993

Шевалова Татьяна Николаевна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-9035-4464

Чурашов Сергей Викторович
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-1197-9237

## ABOUT THE AUTHORS

Kulikov Alexey N.
PhD, MD, Professor, head of Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-5274-6993

Shevalova Tatyana N.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-9035-4464

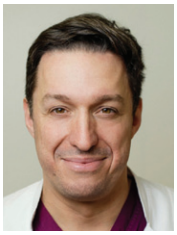
Churashov Sergei V.
PhD, MD, Professor, Professor of Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-1197-9237

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-333-338*

*поступила 21.03.25*
*was received 21.03.25*

# Новые подходы в диагностике отслойки сетчатки при использовании стандартизированной А-эхографии



Т.Н. Киселёва А.Н. Бедретдинов А.Л. Баталова Н.И. Овечкин

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

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):333–338**

**Цель** работы — изучить информативность новых режимов стандартизированной А-эхографии в диагностике отслойки сетчатки, витреальных шварт и ретиношизиса. **Пациенты и методы**. Обследованы 180 (180 глаз) пациентов с витреоретинальной патологией в возрасте от 40 до 78 лет (средний возраст 62,0 ± 6,2 года): 70 пациентов (70 глаз) с локальной отслойкой сетчатки (ОС), 70 пациентов (70 глаз) с витреальными швартами и 40 пациентов (40 глаз) с ретиношизисом (РШ). Всем пациентам проводили комплексное ультразвуковое исследование, включающее В-эхографию и стандартизированную А-эхографию в режимах количественной оценки эхосигналов Retina I (оценка количества микроосцилляций эхосигнала) и Retina QII (оценка разницы отражающей способности (РОС) в сравнении со склерой). **Результаты.** По данным В-эхографии ОС диагностировали у 66 из 70 пациентов (94,29 %), витреальные шварты — в 63 из 70 случаев (90 %), РШ у 36 из 40 пациентов (90 %), у 15 пациентов (25 %) оценка обнаруженных патологических внутриглазных изменений была затруднена из-за схожести эхографической картины. По данным стандартизированной А-эхографии ОС регистрировали в 65 случаях (92,86 %). Результаты оценки микроосцилляций эхосигнала в режиме Retina A1 соответствовали «R++» и «R+++», РОС в режиме Retina QII соответствовала 10,56 ± 3,18 дБ. Витреальные шварты регистрировали в 63 случаях (90 %). В режиме Retina A1 показатели соответствовали «M++» и «M+++», РОС составила 25,45 ± 5,56 дБ (режим Retina QII). У пациентов с РШ в режиме Retina A1 показатели соответствовали «R++» и «R+++» у 32 пациентов (80 %) и «M++» у 8 пациентов (20 %), РОС в режиме Retina QII составила 21,44 ± 6,78 дБ. При сравнении показателей РОС (режим Retina QII) в группах с ОС и витреальными швартами разница была статистически достоверной ($p < 0,01$). Разница показателей РОС в группе с РШ была достоверной при сравнении с пациентами с витреальными швартами ($p < 0,05$) и недостоверной в сравнении с пациентами с ОС ($p > 0,05$). **Заключение.** Применение новых режимов стандартизированной А-эхографии в комплексе с традиционной В-эхографией позволяет значительно повысить информативность ультразвуковой диагностики ОС, витреальных шварт и РШ.

**Ключевые слова:** витреоретинальная патология, отслойка сетчатки, ретиношизис, витреальные шварты, ультразвуковое исследование глаза, стандартизированная А-эхография, В-эхография

**Для цитирования:** Киселёва Т.Н., Бедретдинов А.Н., Баталова А.Л., Овечкин Н.И. Новые подходы в диагностике отслойки сетчатки при использовании стандартизированной А-эхографии. *Офтальмология.* 2025;22(2):333–338. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-333-338

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Possibilities of Modern Imaging Methods in Epibulbar Lesions Diagnostics

T.N. Kiseleva, A.N. Bedretdinov, A.L. Batalova, N.I. Ovechkin

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases
Sadovaja-Chernogrjazskaja str., 14/19, Moscow, 105062, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):333–338**

**Aim of the study:** to study the informativeness of new modes of standardized A-echography in the diagnosis of retinal detachment, vitreous adhesions, and retinoschisis. Patients **and methods.** The study included 180 patients (180 eyes) with vitreoretinal pathology aged 40 to 78 years (mean age 62 ± 6.2 years): 70 patients (70 eyes) with local retinal detachment (RD), 70 patients (70 eyes) with vitreous adhesions, and 40 patients (40 eyes) with retinoschisis (RS). All patients underwent a comprehensive ultrasound examination, including B-echography and standardized A-echography in the modes of quantitative evaluation of echo signals Retina I (evaluation of the number of echo signal microoscillations) and Retina QII (evaluation of the difference in reflectivity (DR) in comparison with the sclera). **Results**. According to B-echography, RD was diagnosed in 66 patients (94.29 %), vitreous adhesions — in 63 cases (90 %), retinoschisis — in 36 patients (90 %), in 15 patients (25 %) the assessment of the detected pathological intraocular abnormalities was complicated due to the similarity of the echographic image. According to standardized A-echography, RD was recorded in 65 cases (92.86 %). The results of the echo signal microoscillations assessment in the Retina A1 mode corresponded to "R++" and "R+++", the DR in the Retina QII mode corresponded to 10.56 ± 3.18 dB. Vitreous adhesions were recorded in 63 cases (90 %). In the Retina A1 mode, the indicators corresponded to "M++" and "M+++", the DR was 25.45 ± 5.56 dB (Retina QII mode). In patients with RD in the Retina A1 mode, the values corresponded to "R++" and "R+++" in 32 patients (80 %) and "M++" in 8 patients (20 %), the DR in the Retina QII mode was 21.44 ± 6.78 dB. When comparing the DR values (Retina QII mode) in the groups with RD and vitreous adhesions, the difference was statistically significant ($p < 0.01$). The difference in the DR values in the RD group was significant when compared with patients with vitreous adhesions ($p < 0.05$) and insignificant when compared with patients with RD ($p > 0.05$). **Conclusion**. New modes of standardized A-echography in combination with traditional B-echography makes it possible to significantly increase the informative value of ultrasound diagnostics of RD, vitreous adhesions and retinoschisis.

**Keywords:** vitreoretinal pathology, retinal detachment, retinoschisis, vitreous adhesions, ultrasound examination of the eye, standardized A-echography, B-echography

**For citation:** Kiseleva T.N., Bedretdinov A.N., Batalova A.L., Ovechkin N.I. Possibilities of Modern Imaging Methods in Epibulbar Lesions Diagnostics. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 333–338. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-333-338

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

**There is no conflict of interests.**

По данным литературы, распространенность отслойки сетчатки (ОС) составляет 8,9–17,9 случаев в год на 100 000 населения [1]. В структуре первичной инвалидности по зрению доля регматогенной ОС составляет 2–9 % [2]. Высокая социальная значимость и актуальность данной патологии связана с преимущественным поражением лиц молодого трудоспособного возраста [3]. В 5–10 % случаев ОС сопровождается пролиферативной витреоретинопатией — фиброваскулярной пролиферацией с образованием витреальных шварт [4].

Одним из основных направлений ранней диагностики ОС является разработка новых и усовершенствование имеющихся методов визуализации стекловидного тела и оболочек глаза. На сегодняшний день ультразвуковое исследование (УЗИ) с использованием двухмерного серошкального сканирования (В-эхографии) остается одним из основных методов исследования внутренних структур глаза при непрозрачных оптических средах [5–7]. В повседневной клинической практике этот метод зарекомендовал себя в качестве высокоэффективного инструмента для диагностики витреальных шварт, задней отслойки стекловидного тела (ЗОСТ), ретиношизиса (РШ) и ОС [8]. Однако на фоне сопутствующих изменений стекловидного тела в виде гемофтальма, наличия воспалительного экссудата характерная эхографическая картина ОС и витреальных шварт меняется, что приводит к затруднениям в дифференциальной диагностике этих патологических состояний. В таких ситуациях объем диагностической информации, полученной с помощью В-эхографии, может быть недостаточен для постановки диагноза, что требует поиска новых подходов для повышения информативности УЗИ глаза.

Внедрение новых технологий, разработка программного обеспечения и усовершенствование аппаратных алгоритмов обработки полученных данных оказывают влияние на традиционные методы диагностики офтальмопатологии, что значительно расширило сферу их применения. Одним из таких методов исследования является стандартизированная А-эхография, основные принципы клинического применения которой были разработаны K. Ossoinig в конце 70-х годов прошлого столетия [9]. В основе метода лежит регистрация ультразвуковых импульсов, отраженных на границе раздела сред с различным акустическим сопротивлением с определением количественных характеристик исследуемой ткани, включающих отражающую способность, однородность и звукопоглощение. В настоящее

время метод применяется в сочетании с традиционной В-эхографией преимущественно для диагностики внутриглазных объемных образований (например, меланомы и гемангиомы хориоидеи) и оценки состояния структур орбиты (зрительного нерва, экстраокулярных мышц и новообразований орбиты) [6, 10–13].

С появлением современных ультразвуковых диагностических систем стандартизированная А-эхография открывает новые перспективы применения в офтальмологии. Это стало возможным благодаря улучшению алгоритмов обработки данных и разработке дополнительных режимов для количественной оценки патологических изменений стекловидного тела и оболочек глаза.

В связи с этим целью настоящего исследования явилось изучение информативности новых режимов стандартизированной А-эхографии в диагностике ОС, витреальных шварт и РШ.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы 180 пациентов с витреоретинальной патологией (180 глаз) в возрасте от 40 до 78 лет (средний возраст 62,0 ± 6,2 года). Все пациенты были разделены на 3 группы. В I группу вошли 70 пациентов (70 глаз) с локальной ОС; во II группу — 70 пациентов (70 глаз) с витреальными швартами; в III группу — 40 пациентов (40 глаз) с РШ.

На первом этапе, помимо стандартного офтальмологического обследования, всем пациентам проводили В-эхографию на офтальмологическом сканере экспертного класса Absolu (Quantel Medical) при помощи высокочастотного линейного датчика 20 МГц.

На втором этапе выполняли стандартизированную А-эхографию с применением датчика частотой 8 МГц и регистрировали количественные параметры эхосигналов в режимах компьютерной обработки полученных эхограмм Retina A1 и Retina QII.

Режим Retina A1 позволяет проводить дифференциальную диагностику ОС и витреальных шварт. После регистрации патологического эхосигнала, с помощью программного обеспечения анализируют количество микроосцилляций. Минимальное количество осцилляций (от 0 до 2-х) характерно для эхосигнала ОС, 3 и более — для патологической мембраны. Результат отображается в виде символов: «R+++», «R++», «R+» либо «M+++», «M++», «M+», где «R» — retina (отслойка сетчатки), «M» — membrane (патологическая мембрана или шварта), число «+» обозначает степень достоверности результата.

Режим Retina QII предназначен для определения ОС и витреальных шварт на основании оценки разницы отражающей способности (РОС) тканей по сравнению с эталонным эхосигналом склеры, выраженной в децибелах (дБ).

Статистический анализ результатов исследования выполняли на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel, 2019. Достоверность параметров определяли по критерию Стьюдента. При сравнительной оценке результатов измерения РОС отслойки сетчатки, витреальных шварт и ретиношизиса в режиме Retina QII проводили расчет среднего значения (*M*) и стандартного отклонения (*SD*).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам В-эхографии ОС диагностировали у 66 (94,29 %) из 70 пациентов (рис. 1а), витреальные шварты — в 63 (90 %) из 70 случаев (рис. 1б), РШ у 36 (90 %) из 40 пациентов (рис. 1в), у 15 пациентов оценка выявленных патологических внутриглазных изменений была затруднена из-за схожести их эхографической картины. По данным стандартизированной А-эхографии ОС регистрировали в 65 случаях (92,86 %). Амплитуда эхосигнала отслойки сетчатки составила 95–100 %. Результаты оценки микроосцилляций эхосигнала в режиме Retina A1 соответствовали символам «R++» и «R+++» (регистрировали не более 2-х микроосцилляций эхосигнала) (рис. 2а, б).

РОС сетчатки в сравнении с эталонным показателем склеры, полученная в режиме Retina QII, соответствовала 10,56 ± 3,18 дБ (показатель менее 16 дБ характерен для сетчатки, более 16 дБ — для витреальной шварты). Витреальные шварты регистрировали в 63 случаях (90 %), амплитуда эхосигнала составила 76–92 %. В режиме Retina A1 показатели соответствовали M++

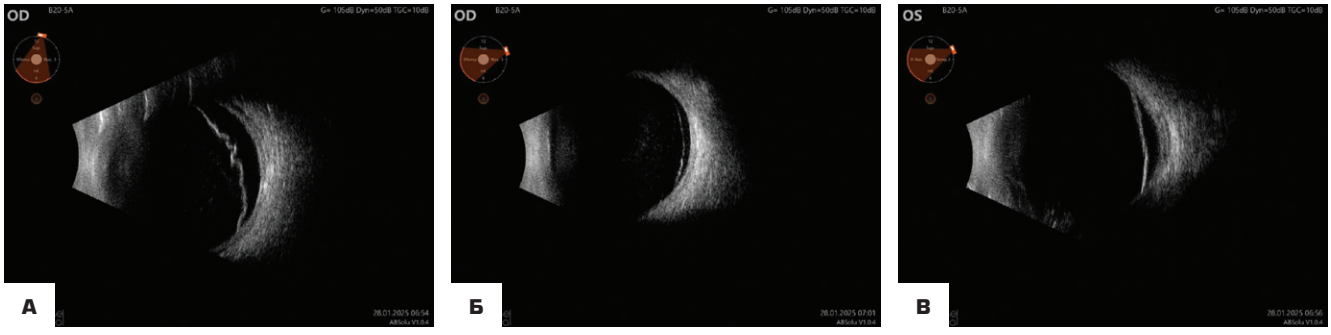



**Рис. 1.** В-эхография: А — отслойка сетчатки (стрелка); Б — В-режим эхографии: витреальная шварта; В — В-режим эхографии: ретиношизис

**Fig. 1.** B-mode echography: A — vitreous membrane; Б — B-mode echography: retinal detachment; B — B-mode echography: retinoschisis

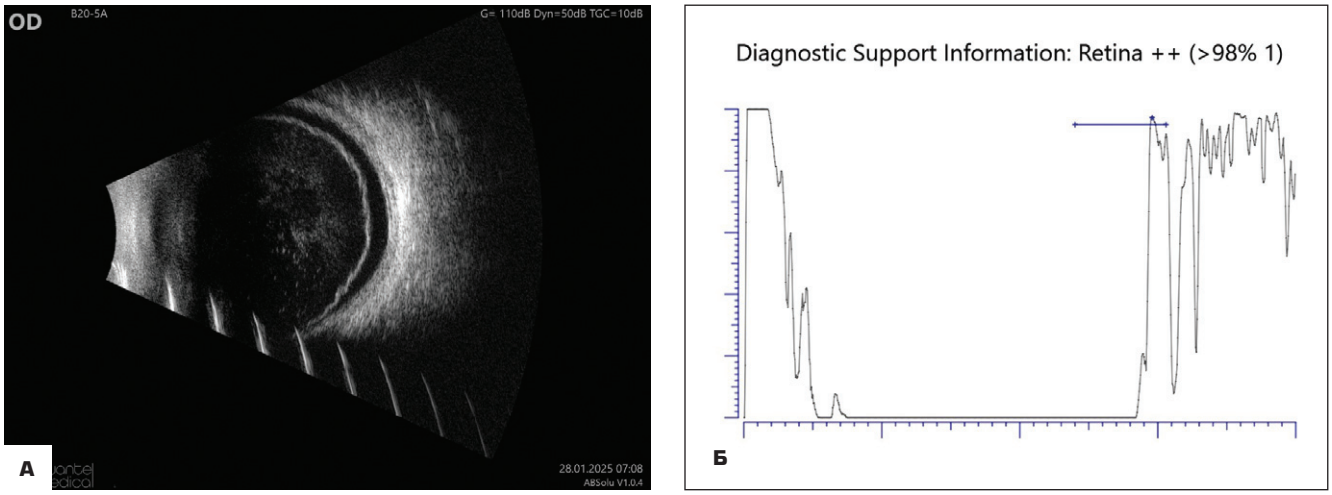



**Рис. 2.** Результаты обследования: А — В-эхография: отслойка сетчатки (гиперэхогенная мембрана и плавающие помутнения в виде взвеси в стекловидном теле); Б — стандартизированная А-эхография. Режим оценки микроосцилляций эхосигнала патологической внутриглазной структуры. Retina A1. Визуализируется эхосигнал амплитудой 98 % (красная стрелка), соответствующий отслойке сетчатки (значение R++)

**Fig. 2.** Examination results; A — B-scanning. Vitreous adhesion (hyperechoic membrane and floating opacities in the form of suspension in the vitreous body); Б — standardized A-echography. Mode for assessing micro-oscillations of the echo signal of a pathological intraocular structure. Retina A1. An echo signal with an amplitude of 98% (red arrow) corresponding to retinal detachment (R++ value) is recorded

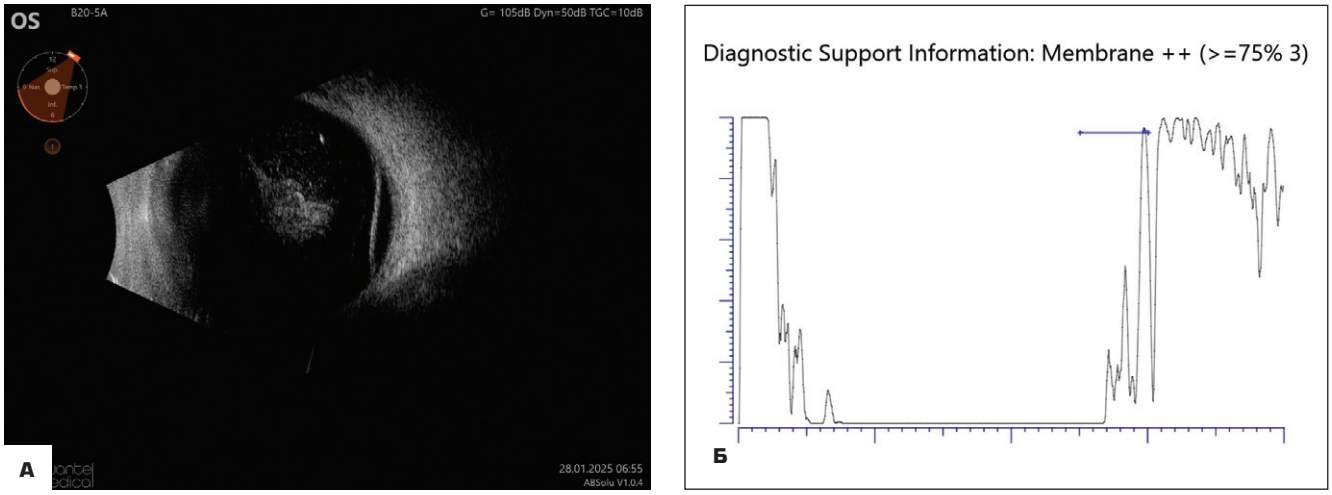



**Рис. 3.** Результаты обследования: А — В-эхография. Витреальная шварта, фиксированная к внутренним оболочкам глаза, и помутнения в виде взвеси в стекловидном теле; Б — стандартизированная А-эхография. Режим оценки микроосцилляций эхосигнала патологической мембраны Retina A1. Визуализируется эхосигнал амплитудой >75% (красная стрелка), соответствующий витреальной шварте (значение M++)

**Fig. 3.** Examination results; A — B-scanning. Vitreous membrane fixed to the ocular tunics and opacities in the form of suspension in the vitreous body; Б — Standardized A-echography. Micro oscillations evaluation mode of the echo signal of the pathological membrane Retina A1. An echo signal with an amplitude of >75% (red arrow) corresponding to the vitreous adhesion (M++ value) is visualized

и M+++ (регистрировали более 2-х микроосцилляций эхосигнала) (рис. 3 А, Б). По данным режима Retina QII показатель РОС витреальных шварт в сравнении со склерой составил 25,45 ± 5,56 дБ.

При обследовании пациентов с РШ в режиме Retina A1 показатели соответствовали отслойке сетчатки («R++» и «R+++») у 32 пациентов (80 %) и патологической мембране («M++») у 8 пациентов (20 %), амплитуда эхосигнала составила 82–100 %.

В режиме Retina QII показатель РОС ретиношизиса в сравнении со склерой составил 21,44 ± 6,78 дБ.

Сравнительный анализ показал статистическую достоверность (режим Retina QII) между показателями РОС отслойки сетчатки и витреальных шварт ($p < 0,01$), а также между РОС ретиношизиса и витреальных шварт ($p < 0,05$). Разница между средними значениями отражающей способности ретиношизиса и отслойки сетчатки оказалась недостоверной ($p > 0,05$).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе имеется большое число публикаций, посвященных вопросам дифференциальной диагностики отслойки сетчатки, ЗОСТ и витреальных шварт с использованием целого ряда инструментальных методов исследования.

Известно, что при проведении В-эхографии ОС визуализируется в виде гиперэхогенной тонкой мембраноподобной структуры, профиль которой может быть линейным или складчатым, и четко определяется контакт сетчатки с диском зрительного нерва или ее фиксация к подлежащим оболочкам глаза. Одним из ключевых эхографических критериев при проведении кинетического теста является наличие складчатости и подвижности отслоенной сетчатки при движениях глазного яблока, что особенно хорошо наблюдается в режиме реального времени. В-эхография дает возможность оценить высоту и протяженность отслойки, что крайне важно для выбора оптимальной тактики лечения [6].

M. Gottlieb и D. Holladay проанализировали данные В-эхографии при проведении проспективных и рандомизированных исследований в период с 1995 по 2018 г. для оценки информативности ультразвукового обследования глаз при отслойке сетчатки. Результаты анализа показали высокую специфичность метода — 96,3 % (95% доверительный интервал = 89,2–98,8 %) и чувствительность — 94,2 % (95% доверительный интервал = 78,4–98,6 %). По данным зарубежных авторов, в комплексе с А-методом информативность В-эхографии значительно повышается в случаях, когда витреальные шварты и ЗОСТ по топографическим и акустическим признакам создают картину ОС или при выраженных изменениях стекловидного тела (гемофтальм, экссудат) в сочетании с ОС, ЗОСТ или витреальными швартами [14].

Дополнительным методом ультразвуковой дифференциальной диагностики отслоенной сетчатки, ЗОСТ и витреальных шварт является применение режима цветового допплеровского картирования (ЦДК), который позволяет кодировать цветом кровоток в сосудах отслоенной сетчатки. Однако этот метод не может широко использоваться в диагностике патологии органа зрения ввиду ограничения применения многофункциональных ультразвуковых диагностических систем общемедицинского назначения в офтальмологической практике и необходимости специальной профессиональной подготовки врачей для возможности использования данной аппаратуры. На сегодняшний день применяемые в клинической практике офтальмологические сканеры не имеют в своем арсенале данных режимов эхографии [6].

Ряд публикаций посвящен исследованию информативности В-эхографии в комплексе с другими методами визуализации глаза для дифференциальной диагностики ОС и других внутриглазных патологических изменений. Так, Т.В. Качан и соавт. для повышения эффективности диагностики периферических ретинальных разрывов и локальной отслойки сетчатки предлагают использовать наряду с В-эхографией метод оптической когерентной томографии (ОКТ) заднего отдела глаза [15].

Анализ информативности разных методов визуализации при ретинальных разрывах у пациентов с симптоматической ЗОСТ показал точность В-сканирования в 96 % случаев, непрямой офтальмоскопии — в 89 % случаев [16]. По данным ряда авторов, ОКТ наиболее информативна при невысокой ЗОСТ, когда задняя гиалоидная мембрана расположена вблизи сетчатки [17]. Согласно результатам исследования N. Kicova и соавт. предоперационная оценка ЗОСТ, выполненная с помощью В-эхографии, была верной в 83 % случаев, с помощью биомикроскопии — в 76 %, и лишь в 12,5 % случаев интраоперационные находки совпали с данными ОКТ [18].

В связи с вышесказанным, разработка новых акустических алгоритмов диагностики витреоретинальных изменений до сих пор остается актуальной.

Результаты нашего исследования позволили расширить спектр возможностей использования новых режимов стандартизированной А-эхографии и представить точность метода в диагностике витреоретинальной патологии. Нами впервые было проведено исследование на большом клиническом материале с применением новых режимов стандартизированной А-эхографии в дифференциальной диагностике витреальных шварт, ретиношизиса и ОС и представлены количественные акустические характеристики этих патологических состояний. Эхографическими критериями ОС можно считать наличие на А-эхограмме не более 2-х микроосцилляций эхосигнала (режим Retina A1) и более низкие значения РОС по сравнению со склерой — 10,56 ± 3,18 дБ (режим Retina QII). При витреальных швартах регистрируется более 2-х микроосцилляций эхосигнала и высокие, по сравнению со склерой, показатели РОС — 25,45 ± 5,56 дБ ($p < 0,01$). Значения РОС ретиношизиса составляют 21,44 ± 6,78 дБ, что позволяет достоверно провести его дифференциальную диагностику с витреальными швартами.

Ограничения выполненного нами исследования связаны с особенностями техники проведения стандартизированной А-эхографии. Для создания оптимального алгоритма ультразвуковой диагностики витреоретинальной патологии необходим дальнейший анализ количественных акустических параметров ОС, ретиношизиса и витреальных шварт у большого числа пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на основании комплексного ультразвукового исследования, включающего В-эхографию и стандартизированную А-эхографию в режимах Retina I и Retina QII, определены количественные критерии разницы отражающей способности ОС, ретиношизиса и витреальных шварт, позволяющие с высокой степенью достоверности дифференцировать эти

патологические состояния. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости применения стандартизированной А-эхографии в комплексе с традиционной В-эхографией в офтальмологической клинической практике для повышения информативности диагностики витреоретинальной патологии и решения вопроса о дальнейшей тактике ведения пациента.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Киселёва Т.Н. — концепция и дизайн исследования, внесение окончательной правки;
Бедретдинов А.Н. — сбор и обработка материалов; анализ полученных данных, написание текста;
Баталова А.Л. — сбор и обработка материалов; анализ полученных данных, обзор литературы, написание текста;
Овечкин Н.И. — сбор и обработка материалов; анализ полученных данных, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Нероев ВВ. Офтальмология: клинические рекомендации. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2020. Neroev VV. Ophthalmology: clinical recommendations. Moscow: GEOTAR-Media; 2020 (In Russ.).
2. Османов РЭ. Современные методы хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки. Вестник Тамбовского университета. Серия «Естественные и технические науки». 2015;20(3):658–662. Osmanov RE Modern methods of surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment. Tambov University Reports Series "Natural and technical sciences". 2015;20(3):658–662 (In Russ.).
3. Brinton DA, Wilkinson CP. Retinal detachment — Principles and practice. Oxford: University Press. Inc., 2009. P. 109–115.
4. Kwon OW, Song JH, Roh MI. Retinal Detachment and Proliferative Vitreoretinopathy. Dev Ophthalmol. 2016;55:154–162. doi: 10.1159/000438972.
5. Киселева ТН, Луговкина КВ, Бедретдинов АН. Высокочастотная эхография глаза в диагностике макулярных разрывов. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(3):34–39. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39. Kiseleva TN, Lugovkina KV, Bedretdinov AN. High-frequency echography of the eye in macular hole diagnosis. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(3):34–39 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-34-39.
6. Ультразвуковые исследования в офтальмологии. Руководство для врачей. 1-е изд. Под ред. ВВ Нероева, ТН Киселевой. М.: ИКАР, 2019. Ultrasound examinations in ophthalmology: Manual for physicians. 1st ed. Eds VV Neroev, TN Kiseleva. Moscow: Ikar Publishing House, 2019 (In Russ.).
7. Vrablik ME, Snead GR, Minnigan HJ, Kirschner JM, Emmett TW, Seupaul RA. The diagnostic accuracy of bedside ocular ultrasonography for the diagnosis of retinal detachment: a systematic review and meta-analysis. Ann Emerg Med. 2015 Feb;65(2):199–203.e1. doi: 10.1016/j.annemergmed.2014.02.020.
8. Almendárez JE, Vargas DM, González C, Takane M, Koga W. Ultrasound findings in ocular trauma. Arch Soc Esp Oftalmol. 2015 Dec;90(12):572–577. English, Spanish. doi: 10.1016/j.oftal.2015.07.010.
9. Ossoinig KC. Standardized Ophthalmic Echography of the Eye, Orbit, and Periorbital Region. A Comprehensive Slide Set and Study Guide. 3rd ed. Goodfellow, Iowa City.1985;12.
10. Fonkeu Y, Singh N, Hayden-Loreck B, Singh AD. Diagnostic A-Scan of Choroidal Melanoma: Automated Quantification of Parameters. Ocul Oncol Pathol. 2019 Aug;5(5):350–357. doi: 10.1159/000496345.
11. Genovesi-Ebert F, Rizzo S, Chiellini S, Di bartolo E, Marabotti A, Nardi M. Reliability of standardized echography before vitreoretinal surgery for proliferative diabetic retinopathy. Ophthalmologica. 1998;212 Suppl 1:91–92. doi: 10.1159/000055438.
12. Kim RS, Jain RR, Brown DM, Bretana ME, Kegley EN, Singer MA, Aragon AV, Schefler AC. Elevated Choroidal Thickness and Central Serous Chorioretinopathy in the Fellow Eyes of Patients with Circumscribed Choroidal Hemangioma. Ocul Oncol Pathol. 2018 Nov;4(6):375–380. doi: 10.1159/000486864.
13. Cennamo G, Montorio D, Breve MA, Brescia Morra V, Menna F, Cennamo G. Evaluation of optic nerve subarachnoid space in primary open angle glaucoma using ultrasound examination. PLoS One. 2018 Nov 28;13(11):e0208064. doi: 10.1371/journal.pone.0208064.
14. Gottlieb M, Holladay D, Peksa GD. Point-of-Care Ocular Ultrasound for the Diagnosis of Retinal Detachment: A Systematic Review and Meta-Analysis. Acad Emerg Med. 2019 Aug;26(8):931–939. doi: 10.1111/acem.13682.
15. Качан ТВ, Скрыпник ОВ, Марченко ЛН, Далидович АА. Особенности дифференциальной диагностики и лечения периферических ретинальных разрывов и отслоек сетчатки. Офтальмология. Восточная Европа. 2022;12(1):68–78. doi: 10.34883/PI.2022.12.1.023. Kachan TV, Skrypnik OV, Marchenko LN, Dalidovich AA. Features of differential diagnostics and treatment of peripheral retinal tears and retinal detachments. Ophthalmology. Eastern Europe. 2022;12(1):68–78 (In Russ.). doi: 10.34883/PI.2022.12.1.023.
16. Lorenzo-Carrero J, Perez-Flores I, Cid-Galano M. B-scan ultrasonography to screen for retinal tears in acute symptomatic age-related posterior vitreous detachment. Ophthalmology. 2009;116(1):94–99. doi: 10.1016/j.ophtha.2008.08.040.
17. Володин ПЛ, Белянина СИ. Острая задняя отслойка стекловидного тела. Клиническая офтальмология. 2022;22(4):247–253. doi: 10.32364/2311 7729-2022-22-4-247-25. Volodin PL, Belyanina SI Acute posterior vitreous detachment. Clinical ophthalmology. 2022;22(4):247–253 (In Russ.). doi: 10.32364/2311 7729-2022-22-4-247-25.
18. Kicova N, Bertelmann T, Irle S. Evaluation of a posterior vitreous detachment: a comparison of biomicroscopy, B-scan ultrasonography and optical coherence tomography to surgical findings with chromodissection. Acta Ophthalmol. 2012;90(4):264–268. doi: 10.1111/j.1755-3768.2011.02330.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Киселёва Татьяна Николаевна
доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела ультразвуковых исследований

Бедретдинов Алексей Наилевич
кандидат медицинских наук, научный сотрудник отдела ультразвуковых исследований

Баталова Асет Лечиевна
аспирант

Овечкин Николай Игоревич
кандидат медицинских наук, заведующий операционным блоком


## ABOUT THE AUTHORS


Kiseleva Tatiana N.
PhD, MD, Professor, head of Ultrasound Diagnostic Department

Bedretdinov Aleksei N.
PhD, researcher of Ultrasound Diagnostic Department

Batalova Aset L
postgraduate

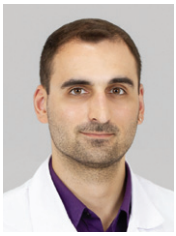
Ovechkin Nicolay I.
PhD, head of Operating unit

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-339-346*

*поступила 28.02.25*
*was received 28.02.25*

# ОКТ-биомаркеры в диагностике увеального и постлучевого макулярного отека





И.Е. Панова[1,2,3] В.Г. Гвазава[1] А.А. Быховский[1]
Т.Г. Закараия[1]

[1] Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ярослава Гашека, 21, Санкт-Петербург, 192283, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Кирочная, 41, Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

[3] ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

**Офтальмология. 2025;22(2):339–346**

**Цель:** установить характерные ОКТ-биомаркеры при впервые выявленном и рецидивирующем течении макулярного отека увеального и постлучевого генеза и определить их значимость в оценке МКОЗ. **Пациенты и методы.** Всего в исследование были включены 48 пациентов (56 глаз) с постлучевым (24 глаза) и увеальным (32 глаза) макулярным отеком. Всем пациентам выполняли ОКТ на приборе Optovue RTVue XR Avanti. При оценке ОКТ-морфоструктурных характеристик оценивали следующие биомаркеры: эверсию фовеа, отслойку нейроэпителия, гиперрефлективные точки, нарушение эллипсоидной зоны, дезорганизацию внутренних слоев сетчатки (DRIL — disorganization of retinal inner layers), эпиретинальный фиброз. Для анализа ОКТ-морфометрических характеристик измеряли центральную толщину сетчатки. **Результаты.** При сравнительном анализе частоты ОКТ-морфометрических и морфоструктурных характеристик МО различного генеза достоверные различия между группами наблюдались только в отношении эпиретинального фиброза — в группе постлучевого макулярного отека данный ОКТ-биомаркер встречался чаще ($p$ = 0,041). Установлено, что при постлучевом и увеальном макулярном отеках наличие гиперрефлективных точек, нарушение эллипсоидной зоны и DRIL были связаны с более низкой МКОЗ ($p$ < 0,001). Для впервые выявленного МО характерно преобладание отслойки нейроэпителия ($p$ = 0,002), в то время как при рецидивирующем МО имели место бóльшая центральная толщина сетчатки в макулярной зоне наряду с такими морфоструктурными изменениями сетчатки, как нарушение эллипсоидной зоны сетчатки ($p$ = 0,029) и DRIL ($p$ = 0,036). **Выводы.** Постлучевой и увеальный макулярный отеки достоверно не отличаются по их ОКТ-морфоструктурным характеристикам и центральной толщине сетчатки. Для рецидивирующего течения постлучевого и увеального макулярного отеков характерно наличие нарушения эллипсоидной зоны и DRIL, а также бóльшая центральная толщина сетчатки. Нарушение эллипсоидной зоны, DRIL и гиперрефлективные точки статистически значимо взаимосвязаны с более низкой МКОЗ у пациентов с увеальным и постлучевым МО.

**Ключевые слова:** увеальный макулярный отек, постлучевой макулярный отек, ОКТ-биомаркеры, рецидивирующий макулярный отек

**Для цитирования:** Панова И.Е., Гвазава В.Г., Быховский А.А., Закараия Т.Г. ОКТ-биомаркеры в диагностике увеального и постлучевого макулярного отека. *Офтальмология.* 2025;22(2):339–346. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-339-346

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# OCT Biomarkers in Diagnostic of Uveitic and Radiation-induced Macular Edema

I.E. Panova[1,2,3], V.G. Gvazava[1], A.A. Bykhovsky[1], T.G. Zakaraiia[1]

[1] Saint Petersburg Branch of S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Yaroslav Gashek str., 21, Saint Perersburg, 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(2):339–346**

**Objective:** to evaluate characteristic OCT biomarkers of onset and recurrent uveitic and radiation-induced macular edema (ME) and determine their significance in assessing best corrected visual acuity (BCVA). **Patients and methods.** 48 patients (56 eyes) with radiation-induced (24 eyes) and uveitic (32 eyes) ME were enrolled in the study. All patients underwent OCT on Optovue RTVue XR Avanti. The following biomarkers were assessed to evaluate OCT morphostructural characteristics: foveal eversion, subretinal detachment, hyperreflective foci, ellipsoid zone disruption, disorganization of retinal inner layers (DRIL), and epiretinal membrane. Central retinal thickness was measured to analyze OCT morphometric characteristics. **Results.** There was no statistically significant difference in OCT biomarkers between uveitic and radiation-induced ME except for epiretinal membrane — this OCT biomarker was more common in radiation ME ($p$ = 0.041). The presence of hyperreflective foci, ellipsoid zone disruption and DRIL in radiation-induced and uveitic ME were associated with lower BCVA ($p$ < 0.001). The presence of subretinal detachment was characteristic for the onset ME ($p$ = 0.002), while recurrent ME associated with a greater central retinal thickness, ellipsoid zone disruption ($p$ = 0.029) and DRIL ($p$ = 0.036). **Conclusion.** Radiation-induced and uveitic ME do not differ significantly in their OCT morphostructural characteristics and central retinal thickness. The recurrent course of radiation-induced and uveitic ME is characterized by the presence of ellipsoid zone disruption and DRIL, as well as greater central retinal thickness. Ellipsoid zone disruption, DRIL, and hyperreflective foci associated with lower BCVA in patients with uveitic and radiation-induced ME.

**Keywords:** uveitic macular edema, radiation-induced macular edema, radiation maculopathy, OCT biomarkers, recurrent macular edema

**For citation:** Panova I.E., Gvazava V.G.. Bykhovsky A.A., Zakaraiia T.G. OCT Biomarkers in Diagnostic of Uveitic and Radiation-induced Macular Edema. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):339–346. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-339-346

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Макулярный отек (МО) является одним из наиболее частых осложнений при различной патологии глаз: диабетической ангиопатии, венозных окклюзиях, макулярной дегенерации, увеитах, последствиях лучевой терапии при злокачественных новообразованиях глазного яблока и др. [1–4]. Частота его возникновения при увеитах и после проведения лучевой терапии (брахитерапии) при меланоме хориоидеи варьирует в широком диапазоне: от 20 до 70 % при увеитах и 22,6–29,0 % после брахитерапии [3, 4].

При срединных увеитах макулярный отек встречается чаще (до 70 %), чем при других локализациях процесса [3], изменения в макулярной области нередко выявляются только по данным ОКТ при отсутствии признаков экссудации в переднем отделе глаза, стекловидном теле и на периферии.

Широкое внедрение в клиническую практику оптической когерентной томографии (ОКТ) позволило прижизненно, в режиме реального времени оценивать состояние макулярной зоны сетчатки на ультраструктурном уровне [5]. Установлена роль ОКТ-биомаркеров в патогенезе диабетического МО, посттромботического, увеального МО, единичные исследования посвящены изучению постлучевого МО [6–8].

Несмотря на различие этиологических причин, в развитии макулярного отека ключевое место отводится воспалению, что определяет изменения на уровне эндотелия сосудов с нарушением их сосудисто-тканевой проницаемости, клеток Мюллера как части нейроваскулярной единицы сетчатки, микроглии, пигментного эпителия [9].

В лечении увеального и постлучевого МО наиболее часто применяется периокулярное, интравитреальное и супрахориоидальное введение глюкокортикоидов, однако, несмотря на проводимое лечение, течение процесса нередко приобретает рецидивирующий характер у 40 % больных [10–12]. Применение интравитреального импланта дексаметазона 0,7 мг («Ozurdex®, «ЭббВи») при увеальном макулярном отеке доказано в ряде рандомизированных клинических исследований [11–14], при этом анализу ОКТ-морфоструктурных и морфометрических характеристик МО отводится ведущее значение в определении показаний к выбору данного метода лечения. Важность

изучения ОКТ предикторов рецидивирующего течения МО, для которого характерно увеличение толщины макулы ≥240 мкм в глазу, в котором ранее наблюдался полный регресс отека, определяется возможностью необратимых изменений центральной зоны сетчатки, приводящих к снижению МКОЗ [11, 13, 15]. Помимо рецидивирующего, макулярный отек может быть также резистентным к лечению глюкокортикостероидами.

Изучение ОКТ-биомаркеров впервые выявленного и рецидивирующего МО при увеитах и после лучевого лечения увеальной меланомы, вероятно, позволит установить их общие патогенетические механизмы, значимость в оценке характера течения, его исходов и тактики лечения, в частности, целесообразности применения интравитреального введения импланта дексаметазона 0,7 мг («Ozurdex»Ò, «ЭббВи»).

**Цель:** установить характерные ОКТ-биомаркеры при впервые выявленном и рецидивирующем течении макулярного отека увеального и постлучевого генеза и определить их значимость в оценке МКОЗ.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе Санкт-Петербургского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК “Микрохирургия глаза” им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации (2024). Все пациенты подписывали информированное согласие на диагностическое обследование.

Всего в исследование были включены 48 пациентов (56 глаз) с постлучевым (24 глаза) и увеальным (32 глаза) макулярным отеком. Среди них было 18 мужчин и 30 женщин, средний возраст составил 51,71 ± 15,27 года.

Критериями включения в исследование были наличие неактивного или минимально активного срединного увеита, определяемого по критериям SUN2 как ≤0,5+ клеток во влаге передней камеры, ≤0,5+ степени помутнения стекловидного тела и отсутствие активных ретинальных/хориоидальных поражений в течение как минимум 4 недель, а также макулярного отека, определяемого как наличие утолщения макулы, превышающей нормальный диапазон для используемого аппарата ОКТ (более 300 мкм), после последней инъекции кортикостероидов (≥4 недель после субтенонового введения бетаметазона или ≥12 недель после интравитреальной инъекции имплантата дексаметазона); достаточная прозрачность сред и возможность расширения зрачка для проведения ОКТ и оценки глазного дна; наличие макулярного отека после брахитерапии меланомы хориоидеи с локализацией в парамакулярной зоне.

Критериями невключения в исследование были недостаточная прозрачность сред, другая патология сетчатки или зрительного нерва, резистентный макулярный отек.

Впервые выявленный МО был диагностирован у 46,8 % пациентов (15 глаз), наблюдавшихся по поводу увеита, рецидивирующее течение увеального макулярного отека имело место у 53,1% (17 глаз) пациентов, которые осматривались с момента верификации МО и при оценке ОКТ-биомаркеров данные анализировались в момент последнего рецидива МО. Доля увеитов инфекционной этиологии составила 15,6 % (5 глаз), неинфекционной этиологии — 56,2 % (18 глаз), у 28,2 % (9 глаз) причина увеита была неясна.

Постлучевой макулярный отек диагностировали у пациентов с меланомой хориоидеи с локализацией в парамакулярной зоне после брахитерапии с радиоизотопом Ru-106 + Rh-106. Брахитерапия проводилась по стандартной методике путем фиксации офтальмоаппликатора к склере в проекции основания опухоли. Все пациенты после брахитерапии находились под динамическим наблюдением. Первый эпизод МО был установлен у 50 % пациентов, и в половине случаев МО приобретал рецидивирующий характер, при этом данные ОКТ анализировались в момент последнего рецидива МО.

Стандартный офтальмологический осмотр включал проверку остроты зрения, тонометрию, периметрию, биомикроофтальмоскопию; ОКТ выполняли на приборе Optovue RTVue XR Avanti. Выбирали режим сканирования Cross-Line через центр фовеа. В исследование включали сканы с уровнем сигнала не ниже 8/10. Сканы анализировали с помощью программного обеспечения RTVue XR Avanti. При оценке ОКТ-морфоструктурных характеристик оценивали следующие признаки: эверсию фовеа, отслойку нейроэпителия, гиперрефлективные точки, нарушение эллипсоидной зоны, дезорганизацию внутренних слоев сетчатки (DRIL — desorganisation of retinal inner layers), эпиретинальный фиброз. Для анализа ОКТ-морфометрических характеристик измеряли центральную толщину сетчатки.

Все пациенты получали лечение локальными глюкокортикостероидами в виде интравитреальных инъекций импланта дексаметазона 0,7 мг («Ozurdex», «ЭббВи»).

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.5.0 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро — Уилка. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (*M*) и стандартных отклонений (*SD*), границ 95 % доверительного интервала (95% ДИ). В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (*Me*) и нижнего и верхнего квартилей (*Q*1–*Q*3). Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью *t*-критерия Стьюдента. Сравнение двух групп по количественному показателю,

распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью *U*-критерия Манна — Уитни. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе данного исследования проведен сравнительный анализ частоты ОКТ-морфометрических и морфоструктурных характеристик МО при постлучевом и увеальном макулярном отеке (табл. 1).

На основании данных, представленных в таблице 1, наиболее частым ОКТ-биомаркером в исследуемой группе было нарушение эллипсоидной зоны (60,7 %), в половине случаев (48,2 %) наблюдалась эверсия фовеа, у трети пациентов присутствовали отслойка нейроэпителия (28,5 %), гиперрефлективные точки (35,7 %), DRIL (28,5 %) и эпиретинальный фиброз (30,3 %).

При сравнительном анализе частоты ОКТ-морфометрических и морфоструктурных характеристик МО при постлучевом и увеальном макулярном отеках достоверные различия между группами наблюдались только в отношении эпиретинального фиброза — в группе постлучевого макулярного отека данный ОКТ-биомаркер встречался чаще ($p$ = 0,041). Статистически значимой разницы по частоте встречаемости остальных ОКТ-биомаркеров, а также центральной толщины сетчатки между исследуемыми группами не было выявлено.

Для установления взаимосвязи ОКТ-биомаркеров и МКОЗ был проведен анализ показателей МКОЗ при наличии или отсутствии исследуемых ОКТ-биомаркеров, данные которого представлены в таблице 2.

**Таблица 1.** Сравнительный анализ ОКТ-морфометрических и морфоструктурных маркеров МО при постлучевом и увеальном макулярном отеках

**Table 1.** Comparative analysis of OCT morphometric and morphostructural markers of macular edema in radiation-induced and uveitic macular edema

| ОКТ- критерий / OCT criterion | Всего / Total *n* = 56 | Постлучевой МО / Radiation-induced ME *n* = 24 | Увеальный МО / Uveitic ME *n* = 32 | *p*-value |
|---|---|---|---|---|
| Центральная толщина сетчатки Central macular thickness | 438,00 ± 151,29 | 420,70 ± 126,60 | 448,50 ± 166,80 | 0,497 |
| Эверсия фовеа Foveal eversion | 27 (48,2 %) | 11 (45,8 %) | 16 (50%) | 0,792 |
| Отслойка нейроэпителия Subretinal detachment | 16 (28,5%) | 6 (25%) | 10 (31,2%) | 0,766 |
| Гиперрефлективные точки Hyperreflective foci | 20 (35,7%) | 10 (41,6%) | 10 (31,2%) | 0,573 |
| Нарушение элипсоидной зоны Ellipsoid zone disruption | 34 (60,7%) | 14 (58,3%) | 20 (62,5%) | 0.788 |
| DRIL | 16 (28,5%) | 10 (41,6%) | 6 (18,75%) | 0,077 |
| Эпиретинальный фиброз Epiretinal membrane | 17 (30,3%) | 11 (45,8%) | 6 (18,75%) | 0,041 |

Проведенный сравнительный анализ показателя МКОЗ (медиана) при наличии или отсутствии различных ОКТ-биомаркеров позволил установить, что наличие гиперрефлективных точек, нарушения эллипсоидной зоны и DRIL статистически значимо связаны с более низкими показателями МКОЗ ($p$ = 0,019; $p$ = 0,024; $p < 0,001$ соответственно). Установлено также, что такие ОКТ-биомаркеры, как эверсия фовеа, отслойка нейроэпителия и эпиретинальный фиброз, значимо не влияли на МКОЗ в исследуемой группе.

С учетом отсутствия достоверных различий ОКТ-параметров при различных вариантах МО далее был проведен сравнительный анализ центральной толщины сетчатки и ОКТ-биомаркеров при впервые выявленном и рецидивирующем течении увеального и постлучевого МО (табл. 3).

**Таблица 2.** Сравнительный анализ показателей МКОЗ при наличии и отсутствии различных ОКТ-биомаркеров

**Table 2.** Comparative analysis of BCVA in the presence and absence of various OCT biomarkers

| ОКТ-биомаркер / OCT biomarker | МКОЗ при наличии биомаркера / BCVA in the presence of a biomarker, *Me* (Q1–Q3) | МКОЗ при отсутствии биомаркера / BCVA in the absence of a biomarker *Me* (Q1–Q3) | *p*-value |
|---|---|---|---|
| Эверсия фовеа Foveal eversion | 0,38 (0,20–0, 44) | 0,47 (0,35–0, 62) | 0,181 |
| Отслойка нейроэпителия Subretinal detachment | 0,28 (0,20–0,55) | 0,47 (0,20–0,61) | 0,212 |
| Гиперрефлективные точки Hyperreflective foci | 0,20 (0,19–0,44) | 0,50 (0,30–0,60) | 0,019 |
| Нарушение элипсоидной зоны Ellipsoid zone disruption | 0,35 (0,15–0,55) | 0,53 (0,30–0,60) | 0,024 |
| DRIL | 0,20 (0,10–0,33) | 0,53 (0,30–0,65) | <0,001 |
| Эпиретинальный фиброз Epiretinal membrane | 0,45 (0,21–0,55) | 0,40 (0,20–0,59) | 0,986 |

**Таблица 3.** Сравнительный анализ ОКТ морфометрических и морфоструктурных маркеров МО при различных вариантах течения постлучевого и увеального макулярного отеков

**Table 3.** Comparative analysis of OCT morphometric and morphostructural markers of macular edema in different course of radiation-induced and uveitic macular edema

| ОКТ-критерий / OCT criterion | Впервые выявленный МО / Onset ME *n* = 27 | Рецидивирующий МО / Reccurent ME *n* = 29 | *p*-value |
|---|---|---|---|
| Центральная толщина сетчатки Central macular thickness | 286,3 ±w 77,8 | 423,1 ± 167,3 | 0,00029 |
| Эверсия фовеа Foveal eversion | 14 (51,8%) | 14 (48,2%) | 0.796 |
| Отслойка нейроэпителия Subretinal detachment | 13 (48,1%) | 3 (10,3%) | 0.002 |
| Гиперрефлективные точки Hyperreflective foci | 9 (33,3%) | 11 (37,9%) | 0.781 |
| Нарушение элипсоидной зоны Ellipsoid zone disruption | 11 (44,0%) | 21 (72,4%) | 0.029 |
| DRIL | 4 (16,0%) | 12 (44,4%) | 0.036 |
| Эпиретинальный фиброз Epiretinal membrane | 9 (33,3%) | 9 (31,0%) | 1,00 |

Сравнительный анализ ОКТ-морфоструктурных характеристик впервые выявленного и рецидивирующего макулярного отеков продемонстрировал достоверное преобладание отслойки нейроэпителия при впервые выявленном МО ($p$ = 0,002), в то время как при рецидивирующем МО имела место бóльшая толщина сетчатки в макулярной зоне наряду с такими морфоструктурными изменениями сетчатки, как нарушения эллипсоидной зоны сетчатки ($p$ = 0,029) и DRIL ($p$ = 0,036).

Изучение МКОЗ у пациентов с впервые выявленным и рецидивирующим макулярным отеком позволило установить статистически значимые различия: при впервые диагностированном макулярном отеке определена достоверно более высокая МКОЗ (0,45 ± 0,12), чем при рецидивирующем течении (0,30 ± 0,18) ($p$ = 0,03).

## ОБСУЖДЕНИЕ

ОКТ является информативным инструментом изучения морфометрических и морфоструктурных изменений сетчатки при различной патологии заднего отдела глаза. Особую значимость данная методика имеет при оценке патологических изменений в макулярной области — выявленные различные ОКТ-биомаркеры позволяют оценить стадийность течения процесса, а также играют важную роль в определении тактики лечения. Важным является поиск информативных ОКТ-паттернов, играющих прогностическую роль в восстановлении МКОЗ и рецидивировании макулярного отека.

В данном исследовании проведено изучение ОКТ-изменений при увеальном и постлучевом макулярном отеках, которые позволили установить отсутствие достоверных различий в изучаемых маркерах, что, возможно, определяется ролью воспаления в патогенезе развития макулярного отека при данных этиологических причинах его возникновения. При отсутствии достоверных различий в параметрах центральной толщины сетчатки у трети пациентов установлено наличие отслойки нейроэпителия, дезорганизация внутренних слоев сетчатки и наличие гиперрефлективных точек почти у половины больных — эверсия фовеа и у 2/3 пациентов — нарушение эллипсоидной зоны.

Данные литературы свидетельствуют, что при увеитах ОНЭ может присутствовать в 65 % случаев и связана с хорошим прогнозом по зрению и более короткой продолжительностью заболевания, а также более высокой вероятностью регресса после интравитреального введения импланта дексаметазона [16]. Гиперрефлективные точки при увеальном макулярном отеке обнаруживаются в 58 % случаев [17].

Исследования, посвященные изучению ОКТ-характеристик постлучевого макулярного отека, малочисленны и не систематизированы. Так, в работе Frizziero и соавт. (2017) в исследуемой группе (13 пациентов) медиана центральной толщины сетчатки составляла 407 мкм при постлучевом макулярном отеке [18]. Той же группой авторов позднее установлено, что гиперрефлективные точки обнаруживались в 100 % случаев при постлучевом макулярном отеке, а также выявлено, что их количество нарастало с увеличением центральной толщины сетчатки [19]. Согласно данным более крупного исследования Parrozzani и соавт. (2020), включившего 51 пациента после брахитерапии увеальной меланомы с I-125 и постлучевым макулярным отеком, средняя центральная толщина сетчатки в исследуемой группе составила 363 мкм, отслойка нейроэпителия присутствовала лишь в 16 % случаев, почти у половины пациентов определялись интраретинальные кисты в макуле [20].

Нами установлено, что единственным отличительным ОКТ-биомаркером, характерным для постлучевого макулярного отека, являлось наличие эпиретинального фиброза, что, вероятно, связано с более выраженной экссудативной лучевой реакцией, возникающей в ответ на брахитерапию. Вместе с тем в исследовании MUST (Multicenter Uveitis Steroid Treatment) показано, что увеальный макулярный отек при увеитах различной локализации сопровождался формированием эпиретинальной мембраны, наличие которой было связано с низкой вероятностью регресса макулярного отека в 46 % случаев [11].

В данном исследовании изучение роли ОКТ предикторов в восстановлении МКОЗ при увеальном и постлучевом макулярном отеках позволило определить важную роль гиперрефлективных точек, а также нарушения эллипсоидной зоны и DRIL. Полученные данные относительно роли данных биомаркеров в прогнозе МКОЗ находятся в полном соответствии с рядом зарубежных данных, установивших, что нарушение эллипсоидной зоны при увеитах наблюдались в 38 % случаев и коррелировало с выраженным снижением максимально корригируемой остроты зрения, а также было предиктором необходимости повторных инъекций после лечения локальными глюкокортикостероидами [16, 21]. Дезорганизация внутренних слоев сетчатки (DRIL) наблюдалась у 17,9 % пациентов и была ассоциирована с низкой остротой зрения и высокой вероятностью повторных инъекций после интравитреального введения импланта дексаметазона [16, 22]. Вместе с тем по данным R. Parrozzani и соавт. (2020) при постлучевом макулярном отеке, помимо нарушения эллипсоидной зоны, на остроту зрения значимо влияли наличие атрофии пигментного эпителия, нарушение витреоретинального интерфейса и диаметр самой большой интраретинальной кисты [20].

В отличие от ранее проведенных исследований [16, 17], нами была выявлена статистически значимая разница в максимально корригируемой остроте зрения при наличии такого ОКТ-биомаркера, как гиперрефлективные точки. По данным литературы, предполагаемым гистопатологическим субстратом данного паттерна считают мигрирующие клетки пигментного эпителия, макрофаги, «нагруженные» липидами, микроглиальные клетки и экстравазальный белковый или липидный материал.

В связи с этим гиперрефлективные точки используются как ОКТ-биомаркеры для определения прогрессирования заболевания, ответа на лечение и прогноза при различных заболеваниях сетчатки; важными для интерпретации гиперрефлективных точек являются их размеры, структурные особенности и расположение [23]. Так, наличие гиперрефлективных точек менее 30 мкм с рефлективностью, сопоставимой со слоем нервных волокон сетчатки, отсутствием гипорефлективной тени при диабетическом макулярном отеке, считается признаком воспалительного фенотипа и ассоциировано с лучшим ответом на лечение глюкокортикостероидами. При ВМД гиперрефлективные точки, лежащие поверх друз, связывают с развитием макулярной неоваскуляризации, тогда как парафовеолярные друзы с гиперрефлективными точками предрасполагают к макулярной атрофии.

Для поиска ОКТ-биомаркеров рецидивирующего течения МО был проведен сравнительный анализ ОКТ-морфоструктурных характеристик впервые выявленного и рецидивирующего макулярного отека, который позволил установить достоверно более высокую частоту нарушения эллипсоидной зоны сетчатки и DRIL при рецидивах и ОНЭ при первично выявленном МО. Для рецидивирующего макулярного отека также была характерна бóльшая центральная толщина сетчатки, чем при впервые выявленном.

Данные литературы, посвященные изучению ОКТ-характеристик рецидивирующего увеального и постлучевого макулярного отеков, малочисленны. Согласно результатам исследования MUST, в течение 7 лет после лечения в 43 % случаев наблюдались рецидивы увеального макулярного отека, причем статистически значимым фактором риска рецидивирования была увеличенная, но находящаяся в пределах нормы центральная толщина сетчатки (200 –239 мкм) в момент разрешения макулярного отека, а наличие кистозных полостей и эпиретинальной мембраны не влияло на вероятность возникновения рецидива [11]. Однако в данном исследовании не изучалось влияние отслойки нейроэпителия, нарушения эллипсоидной зоны и DRIL на риски рецидивирования увеального макулярного отека, наличие которых было характерно для рецидивирующего течения макулярного отека в настоящем исследовании.

Что касается изучения ОКТ-предикторов рецидивирования постлучевого макулярного отека, данные литературы немногочисленны. Так, для градации стадий развития постлучевого макулярного отека Hogan и соавт. предложена классификация, основанная на следующих ОКТ-характеристиках: стадия 1 — экстрафовеолярный некистозный отек; стадия 2 — экстрафовеолярный кистозный отек; стадия 3 — фовеолярный некистозный отек; стадия 4 — легкий или умеренный фовеолярный кистозный отек и стадия 5 — тяжелый фовеолярный кистозный отек [24]. Данная классификация отражает эволюцию развития постлучевого макулярного отека, однако не позволяет прогнозировать результаты лечения, так как не рассматривает влияние ОКТ-характеристик на риски рецидивирования макулярного отека. По данным Frizziero и соавт., через 6 месяцев после интравитреального введения импланта дексаметазона у всех пациентов (13 глаз) был зарегистрирован рецидив макулярного отека, а центральная толщина сетчатки статистически значимо не отличалась от исходной. Авторы также сообщали о том, что у 5 пациентов исходно была обнаружена отслойка нейроэпителия, однако данных о других ОКТ-характеристиках не сообщается [18].

Важность изучения ОКТ-биомаркеров на различных стадиях течения макулярного отека увеального и постлучевого генеза важны для определения тактики лечения, а именно целесообразности применения интравитреального введения импланта дексаметазона 0,7 мг («Ozurdex»®, «ЭббВи»), что доказало высокую эффективность применения в ряде рандомизированных клинических исследований [11–14]. В исследовании POINT (The Periocular vs. Intravitreal corticosteroids for uveitic macular edema), в котором сравнивалась эффективность периокулярных инъекций триамцинолона, интравитреальных инъекций триамцинолона и интравитреальных инъекций импланта дексаметазона, была продемонстрирована бóльшая эффективность интравитреального введения ГКС по сравнению с периокулярными инъекциями, что проявлялось в более существенном уменьшении центральной толщины сетчатки (максимальная в группе интравитреального введения импланта дексаметазона) и улучшении МКОЗ [14].

Согласно результатам 2-летнего наблюдения пациентов с увеальным макулярным отеком в исследовании MUST (Multicenter Uveitis steroid trarment Trail) не было выявлено различий между группами интравитреального введения флуоцинолона ацетонида и системных иммуносупрессантов в отношении частичного (системная терапия против имплантации — 65 % против 77 %; $P = 0,20$) и полного (52 % против 68 %; $P = 0,28$) регресса макулярного отека, однако в группе интравитреального введения наблюдалось бóльшее уменьшение центральной толщины сетчатки [12].

В исследовании MERIT (Intravitreal Therapy for Uveitic Macular edema — Ranibizumab versus Methotrexate versus the Dexamethazone implant) проводился сравнительный анализ эффективности лечения увеального макулярного отека в группе интравитреального введения ранибизумаба, метотрексата и импланта дексаметазона, в результате которого была продемонстрирована наибольшая эффективность интравитреального введения импланта дексаметазона по сравнению с другими препаратами. В частности, после введения импланта дексаметазона наблюдалось большее уменьшение центральной толщины сетчатки (на 35, 11 и 22 % в группах дексаметазона, метотрексата и ранибизумаба соответственно), при этом только в группе дексаметазона отмечено статистически

значимое улучшение МКОЗ в ходе последующего наблюдения (4,86 буквы; $p < 0{,}001$) [13].

Данные литературы в отношении применения импланта дексаметазона при постлучевом макулярном отеке малочисленны, что требует дальнейшего изучения [8, 18]. Однако имеющиеся сведения показывают эффективность применения интравитреального введения импланта дексаметазона при данной патологии, что подтверждается статистически значимым уменьшением центральной толщины сетчатки и улучшением МКОЗ [18, 25], а также может применяться как альтернатива интравитреальному введению ингибиторов ангиогенеза [26].

## ВЫВОДЫ

1. Макулярный отек, возникающий при срединных увеитах и в постлучевом периоде брахитерапии меланомы хориоидеи, характеризуется сходными ОКТ морфометрическими и морфоструктурными характеристиками, за исключением более высокой частоты встречаемости эпиретинального фиброза при постлучевом макулярном отеке, что обусловлено экссудативными проявлениями лучевых реакций.

2. При МО увеального и постлучевого генеза такие ОКТ-биомаркеры, как нарушение эллипсоидной зоны, DRIL и наличие гиперрефлективных точек, статистически значимо взаимосвязаны с более низкими показателями МКОЗ.

3. Для рецидивирующего течения постлучевого и увеального макулярного отеков характерно выявление таких ОКТ-биомаркеров, как нарушение элипсоидной зоны и DRIL, а также бóльшая центральная толщина сетчатки; впервые выявленный макулярный отек достоверно чаще ассоциируется с наличием отслойки нейроэпителия.

## 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;
Гвазава В.Г. — существенный вклад в замысел и дизайн исследования, сбор данных или анализ и интерпретацию данных; подготовка статьи;
Закараия Т. Г. — получение и анализ данных;
Быховский А.А. — сбор данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Amoaku WM, Ghanchi F, Bailey C, Banerjee S, Banerjee S, Downey L, Gale R, Hamilton R, Khunti K, Posner E, Quhill F, Robinson S, Setty R, Sim D, Varma D, Mehta H. Diabetic retinopathy and diabetic macular oedema pathways and management: UK Consensus Working Group. Eye (Lond). 2020 Jun;34(Suppl 1):1–51. doi: 10.1038/s41433-020-0961-6. Erratum in: Eye (Lond). 2020 Oct;34(10):1941–1942. doi: 10.1038/s41433-020-1087-6.
2. Costa JV, Moura-Coelho N, Abreu AC, Neves P, Ornelas M, Furtado MJ. Macular edema secondary to retinal vein occlusion in a real-life setting: a multicenter, nationwide, 3-year follow-up study. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021 Feb;259(2):343–350. doi: 10.1007/s00417-020-04932-0.
3. Accorinti M, Okada AA, Smith JR, Gilardi M. Epidemiology of Macular Edema in Uveitis. Ocul Immunol Inflamm. 2019;27(2):169–180. doi: 10.1080/09273948.2019.1576910.
4. Бровкина АФ, Хониди ЯН. Поздние осложнения брахитерапии меланом хориоидеи и возможности их профилактики. Вестник офтальмологии. 2018;134(1):4–11.
Brovkina AF, Khionidi YaN. Late complications of choroidal melanoma brachytherapy and possibility of their prevention. Russian Annals of Ophthalmology. 2018;134(1):4–11 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201813414-11.
5. Zeppieri M, Marsili S, Enaholo ES, Shuaibu AO, Uwagboe N, Salati C, Spadea L, Musa M. Optical Coherence Tomography (OCT): A Brief Look at the Uses and Technological Evolution of Ophthalmology. Medicina (Kaunas). 2023 Dec 3;59(12):2114. doi: 10.3390/medicina59122114.
6. Jampol LM. Classifications of diabetic macular edema. Eur J Ophthalmol. 2020 Jan;30(1):6–7. doi: 10.1177/1120672119889532.
7. Cicinelli MV, Gerosolima C, Scandale P, Touhami S, Pohlmann D, Giocanti A, Rosenblatt A, Loewenstein A, Bandello F, Miserocchi E; International Retina Panel. Clinical and imaging biomarkers of response to intravitreal dexamethasone implant in eyes with non-infectious uveitic macular oedema. Eye (Lond). 2024 Apr;38(5):910–916. doi: 10.1038/s41433-023-02802-7. Epub 2023 Oct 30. PMID: 37904001.
8. Панова ИЕ, Быховский АА, Самкович ЕВ, Свистунова ЕМ. Глюкокортикостероиды и постлучевой макулярный отек: обоснование выбора терапии и эффективность применения. Офтальмология. 2024;21(3):533–539. doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-533-539.
Panova IE, Bikhovsky AA, Samkovich EV, Svistunova EM. Glucocorticosteroids and Postradiation Macular Edema: Rationale for Choice of Therapy and Efficacy of Use. Ophthalmology in Russia. 2024;21(3):533–539 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-533-539.
9. Daruich A, Matet A, Moulin A, Kowalczuk L, Nicolas M, Sellam A, Rothschild PR, Omri S, Gélizé E, Jonet L, Delaunay K, De Kozak Y, Berdugo M, Zhao M, Crisanti P, Behar-Cohen F. Mechanisms of macular edema: Beyond the surface. Prog Retin Eye Res. 2018 Mar;63:20–68. doi: 10.1016/j.preteyeres.2017.10.006.
10. Mularska W, Chicheł A, Rospond-Kubiak I. Radiation retinopathy following episcleral brachytherapy for intraocular tumors: Current treatment options. J Contemp Brachytherapy. 2023 Oct;15(5):372–382. doi: 10.5114/jcb.2023.132398.
11. Tomkins-Netzer O, Lightman SL, Burke AE, Sugar EA, Lim LL, Jaffe GJ, Altaweel MM, Kempen JH, Holbrook JT, Jabs DA; Multicenter Steroid Treatment Trial and Follow-up Study Research Group. Seven-Year Outcomes of Uveitic Macular Edema: The Multicenter Uveitis Steroid Treatment Trial and Follow-up Study Results. Ophthalmology. 2021 May;128(5):719–728. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.08.035.
12. Tomkins-Netzer O, Lightman S, Drye L, Kempen J, Holland GN, Rao NA, Stawell RJ, Vitale A, Jabs DA; Multicenter Uveitis Steroid Treatment Trial Research Group. Outcome of Treatment of Uveitic Macular Edema: The Multicenter Uveitis Steroid Treatment Trial 2-Year Results. Ophthalmology. 2015 Nov;122(11):2351–2359. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.07.036.
13. Multicenter Uveitis Steroid Treatment Trial (MUST) Research Group, Writing Committee:; Acharya NR, Vitale AT, Sugar EA, Holbrook JT, Burke AE, Thorne JE, Altaweel MM, Kempen JH, Jabs DA. Intravitreal Therapy for Uveitic Macular Edema-Ranibizumab versus Methotrexate versus the Dexamethasone Implant: The MERIT Trial Results. Ophthalmology. 2023 Sep;130(9):914–923. doi: 10.1016/j.ophtha.2023.04.011.
14. Thorne JE, Sugar EA, Holbrook JT, Burke AE, Altaweel MM, Vitale AT, Acharya NR, Kempen JH, Jabs DA; Multicenter Uveitis Steroid Treatment Trial Research Group. Periocular Triamcinolone vs. Intravitreal Triamcinolone vs. Intravitreal Dexamethasone Implant for the Treatment of Uveitic Macular Edema: The PeriOcular vs. INTravitreal corticosteroids for uveitic macular edema (POINT) Trial. Ophthalmology. 2019 Feb;126(2):283–295. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.08.021.
15. Панова ИЕ, Гвазава ВГ. ОКТ-морфоструктурные варианты макулярного отека при срединном увеите. Офтальмология. 2024;21(4):716–722. doi: 10.18008/1816-5095-2024-4-716-722.
Panova IE, Gvazava VG. OCT Patterns of Macular Edema in Intermediate Uveitis. Ophthalmology in Russia. 2024;21(4):716–722 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-4-716-722.
16. Cicinelli MV, Gerosolima C, Scandale P, Touhami S, Pohlmann D, Giocanti A, Rosenblatt A, Loewenstein A, Bandello F, Miserocchi E; International Retina Panel. Clinical and imaging biomarkers of response to intravitreal dexamethasone implant in eyes with non-infectious uveitic macular oedema. Eye (Lond). 2024 Apr;38(5):910–916. doi: 10.1038/s41433-023-02802-7.
17. Berasategui B, Fonollosa A, Artaraz J, Ruiz-Arruza I, Ríos J, Matas J, Llorenç V, Diaz-Valle D, Sastre-Ibañez M, Arriola-Villalobos P, Adan A. Behavior of hyperreflective foci in non-infectious uveitic macular edema, a 12-month follow-up prospective study. BMC Ophthalmol. 2018 Jul 20;18(1):179. doi: 10.1186/s12886-018-0848-5. PMID: 30029623.
18. Frizziero L, Parrozzani R, Trainiti S, Pilotto E, Miglionico G, Pulze S, Midena E. Intravitreal dexamethasone implant in radiation-induced macular oedema. Br J Ophthalmol. 2017 Dec;101(12):1699–1703. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-310220.
19. Frizziero L, Parrozzani R, Midena G, Miglionico G, Vujosevic S, Pilotto E, Midena E. Hyperreflectiva intraretinal spots in radiation macular edema on spectral domain optical coherence tomography. Retina. 2016 Sep;36(9):1664–1669. doi: 10.1097/IAE.0000000000000986.
20. Parrozzani R, Midena E, Trainiti S, Londei D, Miglionico G, Annunziata T, Frisina R, Pilotto E, Frizziero L. Identification and ckassification of macular morphologic biomarkers related to visual acuity in radiation maculopathy: A Multimodal Imaging Study. Retina. 2020 Jul;40(7):1419–1428. doi: 10.1097/IAE.0000000000002615.
21. Alvarez-Guzman C, Bustamante-Arias A, Colorado-Zavala MF, Rodriguez-Garcia A. The impact of central foveal thickness and integrity of the outer retinal layers in the visual outcome of uveitic macular edema. Int J Retina Vitreous. 2021 Apr 27;7(1):36. doi: 10.1186/s40942-021-00306-8.
22. Grewal DS, O'Sullivan ML, Kron M, Jaffe GJ. Association of Disorganization of Retinal Inner Layers With Visual Acuity In Eyes With Uveitic Cystoid Macular Edema. Am J Ophthalmol. 2017 May;177:116–125. doi: 10.1016/j.ajo.2017.02.017.

23. Fragiotta S, Abdolrahimzadeh S, Dolz-Marco R, Sakurada Y, Gal-Or O, Scuderi G. Significance of Hyperreflective Foci as an Optical Coherence Tomography Biomarker in Retinal Diseases: Characterization and Clinical Implications. J Ophthalmol. 2021 Dec 17;2021:6096017. doi: 10.1155/2021/6096017.
24. Horgan N, Shields CL, Mashayekhi A, Shields JA. Classification and treatment of radiation maculopathy. Curr Opin Ophthalmol. 2010 May;21(3):233–238. doi: 10.1097/ICU.0b013e3283386687.
25. Caminal JM, Flores-Moreno I, Arias L, Gutiérrez C, Piulats JM, Català J, Rubio MJ, Cobos E, García P, Pera J, Giralt J, Arruga J. Intravitreal dexamethasone implant for radiation maculopathy secondary to plaque brachytherapy in choroidal melanoma. Retina. 2015 Sep;35(9):1890–1897. doi: 10.1097/IAE.0000000000000537.
26. Russo A, Reibaldi M, Avitabile T, Uva MG, Franco LM, Gagliano C, Bonfiglio V, Spatola C, Privitera G, Longo A. Dexamethasone intravitreal implant vs ranibizumab in the treatment of macular edema secondary to brachytherapy for choroidal melanoma. Retina. 2018 Apr;38(4):788–794. doi: 10.1097/IAE.0000000000001585.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Панова Ирина Евгеньевна
доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, профессор кафедры
https://orcid.org/0000-0001-7443-4555

Гвазава Виктория Гиевна
врач-офтальмолог, врач ультразвуковой диагностики
https://orcid.org/0000-0002-2765-0332

Быховский Арсений Андреевич
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-1559-2793

Закараия Тамрико Годерзиевна
офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-3503-6009

## ABOUT THE AUTHORS

Panova Irina E.
PhD, MD, Professor, deputy director
https://orcid.org/0000-0001-7443-4555

Gvazava Viktoriya G.
ophthalmologist, ultrasonic diagnostician
https://orcid.org/0000-0002-2765-0332

Bykhovsky Arseny A.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-1559-2793

Zakaraiia Tamriko G.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-3503-6009

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-347-353*

*поступила 24.09.24*
*was received 24.09.24*

# Клинические особенности ювенильной открытоугольной глаукомы





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.К. Ашхамахова[1,5], Б.Н. Хацукова[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 «3Z»
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(2):347–353**

Ювенильная открытоугольная глаукома (ЮОУГ) — генетически детерминированное заболевание молодого возраста, которое диагностируется до 40 лет и в основе которого лежат аномалии строения дренажной системы глаза. **Цель:** выявить особенности морфометрических и биомеханических параметров фиброзной оболочки глаза у пациентов с ЮОУГ. **Пациенты и методы.** Обследованы 19 глаз 10 пациентов с ЮОУГ. Во всех случаях глаукома была компенсирована, начальная стадия наблюдалась в 42 %, развитая — в 31,5 %, далекозашедшая — в 21 %, терминальная — в 5,5 % случаев. Группу контроля составили 18 здоровых глаз. Исследовали ВГД с учетом биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза (bIOP), DA Ratio, Integr. Radius (IR), SP-A1, SSI. **Результаты.** Пациенты с ЮОУГ были моложе контрольной группы — 30,1 ± 1,5 и 37,0 ± 1,9 года соответственно, $p$ = 0,007, мужчин было 58 %, женщин 42 %. При ЮОУГ отмечалась бóльшая аксиальная длина глаза — 25,81 ± 0,34 и 23,29 ± 0,13 мм соответственно, $p$ = 0,000. При сравнении уровня ВГД различий между ЮОУГ и здоровыми глазами не выявлено. Параметры DA ratio и IR между ЮОУГ и здоровыми глазами не различались, SP-A1 был выше при ЮОУГ с сравнении со здоровым глазом, но это различие недостоверно, $p$ = 0,384. При сравнении BGF между группами, несмотря на более высокие значения при ЮОУГ — 16,68 ± 5,7 против 7,44 ± 1,31 в здоровом глазу, различие не достоверно, $p$ = 0,131, однако по данному показателю дисперсии не равны, $p$ = 0,003. И только SSI был достоверно ниже при ЮОУГ в сравнении со здоровым глазом — 0,93 ± 0,05 и 1,21 ± 0,05, $p$ = 0,000, что определяется различиями в ПЗО (корреляция между ПЗО и SSI $r$ = -0,622, $p$ = 0,004). **Выводы.** Пациенты с ЮОУГ отличаются от людей со здоровыми глазами увеличенной аксиальной длинной глаза, в биомеханических показателях отличие выявлено только в отношении SSI, который коррелирует с ПЗО.

**Ключевые слова:** ювенильная открытоугольная глаукома, 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.К., Хацукова Б.Н. Клинические особенности ювенильной открытоугольной глаукомы. *Офтальмология.* 2025;22(2):347–353. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-347-353

**Прозрачность финансовой деятельности:** исследование проводилось при поддержке гранта Минобрнауки России ФГБОУ ВО «МГТУ», приказ № 66 от 07.02.2014 (№ НП123-2024).

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Clinical Features of Juvenile Open-angle Glaucoma

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.K. 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, 1350007, Russian Federation

[5] Adygean Republican Clinical Hospital
Zhukovsky str., 4, Maikop, 385000, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):347–353**

Juvenile open-angle glaucoma (JOAG) is a genetically determined disease of young age, which is diagnosed before the 40, which is based on anomalies in the structure of the drainage system of the eye. **Objective:** to identify the features of morphometric and biomechanical parameters of the fibrous capsule in patients with JOAG. **Materials and methods.** 19 eyes of 10 patients with JOAG were examined. In all cases, glaucoma was compensated, the initial stage was observed in 42 %, developed — in 31.5 %, advanced — in 21 %, terminal — in 5.5 % of cases. The control group consisted of 18 healthy eyes. IOP was studied taking into account the biomechanical properties of the fibrous capsule of the eye bIOP, DA Ratio, Integr. Radius (IR), SP-A1, SSI. Statistical processing of the obtained results was carried out using the standard statistical analysis software package "SPSS 16.0 for Windows". The given parameters with normal distribution were presented in the format M ± m, where M is the mean value, m is the standard error of the mean. **Results.** JOAG patients were younger than the control group — 30.1 ± 1.5 and 37.0 ± 1.9 years, $p = 0.007$, there were 58 % men versus 42 % women. In JOAG, there was a greater axial length of the eye — 25.81 ± 0.34 and 23.29 ± 0.13 mm, $p = 0.000$. When comparing the level of IOP, no differences were found between JOAG and healthy eyes. The DA ratio and IR parameters did not differ between JOAG and healthy eyes, SP-A1 was higher in JOAG compared to a healthy eye, but this difference was not reliable $p = 0.384$. When comparing BGF between the groups, despite the higher values in JOAG — 16.68 ± 5.7 versus 7.44 ± 1.31 in the healthy eye, the difference is not significant, $p = 0.131$, but the dispersions for this indicator are not equal, $p = 0.003$. And only SSI was significantly lower in JOAG compared to the healthy eye — 0.93 ± 0.05 and 1.21 ± 0.05, $p = 0.000$, which is determined by the differences in the axial length (correlation between axial length and SSI $r = -0.622$, $p = 0.004$). **Conclusions/** Patients with JOAG differ from healthy eyes in increased axial length of the eye, in biomechanical indicators the difference was revealed only in SSI, which correlates with the axial length.

**Keywords:** juvenile open-angle glaucoma, central corneal thickness, tonometry, corneal-compensated pressure, biomechanical properties of the fibrous capsule of the eye

**For citation:** Malyshev A.V., Apostolova A.S., Sergienko A.A., Teshev A.F., Karapetov G.Yu., Ashkhamakhova M.K., Hatsukova B.N. Clinical Features of Juvenile Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):347–353. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-347-353

**Funding source:** 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 (NP 123-2024).

**There is no conflict of interests.**

Глаукома детского возраста — тяжелая патология органа зрения, в основе которой лежат аномалии строения угла передней камеры и дренажной системы глаза, препятствующие оттоку внутриглазной жидкости или значительно его затрудняющие. Всемирная ассоциация глаукоматологов (World Glaucoma Association, WGA) в 2013 г. приняла единую классификацию первичной детской глаукомы для стран Европы и США [1]. В зависимости от возраста манифестации выделяют неонатальную глаукому (0–1 мес.); инфантильную глаукому (1–24 мес.); отсроченно-манифестирующую глаукому (lateonset or laterecognized; старше 2 лет). Исследовательская сеть детской глаукомы (The Congenital Glaucoma Research Network, CGRN) предлагает подразделять детскую глаукому на первичную и вторичную [2]. Среди первичной детской глаукомы выделяют: врожденную (до 1 года); инфантильную (1–3 года) и ювенильную открытоугольную глаукому (обнаруживается в возрасте от 3 до 16 лет). Частота ювенильной открытоугольной глаукомы (ЮОУГ) по разным данным колеблется от 0,38 до 2 случаев на 100 тыс. населения в возрасте от 4 до 20 лет [3].

ЮОУГ классифицируется под общим термином «детская глаукома» и «первичная открытоугольная глаукома у взрослых», и, следовательно, ее доля в различных исследованиях различна. Исследования профиля детской глаукомы показали распространенность в 15 % в Южной Индии [4] и 16 % в Огайо [5]. Исследование, проведенное в Египте, показало, что ЮОУГ встречается только в 1 %

детской глаукомы [6]. Программа скрининга на первичную открытоугольную глаукому в Западной Африке показала, что 16 % диагностированных пациентов были в возрасте от 20 до 40 лет [7]. Goldwyn и соавт. показали, что у четверти подростков и молодых людей в возрасте от 10 до 35 лет, направленных на лечение по поводу глаукомы, была ювенильная открытоугольная глаукома [8].

Ювенильную открытоугольную глаукому можно рассматривать как подвид первичной открытоугольной глаукомы, которая диагностируется до 40 лет. Для нее свойственны постоянное или периодическое повышение ВГД более толерантного уровня, что приводит к оптической нейроретинопатии. Средний возраст начала заболевания составляет около 26 лет. Зачастую ЮООУГ характеризуется высоким внутриглазным давлением, при этом многим пациентам требуется хирургическое вмешательство, есть указания на возможности использования лазерного лечения [9].

Заболевание может быть семейным или несемейным, с различной встречаемостью в разных популяциях, и наиболее часто ассоциируется с мутациями миоцилина. Средний возраст постановки диагноза составляет 3-е десятилетие, преобладают мужчины, часто заболевание сочетается с миопией. Патофизиологические особенности, лежащие в основе заболевания, заключаются в незрелости путей оттока водянистой влаги, что чаще всего диагностируется при гониоскопии и оптической когерентной томографии переднего сегмента глаза [10].

Повышенное внутриглазное давление (ВГД) у детей и лиц молодого возраста влияет на биомеханическую структуру оболочек глаза, вызывая их растяжение, деформацию и дистрофические изменения. По мере развития заболевания нарастают изменения в сетчатке и сосудистой оболочке глаза, нарушаются гемодинамические процессы. Эти изменения носят отчасти защитный характер, так как за счет компенсаторного растяжения глаза воздействие повышенного уровня ВГД на зрительный нерв частично нивелируется на протяжении длительного времени без развития глаукомной оптической нейропатии [11].

Показатели прогрессирования среди пациентов с ЮООУГ сопоставимы с показателями первичной глаукомы у взрослых, но, поскольку заболевание поражает более молодых пациентов, прогнозируемая инвалидность от этого заболевания выше. Есть указания в литературе, что для контроля ВГД в случае ювенильной открытоугольной глаукомы в сочетании с миопией высокой степени рекомендована тонометрия по Маклакову грузом 5 грамм [12]. Ранняя диагностика, быстрое лечение и пожизненный мониторинг играют важную роль в предотвращении прогрессирования заболевания. Генная терапия, которая в настоящее время изучается, дает надежду на будущее.

**Цель** исследования: выявить особенности морфометрических и биомеханических параметров фиброзной оболочки глаза у пациентов с ювенильной открытоугольной глаукомой.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы 19 глаз 10 пациентов с ювенильной открытоугольной глаукомой. Начальная стадия наблюдалась в 42 % случаев, развитая — в 31,5 %, далекозашедшая — в 21 % и терминальная — в 5,5 % случаев. Все пациенты имели двустороннее поражение, один глаз респондента исключен из исследования ввиду необратимых изменений переднего отрезка глаза, не позволяющих оценить исследуемые параметры. Во всех случаях глаукома была компенсированной.

Группу контроля составили 18 здоровых глаз.

Диагностическое обследование включало визометрию, тонометрию, пахиметрию, гониоскопию, оптическую когерентную томографию (Cirrus HD-OCT 5000 (CarlZeiss)), стандартную автоматизированную периметрию (САП) (периметр TomeyAP-1000 по программе глаукома-скрининг). Биометрические параметры глаза исследованы с помощью прибора ZeissIOLMaster 700, стандартная бесконтактная тонометрия — прибора Reichert 7 CR с возможностью определения роговично-компенсированного давления. В комплекс обследования входил также осмотр лазерного хирурга с оценкой угла передней камеры (УПК) — степени его открытости (по Шафферу), степени и характера пигментации (класс пигментации по Шейе) и конфигурации корня радужной оболочки. Оценивали также особенности строения УПК, характерные для ЮООУГ: выраженность мезодермальных отростков радужки, характер прикрепления радужной оболочки, тип строения радужной оболочки, наличие крипт радужки, прикорневую дистрофию, визуализацию сосудов [10].

Томографию роговицы и биомеханические параметры определяли с помощью Pentacam (Oculus) и CorVis ST соответственно. Оценивали следующий биомеханический параметр: DA Ratio, определяемый как амплитуда деформации центральной вершины роговицы, деленная на среднюю деформацию двух точек, расположенных на расстоянии 2 мм по обе стороны от вершины (назально и темпорально), что позволяет судить о степени жесткости роговицы. Чем жестче роговица, т.е. более устойчива к деформациям, тем меньше разброс значений в центре и 2-миллиметровой зоне и тем выше уровень ВГД и показатель DA ниже. Эластичная роговица, наоборот, за счет способности к деформациям нивелирует скачки ВГД и тем самым компенсирует возможный рост ВГД.

Integr. Radius (IR) — радиус роговицы, вписанный в вогнутую поверхность, или обратное значение вписанного радиуса кривизны роговицы. Рассчитывается центральный радиус кривизны роговицы во время вогнутой фазы деформации, затем рассчитывается обратный радиус (1/R) и площадь под ним, определяется кривая зависимости радиуса от времени. Эта область называется интегрированным радиусом, чем меньше вдавливание (т.е. «жесткая» роговица), тем больше радиус вдавления, следовательно, обратное значение этого радиуса меньше.

SP-A1 — параметр жесткости для количественной оценки сопротивления роговицы деформации, определяемый как отношение нагрузки давления на роговицу к смещению между вершиной недеформированной роговицы и отклонению при первой апланации, который измеряется в мм рт. ст. Этот параметр описывают как смещение между вершиной роговицы в недеформированном состоянии и смещением роговицы при первой апланации и считают его полезным индикатором устойчивости роговицы к деформации. Данный показатель отражает жесткость роговицы и внутреннюю биомеханику.

У представленных выше трех биомеханических показателей (DA ratio, Integr. Radius и SP-A1) на протоколе исследования, помимо числовых значений, представлено стандартное отклонение (SD) от средних значений нормативной базы. В случае если SD стремится к нулевому значению, это свидетельствует о среднем значении жесткости и косвенно — о толерантном ВГД, если SD отклоняется в отрицательные значения, мы имеем дело с увеличением жесткости ткани, и наоборот. Stress Strain Index (SSI) — индекс напряжения и деформации, используется для оценки внутренней жесткости материала (ткани роговицы). Этот фактор был принят за 1,0 для среднего экспериментального поведения, полученного для ткани роговицы пациента в возрасте 50 лет [13], который основан на входных и выходных параметрах численного моделирования ЦТР, биомеханически скорректированного ВГД и SP (параметра жесткости) при максимальной вогнутости роговицы. BGF — биомеханический глаукомный фактор и показатель, характеризующий риск развития глаукомы при низких цифрах ВГД. Его определение можно считать скринингом на глаукому низкого давления. Полученные значения BGF корректны только в случае нормального офтальмотонуса, по представленной шкале значения до 0,25 — риска развития глаукомы нет, 0,25–0,5 — минимальный риск развития глаукомы, более 0,5 — высокий риск развития глаукомы при низком ВГД.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием стандартного пакета программ статистического анализа «SPSS 16.0 for Windows» с обработкой данных методами вариационной статистики, включающими вычисление средних значений, стандартных отклонений, ошибок средних, коэффициента корреляции Пирсона. Критический уровень статистической значимости составлял менее 0,05. Приводимые параметры с нормальным распределением представлены в формате $M \pm m$, где $M$ — среднее значение, $m$ — стандартная ошибка среднего.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования мужчин было больше — 58 % против 42 % женщин. Пациенты с ЮОУГ отличались от здоровых лиц по возрасту и значению переднезадней оси глаза, что отражено в таблице 1.

Их данных таблицы следует, что пациенты, страдающие глаукомой в более молодом возрасте, чем в контроле, также отличаются бóльшим значением переднезадней оси глаза. Эти результаты согласуются с данными работ, проведенных ранее. Так, Y. Kwun и соавт. [14] показали, что среди заболевших преобладают мужчины (64 %) и лица с миопической рефракцией. В другом исследовании, в котором возраст участников был в среднем 3,5 года, лица мужского пола составили 56,65 % [15]. В этом же исследовании, в котором возраст пациентов был больше: с двусторонней глаукомой около 28 лет, с односторонней около 23 лет, авторы указывают среднюю ЦТР у пациентов около 537 мкм, что соответствует среднестатистическим цифрам, но отличается в меньшую сторону от полученных нами значений [15]. В других ранних исследованиях есть упоминания, что ЦТР при ювенильной глаукоме меньше в сравнении со здоровыми глазами, однако в данном случае речь идет о детях возраста 11 лет с близорукостью [16]. Вместе с тем в одном из исследований получены данные о том, что не было различий ЦТР у пациентов с ювенильной глаукомой и глазной гипертензией, однако получены данные о том, что при ЮОУГ снижена плотность эндотелиальных клеток [17].

В рамках нашего исследования был проведен анализ уровня ВГД в глазах с ЮОУГ и в здоровых глазах (табл. 2).

**Таблица 1.** Различия в возрасте и морфометрических показателях глаза у пациентов с ЮОУГ и здоровых лиц

**Table 1.** Differences in age and morphometric parameters of the eye in patients with JOAG and healthy individuals

| | ЮОУГ / JOAG | ГК / Control group | Достоверность различий между группами / Reliability of differences between groups, *p* |
|---|---|---|---|
| Возраст, лет / Age, year | 30,1 ± 1,5 | 37,0 ± 1,9 | 0,007 |
| ЦТР, мкм / CCT, mkm | 558,3 ± 6,82 | 566,9 ± 6,3 | 0,364 |
| ПЗО, мм / AxL, mm | 25,81 ± 0,34 | 23,29 ± 0,13 | 0,000 |

Примечание: ЮОУГ — ювенильная открытоугольная глаукома, ГК — группа контроля, включающая здоровых пациентов, ЦТР — центральная толщина роговицы, ПЗО — переднезадняя ось глаза.
Note: JOAG — juvenile open angle glaucoma, CCT — central corneal thickness, AxL — axial length.

**Таблица 2.** Сравнение уровня ВГД, полученного методом стандартной бесконтактной тонометрии, и биомеханически скорректированного ВГД при ЮОУГ и в здоровых глазах

**Table 2.** Comparison of IOP levels obtained by standard non-contact tonometry and biomechanically corrected IOP in JOAG and healthy eyes

| | ЮОУГ / JOAG | ГК / Control group | Достоверность различий между группами / Reliability of differences between groups, *p* |
|---|---|---|---|
| ВГД Ро, мм рт. ст. / IOP Po, mm Hg | 20,94 ± 1,90 | 18,35 ± 0,70 | 0,222 |
| bIOP, мм рт. ст. / mmHg | 18,42 ± 1,30 | 16,37 ± 0,60 | 0,151 |

Примечание: ВГД Ро — ВГД, измеренное методом стандартной бесконтактной тонометрии; bIOP — ВГД с учетом биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза.
Note: JOAG — juvenile open angle glaucoma, IOP Po — intraocular pressure, measured by standard non-contact tonometry; bIOP — IOP taking into account the biomechanical properties of the fibrous capsule of the eye.

Их данных таблицы следует, что различий по уровню ВГД, полученному разными методиками, не выявлено, что позволяет корректно сравнивать биомеханические показатели, которые во многом зависят от ВГД. При этом на основании результатов теста Леве ($p$ = 0,064) в группе bIOP мы можем сделать вывод о неравенстве дисперсий, что говорит о том, что биомеханически скорректированное ВГД различается между группами, тогда как в случае ВГД Po $p$ = 0,196 и дисперсии равны.

При анализе биомеханических особенностей ювенильной открытоугольной глаукомы в сравнении с контролем были получены данные, представленные в таблице 3.

Не были выявлены критерии, которые бы разительно отличали ЮОУГ от здорового глаза. Из данных таблицы следует, что параметры жесткости роговицы не различаются, и это закономерно, так как названные показатели зависят от уровня ВГД и ЦТР, которые не различаются между группами. Показатель ответа склеры на деформацию роговицы SP-A1 имеет более высокие значения при ЮОУГ, что говорит о повышенной ригидности фиброзной оболочки глаза, но данное различие не носит достоверный характер при равенстве дисперсий $p$ = 0,64. Этот показатель также зависит от офтальмотонуса и толщины роговицы в центральной зоне [18]. При сравнении показателя BGF между группами на основании теста Левена, который составил $p$ = 0,003, мы можем сделать вывод о неравенстве дисперсий, что говорит о том, что биомеханический глаукомный фактор различается между группами, хотя при более высоком значении при ЮОУГ различия между группами не достоверны. Единственный показатель, который отличается между пациентами с ЮОУГ и людьми со здоровыми глазами — индекс SSI, который достоверно ниже при глаукоме. Этот параметр не связан с уровнем ВГД, однако снижается при возрастании ПЗО. Помимо того, есть указания в работах зарубежных авторов на факт зависимости SSI от возраста [13], однако в нашей группе такой зависимости не выявлено, $r$ = -0,213, $p$ = 382, потому более низкие значения в нашем случае определяются различиями в аксиальной длине глаза, корреляция между ПЗО и SSI в нашем случае составила $r$ = -0,622, $p$ = 0,004.

Имеются единичные указания в отечественной литературе на биомеханические изменения при ЮОУГ, которые определяли ориентировочно по методике Г.В. Шкребец с помощью оценки показателя деформации роговицы (ПДР) [19]. Авторы делают вывод, что рост ПЗО глаза, уменьшение ЦТР, увеличение ПДР, расширение экскавации ДЗН указывают на значительные изменения биомеханических свойств фиброзной оболочки растущего глаза с ювенильной глаукомой [20].

Кроме одной из причин развития болезни, которая заключается в нарушения тока внутриглазной жидкости, вероятной причиной развития и прогрессирования

**Таблица 3.** Биомеханические характеристики фиброзной оболочки глаза у пациентов ЮОУГ и здоровых глазах

**Table 3.** Biomechanical characteristics of the fibrous capsule of the eye in patients with JOAG and healthy eyes

| Группы/ group / Показатели/ parameters | ЮОУГ / JOAG | ГК / Control group | Достоверность отличий между группами / Reliability of differences between groups, $p$ |
|---|---|---|---|
| DA ratio | 4,04 ± 0,10 | 4,02 ± 0,08 | 0,884 |
| Integr. Radius (R), мм / mm | 7,61 ± 0,30 | 7,63 ± 0,23 | 0,975 |
| SP-A1, мм рт. ст. / mm Hg | 122,59 ± 4,20 | 115,64 ± 6,77 | 0,384 |
| SSI | 0,93 ± 0,05 | 1,21 ± 0,05 | 0,000 |
| BGF | 16,68 ± 5,70 | 7,44 ± 1,31 | 0,131 |

Примечание: ЮОУГ — ювенильная открытоугольная глаукома, ГК — группа контроля, DA Ratio — соотношение между амплитудой деформации роговицы на вершине и в 2-миллиметровой зоне, Integr. Radius (R) — радиус роговицы, вписанный в вогнутую поверхность; SP-A1 — разность между силой воздушного импульса на поверхности роговицы и биомеханически скорректированным ВГД; SSI — индекс напряжения-деформации; BGF — биомеханический глаукомный фактор.
Note: JOAG — juvenile open angle glaucoma, DA Ratio — the ratio between the amplitude of deformation of the cornea at the apex and in the 2-millimeter zone, Integr. Radius (IR) — radius of the cornea inscribed in a concave surface; SP-A1 — difference between the strength of the air pulse on the surface of the cornea and the biomechanically corrected IOP; SSI — stress-strain index.

являются генетические нарушения с изменением гомеостаза в ганглиозных клетках сетчатки или в волокнах зрительного нерва, что приводит к нарушениям структурной целостности этих тканей и в итоге к нейропатии, независимо от повышения ВГД [21]. Помимо этого, есть указания на гемодинамические сдвиги, нарушение вязкости крови при ЮОУГ [22].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При анализе поученных данных оказалось, что лица, страдающие ЮОУГ, были моложе контрольной группы — 30,1 ± 1,5 и 37,0 ± 1,9 года соответственно, $p$ = 0,007. По результатам исследования мужчин было больше — 58 %, женщин — 42 %. Пациенты с ЮОУГ отличались от людей со здоровыми глазами большей аксиальной длиной глаза — 25,81 ± 0,34 и 23,29 ± 0,13 мм соответственно, $p$ = 0,000. При этом отличий в толщине роговицы в центральной зоне не выявлено — 558,3 ± 6,82 и 566,9 ± 6,3 мкм соответственно, $p$ = 0,364, хотя в ранее выполненных исследованиях есть указания на то, что ЦТР при ювенильной глаукоме меньше.

При сравнении уровня ВГД, полученного разными методиками, различий между компенсированной ЮОУГ и здоровыми глазами не найдено — ВГД Po $p$ = 0,222, bIOP $p$ = 0,15.

Не были выявлены критерии, которые бы разительно отличали ЮОУГ от здорового глаза. Параметры жесткости роговицы между ЮОУГ и здоровыми глазами не различались — DA ratio $p$ = 0,884, Integr. Radius $p$ = 0,975. Показатель SP-A1 характеризуется более высокими значениями при ЮОУГ с сравнении со здоровым глазом 122,59 ± 4,2 и 115,64 ± 6,77 соответственно,

но это различие недостоверно, $p$ = 0,384. При сравнении показателя BGF между группами, несмотря на более высокие значения показателя при ЮОУГ, 16,68 ± 5,7 против 7,44 ± 1,31 в здоровом глазу, данное различие не достоверно, $p$ = 0,131, однако по данному показателю дисперсии не равны, $p$ = 0,003. И единственный показатель, который отличается у пациентов с ЮОУГ и здоровыми глазами, — индекс SSI был достоверно ниже при глаукоме — 0,93 ± 0,05 и 1,21 ± 0,05 соответственно, $p$ = 0,000, что определяется различиями в аксиальной длине глаза, корреляция между ПЗО и SSI в нашем случае составила $r$ = -0,622, $p$ = 0,004.

## ВЫВОДЫ

Пациенты с ЮОУГ отличаются от здоровых лиц увеличенной аксиальной длинной глаза, для биомеханических показателей отличие выявлено только в отношении индекса SSI, который коррелирует с ПЗО.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малышев А.В. — концепция и дизайн исследования;
Апостолова А.С. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание статьи;
Карапетов Г.Ю. — сбор и обработка материала;
Тешев А.Ф. — сбор и обработка материала, написание статьи;
Сергиенко А.А. — написание статьи, редактирование;
Ашхамахова М.К. — редактирование;
Хацукова Б.Н. — редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. WeinrebRN, Grajewski A, Papadopoulos M, GrigJ, FreemanS. Childhood Glaucoma. World glaucoma Association (Consensus Series-9). Amsterdam: Kugler Publication; 2013.
2. Hoguet A, Grajewski A, Hodapp E, Chang TC. A retrospective survey of childhood glaucoma prevalence according to Childhood Glaucoma Research Network classification. Indian J Ophthalmol. 2016;64(2):118–123. doi: 10.4103/0301-4738.179716.
3. Mandal AK, Netland PN. The Pediatric Glaucomas. Edinburgh: Elsevier; 2006. 3. Weinreb RN, Grajewski A, Papadopoulos M, Grig J, Freeman S. Childhood Glaucoma. World glaucoma Association (ConsensusSeries-9). Amsterdam: Kugler Publication; 2013.
4. Senthil S, Badakere S, Ganesh J, Krishnamurthy R, Dikshit S, Choudhari N, Garudadri C, Mandal AK. Profile of childhood glaucoma at a tertiary center in South India. Indian J Ophthalmol. 2019 Mar;67(3):358–365. doi: 10.4103/ijo.IJO_786_18.
5. Bouhenni RA, Ricker I, Hertle RW. Prevalence and Clinical Characteristics of Childhood Glaucoma at a Tertiary Care Children's Hospital. J Glaucoma. 2019 Jul;28(7):655–659. doi: 10.1097/IJG.0000000000001259.
6. Mokbel TH, El Hefney EM, Hagras SM, AL Nagdy AA, Badawi AE, Kasem MA, El Shaer SM. Childhood glaucoma profile in Dakahelia, Egypt: aretrospective study. Int J Ophthalmol. 2018 Apr 18;11(4):674–680. doi: 10.18240/ijo.2018.04.23.
7. Tchabi S, Doutétien C, Amoussouga A, Babagbéto M, Lawani R, Déguénon J, Bassabi SK. Le tonus oculaire chez les Béninois: dépistage du glaucome primitif à angle ouvert [Intraocular pressure in the Benin: screening for primary open-angle glaucoma]. J Fr Ophtalmol. 2005 Jun;28(6):623–626. French. doi: 10.1016/s0181-5512(05)81106-4.
8. Goldwyn R, Waltman SR, Becker B. Primary open-angle glaucoma in adolescents and young adults. Arch Ophthalmol. 1970 Nov;84(5):579–582. doi: 10.1001/archopht.1970.00990040581004.
9. Михайлов Н.О., Горбунова Н.Ю., Поздеева Н.А. Лазерный гониосинехиолизис в лечении юношеской глаукомы. Современные технологии в офтальмологии. 2018;4:197–199. EDN: XTFTLF
   Mihailov NO, Gorbunova NU, Pozdeeva NA Laser goniosynechiolysis in the treatment of juvenile glaucoma. Modern technologies in ophthalmology. 2018:4:197–199 (In Russ.). EDN: XTFTLF
10. Selvan H, Gupta S, Wiggs JL, Gupta V. Juvenile-onset open-angle glaucoma — A clinical and genetic update. Surv Ophthalmol. 2022 Jul-Aug;67(4):1099–1117. doi: 10.1016/j.survophthal.2021.09.001.
11. Катаргина ЛА, Тарасенков АО, Мазанова ЕВ. Технология оценки зрительных функций у детей с врожденной глаукомой с целью прогнозирования и коррекции лечения. М.: Медицинская технология МНИИ им. Гельмгольца; 2009. Katargina LA, Tarasenkov AO, Mazanova EV. Technology for assessing visual functions in children with congenitalglaucoma in order to predict and correct treatment. Moscow: Medical technology Publ. of Helmholz Eye Reserch Intitute; 2009 (In Russ.).
12. Юлдашев АМ, Усенко ВА. Клинико-анатомические особенности глаза у пациентов с сочетанием миопии высокой степени и ювенильной глаукомы. РМЖ. Клиническая офтальмология. 2017;17(4): 244–247. EDNЖ ZWHSBL
    Yuldashev AM, Usenko VA. Clinical and anatomical features of the eye in patients with a combination of high myopia and juvenile glaucoma. RMJ. Clinical Ophthalmology. 2017;17(4):244–247 (In Russ.).
13. Eliasy A, Chen KJ, Vinciguerra R. Determination of Corneal Biomechanical Behavior in-vivo for Healthy Eyes Using CorVis ST Tonometry: Stress-Strain Index. Front Bioeng Biotechnol. 2019;7:105. Published 2019 May 16. doi: 10.3389/fbioe.2019.00105.
14. Kwun Y, Lee EJ, Han JC, Kee C. Clinical Characteristics of Juvenile-onset Open Angle Glaucoma. Korean J Ophthalmol. 2016 Apr;30(2):127–133. doi: 10.3341/kjo.2016.30.2.127.
15. Lopes NL, Gracitelli CPB, Rolim-de-Moura C. Childhood Glaucoma Profile in a Brazilian Tertiary Care Center Using Childhood Glaucoma Research Network Classification. J Glaucoma. 2021 Feb 1;30(2):129–133. doi: 10.1097/IJG.0000000000001712.
16. Elgin U, Şen E, Uzel M, Yılmazbaş P. Comparison of Refractive Status and Anterior Segment Parameters of Juvenile Open-Angle Glaucoma and Normal Subjects. Turk J Ophthalmol. 2018 Dec 27;48(6):295–298. doi: 10.4274/tjo.68915.
17. Urban B, Bakunowicz-Łazarczyk A, Michalczuk M, Krętowska M. Evaluation of corneal endothelium in adolescents with juvenile glaucoma. J Ophthalmol. 2015;2015:895428. doi: 10.1155/2015/895428.
18. Liu Q, Pang C, Liu C, Cheng W, Ming S, Du W, Feng X. Correlations among Corneal Biomechanical Parameters, Stiffness, and Thickness Measured Using Corvis ST and Pentacam in Patients with Ocular Hypertension. J Ophthalmol. 2022 Dec 3;2022:7387581. doi: 10.1155/2022/7387581.
19. Шкребец ГВ. Изучение биомеханических свойств фиброзной капсулы глаза при близорукости высокой степени с разным клиническим течением. Российский офтальмологический журнал. 2011;2:69–71.
    Shkrebets GV. Study of biomechanical properties of the fibrous capsule in high myopia with different clinical courses. Russian Ophthalmological Journal. 2011;2:69–71 (In Russ.).
20. Хамроева ЮА, Хамраева ЛС. Оптико-биометрические показатели глаза у детей при ювенильной глаукоме, сочетанной с миопией. Российский офтальмологический журнал. 2022;15(3):75–79. doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-75-79.
    Khamroeva YuA, Khamraeva LS. Optical and biometric indicators of the eye in children with juvenile glaucoma combined with myopia. Russian Ophthalmological Journal. 2022;15(3):75–79 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-3-75-79.
21. Тарасенков АО. Классификация, диагностика и лечение ювенильной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2021;137(4):123–127.
    Tarasenkov AO. Classification, diagnosis and treatment of juvenile glaucoma. Russian Annals of Ophthalmology. 2021;137(4):123–127 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2021137041123.
22. Шкребец ГВ, Овсянников ВГ. Новые результаты реологических исследований в патогенезе первичной ювенильной глаукомы при миопии высокой степени. Кубанский научный медицинский вестник. 2013;2(137):16–18.
    Shkrebetc GV, Ovsiannikov VG. New results of rheological studies in the pathogenesis of primary juvenile glaucoma in high myopia. Kuban Scientific Medical Bulletin 2013;2(137):16–18 (In Russ.).


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Малышев Алексей Владиславович
доктор медицинских наук, заведующий офтальмологическим отделением, главный офтальмолог Министерства здравоохранения Краснодарского края, заведующий кафедрой офтальмологии, профессор кафедры офтальмологии

Апостолова Анастасия Станиславовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, врач диагностического отделения, доцент кафедры офтальмологии

Сергиенко Алексей Анатольевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей квалификационной категории, доцент кафедры офтальмологии


## ABOUT THE AUTHORS


Malyshev Alexey V.
PhD, MD, head of the Ophthalmology Department, chief ophthalmologist of the Ministry of Health of the Krasnodar Territory, head of the Department of Ophthalmology, Professor of the Department of Ophthalmology

Apostolova Anastasiya S.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category, ophthalmologist of the Diagnostic Department, Associate Professor

Sergienko Aleksey A.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category, Associate Professor

Тешев Адам Феликсович
врач-офтальмолог высшей квалификационной категории,
заведующий глазным отделением, главный офтальмолог
Министерства здравоохранения Республики Адыгея

Карапетов Гарри Юрьевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог высшей
квалификационной категории, доцент кафедры офтальмологии

Ашхамахова Марина Кадыровна
врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии

Хацукова Белла Нальбиевна
врач-офтальмолог, ассистент кафедры офтальмологии

Teshev Adam F.
ophthalmologist of the highest qualification category,
head of the Eye Department

Karapetov Garry Yu.
PhD, ophthalmologist of the highest qualification category,
Associate Professor

Ashhamahova Marina K.
ophthalmologist of the Ophthalmology Department,
assistant of the Ophthalmology Department

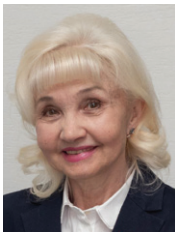
Hatsukova Bella N.
ophthalmologist, assistant of the Ophthalmology Department

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-354-359*

*поступила 08.05.24*
*was received 08.05.24*

# Изменения микроциркуляции диска зрительного нерва у пациентов с глаукомой нормального давления и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы






А.Ш. Загидуллина[1] А.И. Арсланова[1,2] В.У. Галимова[1] А.А. Александров[2]

[1] ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ленина, 3, Уфа, 450008, Российская Федерация

[2] ГБУЗ Республики Башкортостан «Городская клиническая больница № 8»
ул. 40 лет Октября, 1, Уфа, 450112, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):354–359**

Глаукома нормального (низкого) давления (ГНД) — одна из труднодиагностируемых клинических форм первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). Одним из важных звеньев патогенеза данной патологии является нарушение кровоснабжения зрительного нерва и сетчатки. **Целью** работы явилось изучение с помощью оптической когерентной томографии с ангиографией (ОКТА) показателей сосудистой плотности диска зрительного нерва (ДЗН) у пациентов с впервые выявленной ГНД и гипертензивной формой ПОУГ. **Пациенты и методы.** Представлены данные 65 больных (65 глаз) с впервые выявленной ГНД, 88 пациентов (88 глаз) с гипертензивной формой ПОУГ и 50 соматически здоровых человек без глаукомы (50 глаз) в возрасте от 45 до 65 лет диспансерно-амбулаторного отделения микрохирургии глаза ГБУЗ РБ ГКБ № 8 г. Уфы. Всем исследуемым проведено офтальмологическое обследование, включающее ОКТА диска зрительного нерва с измерением сосудистой плотности с помощью протокола Angio Disc 4,5×4,5 мм на аппарате Optovue XR Avanti с функцией AngioVue (Optovue, США). По результатам исследования у пациентов с начальной стадией ГНД выявлено снижение показателей сосудистой плотности ДЗН в сравнении со здоровыми лицами. В развитой стадии ГНД плотность микроциркуляции перипапиллярной области была снижена во всех исследуемых секторах ДЗН и коррелировала с толщиной СНВС в верхнем секторе ($r$ = 0,404, $p$ < 0,05). У пациентов с ПОУГ по сравнению с ГНД наблюдались более выраженные изменения микроциркуляции ДЗН как в начальной, так и в развитой стадии заболевания. Плотность микроциркуляции перипапиллярной области коррелировала с толщиной сетчатки в верхнем секторе на ранней стадии ($r$ = 0,324, $p$ < 0,05), в нижнем секторе — на I и II стадиях заболевания ($r$ = 0,322, $p$ < 0,05 и $r$ = 0,316, $p$ < 0,05 соответственно). **Заключение.** Применение ОКТА ДЗН позволяет выявить микроциркуляторные изменения как у пациентов с гипертензивной формой первичной открытоугольной глаукомы, так и с глаукомой нормального давления.

**Ключевые слова:** глаукома нормального (низкого) давления, оптическая когерентная томография с ангиографией, плотность микроциркулярции, первичная открытоугольная глаукома

**Для цитирования:** Загидуллина А.Ш., Арсланова А.И., Галимова В.У., Александров А.А. Изменения микроциркуляции диска зрительного нерва у пациентов с глаукомой нормального давления и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы. *Офтальмология.* 2025;22(2):354–359. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-354-359

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# The Microcirculatiory Changes of the Optic Nerve Disc in Patients with Normal Tension Glaucoma in Comparison High Tension Glaucoma

A.Sh. Zagidullina[1], A.I. Arslanova[1,2], V.U. Galimova[1], A.A. Aleksandrov[2]

[1] Bashkir State Medical University
Lenina str., 3, Ufa, 450008, Russian Federation

[2] City Clinical Hospital No. 8
40 let Oktyabrya str., Ufa, 450112, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):354–359**

Normal tension glaucoma (NTG) is one of the difficult-to-diagnose clinical forms of primary open-angle glaucoma (POAG). One of the important links in the pathogenesis of this pathology is a violation of the blood supply to the optic nerve and retina. **Purpose.** Comparitive study using optical coherence tomography with angiography (OCTA), indicators of vessel density of the optic nerve head (ONH) in patients with newly diagnosed NTG and hypertensive form of POAG. The material was based on the data of 65 patients (65 eyes) with newly diagnosed NTG, 88 patients (88 eyes) with a hypertensive form of POAG and 50 healthy people without glaucoma (50 eyes) aged 45 to 65 years at the Eye Microsurgery Department in Hospital 8 (Ufa). All subjects underwent an ophthalmological examination, including OCTA of the optic nerve head with measurement of vessel density using the Angio Disc 4.5×4.5 mm protocol on the Optovue XR Avanti device with the AngioVue function (Optovue, USA). According to the results of the study, in patients with the initial stage of NTG, a decrease in the vessel density of the ONH was revealed in comparison with healthy individuals. In the advanced stage NTG the vessel density of the peripapillary region was reduced in all sectors of the ONH and correlated with the thickness of the RNFL in the upper sector ($r = 0.404$, $p < 0.05$). In patients with POAG, compared with NTG, more pronounced changes in the microcirculation of the ONH were observed in both stages of the disease. The vessel density of the peripapillary region correlated with the thickness of the retina in the upper sector at the early stage ($r = 0.324$, $p < 0.05$), in the lower sector — in stages I and II of the disease ($r = 0.322$, $p < 0.05$ and $r = 0.316$, $p < 0.05$, respectively). **Conclusion.** The OCTA of the ONH makes possible to detect microcirculatory changes at an early stage of the disease in patients with the hypertensive form of primary open-angle glaucoma and in patients with normal tension glaucoma.

**Keywords:** normal tension glaucoma, optical coherence tomography angiography, vessel density, primary open-angle glaucoma

**For citation:** Zagidullina A.Sh., Arslanova A.I., Galimova V.U., Aleksandrov A.A.The Microcirculatiory Changes of the Optic Nerve Disc in Patients with Normal Tension Glaucoma in Comparison High Tension Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 354–359. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-354-359

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

В последние годы активно изучают изменения микроциркуляции диска зрительного нерва (ДЗН) у пациентов с глаукомой нормального давления (ГНД). Кровоснабжение ДЗН осуществляется на 4 уровнях: в поверхностном слое нервных волокон, преламинарном, ламинарном и ретроламинарном. Поверхностный слой нервных волокон кровоснабжается ретинальными артериолами [1]. Преламинарный отдел получает питание от перипапиллярной хориоидеи [2], ламинарный уровень — от центростремительных веточек задних коротких цилиарных артерий (ЗКЦА) или через круг Цинна — Галлера [3], ретроламинарный — из центропетальной системы перипапиллярной хориоидеи и круга Цинна — Галлера (или ЗКЦА) и центрофугальной сосудистой системы интраокулярной части центральной артерии сетчатки [4].

На сегодняшний день метод «Spectral-Domain оптическая когерентная томография» (SD-ОКТ) позволяет визуализировать кровеносные сосуды перипапиллярной области ДЗН на уровне слоя нервных волокон сетчатки (СНВС), представленные радиальным перипапиллярным сплетением (Radial Peripappilary Capillaries, RPC) [5]. Во многих исследованиях зарубежных и отечественных авторов выявлено снижение показателей сосудистой плотности (Vessel Density, VD, %) на уровне RPC как у пациентов с ГНД, так и при гипертензивной форме первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). В исследованиях N.K. Scripsema и соавт., M. Arish и соавт. показатели сосудистой плотности ДЗН были значительно ниже у пациентов с ПОУГ в сравнении с ГНД, несмотря на отсутствие различий средней толщины СНВС, параметров статической автоматической периметрии (САП) и толщины роговицы в центральной области (ЦТР) [6]. H. Xu и соавт. продемонстрировали, что у пациентов с ГНД уровень VD был значительно ниже, чем в глазах с ПОУГ [7]. В работах K.D. Bojilian и соавт. достоверных различий в кровоснабжении ДЗН у пациентов с ГНД и ПОУГ не выявлено [8].

**Цель исследования** — изучить с помощью ОКТА показатели сосудистой плотности ДЗН у пациентов с впервые выявленной ГНД и гипертензивной формой ПОУГ.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В диспансерно-амбулаторном отделении микрохирургии глаза ГБУЗ РБ ГКБ № 8 г. Уфы обследованы 65 больных (65 глаз) с впервые выявленной глаукомой низкого давления в возрасте от 45 до 65 лет (первая группа). Вторую группу обследуемых составили 88 пациентов (88 глаз) с гипертензивной формой ПОУГ (далее ПОУГ). В контрольную группу вошли 50 соматически здоровых человек без глаукомы (50 глаз). Все обследуемые были сопоставимы по полу и возрасту.

Диагноз глаукомы устанавливали при наличии глаукомной оптической нейрооптикопатии по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) и характерных изменений полей зрения с открытым углом передней камеры. Уровень ВГД по методу Маклакова для пациентов с ГНД не превышал $P_t \leq 25$ мм рт. ст., с ПОУГ — был более $P_t > 25$ мм рт. ст.

В группу невключения вошли пациенты с сопутствующей соматической патологией (сахарный диабет, хронические аутоиммунные или онкологические заболевания, острые нарушения мозгового кровообращения, черепно-мозговые травмы в анамнезе), с аномалиями рефракции средней и высокой степени, с ранее перенесенными воспалительными заболеваниями глаза, а также с предшествующими хирургическими вмешательствами на органе зрения.

Всем лицам было проведено стандартное офтальмологическое обследование (визометрия, офтальмотонометрия по Маклакову, компьютерная периметрия (Tomey AP-1000, Германия), гониоскопия, офтальмоскопия, ОКТ-пахиметрия). Дополнительное обследование включало проведение ОКТ ДЗН, а также ОКТА диска зрительного нерва с измерением сосудистой плотности с помощью протокола Angio Disc 4,5×4,5 мм на аппарате Optovue XR Avanti с функцией AngioVue (Optovue, США).

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программы IBM SPSS Statistics v.23. Для оценки нормальности распределения выборки использовали тест Шапиро — Уилка. Применили стандартные методы описательной статистики с вычислением критерия Манна — Уитни для независимых выборок с ненормальным распределением. Для изучения корреляции показателей был использован коэффициент Спирмена.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Начальная стадия заболевания была выявлена у 35 пациентов (35 глаз) с впервые выявленной ГНД и у 43 (43 глаза) — с ПОУГ. Развитую стадию диагностировали у 30 лиц (30 глаз) с ГНД и у 45 (45 глаз) — с гипертензивной формой ПОУГ.

Показатели статической автоматической периметрии у больных с начальной и развитой стадиями ГНД и ПОУГ достоверно не различались и были достоверно ниже в сравнении с контрольной группой (табл. 1).

По данным ОКТ ДЗН отмечались достоверно более низкие показатели слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) перипапиллярно в обеих исследуемых группах в сравнении с контрольной. В начальной стадии заболевания статистически значимые различия между группами ГНД и ПОУГ выявлены в нижнем секторе ДЗН, в развитой стадии — во всех исследуемых секторах (табл. 2).

Показатели сосудистой плотности ДЗН у лиц с начальной стадией ГНД и ПОУГ представлены в таблице 3.

Было выявлено, что у пациентов с ГНД в сравнении со здоровыми лицами показатель VD был достоверно ниже во всех исследуемых секторах, кроме верхне-височного. Достоверные различия при сравнении с гипертензивной формой ПОУГ зарегистрированы в верхней гемисфере и верхне-носовом секторе ДЗН.

**Таблица 1.** Средние показатели САП у пациентов с ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$

**Table 1.** Average SAP indicators in patients with NTG and POAG, $M \pm \sigma$

| Показатель САП, дБ / SAP indicators, db | ГНД, I стадия / NTG I stage ($n = 35$) | ПОУГ, I стадия / POAG I stage ($n = 43$) | ГНД, II стадия / NTG II stage ($n = 30$) | ПОУГ, II стадия / POAG II stage ($n = 45$) | Контроль / Control ($n = 50$) |
|---|---|---|---|---|---|
| Mean Deviation (MD) | –3,92* ± 0,87 | –2,46* ± 0,55 | –9,45* ± 1,44 | –8,30* ± 1,86 | –0,85 ± 0,40 |
| Pattern Deviation (PD) | 5,33* ± 1,01 | 5,36* ± 0,99 | 12,03* ± 2,60 | 12,60* ± 2,89 | 1,36 ± 0,90 |

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$.
Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0.05$.

**Таблица 2.** Показатели ОКТ ДЗН у пациентов с ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$

**Table 2.** OCT indicators in patients with NTG and POAG, $M \pm \sigma$

| Показатель / Indicator | ГНД, I стадия / NTG I stage ($n = 35$) | ПОУГ, I стадия / POAG I stage ($n = 43$) | ГНД, II стадия / NTG II stage ($n = 30$) | ПОУГ, II стадия / POAG II stage ($n = 45$) | Контроль / Control ($n = 50$) |
|---|---|---|---|---|---|
| RNFL average, μ | 91,63* ± 3,32 | 90,91* ± 5,49 | 81,10*# ± 1,30 | 64,89* ± 1,40 | 103,13 ± 5,60 |
| RNFL superior, μ | 91,68 ± 3,76 | 93,65* ± 4,71 | 82,76*# ± 1,50 | 67,77* ± 1,60 | 104,88 ± 5,50 |
| RNFL inferior, μ | 93,23*# ± 3,88 | 88,56* ± 4,92 | 78,59*# ± 1,30 | 62,25* ± 1,90 | 102,01 ± 5,70 |

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$; # достоверность различий показателей между группами ГНД и ПОУГ $p < 0,05$.
Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0.05$; # the differences with the indicator of the group with POAG are significant at the level of $p < 0.05$.

**Таблица 3.** Показатели сосудистой плотности ДЗН на уровне RPC у пациентов с I стадией ГНД и ПОУГ, $M \pm \sigma$ (%)

**Table 3.** Vessel density of ONH in patients with I stage NTG and POAG, $M \pm \sigma$ (%)

| Сектор исследования / Reserch sector | ГНД, I стадия / NTG I stage (*n* = 35) | ПОУГ, I стадия / POAG I stage (*n* = 43) | Контроль / Control (*n* = 50) |
|---|---|---|---|
| Whole image | 45,70* ± 1,10 | 49,03* ± 1,70 | 55,90 ± 1,89 |
| Inside disc | 50,40* ± 1,03 | 52,35 ± 1,10 | 54,50 ± 1,99 |
| Perypapillary | 45,60* ± 2,01 | 48,30* ± 1,45 | 52,30 ± 1,97 |
| Superior Hemi | 46,50*# ± 2,20 | 51,30* ± 1,53 | 58,10 ± 1,63 |
| Inferior Hemi | 47,40* ± 2,30 | 49,40 ± *1,87 | 52,50 ± 1,58 |
| Nasal Superior | 42,34*# ± 1,90 | 46,60* ± 1,90 | 51,40 ± 1,95 |
| Nasal Inferior | 42,00* ± 1,97 | 41,20* ± 2,30 | 48,80 ± 1,98 |
| Tempo Inferior | 50,73* ± 1,89 | 54,50 ± 2,20 | 55,20 ± 1,57 |
| Tempo Superior | 51,98 ± 1,99 | 55,90 ± 2,50 | 55,90 ± 2,02 |

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$; # достоверность различий показателей между группами ГНД и ПОУГ $p < 0,05$.
Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0.05$; # the differences with the indicator of the group with POAG are significant at the level of $p < 0.05$.

**Таблица 4.** Показатели сосудистой плотности ДЗН на уровне RPC у пациентов со II стадией ГНД и ПОУГ, M ± σ (%)

**Table 4.** Vessel density of ONH in patients with II stage NTG and POAG, M ± σ (%)

| Сектор исследования / Reserch sector | ГНД, II стадия / NTG II stage (n = 30) | ПОУГ, II стадия / POAG II stage (n = 45) | Контроль / Control (n = 50) |
|---|---|---|---|
| Whole image | 43,50*# ± 1,50 | 33,20* ± 1,03 | 55,90 ± 1,89 |
| Inside disc | 48,90*# ± 2,30 | 43,70* ± 1,98 | 54,50 ± 1,99 |
| Perypapillary | 44,80*# ± 2,60 | 35,80* ± 1,60 | 52,30 ± 1,97 |
| Superior Hemi | 44,00*# ± 1,08 | 37,20* ± 0,87 | 58,10 ± 1,63 |
| Inferior Hemi | 45,70*# ± 2,00 | 34,60* ± 1,20 | 52,50 ± 1,58 |
| Nasal Superior | 40,90*# ± 4,60 | 34,20* ± 5,60 | 51,40 ± 1,95 |
| Nasal Inferior | 42,20*# ± 5,23 | 33,10* ± 5,50 | 48,80 ± 1,98 |
| Tempo Inferior | 48,40*# ± 1,02 | 36,60* ± 5,00 | 55,20 ± 1,57 |
| Tempo Superior | 49,40*# ± 3,60 | 41,80* ± 4,60 | 55,90 ± 2,02 |

Примечание: * достоверность различий показателей при сравнении с контрольной группой $p < 0,05$; # достоверность различий показателей между группами ГНД и ПОУГ $p < 0,05$.
Note: * the differences with the indicator of the control group are significant at the level of $p < 0.05$; # the differences with the indicator of the group with POAG are significant at the level of $p < 0.05$.

При исследовании показателя VD в развитой стадии глаукомной оптической нейрооптикопатии обнаружены более низкие значения у больных с гипертензивной формой ПОУГ (табл. 4). При этом достоверные различия в сравнении с ГНД наблюдались во всех исследуемых секторах.

У пациентов с начальной и развитой стадией ГНД корреляционных связей между показателями сосудистой плотности ДЗН с параметрами САП выявлено не было.

У больных в начальной стадии ГНД достоверных корреляций между показателями VD ДЗН и толщиной СНВС определено не было. В глазах с развитой стадией ГНД была зарегистрирована прямая корреляционная связь слабой силы между показателем VD перипапиллярной области и толщиной СНВС в верхнем секторе ДЗН ($r = 0,404$, $p < 0,05$) (рис. 1).

У пациентов со II стадией ГНД обнаружена прямая корреляционная связь слабой силы показателей сосудистой плотности с толщиной СНВС в верхнем секторе ДЗН ($r = 0,467$, $p < 0,05$) (рис. 2).

У пациентов с начальной стадией ПОУГ зарегистрирована положительная связь слабой силы между показателем VD перипапиллярной области с толщиной СНВС в верхнем и нижнем секторах ДЗН ($r = 0,324$, $p < 0,05$ и $r = 0,322$, $p < 0,05$) (рис. 3А, Б).

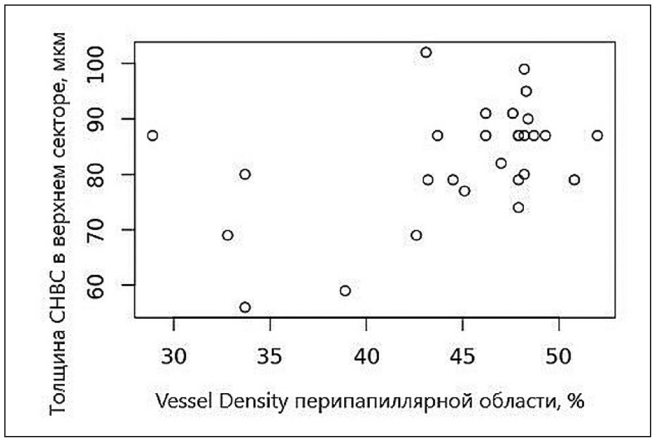



**Рис. 1.** Линейные зависимости показателей VD перипапиллярной области с толщиной СНВС в верхнем секторе ДЗН у пациентов со II стадией ГНД

**Fig. 1.** Linear dependence of VD indicators in the peripapillary region with the thickness of the RNFL in the upper sector of the ONH in patients with II stage NTG

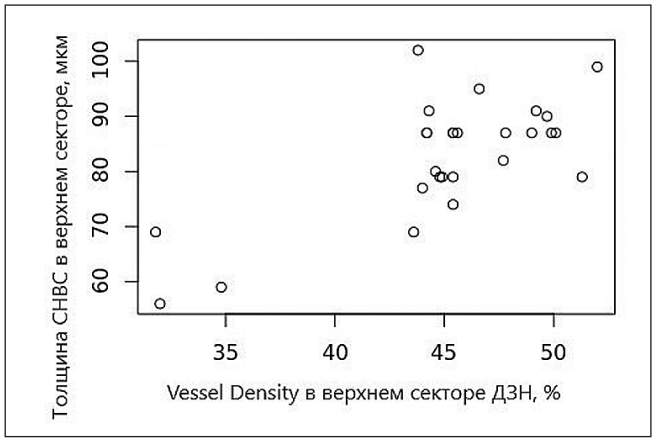



**Рис. 2.** Линейные зависимости показателей VD верхнего сектора ДЗН с толщиной СНВС у пациентов со II стадией ГНД

**Fig. 2.** Linear dependences of VD in the upper sector ONH with the thickness of the RNFL in patients with II stage NTG

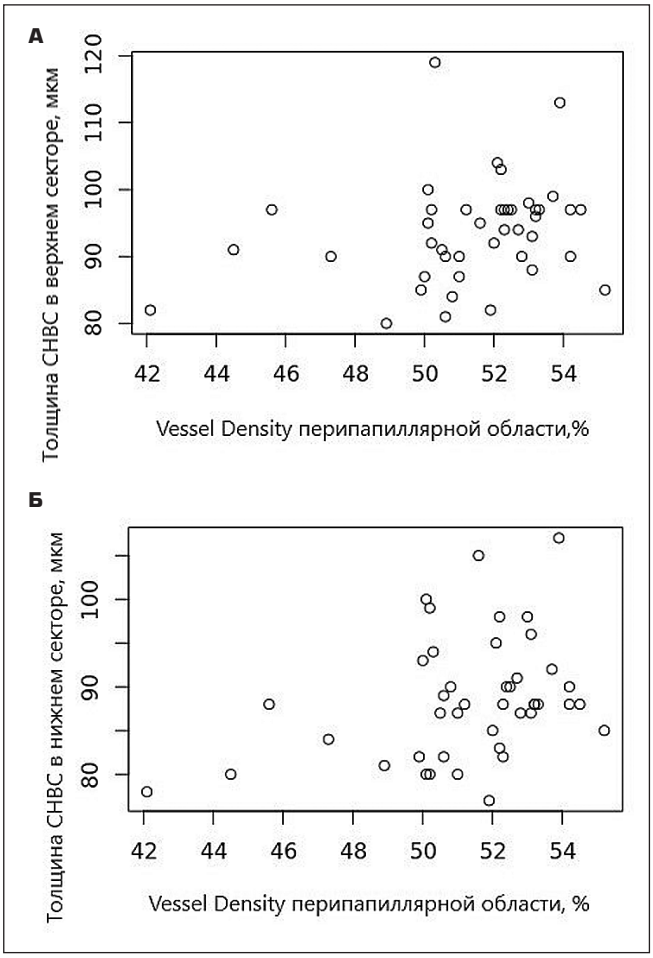



**Рис. 3.** Линейные зависимости показателей VD перипапиллярной области ДЗН и толщиной СНВС у пациентов с I стадией ПОУГ: А — в верхнем секторе; Б — в нижнем секторе

**Fig 3.** Linear dependences of VD in the peripapillary region ONH and the thickness of the RNFL in patients with I stage POAG: A — in the upper sector; Б — in the lower sector

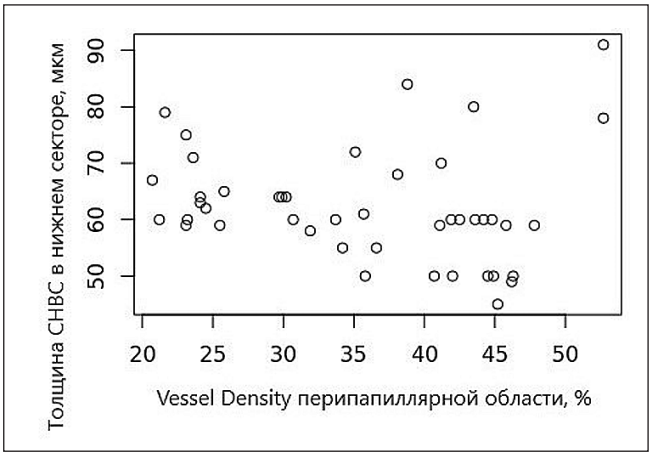



**Рис. 4.** Линейные зависимости показателей VD перипапиллярной области и толщиной СНВС в нижнем секторе ДЗН

**Fig. 4.** Linear dependence of VD in the peripapillary region and the RNFL thickness the lower sector of ONH

У пациентов со II стадией ПОУГ выявлена положительная корреляционная связь слабой силы между показателем сосудистой плотности перипапиллярной области и толщиной СНВС в нижнем секторе ДЗН ($r = 0{,}316$, $p < 0{,}05$) (рис. 4).

Полученные нами результаты согласуются с исследованиями отечественных и зарубежных авторов. В работах N.K. Scripsema и соавт. у пациентов с ГНД показатели сосудистой плотности ДЗН были ниже, чем в глазах без глаукомы, но превышали таковые при гипертензивной форме ПОУГ [6].

Рядом авторов была изучена ценность ОКТА ДЗН в диагностике глаукомных изменений кровотока по сравнению с соответствующими структурными параметрами. В исследованиях A. Yarmohammadi и соавт. изменения показателей сосудистой плотности ДЗН были диагностически значимы наряду с толщиной СНВС [9]. В работах H.C. Chen и соавт., напротив, толщина СНВС и кГКС макулярной области сетчатки имели более высокую диагностическую ценность по сравнению с показателями сосудистой плотности перипапиллярной области [10].

E.J. Lee и соавт. у больных с глаукомой установили сильную корреляционную связь между снижением VD ДЗН и дефектами СНВС при фотофиксации глазного дна [11]. C. Lommatzsch и соавт. обнаружили сильную корреляционную связь между VD и СНВС, комплексом ГКС и площадью нейроретинального пояска у лиц с ПОУГ [12]. P.I.C. Manalastas и соавт. продемонстрировали, что изменения плотности сосудов ДЗН имели более сильные корреляционные связи с толщиной СВНС и кГКС, чем с плотностью сосудов макулы [13].

У пациентов с глаукомой зарубежными авторами проведены исследования взаимосвязей изменений показателей сосудистой плотности и полей зрения. В исследованиях G. Holló и соавт. показатели сосудистой плотности в верхне-височном и нижне-височном секторах ДЗН коррелировали с функциональными изменениями полей зрения по данным компьютерной периметрии [14]. K. Sakaguchi и соавт. выявили, что VD имеет более сильную корреляцию с показателями статической периметрии во всех исследуемых секторах, чем толщина СНВС [15]. По данным A. Yarmohammadi и соавт., корреляционная связь между показателем компьютерной периметрии MD и сосудистой плотностью ДЗН была более выражена по сравнению с толщиной СНВС и площадью нейроретинального пояска [16].

Таким образом, полученные результаты демонстрируют изменения параметров микроциркуляции по данным ОКТА ДЗН при ГНД.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У пациентов с ГНД в начальной стадии выявлено снижение показателей сосудистой плотности ДЗН в сравнении со здоровыми лицами во всех исследуемых секторах, кроме верхне-височного. В развитой стадии ГНД плотность микроциркуляции перипапиллярной

области была снижена во всех исследуемых секторах ДЗН и коррелировала с толщиной СНВС в верхнем секторе ($r = 0{,}404$, $p < 0{,}05$).

У пациентов с ПОУГ в сравнении с ГНД наблюдались более выраженные изменения микроциркуляции ДЗН в начальной и развитой стадиях заболевания. Плотность микроциркуляции перипапиллярной области коррелировала с толщиной сетчатки в верхнем секторе на ранней стадии ($r = 0{,}324$, $p < 0{,}05$), в нижнем секторе — на I и II стадиях заболевания ($r = 0{,}322$, $p < 0{,}05$ и $r = 0{,}316$, $p < 0{,}05$ соответственно).

Таким образом, применение оптической когерентной томографии с ангиографией ДЗН помогает выявлять нарушения микроциркуляции на различных стадиях глаукомного процесса, позволяя улучшить диагностику и начать своевременное лечение данной патологии.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Загидуллина А.Ш. — концепция и дизайн исследования, анализ данных, написание и редактирование текста;
Арсланова А.И. — сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста, подготовка иллюстраций;
Галимова В.У. — редактирование текста, окончательное утверждение рукописи;
Александров А.А. — анализ данных, редактирование текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Jensen PK, Bek T. Eye Microcirculation. In: Clinically Applied Microcirculation Research. Routledge; 2019:191–200.
2. Tripathi S, Ariga M, Srinivasan MM. Ocular blood flow in glaucoma. TNOA J Ophthal Sci Res. 2020;58(3):180. doi: 10.4103/tjosr.tjosr_81_20.
3. Bayraktar S, Ipek A, Takmaz T, Yildiz Tasci Y, Gezer MC. Ocular blood flow and choroidal thickness in ocular hypertension. Int Ophthalmol. 2022;1:1–2. doi: 10.1007/s10792-021-02123-2.
4. Tiwari US, Singh M, Aishwarya A, Gupta A, Chhabra K. Comparison of flow velocity in ophthalmic artery between glaucomatous and normal subjects. Roman J Ophthalmol. 2019;63(4):346. doi: 10.22336/rjo.2019.54
5. Aghsaei Fard M, Ritch R. Optical coherence tomography angiography in glaucoma. Ann Transl Med. 2020 Sep;8(18):1204. doi: 10.21037/atm-20-2828.
6. Scripsema NK, Garcia PM, Bavier RD, Chui TYP, Krawitz BD, Mo S, Agemy SA, Xu L, Lin YB, Panarelli JF, Sidoti PA, Tsai JC, Rosen RB; Optical Coherence Tomography Angiography Analysis of Perfused Peripapillary Capillaries in Primary Open-Angle Glaucoma and Normal-Tension Glaucoma. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2016;57(9):OCT611–OCT620. doi: 10.1167/iovs.15-18945.
7. Xu, H, Zhai, R, Zong, Y. Comparison of retinal microvascular changes in eyes with high-tension glaucoma or normal-tension glaucoma: a quantitative optic coherence tomography angiographic study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018;256:z179–1186. doi: 10.1007/s00417-018-3930-z.
8. Bojikian KD, Chen CL, Wen JC Optic disc perfusion in primary open angle and normal tension glaucoma eyes using optical coherence tomography-based microangiography. PLoS One. 2016;11:e0154691.
9. Yarmohammadi A, Zangwill LM, Diniz-Filho A, Suh MH, Manalastas PI, Fatehee N, Yousefi S, Belghith A, Saunders LJ, Medeiros FA, Huang D, Weinreb RN. Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density in Healthy, Glaucoma Suspect, and Glaucoma Eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2016 Jul 1;57(9):OCT451–459. doi: 10.1167/iovs.15-18944.
10. Chen HS, Liu CH, Wu WC, Tseng HJ, Lee YS. Optical Coherence Tomography Angiography of the Superficial Microvasculature in the Macular and Peripapillary Areas in Glaucomatous and Healthy Eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Jul 1;58(9):3637–3645. doi: 10.1167/iovs.17-21846.
11. Lee EJ, Kim TW, Kim JA, Kim JA. Parapapillary deep-layer microvasculature dropout in primary open-angle glaucoma eyes with a parapapillary gamma-zone. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017;58:5673e5680.
12. Wu J, Moghimi S, Nishida T Association of macular OCT and OCTA parameters with visual acuity in glaucoma British Journal of Ophthalmology Published Online First: 09 September 2022. doi: 10.1136/bjo-2022-321460.
13. Manalastas P.I.C., Zangwill LM, Daga FB, Christopher MA, Saunders LJ, Shoji T, Akagi T, Penteado RC, Yarmohammadi A, Suh MH, Medeiros FA, Weinreb RN. The Association Between Macula and ONH Optical Coherence Tomography Angiography (OCT-A) Vessel Densities in Glaucoma, Glaucoma Suspect, and Healthy Eyes. J Glaucoma. 2018 Mar;27(3):227–232. doi: 10.1097/IJG.0000000000000862.
14. Holló G. Relationship between optical coherence tomography sector peripapillary angioflow-density and Octopus visual field cluster mean defect values. PLoS One. 2017 Feb 2;12(2):e0171541. doi: 10.1371/journal.pone.0171541.
15. Sakaguchi K, Higashide T, Udagawa S, Ohkubo S, Sugiyama K. Comparison of Sectoral Structure-Function Relationships in Glaucoma: Vessel Density Versus Thickness in the Peripapillary Retinal Nerve Fiber Layer. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2017 Oct 1;58(12):5251–5262. doi: 10.1167/iovs.17-21955.
16. Yarmohammadi A, Zangwill LM, Diniz-Filho A, Min Hee Suh, Yousefi S, Saunders LJ, Belghith A, Manalastas PIC, Medeiros FA, Weinreb RN, Relationship between Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density and Severity of Visual Field Loss in Glaucoma,Ophthalmology, 2016;123(12):2498–2508, doi: 10.1016/j.ophtha.2016.08.041.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Загидуллина Айгуль Шамилевна
доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-8495-0163

Галимова Венера Узбековна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-1610-108X

Арсланова Айгуль Ирековна
аспирант кафедры офтальмологии; врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0008-6442-0676

Александров Аркадий Андреевич
кандидат медицинских наук, заведующий диспансерно-амбулаторным отделением
https://orcid.org/0000-0001-7559-3339


## ABOUT THE AUTHORS


Zagidullina Aygul Sh.
MD, Associate Professor, Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-8495-0163

Galimova Venera U.
MD, Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-1610-108X

Arslanova Aygul I.
postgraduate
https://orcid.org/0009-0008-6442-0676

Aleksandrov Arkady A.
PhD, head of Microsurgery Department
https://orcid.org/0000-0001-7559-3339

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-360-367*

*поступила 12.05.24*
*was received 12.05.24*

# Сравнительное исследование результатов визуализации угла передней камеры глаза при заболевании его первичного закрытия и при первичной открытоугольной глаукоме





Н.И. Курышева[1,2] Г.А. Шарова[1,3] В.Н. Трубилин[2,4]

[1] Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации —
«Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства России
ул. Живописная, 46, корп. 8, Москва, 123098, Российская Федерация

[2] Консультативно-диагностический отдел Центра офтальмологии ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

[3] ООО «Глазная клиника доктора Беликовой»
пр. Буденного, 26, корп. 2, Москва, 105118, Российская Федерация

[4] 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

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):360–367**

**Цель** исследования: сравнить параметры иридотрабекулярного контакта (ИТК) у пациентов с заболеванием первичного закрытия угла (ЗПЗУ) и первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) на основе данных SS-OCT, а также изучить их взаимосвязь с другими клинико-анатомическими параметрами. **Пациенты и методы.** В ретроспективном исследовании проанализированы данные 89 пациентов в возрасте от 32 до 89 лет: 43 пациента с ЗПЗУ, 25 с ПОУГ и 21 из группы контроля. Всем участникам выполнена оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза на SS-OCT «CASIA2» (Tomey Corporation, Nayoga, Япония), включая оценку индекса (ITC Index) и площади ИТК (ITC Area). **Результаты.** Параметры ИТК при ЗПЗУ были достоверно выше, чем при ПОУГ и в контроле. ITC Index = 45,40 ± 21,80 % и ITC Area = 5,81 ± 3,90 мм$^2$ в группе ЗПЗУ против 0,01 ± 0,03 % и 0,10 ± 0,37 мм$^2$ при ПОУГ соответственно и против 0,05 ± 0,11 % и 0,56 ± 1,17 мм$^2$ в контроле соответственно, все $p = 0,00$. Значения ITC Index, а также ITC Area при ПОУГ и в контроле были сопоставимы, $p = 0,21$ и $p = 0,25$ соответственно. Выявлена взаимосвязь ITC Index и ITC Area при ЗПЗУ с глубиной передней камеры ($r = –0,42$, $p = 0,01$ и $r = –0,43$, $p = 0,00$ соответственно), высотой свода хрусталика ($r = 0,35$, $p = 0,02$ и $r = 0,36$, $p = 0,02$ соответственно), его толщиной ($r = 0,47$, $p = 0,01$ и $r = 0,44$, $p = 0,01$ соответственно) и количеством гипотензивных препаратов ($r = 0,63$, $p = 0,01$ и $r = 0,68$, $p = 0,01$ соответственно). В группах ПОУГ и контроля корреляций не выявлено. **Заключение.** Высокие значения параметров ИТК и их корреляции с другими клинико-анатомическими параметрами при ЗПЗУ по сравнению с таковыми при ПОУГ свидетельствуют о роли топографии переднего отрезка глаза в формировании ведущих механизмов закрытия угла передней камеры.

**Ключевые слова:** иридотрабекулярный контакт, заболевание первичного закрытия угла; первичная открытоугольная глаукома; оптическая когерентная томография SS-OCT, CASIA2

**Для цитирования:** Курышева Н.И., Шарова Г.А., Трубилин В.Н. Сравнительное исследование результатов визуализации угла передней камеры глаза при заболевании его первичного закрытия и при первичной открытоугольной глаукоме. *Офтальмология.* 2025;22(2):360–367. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-360-367

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# The Comparative Study of the Results of Visualization of the Anterior Chamber Angle of the Eye in the Primary Angle Closure Disease and Primary Open Angle Glaucoma

N.I. Kurysheva[1,2], G.A. Sharova[1,3], V.N. Trubilin[2,4]

[1] Department of Eye Diseases at the Medical Biological University of Innovations and Continuing Education of Federal Biophysical Center named after A.I. Burnazyan
Zhivopisnaya str., 46, bld. 8, Moscow, 123098, Russian Federation

[2] Diagnostic Department of Ophthalmological Center of Federal Medical-Biological Agency
Gamalei str. 15, Moscow, 123098, Russian Federation

[3] Ophthalmology Clinic of Dr. Belikova
Budenny Ave., 26/2, Moscow, 105118, Russian Federation

[4] Academy of Postgraduate Education of Federal Medical and Biological Agency
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):360–367**

**Purpose.** To compare the iridotrabecular contact (ITC) parameters in patients with primary angle closure disease (PACD) and primary open angle glaucoma (POAG) based on SS-OCT data, and examine their relationship with other clinical and anatomical parameters. **Patients and methods.** The retrospective study analyzed the data of 89 patients aged 32 to 89 years: 43 patients with PACD, 25 with POAG, and 21 controls. All participants underwent optical coherence tomography of the anterior segment of the eye using the SS-OCT "CASIA2" (Tomey Corporation, Nayoga, Japan), including assessment of the ITC Index and ITC Area. **Results.** ITC parameters in PACD were significantly higher than in POAG and controls. ITC Index = 45.40 ± 21.80 % and ITC Area = 5.81 ± 3.90 mm$^2$ in the POAG group versus 0.01 ± 0.03 % and 0.1 ± 0.37 mm$^2$ in POAG, respectively, and versus 0.05 ± 0.11 % and 0.56 ± 1.17 mm$^2$ in the control, respectively, all p = 0.00. The values of ITC Index, as well as ITC Area in POAG and control were comparable, $p = 0.21$ and $p = 0.25$, respectively. A relationship was found between ITC Index and ITC Area in case of PACD with the depth of the anterior chamber ($r = –0.42$, $p = 0.01$ and $r = –0.43$, $p = 0.00$, respectively), the lens vault ($r = 0.35$, $p = 0.02$ and $r = 0.36$, $p = 0.02$, respectively), its thickness ($r = 0.47$, $p = 0.01$ and $r = 0.44$, $p = 0.01$, respectively) and the number of antihypertensive drugs ($r = 0.63$, $p = 0.01$ and $r = 0.68$, $p = 0.01$, respectively). No correlations were found in the POAG and control groups. **Conclusion.** The high values of the parameters of the ITC and their correlation with other clinical and anatomical parameters in PACD compared with those in POAG indicate the role of the topography of the anterior segment of the eye in the formation of the leading mechanisms for the anterior angle closure.

**Keywords:** iridotrabecular contact, primary angle closure disease, primary open angle glaucoma, optical coherence tomography SS-OCT, CASIA2

**For citation:** Kurysheva N.I., Sharova G.A., Trubilin V.N. The Comparative Study of the Results of Visualization of the Anterior Chamber Angle of the Eye in the Primary Angle Closure Disease and Primary Open Angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 360–367. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-360-367

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

**There is no conflict of interests.**

Основополагающим моментом в дифференциальной диагностике первичной закрытоугольной (ПЗУГ) и открытоугольной глаукомы (ПОУГ) является оценка параметров угла передней камеры (УПК). Безусловно, для ПЗУГ характерен закрытый УПК в отличие от ПОУГ, хотя некоторые авторы рассматривают и комбинированный вариант (механизм) глаукомы [1].

Одной из наиболее важных характеристик УПК является наличие иридотрабекулярного контакта (ИТК), что со временем приводит к формированию гониосинехий и органической блокаде оттока внутриглазной жидкости [2]. Указанный механизм характерен для заболевания первичного закрытия угла передней камеры глаза (ЗПЗУ). Для ПОУГ данный феномен не типичен, за исключением случаев, когда открытый УПК (трабекула просматривается по всей окружности) изначально узкий [3].

«Золотым стандартом» визуализации по-прежнему остается гониоскопия, на основании которой определяется подозрение на первичное закрытие угла (ППЗУ), собственно первичное закрытие угла (ПЗУ) и ПЗУГ [4]. Данный метод сопряжен как с необходимостью контакта поверхности глаза с гониолинзой, так и с ошибками интерпретации результатов [5]. Диагностика ЗПЗУ с помощью оптической когерентной томографии переднего отрезка глаза (AS-OCT) с переменной длиной волны (Swept Source, SS-OCT) существенно снижает нагрузку на медицинский персонал [6]. Эффективность SS-OCT переднего отрезка сопоставима как с ультразвуковой биомикроскопией [7, 8], так и с гониоскопией [9] и даже превышает последнюю [10].

Стоит отметить, что в настоящее время вектор исследований направлен на выявление и оценку лечения

глаукомы с помощью методов визуализации, таких как SS-OCT, включая технологии искусственного интеллекта [11–13].

Исследование ИТК и его взаимосвязей с другими клинико-анатомическими параметрами у пациентов с ЗПЗУ и ПОУГ важно для изучения патогенеза данных заболеваний. Известно, что пациенты с ЗПЗУ имеют топографические особенности переднего сегмента глаза, отличающие их от больных с ПОУГ и здоровых лиц [14–16]. Кроме того, увеличенные параметры ИТК ассоциированы с малыми размерами шлеммова канала при ЗПЗУ [17]. Однако данные литературы о параметрах ИТК при ЗПЗУ в сравнительном с ПОУГ аспекте отсутствуют в силу того, что метод определения ИТК появился относительно недавно.

**Цель** — сравнить параметры ИТК у пациентов ЗПЗУ и ПОУГ на основе данных SS-OCT, а также изучить их взаимосвязь с другими клинико-анатомическими параметрами.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами, заложенными Хельсинкской декларацией и отраженными в правилах качественной клинической практики (GCP) и нормативных требованиях.

В исследование были включены 89 пациентов в возрасте от 32 до 89 лет, обследованных с сентября по ноябрь 2023 года.

Критерии включения: пациенты с ПЗУ, ПЗУГ и ПОУГ начальной стадии и здоровые лица с отсутствием сопутствующей патологии органа зрения. Диагноз ПЗУ констатировали в случае закрытого УПК (если при гониоскопии задняя пигментированная часть трабекулярной сети не просматривалась по меньшей мере на 180° при взгляде пациента прямо) в сочетании с повышенным ВГД и/или периферическими передними гониосинехиями, но без глаукомной оптической нейропатии (ГОН) [4]. При наличии последней диагностировали ПЗУГ. В случае сочетания открытого УПК не менее чем в 180° с ГОН диагностировали ПОУГ. ГОН определяли с помощью стандартной автоматической периметрии и оптической когерентной томографии (ОКТ) заднего отрезка глаза.

В исследование включали пациентов с прозрачным хрусталиком либо с начальными помутнениями согласно классификации LOCS III (Lens Opacities Classification System) в ядре до NC2 (Nuclear Color/ Opalescence) и/или в кортексе до C2 (Cortical) и/или вдоль задней капсулы до P2 (Posterior Subcapsular) на основании данных биомикроскопии [18].

Критерии невключения: недостаточно прозрачные оптические среды глаза, отсутствие устойчивой фиксации, медикаментозный миоз, хирургические операции на органе зрения в анамнезе, кроме ПЛИТ, наличие нейродегенеративных, хронических системных аутоиммунных заболеваний, сахарного диабета. В исследование не включали пациентов с диаметром зрачка <3,0 мм в мезопических условиях, а также больных, использующих лекарственные препараты, вызывающие сужение зрачка.

Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием всем пациентам была выполнена SS-OCT переднего отрезка («CASIA2», Tomey Corporation, Nayoga, Япония).

Описание основных параметров передней камеры AS-OCT, включая УПК, освещено нами ранее [19], а также в исследованиях других авторов [20]. Для аналитики использовался протокол сканирования Glaucoma angle analysis (STAR 360°).

На SS-OCT переднего отрезка исследовались следующие параметры: центральная толщина роговицы (central corneal thickness, CCT), глубина передней камеры (anterior chamber depth, ACD), ее ширина, объем и площадь (anterior chamber width, (ACW), anterior chamber volume (ACV), anterior chamber area (ACA) соответственно), толщина хрусталика (lens thickness, LT) и высота его свода (lens vault, LV).

Для оценки иридотрабекулярного контакта использовались два параметра. Первый — индекс ИТК (iridotrabecular contact index, ITC Index) как отношение протяженности ИТК (в градусах) проксимальнее склеральной шпоры ко всей измеренной окружности (без экранизации средами значение составляет 360°), выраженное в процентах. Второй — площадь ИТК (iridotrabecular contact area, ITC Area) как площадь соприкосновения радужки с задней поверхностью роговицы проксимальнее склеральной шпоры.

В назальном и темпоральном секторах на дистанциях в 250, 500 и 750 мкм от склеральной шпоры исследовались следующие параметры УПК: дистанция открытия угла (angle opening distance, AOD250, AOD500 и AOD750 соответственно), площадь иридотрабекулярного пространства (trabecular iris space area, TISA250, TISA500 и TISA750 соответственно), площадь угла передней камеры (ARA250, ARA500 и ARA750 соответственно) и иридотрабекулярный угол (trabecular iris angle, TIA250, TIA500, TIA750 соответственно).

Дополнительно на «CASIA2» определяли объем роговицы и радужки (cornea volum (CVol) и iris volum (Ivol) соответственно), диаметр зрачка (pupil diameter, PD).

С помощью ультразвукового биометра Accutome A-Scan Plus, («Accutome», США) измерялись: аксиальная длина глаза (axial length, AL) и глубина витреальной камеры (vitreal chamber depth, VCD) [21].

Тонометрия проводилась с помощью анализатора биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (ORA; «Reichert Technologies», США), определялось роговично-компенсированное внутриглазное давление (ВГДрк).

Исследовался только один глаз пациента. Если оба глаза подходили для исследования, включали правый глаз.

## МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Для проверки однородности всех групп применялся критерий Краскела — Уоллиса с поправкой Р. Имана и Дж. Давенпорта. Для сравнения между группами использовался критерий О. Дани. Расчет коэффициента корреляции проводился по Спирмену. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась на языке Python с использованием библиотеки SciPy. Показатели со значением $p$-value < 0,05 считали статистически значимыми.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В соответствии с принятыми критериями включения/невключения проанализированы результаты обследования 43 больных с ЗПЗУ, 25 с ПОУГ и 21 из группы контроля.

Исследуемые группы были сопоставимы по возрасту, полу, диаметру зрачка, толщине и объему роговицы, объему радужки, остроте зрения с коррекцией и без, ширине передней камеры, значениям ВГД, но отличались по параметрам, представленным в таблицах 1 и 2.

Группа ЗПЗУ достоверно отличалась как от группы ПОУГ, так и от контроля значениями периметрических индексов, короткой длиной глаза, уменьшенными параметрами передней и витреальной камер, увеличенными толщиной, высотой свода хрусталика и параметрами ИТК (табл. 1), а также более низкими значениями параметров УПК в назальных и темпоральных секторах (табл. 2).

Группа с ПОУГ отличалась от ЗПЗУ увеличенным количеством гипотензивных препаратов (табл. 1).

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика клинико-анатомических параметров исследуемых групп

**Table 1.** Comparative characteristics of clinical and anatomical parameters of the studied groups

| Параметры / Parameters | ЗПЗУ / PACD ($n$ = 43) | ПОУГ / POAG ($n$ = 25) | Контроль / Control ($n$ = 21) | $p$-value* | $p$-value** |
|---|---|---|---|---|---|
| Номер группы / Number of group | 1 | 2 | 3 | | |
| Возраст, годы / Age, years | 67,9 ± 9,3 | 62,6 ± 13,0 | 67,2 ± 8,4 | 0,41 | — |
| Пол (м/ж) / Gender (male/female) | 20/23 | 10/15 | 9/11 | 0,49 | — |
| ССТ мкм/ µm | 543 ± 33 | 547 ± 27 | 543 ± 39 | 0,73 | — |
| ВГДрк, мм рт. ст. / IOPcc, mmHg | 18,6 ± 6,4 | 20,3 ± 6,5 | 19,5 ± 3,0 | 0,31 | — |
| Количество гипотензивных препаратов / Number of medicines | 0,51 ± 0,80 | 1,08 ± 0,81 | — | 0,04 | $p_{1-2}$ = 0,04 |
| ПЛИТ / LPI, % | 25% (11^/43) | — | — | — | — |
| НКОЗ / UDVA | 0,51 ± 0,32 | 0,43 ± 0,35 | 0,28 ± 0,23 | 0,14 | — |
| МКОЗ / CDVA | 0,80 ± 0,29 | 0,73 ± 0,23 | 0,63 ± 0,28 | 0,21 | — |
| MD, dB | –3,27 ± 6,6 | –4,88 ± 5,82 | –1,22 ± 1,42 | 0,01 | $p_{1-2}$ = 0,04; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,00 |
| PSD, dB | 2,65 ± 2,47 | 3,17 ± 2,67 | 1,93 ± 1,02 | 0,03 | $p_{1-2}$ = 0,04; $p_{1-3}$ = 0,04; $p_{2-3}$ = 0,01 |
| AL, мм / mm | 22,75 ± 0,81 | 23,56 ± 1,04 | 24,41 ± 1,29 | 0,02 | $p_{1-2}$ = 0,02; $p_{1-3}$ = 0,02; $p_{2-3}$ = 0,08 |
| ACD, мм / mm | 2,34 ± 0,46 | 3,87 ± 0,56 | 3,83 ± 0,36 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,67 |
| ACW, мм / mm | 11,71 ± 0,31 | 11,83 ± 0,34 | 11,3 ± 2,23 | 0,37 | — |
| ACA, мм$^2$ / mm$^2$ | 16,94 ± 3,98 | 21,04 ± 3,75 | 22,03 ± 4,00 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,73 |
| ACV, мм$^3$ / mm$^3$ | 108,11 ± 26,90 | 141,38 ± 31,60 | 143,65 ± 18,20 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,04; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,90 |
| VCD, мм / mm | 15,17 ± 2,57 | 16,12 ± 1,33 | 16,27 ± 1,21 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,04; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,60 |
| LT, мм / mm | 4,79 ± 0,37 | 4,52 ± 0,43 | 4,37 ± 0,44 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,01; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,48 |
| LV, мм / mm | 0,68 ± 0,40 | 0,39 ± 0,28 | 0,31 ± 0,30 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,55 |
| ITC Index (%) | 45,4 ± 21,80 | 0,01 ± 0,03 | 0,05 ± 0,11 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,21 |
| ITC Area, мм$^2$ / mm$^2$ | 5,81 ± 3,90 | 0,10 ± 0,37 | 0,56 ± 1,17 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,25 |
| Cvol, мм$^3$ / mm$^3$ | 89,21 ± 5.67 | 91,22 ± 6,68 | 89,19 ± 5,62 | 0,07 | — |
| Ivol, мм$^3$ / mm$^3$ | 35,54 ± 5,24 | 35,60 ± 4,18 | 35,48 ± 4,79 | 0,95 | — |
| PD, мм / mm | 4,12 ± 1,05 | 4,63 ± 0.80 | 4,80 ± 1,17 | 0,63 | — |

Примечание: приведены средние значения и стандартное отклонение; * $p$-value между всеми группами; ** $p$-value между каждой из независимых групп; $p$-value < 0,05 указаны жирным шрифтом; ^ — количество глаз с периферической лазерной иридотомией (ПЛИТ) в анамнезе; НКОЗ — некорригированная острота зрения; МКОЗ — максимально корригированная острота зрения; MD — среднее отклонение; PSD — паттерн «стандартное отклонение»; прочерки свидетельствуют об отсутствии достоверности различий между сравниваемыми группами.

Note: the table shows the mean values and standard deviation; * $p$-value between all groups; ** $p$-value — $p$-value between each of the independent groups; $p$-values of < 0.05 are in bold; PACD — primary angle closure disease; POAG — primary open angle glaucoma; ^ — number of eyes with laser peripheral iridotomy (LPI); UDVA — uncorrected distance visual acuity; CDVA — corrected distance visual acuity; LPI — laser peripheral iridotomy; MD — mean deviation; PSD — pattern standard deviation; dashes indicate a lack of the significant difference between the compared groups.

**Таблица 2.** Сравнительная характеристика параметров угла передней камеры в исследуемых группах

**Table 2.** Comparative characteristics of the anterior chamber angle parameters in the study groups

| Параметры / Parameters | ЗПЗУ / PACD (*n* = 43) | ПОУГ / POAG (*n* = 25) | Контроль/ Control (*n* = 21) | *p*-value* | *p*-value** |
|---|---|---|---|---|---|
| Номер группы/ Group number | 1 | 2 | 3 | | |
| | Темпоральный сектор / Temporal sector | | | | |
| AOD250, мм / mm | 0,14 ± 0,09 | 0,30 ± 0,09 | 0,32 ± 0,23 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,02; $p_{2-3}$ = 0,73 |
| AOD500, мм / mm | 0,22 ± 0,12 | 0,41 ± 0,16 | 0,45 ± 0,32 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,94 |
| AOD750, мм / mm | 0,31 ± 0,18 | 0,58 ± 0,24 | 0,62 ± 0,39 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,02; $p_{2-3}$ = 0,94 |
| ARA250, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,04 ± 0,03 | 0,08 ± 0,03 | 0,09 ± 0,05 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,01; $p_{1-3}$ = 0,02; $p_{2-3}$ = 0,71 |
| ARA500, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,09 ± 0,05 | 0,17 ± 0,06 | 0,19 ± 0,13 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,01; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,77 |
| ARA750, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,16 ± 0,08 | 0,30 ± 0,11 | 0,32 ± 0,21 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,04; $p_{2-3}$ = 0,72 |
| TISA250, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,04 ± 0,03 | 0,06 ± 0,02 | 0,07 ± 0,05 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,04; $p_{1-3}$ = 0,04; $p_{2-3}$ = 0,61 |
| TISA500, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,10 ± 0,09 | 0,18 ± 0,13 | 0,17 ± 0,12 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,46 |
| TISA750, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,15 ± 0,09 | 0,28 ± 0,10 | 0,30 ± 0,21 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,67 |
| TIA250, (°) | 19,37 ± 10,04 | 36,07 ± 8,19 | 36,29 ± 17,80 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,71 |
| TIA500, (°) | 17,80 ± 8,56 | 32,11 ± 9,78 | 31,84 ± 15,73 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,77 |
| TIA750, (°) | 18,07 ± 9,28 | 31,91 ± 9,87 | 32,03 ± 14,28 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,91 |
| Назальный сектор / Nasal sector | | | | | |
| AOD250, мм / mm | 0,18 ± 0,11 | 0,29 ± 0,11 | 0,33 ± 0,27 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,75 |
| AOD500, мм / mm | 0,26 ± 0,13 | 0,41 ± 0,15 | 0,47 ± 0,29 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,84 |
| AOD750, мм / mm | 0,35 ± 0,16 | 0,57 ± 0,20 | 0,62 ± 0,34 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,99 |
| ARA250, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,06 ± 0,04 | 0,08 ± 0,04 | 0,09 ± 0,06 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,02; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,73 |
| ARA500, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,11 ± 0,06 | 0,17 ± 0,07 | 0,19 ± 0,13 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,83 |
| ARA750, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,19 ± 0,09 | 0,29 ± 0,11 | 0,33 ± 0,21 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,04; $p_{2-3}$ = 0,96 |
| TISA250, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,04 ± 0,03 | 0,06 ± 0,03 | 0,07 ± 0,05 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,01; $p_{1-3}$ = 0,04; $p_{2-4}$ = 0,73 |
| TISA500, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,12 ± 0,02 | 0,15 ± 0,06 | 0,17 ± 0,12 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,86 |
| TISA750, мм$^2$ / mm$^2$ | 0,18 ± 0,09 | 0,28 ± 0,10 | 0,31 ± 0,20 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,04; $p_{2-3}$ = 0,96 |
| TIA250, (°) | 22,39 ± 12,63 | 0,34 ± 0,12 | 36,03 ± 20,81 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,00; $p_{2-3}$ = 0,86 |
| TIA500, (°) | 20,90 ± 9,27 | 31,34 ± 9,21 | 33,41 ± 15,66 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,03; $p_{2-3}$ = 0,96 |
| TIA750, (°) | 20,53 ± 8,62 | 31,35 ± 8,88 | 32,44 ± 13,79 | 0,00 | $p_{1-2}$ = 0,00; $p_{1-3}$ = 0,01; $p_{2-3}$ = 0,93 |

Примечание: приведены средние значения и стандартное отклонение; * *p*-value между всеми группами; ** *p*-value между каждой из независимых групп; *p*-value < 0,05 указаны жирным шрифтом.
Note: the table shows the mean values and standard deviation; * *p*-value between all groups; ** *p*-value — p-value between each of the independent groups; *p*-values of < 0.05 are in bold; PACD — primary angle closure disease; POAG — primary open angle glaucoma.

В таблице 3 представлены корреляции индекса и площади ИТК с клинико-анатомическими параметрами в группе ЗПЗУ.

Достоверных корреляций параметров ИТК с клинико-анатомическими параметрами в группе ПОУГ и в контроле не выявлено.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе выполнено сравнение параметров ИТК у пациентов с ЗПЗУ и ПОУГ, а также исследована взаимосвязь с другими клинико-анатомическими параметрами. Результаты показали, что группа ЗПЗУ отличалась достоверно высокими значениями ИТК по сравнению с ПОУГ и контролем (табл. 1 и 2). Кроме того, из всех групп только у пациентов с ЗПЗУ выявлены факторы, влияющие на высокие значения ИТК: увеличенные толщина и высота свода хрусталика, количество местных гипотензивных препаратов, более низкие значения параметров передней камеры и ее углов, патологический индекс поля зрения MD (табл. 3).

Известно, что высокий ИТК, визуализируемый на AS-OCT, ассоциирован с низкой степенью открытия УПК по Шафферу [22] и относится к биомаркерам ЗПЗУ [10]. Вероятными причинами развития ИТК являются разные механизмы закрытия УПК: зрачковый блок, увеличение параметров (толщина и высота свода)

**Таблица 3.** Корреляции параметров иридотрабекулярного контакта с клинико-анатомическими параметрами у пациентов с заболеванием первичного закрытия угла

**Table 3.** Correlations of iridotrabecular contact parameters with clinical and anatomical parameters in patients with primary angle closure disease

| Параметры/ Parameters | ITC Index | | ITC Area | |
|---|---|---|---|---|
| | *r* | *p* | *r* | *p* |
| Количество гипотензивных препаратов / Number of medicines | 0,63 | 0,01 | 0,63 | 0,01 |
| Среднее отклонение, MD | –0,54 | 0,00 | –0,56 | 0,00 |
| ACVol | –0,63 | 0,00 | –0,63 | 0,00 |
| ACD | –0,42 | 0,01 | –0,43 | 0,00 |
| ACArea | –0,47 | 0,00 | –0,48 | 0,00 |
| LV | 0,35 | 0,02 | 0,36 | 0,02 |
| LT | 0,47 | 0,01 | 0,44 | 0,01 |
| Темпоральный сектор / Temporal sector | | | | |
| AOD250 | –0,70 | 0,00 | –0,66 | 0,00 |
| AOD500 | –0,81 | 0,00 | –0,80 | 0,00 |
| AOD750 | –0,78 | 0,00 | –0,79 | 0,00 |
| ARA250 | –0,74 | 0,00 | –0,71 | 0,00 |
| ARA500 | –0,78 | 0,00 | –0,75 | 0,00 |
| ARA750 | –0,82 | 0,00 | –0,80 | 0,00 |
| TISA250 | –0,67 | 0,00 | –0,65 | 0,00 |
| TISA500 | –0,76 | 0,00 | –0,75 | 0,00 |
| TISA750 | –0,73 | 0,00 | –0,71 | 0,00 |
| TIA250 | –0,76 | 0,00 | –0,73 | 0,00 |
| TIA500 | –0,81 | 0,00 | –0,79 | 0,00 |
| TIA750 | –0,79 | 0,00 | –0,80 | 0,00 |
| Назальный сектор / Nasal sector | | | | |
| AOD250 | –0,69 | 0,00 | –0,68 | 0,00 |
| AOD500 | –0,79 | 0,00 | –0,80 | 0,00 |
| AOD750 | –0,74 | 0,00 | –0,76 | 0,00 |
| ARA250 | –0,76 | 0,00 | –0,75 | 0,00 |
| ARA500 | –0,81 | 0,00 | –0,81 | 0,00 |
| ARA750 | –0,81 | 0,00 | –0,81 | 0,00 |
| TISA250 | –0,75 | 0,00 | –0,74 | 0,00 |
| TISA500 | –0,77 | 0,00 | –0,78 | 0,00 |
| TISA750 | –0,81 | 0,00 | –0,82 | 0,00 |
| TIA250 | –0,68 | 0,00 | –0,68 | 0,00 |
| TIA500 | –0,78 | 0,00 | –0,80 | 0,00 |
| TIA750 | –0,73 | 0,00 | –0,75 | 0,00 |

Примечание: *r* — коэффициент корреляции; *p* — индекс достоверности.
Note: *r* — correlation coefficient; *p* — reliability index.

хрусталика [14, 15] и изменение его топографии, в том числе из-за слабости цинновых связок, приводящее к смещению хрусталика вперед с последующим уменьшением глубины передней камеры [23], утолщенная радужка на периферии [24], эффузия (расширение) хориоидеи [16].

В настоящем исследовании выявлена прямая взаимосвязь ИТК с толщиной хрусталика и его сводом (табл. 3), что согласуется с данными других авторов [25]. Увеличение LV с возрастом приводит к уменьшению параметров передней камеры и сужению УПК у пациентов с ЗПЗУ даже после периферической лазерной иридотомии [26]. Обратная взаимосвязь ИТК с глубиной, площадью и объемом передней камеры и ее углами, выявленная в данном исследовании (табл. 3), подтверждает анатомические особенности пациентов с ЗПЗУ [14, 15].

Отсутствие взаимосвязи ИТК с офтальмотонусом в группе ЗПЗУ (табл. 3) обусловлено применением местных гипотензивных препаратов. Однако, как показали результаты, более высокие параметры ИТК отмечались именно у тех пациентов, которые вынуждены были применять большее количество капель для снижения офтальмотонуса (табл. 3). Это согласуется с данными литературы: при ЗПЗУ увеличенный ИТК ассоциирован с повышенным офтальмотонусом, а также патологическими индексами поля зрения [27]. По данным N. Porporato и соавт., даже в здоровых глазах прослеживается прямая взаимосвязь ИТК с ВГД [28]. В настоящем исследовании в группе контроля отсутствуют достоверные корреляции ИТК с ВГД, что, возможно, связано с иным этническим составом участников: в исследование N. Porporato и соавт. были включены в основном лица азиатского происхождения, отличающиеся особенностями строения переднего отрезка глаза от европеоидов [29].

Достоинством настоящего исследования является оценка параметров ИТК на SS-OCT, а именно его индекса и площади на протяжении всей окружности глаза (360°), а не отдельных сканов поперечных сечений УПК, это более соответствует критериям, определяющим стадии ЗПЗУ [4]. Известно, что гониоскопическое закрытие УПК (отсутствие визуализации трабекулярной сети по меньшей мере на 180°) еще не означает наличие ИТК по данным AS-OCT [10]. Другими словами, гониоскопическое закрытие УПК не обязательно свидетельствует об анатомическом. Использование нормативных пороговых параметров углов (например, AOD500 и TISA500) на SS-OCT в качестве критериев выявления ЗПЗУ относится к наиболее перспективному направлению в диагностике данного заболевания [30]. Альтернативным решением является мнение, что одиночное сканирование УПК, например в меридиане 80–260°, не уступает, а даже превосходит диагностическую эффективность оценки УПК на всем протяжении 360° [31]. Безусловно, необходимы дальнейшие исследования в данном направлении.

Важным аспектом настоящего исследования следует считать также выявление ИТК (пусть и низких его значений) в группе больных ПОУГ. В таких глазах при гониоскопии нередко определяется открытый УПК (трабекулярная сеть прослеживается на всем протяжении), но узкого профиля. Однако в случае увеличения размеров хрусталика ИТК может увеличиваться. Очевидно,

этим объясняется гипотензивная эффективность факоэмульсификации катаракты у некоторых больных ПОУГ. Это еще более подчеркивает роль визуализации переднего отрезка глаза у пожилых пациентов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокие значения параметров ИТК и их корреляции с другими клинико-анатомическими параметрами при ЗПЗУ по сравнению с таковыми при ПОУГ свидетельствуют о роли топографии переднего отрезка глаза в формировании ведущих механизмов закрытия угла передней камеры.

Требуются дополнительные исследования в области разработки критериев оценки параметров ИТК на основе данных AS-OCT и определения их пороговых значений для диагностики ЗПЗУ и оценки эффективности проводимого лечения.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Курышева Н.И. — концепция и дизайн исследования, сбор материала, написание текста, научное редактирование;
Шарова Г.А. — научное и техническое редактирование, написание текста, оформление библиографии;
Трубилин В.Н. — научное редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Sihota R, Kumar S, Sidhu T. Is combined mechanism glaucoma a distinct entity? Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2018;256(10):1961–1969. doi: 10.1007/s00417-018-4050-5.
2. Srinivasan S, Choudhari NS, Baskaran M, George RJ, Shantha B, Vijaya L. Diurnal intraocular pressure fluctuation and its risk factors in angle-closure and open-angle glaucoma. Eye (Lond). 2016;30:362–368. doi: 10.1038/eye.2015.231.
3. Hsia YC, Moghimi S, Coh P, Chen R, Masis M, Lin SC. Anterior segment parameters as predictors of intraocular pressure reduction after phacoemulsification in eyes with open-angle glaucoma. J Cataract Refract Surg. 2017;43(7):879–885. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.03.044.
4. Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. Br J Ophthalmol. 2002 Feb;86(2):238–242. doi: 10.1136/bjo.86.2.238.
5. Varma DK, Simpson SM, Rai AS, Ahmed IIK. Undetected angle closure in patients with a diagnosis of open-angle glaucoma. Can J Ophthalmol. 2017;52(4):373–378. doi: 10.1016/j.jcjo.2016.12.010.
6. Founti P, Narayan A, Raja A. Outcomes of newly referred patients with suspected angle closure: do we need to redefine the clinical pathways?. Eye (Lond). 2024;38(3):514–519. doi: 10.1038/s41433-023-02713-7.
7. Bu Q, Hu D, Zhu H. Swept-source optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy study of anterior segment parameters in primary angle-closure glaucoma. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2023;261(6):1651–1658. doi: 10.1007/s00417-022-05970-6.
8. Mansoori T. Imaging iridotrabecular contact in angle closure. Indian J Ophthalmol. 2023;71(5):2323–2324. doi: 10.4103/IJO.IJO_74_23.
9. Porporato N, Baskaran M, Tun TA. Understanding diagnostic disagreement in angle closure assessment between anterior segment optical coherence tomography and gonioscopy. Br J Ophthalmol. 2020;104(6):795–799. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-314672.
10. Zhang X, Guo PY, Lin C. Assessment of Iris Trabecular Contact in Eyes with Gonioscopic Angle-Closure. Ophthalmology. 2023;130(1):111–119. doi: 10.1016/j.ophtha.2022.08.017.
11. Курышева НИ, Родионова ОЕ, Померанцев АЛ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта при глаукоме. Часть 1: Нейросети и глубокое обучение в скрининге и диагностике глаукомы. Вестник офтальмологии. 2024;140(3):82–87.
Kurysheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OE, Sharova GA. Application of artificial intelligence in glaucoma. Part 1: Neural networks and deep learning in glaucoma screening and diagnosis. The Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(3):82–87 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414003182.
12. Курышева НИ, Родионова ОЕ, Померанцев АЛ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта при глаукоме. Часть 2: Нейросети и машинное обучение в мониторинге и лечении глаукомы. Вестник офтальмологии. 2024;140(4):80-85. https://doi.org/10.17116/oftalma202414004180
Kurysheva NI, Rodionova OE, Pomerantsev AL, Sharova GA. Application of artificial intelligence in glaucoma. Part 2: Neural networks and machine learning in the monitoring and treatment of glaucoma. The Russian Annals of Ophthalmology 2024;140(4):80-85. https://doi.org/10.17116/oftalma202414004180 (In Russ.).
13. Курышева НИ, Померанцев АЛ, Родионова ОЕ, Шарова ГА. Применение методов искусственного интеллекта в диагностике и лечении заболевания первичного закрытия угла. Вестник офтальмологии. 2024;140(5):130-136. https://doi.org/10.17116/oftalma2024140051130
Kurysheva NI, Pomerantsev AL, Rodionova OE, Sharova GA. Application of artificial intelligence methods in the diagnosis and treatment of primary angle closure disease. The Russian Annals of Ophthalmology. 2024;140(5):130-136. (In Russ.) https://doi.org/10.17116/oftalma2024140051130
14. Курышева НИ, Шарова ГА. Анатомо-топографические особенности переднего и заднего сегментов глаза при ранних стадиях заболевания первичного закрытия угла. Национальный журнал Глаукома. 2023;22(1):42–53.
Kurysheva NI, Sharova GA. Anatomical and topographical characteristics of the eye in the early stages of primary angle closure disease. National Journal glaucoma. 2023;22(1):42–53 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-1-42-53.
15. Самохвалов НВ, Сорокин ЕЛ, Марченко АН, Пашенцев ЯЕ. Анатомо-морфометрические особенности структур переднего сегмента глаза при гиперметропии и риск развития первичной закрытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2022;138(5):22–28.
Samokhvalov NV, Sorokin EL, Marchenko AN, Pashentsev YE. Anatomical and morphometric features of anterior eye segment structures in hyperopia and the risk of developing primary angle-closure glaucoma. The Russian Annals of Ophthalmology. 2022;138(5):22–28 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202213805122.
16. Курышева НИ, Шарова ГА, Беликова ЕИ. Исследование роли хориоидеи и хрусталика в развитии первичного закрытия угла передней камеры. Национальный журнал Глаукома. 2022;21(1):3–13.
Kurysheva NI, Sharova GA, Belikova EI. Studying the role of the choroid and lens in the development of primary anterior chamber angle closure. National Journal glaucoma. 2022;21(1):3–13 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-1-3-13.
17. Ding X, Huang L, Peng C, Xu L, Liu Y, Yang Y, Wang N, Gu M, Sun C, Wu Y, Guo W. Evaluation of Schlemm's canal with swept-source optical coherence tomography in primary angle-closure disease. BMC Ophthalmol. 2023 Jun 7;23(1):256. doi: 10.1186/s12886-023-03001-4. Erratum in: BMC Ophthalmol. 2023 Jul 10;23(1):308. doi: 10.1186/s12886-023-03062-5
18. Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM. The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. Arch Ophthalmol. 1993;111(6):831–836.doi: 10.1001/archopht.1993.01090060119035.
19. Курышева НИ, Шарова ГА. Роль оптической когерентной томографии в диагностике заболеваний закрытого угла передней камеры. Часть 1: Визуализация переднего сегмента глаза. Офтальмология. 2021;18(2):208–215.
Kurysheva NI, Sharova GA. The Role of Optical Coherence Tomography in the Diagnosis of Angle Closed Diseases of the Anterior Chamber. Part 1: Visualization of the Anterior Segment of the Eye. Ophthalmology in Russia. 2021;18(2):208–215 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2021-2-208-215.
20. Triolo G, Barboni P, Savini G. The Use of Anterior-Segment Optical-Coherence Tomography for the Assessment of the Iridocorneal Angle and Its Alterations: Update and Current Evidence. J Clin Med. 2021;10(2):231. doi: 10.3390/jcm10020231.
21. Wong TY, Foster PJ, Ng TP, Tielsch JM, Johnson GJ, Seah SK. Variations in ocular biometry in an adult Chinese population in Singapore: the Tanjong Pagar Survey. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2001;42(1):73–80.
22. Lan J, Sun D, Alabdulrasool K, Ebrahim Yusuf H, Zhang L. Evaluation of the Narrow Anterior Chamber Angle by Anterior Segment Optical Coherence Tomography. Ophthalmic Res. 2017;57(2):87–91.doi: 10.1159/000448523.
23. Salimi A, Fanous A, Watt H, Abu-Nada M, Wang A, Harasymowycz P. Prevalence of zonulopathy in primary angle closure disease. Clin Exp Ophthalmol. 2021;49(9):1018–1026. doi: 10.1111/ceo.13983.
24. Royston KY, Tan, Gim Yew Ng, Tun Aung Tin, Fabian Albert Braeu, Monisha Esther Nongpiur, Tin Aung, Michael J A Girard; Iris Morphological and Biomechanical Factors Influencing Angle Closure During Pupil Dilation. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2023;64(8):68.
25. Wang X, Chen X, Tang Y, Wang J, Chen Y, Sun X. Morphologic Features of Crystalline Lens in Patients with Primary Angle Closure Disease Observed by CASIA 2 Optical Coherence Tomography. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2020;61(5):40. doi: 10.1167/iovs.61.5.40.
26. Kwak J, Shon K, Lee Y, Sung KR. Progressive Changes in the Anterior Segment and Their Impact on the Anterior Chamber Angle in Primary Angle Closure Disease. Am J Ophthalmol. 2024;257:57–65. doi: 10.1016/j.ajo.2023.08.016.
27. Gupta B, Angmo D, Yadav S, Dada T, Gupta V, Sihota R. Quantification of Iridotrabecular Contact in Primary Angle-Closure Disease. J Glaucoma. 2020;29(8):681–688. doi: 10.1097/IJG.0000000000001572.
28. Porporato N, Chong R, Xu BY. Angle closure extent, anterior segment dimensions and intraocular pressure. Br J Ophthalmol. 2023;107(7):927–934. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-320453.
29. Wang YE, Li Y, Wang D, He M, Lin S. Comparison of factors associated with occludable angle between american Caucasians and ethnic Chinese. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2013;54(12):7717–7723. doi: 10.1167/iovs.13-12850.
30. Guo PY, Zhang X, Li F. Diagnostic criteria of anterior segment swept-source optical coherence tomography to detect gonioscopic angle closure. Br J Ophthalmol. Published online April 9, 2024. doi: 10.1136/bjo-2023-323860.
31. Porporato N, Baskaran M, Perera S. Evaluation of meridional scans for angle closure assessment with anterior segment swept-source optical coherence tomography. Br J Ophthalmol. 2021;105(1):131–134. doi: 10.1136/bjophthalmol-2019-315461.



Контактная информация: Шарова Галина Аркадьевна galina.shar@mail.ru

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Шарова Галина Аркадьевна
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры глазных болезней, заведующая диагностическим офтальмологическим отделением
https://orcid.org/0000-0002-7163-4858

Трубилин Владимир Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии, руководитель Центра
https://orcid.org/0000-0001-9123-909X

## ABOUT THE AUTHORS

Kurysheva Natalia I.
MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department, head of the Consultative and Diagnostic Department
https://orcid.org/0000-0002-2265-6671

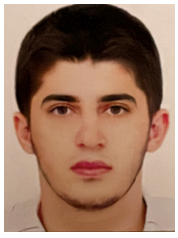
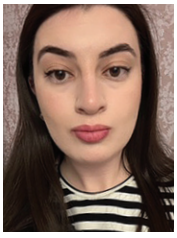
Sharova Galina A
PhD, Assistant Professor at the Ophthalmology Department, head of the Diagnostic Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-7163-4858

Trubilin Vladimir N.
MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0001-9123-909X

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-368-375*

*поступила 04.02.25*
*was received 04.02.25*

# Сравнительная оценка эффективности и безопасности первичной трабекулэктомии и медикаментозной терапии у пациентов с продвинутой стадией открытоугольной глаукомы

С.У. Касумов Г.З. Абдулкадыров Г.Л. Гюлмагомедова

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
площадь Ленина, 1, Махачкала, 367000, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):368–375**

**Цель исследования** — проанализировать эффективность и безопасность первичной трабекулэктомии в сравнении с медикаментозной терапией у пациентов с продвинутой открытоугольной стадией глаукомы, чтобы определить оптимальный подход к снижению внутриглазного давления и поддержанию качества жизни пациентов. **Пациенты и методы.** Проведено рандомизированное контролируемое исследование с участием 143 взрослых пациентов в возрасте 60–85 лет, у которых недавно была диагностирована прогрессирующая открытоугольная глаукома. Пациенты были разделены на две группы: у 75 человек была выполнена трабекулэктомия, 68 человек получали медикаментозное лечение. Основной результат — качество жизни через 12 месяцев, оцененное с помощью опросника VFQ-25. Оценивали также внутриглазное давление, остроту зрения и среднее отклонение параметров полей зрения. **Результаты исследования.** По окончании 24 месяцев существенных различий в качестве жизни (VFQ-25) между группами не выявлено ($p$ = 0,38). Трабекулэктомия обеспечила более значительное снижение внутриглазного давления на всех этапах исследования с уменьшением необходимости в местных препаратах. Осложнения были успешно разрешены в обеих группах, и частота серьезных побочных эффектов оказалась сравнимой. **Заключение.** Первичная трабекулэктомия является эффективной стратегией для снижения внутриглазного давления у пациентов с глаукомой, сохраняя при этом качество жизни на уровне, сравнимом с медикаментозным лечением. Несмотря на меньшую потребность в медикаментах после процедуры, риск осложнений требует внимания, подчеркивая необходимость индивидуального подхода в лечении. Будущие исследования должны быть направлены на усовершенствование методов лечения, чтобы улучшить долгосрочные результаты терапии.

**Ключевые слова:** глаукома, трабекулэктомия, открытоугольная глаукома, качество жизни, внутриглазное давление

**Для цитирования:** Касумов С.У., Абдулкадыров Г.З., Гюлмагомедова Г.Л. Сравнительная оценка эффективности и безопасности первичной трабекулэктомии и медикаментозной терапии у пациентов с продвинутой стадией открытоугольной глаукомы. *Офтальмология.* 2025;22(2):368–375. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-368-375

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Comparative Evaluation of the Efficacy and Safety of Primary Trabeculectomy and Drug Therapy in Patients with Advanced Open-angle Glaucoma

S.U. Kasumov, G.Z. Abdulkadyrov, G.L. Gulmagomedova

Dagestan State Medical University
Lenin sq., 1, Makhachkala, 367000, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):368–375**

**The aim** of the study was to evaluate the effectiveness and safety of primary trabeculectomy in comparison with drug therapy in patients with advanced open-angle glaucoma in order to determine the optimal approach to reducing intraocular pressure and maintaining the quality of life of patients. **Materials and methods.** A randomized controlled trial was conducted involving 143 adult patients aged 60–85 years who were recently diagnosed with progressive open-angle glaucoma. The patients were divided into two groups: 75 people received trabeculectomy, 68 people received medical treatment. The main outcome is the quality of life after 12 months, assessed using the VFQ-25 questionnaire. Intraocular pressure, visual acuity, and average deviation of the visual fields were considered as secondary outcomes. **Results.** At the end of 24 months, there were no significant differences in quality of life (VFQ-25) between the groups ($p = 0.38$). Trabeculectomy provided a more significant reduction in intraocular pressure at all stages of the study, reducing the need for topical medications. Complications were successfully resolved in both groups, and the frequency of serious side effects was comparable. **Conclusion.** Primary trabeculectomy is an effective strategy for reducing intraocular pressure in patients with glaucoma, while maintaining quality of life at a level comparable to drug treatment. Despite the lower need for medications after the procedure, the risk of complications requires attention, emphasizing the need for an individual approach to treatment. Future research should focus on improving treatment methods to improve long-term therapy outcomes.

**Keywords:** glaucoma, trabeculectomy, open angle glaucoma, quality of life, intraocular pressure

**For citation:** Kasumov S.U., Abdulkadyrov G.Z., Gulmagomedova G.L. Comparative Evaluation of the Efficacy and Safety of Primary Trabeculectomy and Drug Therapy in Patients with Advanced Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 368–375. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-368-375

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Глаукома является одной из основных причин необратимой слепоты в мире. Согласно оценкам, глаукомой страдают около 60 миллионов человек на планете, и ожидается, что в 2025 году это число возрастет до 80 миллионов [1]. При отсутствии надлежащего лечения глаукома приводит к прогрессирующему снижению зрительных функций, которое неизбежно заканчивается слепотой, что значительно снижает уровень жизни пациентов.

При открытоугольной глаукоме начальные изменения затрагивают периферическое зрение [2–4]. Пациенты с прогрессирующей стадией открытоугольной глаукомы испытывают серьезное сокращение полей зрения, которое постепенно распространяется на центральную область и в итоге приводит к понижению остроты зрения. Такое значительное ограничение полей зрения отрицательно сказывается на качестве жизни и увеличивает вероятность случаев падений и переломов. Несмотря на сохранение высокой остроты зрения, пациенты с выраженной открытоугольной глаукомой обоих глаз могут соответствовать критериям сертификации как лица с тяжелыми нарушениями зрения [5–8].

Данной теме посвящены исследования таких авторов, как Е.А. Сулейман и соавт., М.А. Фролов и соавт., A.J. King и соавт., G. Fernie и соавт., которые внесли значительный вклад в понимание и лечение открытоугольной глаукомы [9–13]. Например, Е.А. Сулейман и соавт. описали новую методику хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы, подчеркивая ее потенциал в улучшении результатов лечения и снижении риска прогрессирования заболевания [1]. М.А. Фролов и соавт. рассматривали актуальные проблемы выбора между проникающей и непроникающей хирургией при глаукоме, анализируя их эффективность и безопасность в различных клинических аспектах [9].

В условиях растущей потребности в оптимизации методов лечения глаукомы исследование, проведенное под руководством A.J. King и G. Fernie и соавт., является важным шагом в сравнении современных хирургических и медикаментозных стратегий для пациентов с продвинутой стадией этого заболевания. Авторы выделили преимущества и недостатки каждого подхода, предоставив клиницистам исчерпывающие данные для обоснованного выбора лечения [2, 3]. Проведенные исследования подтверждают актуальность темы, так как открытоугольная глаукома остается одной из ведущих причин необратимой потери зрения в мире. Разнообразие хирургических и медикаментозных подходов, проанализированных в этих работах, подчеркивает необходимость

дальнейших клинических исследований для оптимизации существующих стратегий лечения.

Таким образом, целью исследования является оценка и оптимизация современных методик лечения первичной открытоугольной глаукомы для улучшения исходов терапии и повышения качества жизни пациентов. Исследование направлено на сравнительный анализ различных хирургических и медикаментозных подходов с акцентом на их эффективность, безопасность и влияние на прогрессирование заболевания.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в форме прагматичного рандомизированного контролируемого исследования в клинике «Высокие технологии» в г. Махачкале и соответствовало стандартам клинической практики и Хельсинкской декларации. Участвовали взрослые от 60 до 85 лет с недавно диагностированной прогрессирующей открытоугольной глаукомой. Участников распределяли случайным образом в группы трабекулэктомии и медикаментозного лечения в соотношении 1:1. Основной результат оценивали по качеству жизни через 12 месяцев с использованием опросника VFQ-25. Клинические характеристики включали величину внутриглазного давления, характер остроты зрения, при этом вставал вопрос о необходимости хирургического вмешательства.

В исследовании планировалось участие 143 участников с учетом предполагаемого исключения в 13,5 % для выявления статистически значимой разницы с мощностью 90 % и уровнем значимости 5 %. Анализ данных проводился на основе модели смешанных эффектов с использованием протокольного анализа и регрессии инструментальных переменных. Все результаты сопровождались 95 % доверительными интервалами и анализировались с помощью Stata версии 16.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В период с января 2022 по август 2024 г. 143 участника были рандомизированы для проведения трабекулэктомии ($n$ = 75) либо медикаментозного лечения ($n$ = 68). Средний возраст участников, включенных в исследование, составлял 68,5 года, при этом 96 из 143 (66 %) участников были мужчинами. Различия по возрасту и полу между этими группами были статистически незначимыми ($p$ = 0,04 для возраста, $p$ = 0,17 для пола). На начальном этапе исследования группы были эквивалентны (табл. 1). Средние значения показателя VFQ-25 составляли 85,1 (SD 13,6) в группе трабекулэктомии и 85,1 (SD 13,4) в группе медикаментозного лечения. В каждой из групп было по 24 участника с прогрессирующей глаукомой обоих глаз.

**Таблица 1.** Базовые характеристики участников исследования в группах трабекулэктомии и медикаментозного лечения

**Table 1.** Basic characteristics of study participants in the trabeculectomy and drug treatment groups

| Характеристики / Specifications | Трабекулэктомия / Trabeculectomy (n=75) | Медикаментозное лечение / Medical treatment (n=68) |
|---|---|---|
| Средний (SD) возраст, лет / Average (SD) age, years | 67 (12.2) | 68 (12.4) |
| Мужской пол / Male gender | 53 (71 %) | 43 (63 %) |
| Прогрессирующая глаукома обоих глаз / Progressive glaucoma of both eyes | 25 (33 %) | 20 (29 %) |
| Глаукома на обоих глазах / Glaucoma in both eyes | 30 (40 %) | 25 (37 %) |
| Право на регистрацию в качестве инвалида по зрению имеют: / The right to register as a visually impaired person is: | | |
| Нет / No | 50 (67 %) | 40 (59 %) |
| Слабовидящие / Visually impaired | 15 (20 %) | 18 (26 %) |
| Серьезные нарушения зрения / Serious visual impairment | 10 (13 %) | 10 (15 %) |
| Диагностика глаукомы: / Diagnosis of glaucoma: | | |
| Первичная ОАГ (включая НТГ) / Primary hypertension (including HTG) | 40 (53 %) | 35 (51 %) |
| Синдром дисперсии пигмента / Pigment dispersion syndrome | 15 (20 %) | 10 (15 %) |
| Псевдоэксфолиативный синдром / Pseudoexfoliation syndrome | 20 (27 %) | 23 (34 %) |
| Семейный анамнез глаукомы: / Family history of glaucoma: | | |
| Да / Yes | 30 (40 %) | 28 (41 %) |
| Нет / No | 40 (53 %) | 35 (51 %) |
| Недостающий / Missing | 5 (7 %) | 5 (7 %) |
| Медиана (IQR) Количество посещений оптики за последние 10 лет / Median (IQR) Number of visits to optics over the last 10 years | 5 (3–7) | 6 (4–8) |
| Индекс множественной депривации: / Index of multiple deprivation: | | |
| 1-й пятый (самые обездоленные) / 1st fifth (the most disadvantaged) | 10 (13 %) | 8 (12 %) |
| 2-й пятый / 2nd fifth | 15 (20 %) | 12 (18 %) |
| 3-й пятый / 3rd fifth | 18 (24 %) | 16 (24 %) |
| 4-й пятый / 4th fifth | 17 (23 %) | 15 (22 %) |
| 5-й пятый (наименее обездоленные) / 5th fifth (least disadvantaged) | 10 (13 %) | 15 (22 %) |
| Недостающий / Missing | 5 (7 %) | 2 (3 %) |

*Продолжение таблицы 1*

| Характеристики / Specifications | Трабекулэктомия / Trabeculectomy (*n* = 75) | Медикаментозное лечение / Medical treatment (*n* = 68) |
|---|---|---|
| Средний балл (SD) VFQ-25 / Average Score (SD) VFQ -25 | 87,1 (13,6) | 87,1 (13,4) |
| Средние (SD) баллы по субшкале VFQ-25: / Average (SD) scores on the VFQ-25 subscale: | | |
| Дистанционные занятия / Distance learning | 85 (12) | 86 (11) |
| Вождение / Driving | 83 (13) | 84 (14) |
| Психическое здоровье / Mental health | 80 (15) | 82 (16) |
| Общее видение / A shared vision | 87 (14) | 85 (13) |
| Социальная функция / Social function | 88 (12) | 87 (13) |
| Цветовое зрение / Color vision | 89 (10) | 88 (11) |
| Периферическое зрение / Peripheral vision | 86 (14) | 85 (13) |
| Боль в глазах / Pain in the eyes | 84 (15) | 82 (14) |
| Средний балл (SD) EQ-5D-5L / Average Score (SD) EQ-5D-5L | 0,88 (0,12) | 0,87 (0,13) |
| Средний балл (SD) HUI-3 / Average score (SD) HUI-3 | 0,85 (0,15) | 0,84 (0,14) |
| Средняя оценка (SD) GUI / Average GUI Score (SD) | 0,75 (0,18) | 0,76 (0,19) |
| Опыт участников (обострение глаукомы): / Participants' experience (exacerbation of glaucoma): | | |
| Да / Yes | 20 (27 %) | 15 (22 %) |
| Нет / No | 50 (67 %) | 50 (74 %) |
| Недостающий / Missing | 5 (6 %) | 3 (4 %) |
| Визуальные стандарты для вождения: / Visual standards for driving: | | |
| Проходить / Pass through | 60 (80 %) | 55 (81 %) |
| Провалить / Fail | 10 (13 %) | 12 (18 %) |
| Недостающий / Missing | 5 (7 %) | 1 (1 %) |
| Среднее значение (SD) ЧФМД для лучшего зрения, дБ / The average value (SD) of the BFM for better vision, dB | 25,4 (3,2) | 24,8 (3,5) |
| Среднее значение (SD) ЧФМД для ухудшения состояния глаза, дБ / The average value (SD) of CFMD for eye deterioration, dB | 20,6 (4,1) | 21,2 (4,0) |
| Среднее значение (SD) ЧФМД для неиндексного глаза, дБ / The average value (SD) of the CFMD for the non-index eye, dB | 22,7 (3,8) | 23,3 (3,7) |
| Исходные характеристики только для указанного глаза / Initial characteristics for the index eye only | | |
| Состояние хрусталика: / Lens Condition: | | |
| Факич. / Fokich | 35 (47 %) | 32 (47 %) |
| Псевдофакич. / Pseudophakic | 40 (53 %) | 36 (53 %) |
| Средняя (SD) толщина центральной роговицы, мкм / Average (SD) thickness of the central cornea, microns | 540 (30) | 545 (32) |
| Капли при глаукоме: / Drops for glaucoma: | | |
| Аналог простагландина / Prostaglandin analog | 40 (53 %) | 35 (51 %) |
| β-блокиратор / β-blocker | 32 (43 %) | 30 (44 %) |
| Ингибитор карбоангидразы / Carbonic anhydrase inhibitor | 15 (20 %) | 13 (19 %) |
| α-агонист / α-agonist | 20 (27 %) | 18 (27 %) |
| Коморбидность глаз / Eye comorbidity | | |
| Детали коморбидности глаз: / Details of eye comorbidity: | | |
| Возрастная макулярная дегенерация / Age-related macular degeneration | 10 (13 %) | 8 (12 %) |
| Катаракта / Cataract | 20 (27 %) | 19 (28 %) |
| Окклюзия сосудов / Vascular occlusion | 5 (7 %) | 4 (6 %) |
| Диабетическая ретинопатия / Diabetic retinopathy | 7 (9 %) | 6 (9 %) |
| Другой / Another | 15 (20 %) | 12 (18 %) |
| Среднее значение (SD) ЧФМД, дБ / Average value (SD) BFMD, dB | 23,5 (3,6) | 23,9 (3,4) |
| Среднее значение (SD) logMAR острота зрения / Average value (SD) LogMAR visual acuity | 0,10 (0,05) | 0,12 (0,06) |
| Среднее (SD) внутриглазное давление, мм рт. ст.: / Mean (SD) intraocular pressure, mm Hg: | | |
| Диагноз / Diagnosis | 21 (3) | 22 (4) |
| Базис / The basis | 18 (2) | 17 (3) |
| Средний (SD) возраст, лет / Average (SD) age, years | 67 (12,2) | 68 (12,4) |
| Мужской пол / Male gender | 53 (71 %) | 43 (63 %) |

EQ-5D-5L — пятиуровневый европейский опросник, разработанный EuroQol Group для оценки состояния здоровья по пяти различным измерениям. GUI — оценка, которая отражает полезность состояния здоровья при глаукоме. HUI-3 — третий уровень индекса, оценивающего полезность состояния здоровья. IQR — показатель, определяющий диапазон значений между первым и третьим квартилями. LogMAR — это измерение, представляющее логарифмический показатель среднего угла разрешения. NTG — обозначение для глаукомы, при которой внутриглазное давление находится в нормальных пределах. OAG — тип глаукомы, характеризующийся открытым углом передней камеры глаза. VFMD — показатель, вычисляющий среднюю величину отклонения в поле зрения. VFQ-25 — 25-пунктовая анкета Национального института офтальмологии для оценки зрительных функций пациента. Для VFQ-25 оценки варьируют от 0, что указывает на минимальное качество жизни, связанное со зрением, до 100, что показывает наивысшее качество жизни в этой области. Для шкал EQ-5D и HUI3 значение 0 соответствует состоянию, эквивалентному смерти, а 1 обозначает полноценное *здоровье.* В GUI шкала ранжируется от 0, что означает наихудшее состояние с точки зрения глаукомы и сопутствующих эффектов лечения, до 1, то есть наилучшее из возможных состояний.

Через 24 месяца средние значения VFQ-25 составили 85,4 (со стандартным отклонением 13,8) в группе, подвергнутой трабекулэктомии, и 84,5 (со стандартным отклонением 16,3) в группе, получавшей медицинское сопровождение. Разница между этими средними составила 1,06 с 95 % доверительным интервалом от –1,32 до 3,43; значение P оказалось равным 0,38 (табл. 2).

Средние оценки причинно-следственных связей для VFQ-25 оказались идентичными для всех участвующих в исследовании протоколов и исполняющих его организаций. Не были обнаружены также значимые различия для заранее определенных подгрупп или по метрикам EQ-5D-5L, HUI-3 и GUI через 24 месяца (рис. 1).

Следует отметить, что средний балл по метрике VFQ-25 через 24 месяца составил 78,6 (SD 10,2) в группе участников с программой реабилитации и 82,3 (9,5) в контрольной группе (средняя разница –3,7 (95 % доверительный интервал от –5,6 до –1,8); $p < 0,01$) (табл. 2, рис. 1). Средний балл по шкале EQ-5D-5L был выше в группе реабилитации (средняя разница 0,05, 0,02–0,08; $p = 0,004$) (табл. 2). Были обнаружены значительные различия в изменениях по шкале HUI-3 через 24 месяца (средняя разница составила 0,12 (от –0,30 до 0,54), $p = 0,46$) и в других результатах (табл. 2).

**Таблица 2.** Сравнение клинических результатов между группами трабекулэктомии и медикаментозного лечения на различных временных этапах исследования

**Table 2.** Comparison of clinical results between groups of trabeculectomy and drug treatment at different time stages of the study

| Результаты / Results | Трабекулэктомия / Trabeculectomy (*n* = 75) | Медикаментозное лечение / Medical treatment (*n* = 68) | Средняя разница* (95 % ДИ) / Average difference* (95 % CI) | Значение *p* / The value of *p* |
|---|---|---|---|---|
| VFQ-25: | | | | |
| Базис /The basis | 75,0 (14,0) | 74,5 (15,0) | 0,5 (–2,0 до 3,0) | 0,68 |
| 4 месяца / months | 78,0 (13,0) | 76,0 (14,0) | 2,0 (–1,0 до 5,0) | 0,19 |
| 12 месяцев / months | 82,0 (12,5) | 79,0 (13,5) | 3,0 (0,0 до 6,0) | 0,05 |
| 24 месяца / months | 85,4 (13,8) | 84,5 (16,3) | 1,06 (–1,32 до 3,43) | 0,38 |
| EQ-5D-5L: | | | | |
| Базис / The basis | 0,85 (0,10) | 0,84 (0,11) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,60 |
| 1 месяц / months | 0,87 (0,09) | 0,85 (0,10) | 0,02 (–0,01 до 0,05) | 0,40 |
| 3 месяца / months | 0,88 (0,08) | 0,86 (0,09) | 0,02 (–0,01 до 0,05) | 0,36 |
| 6 месяцев / months | 0,89 (0,07) | 0,87 (0,08) | 0,02 (–0,01 до 0,05) | 0,30 |
| 12 месяцев / months | 0,90 (0,06) | 0,88 (0,07) | 0,02 (–0,01 до 0,05) | 0,25 |
| 18 месяцев / months | 0,91 (0,05) | 0,89 (0,06) | 0,02 (0,00 до 0,04) | 0,15 |
| 24 месяца / months | 0,92 (0,04) | 0,90 (0,05) | 0,02 (0,00 до 0,04) | 0,14 |
| HUI-3: | | | | |
| Базис / The basis | 0,70 (0,15) | 0,69 (0,16) | 0,01 (–0,03 до 0,05) | 0,70 |
| 1 месяц /month | 0,72 (0,14) | 0,70 (0,15) | 0,02 (–0,02 до 0,06) | 0,40 |
| 3 месяца / months | 0,73 (0,13) | 0,71 (0,14) | 0,02 (–0,02 до 0,06) | 0,36 |
| 6 месяцев / months | 0,74 (0,12) | 0,72 (0,13) | 0,02 (–0,02 до 0,06) | 0,32 |
| 12 месяцев / months | 0,76 (0,11) | 0,74 (0,12) | 0,02 (–0,02 до 0,06) | 0,28 |
| 18 месяцев / months | 0,77 (0,10) | 0,75 (0,11) | 0,02 (–0,02 до 0,06) | 0,24 |
| 24 месяца / months | 0,78 (0,09) | 0,76 (0,10) | 0,02 (–0,02 до 0,06) | 0,20 |

*Продолжение таблицы 2*

| Результаты / Results | Трабекулэктомия / Trabeculectomy (*n* = 75) | Медикаментозное лечение / Medical treatment (*n* = 68) | Средняя разница* (95 % ДИ) / Average difference* (95 % CI) | Значение *p* / The value of *p* |
|---|---|---|---|---|
| GUI: | | | | |
| Базис / The basis | 0,80 (0,12) | 0,79 (0,13) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,75 |
| 1 месяц / month | 0,81 (0,11) | 0,80 (0,12) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,65 |
| 3 месяца / months | 0,82 (0,10) | 0,81 (0,11) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,60 |
| 6 месяцев / months | 0,83 (0,09) | 0,82 (0,10) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,56 |
| 12 месяцев / months | 0,84 (0,08) | 0,83 (0,09) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,50 |
| 18 месяцев / months | 0,85 (0,07) | 0,84 (0,08) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,45 |
| 24 месяца / months | 0,86 (0,06) | 0,85 (0,07) | 0,01 (–0,02 до 0,04) | 0,40 |
| Опыт пациента (ухудшение состояния глаукомы) — нет (%): / Patient's experience (worsening of glaucoma) — none (%): | | | | |
| Базис / The basis | 50 % | 52 % | –2 % (от –10 до 6 %) | 0,70 |
| 1 месяц / month | 55 % | 54 % | 1 % (от –7 до 9 %) | 0,85 |
| 3 месяца / months | 58 % | 56 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,75 |
| 6 месяцев / months | 60 % | 58 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,70 |
| 12 месяцев / months | 62 % | 60 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,65 |
| 18 месяцев / months | 64 % | 62 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,60 |
| 24 месяца / months | 66 % | 64 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,55 |
| Внутриглазное давление, мм рт. ст: / Intraocular pressure, mm Hg: | | | | |
| Базис / The basis | 18,0 (3,0) | 18,5 (3,5) | –0,5 (от –1,5 до 0,5) | 0,30 |
| 4 месяца / months | 16,0 (2,5) | 17,5 (3,0) | –1,5 (от –2,5 до –0,5) | 0,01 |
| 12 месяцев / months | 15,5 (2,0) | 17,0 (2,5) | –1,5 (от –2,5 до –0,5) | 0,01 |
| 24 месяца / months | 15,0 (2,0) | 16,5 (2,5) | –1,5 (от –2,5 до –0,5) | 0,01 |
| Острота зрения LogMAR: / Visual acuity LogMAR: | | | | |
| Базис / The basis | 0,1 (0,05) | 0,1 (0,05) | 0,0 (от –0,02 до 0,02) | 0,90 |
| 4 месяца / months | 0,08 (0,05) | 0,09 (0,05) | –0,01 (от –0,03 до 0,01) | 0,20 |
| 12 месяцев / months | 0,07 (0,04) | 0,08 (0,05) | –0,01 (от –0,03 до 0,01) | 0,20 |
| 24 месяца / months | 0,06 (0,04) | 0,07 (0,04) | –0,01 (от –0,03 до 0,01) | 0,20 |
| Среднее отклонение полей зрения, дБ: / Average deviation of the visual fields, dB: | | | | |
| Базис / The basis | –5,0 (2,0) | –5,5 (2,0) | 0,5 (от –1,0 до 2,0) | 0,50 |
| 4 месяца / months | –4,8 (1,8) | –5,3 (1,9) | 0,5 (от –0,8 до 1,8) | 0,45 |
| 12 месяцев / months | –4,5 (1,7) | –5,0 (1,8) | 0,5 (от –0,7 до 1,7) | 0,40 |
| 24 месяца / months | –4,3 (1,6) | –4,8 (1,7) | 0,5 (от –0,7 до 1,7) | 0,40 |
| Потребность в хирургическом вмешательстве в катаракту — нет (%) / There is no need for cataract surgery (%) | | | | |
| 10 % | 15 % | –5 % (от –10 до 0 %) | 0,10 | 10 % |
| Визуальные стандарты для вождения (пройдено / нет дефектов) — нет (%): / Visual standards for driving (passed / no defects) — none (%): | | | | |
| Базис / The basis | 80 % | 78 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,60 |
| 24 месяца / months | 82 % | 80 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,55 |
| Зарегистрирован как слабовидящий в 24 месяца — нет (%): / Registered as visually impaired at 24 months — no (%): | | | | |
| Нет / No | 90 % | 88 % | 2 % (от –6 до 10 %) | 0,50 |
| Слабовидящие / Visually impaired | 10 % | 12 % | –2 % (от –10 до 6 %) | 0,50 |

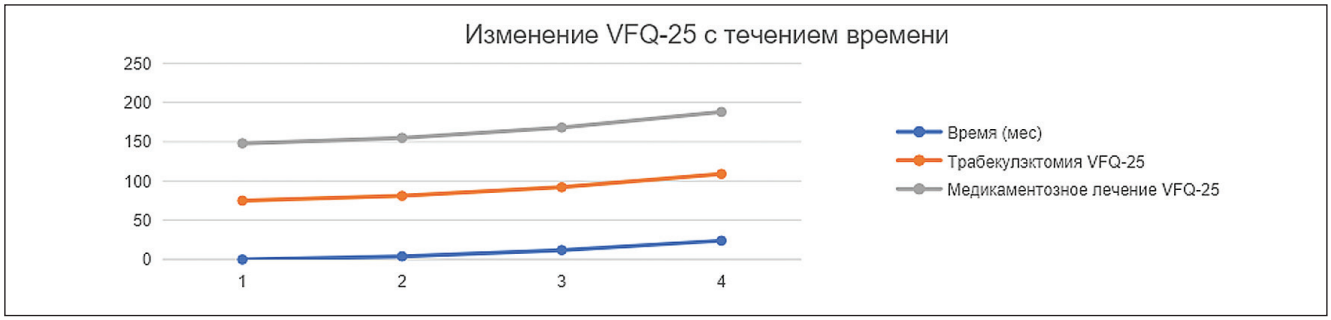



**Рис. 1.** Изменение VFQ-25 с течением времени для различных методов лечения

**Fig. 1.** The change of VFQ-25 over time for various treatment methods

В течение 24-месячного периода наблюдения неблагоприятные события были зафиксированы у 45 из 75 (60 %) участников в группе трабекулэктомии и у 38 из 68 (56 %) — в группе медикаментозного лечения. Серьезные нежелательные явления наблюдались у 5 (7 %) из 75 участников в группе трабекулэктомии и у 4 (6 %) участников в группе медикаментозного лечения. Нежелательные явления без серьезных последствий произошли у 30 из 75 (40 %) участников в группе трабекулэктомии и у 28 из 68 (41 %) участников в группе медикаментозного лечения. Было зафиксировано два смертельных случая, по одному в каждой группе; данные случаи не имели отношения к изучаемому вмешательству. Эндофтальмит развился у двух участников, в равной степени распределенный между группами трабекулэктомии и медикаментозного лечения. Потеря более 10 букв остроты зрения по шкале ETDRS наблюдалась у двух участников из группы трабекулэктомии, причиной этого послужило прогрессирование глаукомы.

Таким образом, в исследовании отмечено, что в группе пациентов, перенесших трабекулэктомию, наблюдалась более высокая потребность в дополнительных мерах. Различные серьезные осложнения, связанные с лечением глаукомы, такие как уплощение передней камеры, повреждение глаза во время анестезии, проблемы с двойным зрением и пузырьковый эндофтальмит, требовали дополнительных хирургических процедур. Из всех зарегистрированных случаев осложнений 20 пациентам понадобилось дополнительное вмешательство для их устранения: 14 из них в группе трабекулэктомии и 3 в группе, получавшей медикаментозное лечение. Спустя 24 месяца в группе трабекулэктомии лишь 25 % участников (19 из 75) применяли местные препараты, в то время как в группе медикаментозного ведения таких было 78 % (53 из 68).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Через 24 месяца исследования не было выявлено различий между группами лечения в отношении первичного показателя, известного как VFQ-25 — стандарт для оценки качества жизни, связанного с глаукомой. Этот вывод оказался справедлив и для других параметров, оценивающих зрение и общее состояние здоровья. Оперативное вмешательство по сравнению с исходным уровнем показало бóльшую эффективность в снижении внутриглазного давления на всех этапах измерений, причем пациенты после трабекулэктомии нуждались в значительно меньшем количестве местных препаратов для его контроля. Частота побочных эффектов была схожей в обеих группах.

Глаукома оказывает существенное влияние на КЖ, пациенты испытывают трудности в повседневной деятельности и имеют плохое эмоциональное и социальное благополучие. Кроме того, существуют проблемы, связанные с неудобствами, побочными эффектами и стоимостью лечения.

В ходе исследования было зафиксировано заметное снижение внутриглазного давления у участников в обеих группах по сравнению с первоначальными показателями. Это снижение было более выраженным в группе, перенесшей трабекулэктомию, в которой давление уменьшилось до 12,4 мм рт. ст. (SD 5,7) в течение четырех месяцев и сохранялось на уровне около 12 мм рт. ст. до окончания исследования. В процессе наблюдения в группе трабекулэктомии было достигнуто дополнительное снижение давления на 3–4 мм рт. ст. Такая клинически значимая разница, вероятно, способствует лучшему сохранению полей зрения в долгосрочной перспективе для пациентов. Постоянное снижение внутриглазного давления признано самым эффективным методом предупреждения дальнейшего ухудшения полей зрения у пациентов с глаукомой.

На протяжении 24 месяцев наблюдалось умеренное снижение остроты зрения, что, вероятно, связано с развитием начальной катаракты в группе, перенесшей трабекулэктомию, на что указывали I. Murdoch и соавт. и H. Shabaninejad и соавт. в своих исследованиях [11, 12]. Хотя это снижение было статистически значимым, оно все же могло не иметь клинической значимости, так как соответствовало уменьшению остроты зрения logMAR всего на 2,5 буквы, на что обращали внимание в работе R.A.P. Guedes и соавт. [13]. Качество жизни участников и необходимость в хирургическом удалении катаракты были практически одинаковыми в обеих группах через два года, что согласуется с выводами V.V. Kapetanakis и соавт. [14]. Мы также не выявили значительных различий между группами по другому ключевому показателю зрительной функции — тесту поля зрения — и прогрессированию заболевания, что подтверждает данные, представленные в работе A. Kernohan и соавт. [15].

Таким образом, можно сделать вывод, что трабекулэктомия и медикаментозное лечение открытоугольной глаукомы дают сопоставимое качество жизни. Трабекулэктомия обеспечивает более значительное снижение внутриглазного давления и сокращает потребность в медикаментах. Осложнения были схожими в обеих группах, хотя трабекулэктомия иногда требовала дополнительных вмешательств. Будущие исследования должны сосредоточиться на улучшении лечения и снижении рисков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что первичная трабекулэктомия является эффективным методом лечения продвинутой стадии глаукомы и обеспечивает более значительное снижение внутриглазного давления по сравнению с медикаментозной коррекцией. Пациенты, перенесшие трабекулэктомию, нуждались в меньшем количестве местных препаратов для контроля внутриглазного давления спустя 24 месяца. Несмотря на более высокий риск осложнений, связанных с хирургическим вмешательством, все нежелательные явления были успешно разрешены без постоянной потери зрения, что подтверждает

безопасность процедуры. Частота серьезных побочных эффектов была сравнима в обеих группах.

Клинические исходы, такие как острота зрения и качество жизни, оцениваемое с помощью VFQ-25, не продемонстрировали значительных различий между группами лечения. Это подчеркивает важность индивидуального подхода при выборе стратегии лечения глаукомы.

Для клиницистов важно учитывать преимущества и недостатки каждой из методик перед тем, как принимать решение о лечении. Необходимы дальнейшие исследования для оптимизации существующих методов лечения глаукомы, что способствует улучшению качества жизни пациентов, сохранению зрительных функций и снижению риска осложнений.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Касумов С.У.— концепция и дизайн, редактирование, сбор и обработка материала, написание текста;
Абдулкадыров Г.З. — сбор и обработка материала, редактирование;
Гюлмагомедова Г.Л.— сбор и обработка материала, статистическая обработка данных.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Сулейман ЕА, Киселева ОА, Журавлева АН, Бессмертный АМ, Луговкина КВ. Новая методика хирургического лечения первичной открытоугольной глаукомы. Медицинский вестник Башкортостана. 2018;1(73):71–74.
   Suleiman EA, Kiseleva OA, Zhuravleva AN, Bessmertnyi AM, Lugovkina KV. A new method of surgical treatment of primary open-angle glaucoma. Medical Bulletin of Bashkortostan. 2018;1(73):71–74 (In Russ.).
2. King AJ, Fernie G, Hudson J, Kernohan A, Azuara-Blanco A, Burr J, Homer T, Shabaninejad H, Sparrow JM, Garway-Heath D, Barton K, Norrie J, McDonald A, Vale L, MacLennan G. Primary trabeculectomy versus primary glaucoma eye drops for newly diagnosed advanced glaucoma: TAGS RCT. Health Technol Assess. 2021 Nov;25(72):1–158. doi: 10.3310/hta25720.
3. Dada T, Sharma A, Midha N, Angmo D, Gupta S, Sihota R. Efficacy of Trabeculectomy Combined with Limited Deep Sclerectomy Versus Trabeculectomy Alone: A Randomized-controlled Trial. J Glaucoma. 2021 Dec 1;30(12):1065–1073. doi: 10.1097/IJG.0000000000001896.
4. King AJ, Fernie G, Azuara-Blanco A, Burr JM, Garway-Heath T, Sparrow JM, Vale L, Hudson J, MacLennan G, McDonald A, Barton K, Norrie J. Treatment of Advanced Glaucoma Study: a multicentre randomised controlled trial comparing primary medical treatment with primary trabeculectomy for people with newly diagnosed advanced glaucoma-study protocol. Br J Ophthalmol. 2018 Jul;102(7):922–928. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-310902.
5. Kulkarni BB, Leighton P, King AJ. Exploring patients' expectations and preferences of glaucoma surgery outcomes to facilitate healthcare delivery and inform future glaucoma research. Br J Ophthalmol. 2019;103:1850–1855. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313401.
6. Azuara-Blanco A, Burr J, Ramsay C, Cooper D, Foster PJ, Friedman DS, Scotland G, Javanbakht M, Cochrane C, Norrie J; EAGLE study group. Effectiveness of early lens extraction for the treatment of primary angle-closure glaucoma (EAGLE): a randomised controlled trial. Lancet. 2016 Oct 1;388(10052):1389–1397. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30956-4.
7. Gazzard G, Konstantakopoulou E, Garway-Heath D, Garg A, Vickerstaff V, Hunter R, Ambler G, Bunce C, Wormald R, Nathwani N, Barton K, Rubin G, Buszewicz M; LiGHT Trial Study Group. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. Lancet. 2019 Apr 13;393(10180):1505–1516. doi: 10.1016/S0140-6736(18)32213-X. Epub 2019 Mar 9. Erratum in: Lancet. 2019 Jul 6;394(10192):e1. doi: 10.1016/S0140-6736(19)31503-X.
8. Zhao PY, Rahmathullah R, Stagg BC, Almobarak F, Edward DP, Robin AL, Stein JD. A Worldwide Price Comparison of Glaucoma Medications, Laser Trabeculoplasty, and Trabeculectomy Surgery. JAMA Ophthalmol. 2018 Nov 1;136(11):1271–1279. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.3672.
9. Фролов МА, Рябей АВ, Фролов АМ. Актуальные проблемы проникающей и непроникающей хирургии как методы выбора при глаукоме. Вестник Российского университета дружбы народов. 2018;22(4):428–442. doi: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-428-442.
   Frolov MA, Ryabey AV, Frolov AM. Actual problems of penetrating and non-penetrating surgery as methods of choice in glaucoma. Bulletin of the Peoples Friendship University of Russia. 2018;22(4):428–442 (In Russ.). doi: 10.22363/2313-0245-2018-22-4-428-442.
10. King A, Hudson J, Fernie G, Kernohan A, Azuara-Blanco A, Burr J, Homer T, Shabaninejad H, Sparrow J, Garway-Heath D, Barton K, Norrie J, McDonald A, Vale L, Maclennan G, Sepetis A. Primary trabeculectomy for advanced glaucoma: Pragmatic multicentre randomised controlled trial (TAGS). BMJ 2021;373:n1014. doi: 10.1136/bmj.n1014.
11. Murdoch I, Nyakundi D, Baker H, Dulku S, Kiage D. Adherence with Medical Therapy for Primary Open-Angle Glaucoma in Kenya — A Pilot Study. Patient Prefer Adherence. 2020 Feb 10;14:221–225. doi: 10.2147/PPA.S236468.
12. Shabaninejad H, Homer T, Kernohan A, King AJ, Burr J, Azuara-Blanco A, Vale L. Is primary trabeculectomy cost-effective for patients with advanced primary open angle glaucoma? Results from the Treatment of Advanced Glaucoma Study economic model. Br J Ophthalmol. 2024 Aug 22;108(9):1210–1215. doi: 10.1136/bjo-2023-323390.
13. Guedes RAP, Guedes VMP, Gomes CEM, Chaoubah A. Maximizing cost-effectiveness by adjusting treatment strategy according to glaucoma severity. Medicine (Baltimore). 2016 Dec;95(52):e5745. doi: 10.1097/MD.0000000000005745.
14. Kapetanakis VV, Chan MP, Foster PJ, Cook DG, Owen CG, Rudnicka AR. Global variations and time trends in the prevalence of primary open angle glaucoma (POAG): a systematic review and meta-analysis. Br J Ophthalmol. 2016 Jan;100(1):86–93. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307223.
15. Kernohan A, Homer T, Shabaninejad H, King AJ, Hudson J, Fernie G, Azuara-Blanco A, Burr J, Sparrow JM, Garway-Heath D, Barton K, Norrie J, Maclennan G, Vale L. Cost-effectiveness of primary surgical versus primary medical management in the treatment of patients presenting with advanced glaucoma. Br J Ophthalmol. 2022 Jul 26;107(10):1452–1457. doi: 10.1136/bjo-2021-320887.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Касумов Султан Умарович
студент 6-го курса лечебного факультета

Абдулкадыров Газимагомед Зурабович
студент 6-го курса лечебного факультета

Гюлмагомедова Гюльзада Лавретовна
студентка 6-го курса лечебного факультета


## ABOUT THE AUTHORS


Kasumov Sultan U.
6th-year student

Abdulkadyrov Gazimagomed Z.
6th-year student

Gulmagomedova Gulzada L.
6th-year student

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-376-382*

*поступила 21.03.25*
*was received 21.03.25*

# Изменение оптической плотности макулярного пигмента как новый фактор риска первичной открытоугольной глаукомы





И.А. Лоскутов О.М. Андрюхина

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

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):376–382**

С возрастом увеличивается распространенность таких заболеваний глаз, как первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) и возрастная макулярная дегенерация (ВМД), которые являются основными причинами потери зрения у пожилых пациентов. Недавние исследования показывают, что снижение оптической плотности макулярного пигмента (ОПМП), состоящего из лютеина, зеаксантина и мезозеаксантина, может быть связано с повышенным риском ПОУГ. Эти каротиноиды играют ключевую роль в защите фоторецепторов от окислительного стресса, регулируют световую фильтрацию и обеспечивают нейропротекцию. Исследования продемонстрировали, что пациенты с ПОУГ имеют более низкий уровень ОПМП, что может быть ранним биомаркером глаукомной нейродегенерации. Кроме того, прием нутрицевтиков, содержащих макулярные каротиноиды, обеспечивает повышение ОПМП, что может способствовать сохранению зрительных функций. Дополнительную защиту обеспечивают витамины группы В и ниацин, которые поддерживают митохондриальное здоровье и снижают окислительный стресс в ганглиозных клетках сетчатки. Таким образом, изучение ОПМП как потенциального модифицируемого фактора риска ПОУГ открывает новые перспективы для диагностики и терапии заболевания. Дальнейшие исследования необходимы для определения оптимальных стратегий применения нутрицевтиков и оценки влияния ОПМП на течение глаукомы.

**Ключевые слова:** макулярные пигменты, оптическая плотность макулярного пигмента, лютеин, зеаксантин, глаукома, возрастная макулярная дегенерация

**Для цитирования:** Лоскутов И.А., Андрюхина О.М. Изменение оптической плотности макулярного пигмента как новый фактор риска первичной открытоугольной глаукомы. *Офтальмология.* 2025;22(2):376–382. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-376-382

**Прозрачность финансовой деятельности:** обзор подготовлен при поддержке компании ООО «Бауш Хелс». Позиция авторов статьи может отличаться от позиции компании ООО «Бауш Хелс».

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Changes in Macular Pigment Optical Density as a New Risk Factor for Primary Open-angle Glaucoma

I.A. Loskutov, O.M. Andryukhina

Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI)
Schepkina str., 61/2, Moscow, 129110, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):376–382**

With aging, the prevalence of eye diseases such as primary open-angle glaucoma (POAG) and age-related macular degeneration (AMD) increases, making them leading causes of vision loss in older adults. Recent studies suggest that a decrease in macular pigment optical density (MPOD), composed of lutein, zeaxanthin, and meso-zeaxanthin, may be associated with an increased risk of POAG. These carotenoids play a crucial role in protecting photoreceptors from oxidative stress, regulating light filtration, and providing neuroprotection. Studies have shown that patients with POAG exhibit lower MPOD levels, which may serve as an early biomarker of glaucomatous neurodegeneration. Moreover, supplementation with macular carotenoids has been found to increase MPOD, potentially improving visual function. Additionally, B vitamins and niacin offer further protection by supporting mitochondrial health and reducing oxidative stress in retinal ganglion cells. Thus, investigating MPOD as a modifiable risk factor for POAG presents new opportunities for disease diagnosis and management. Further research is needed to determine optimal nutraceutical strategies and to evaluate the impact of MPOD on glaucoma progression.

**Keywords:** macular pigments, optical density of macular pigment, lutein, zeaxanthin, glaucoma, age-related macular degeneration

**For citation:** Loskutov I.A., Andryukhina O.M.. Changes in Macular Pigment Optical Density as a New Risk Factor for Primary Open-angle Glaucoma. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 376–382. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-376-382

**Financial Disclosure:** the review is supported by Bausch Health LLC. The position of the authors of the article may differ from the position of Bausch Health LLC.

**There is no conflict of interests.**

С увеличением количества пожилых людей в структуре населения резко повышается распространенность возрастзависимых заболеваний, из них наиболее значимыми являются заболевания органа зрения, которые влияют на качество жизни [1]. Учитывая, что в 2050 году численность населения в мире удвоится, глаукома и возрастная макулярная дегенерация (ВМД), будучи хроническими прогрессирующими многофакторными заболеваниями, становятся главными причинами страдания пациентов старшей возрастной группы [2]. Основными объединяющими их признаками являются: связь с возрастом, общие факторы риска, бессимптомное начало, хроническое прогрессирующее течение, двусторонний несимметричный процесс и необходимость ранней диагностики [3]. Стареющее население требует адаптации систем здравоохранения к особым потребностям пожилых людей [4].

В Российской Федерации глаукома лидирует в структуре причин слепоты, в 2022 г. зарегистрировано 1 250 558 пациентов с данной патологией. При этом в мировой популяции сохраняется тенденция к увеличению распространенности первичной открытоугольной глаукомы, число больных составит к 2040 г. 111,8 млн [5]. У одного пациента могут диагностировать одновременно и глаукому, и ВМД. Как правило, превалирует то заболевание, которое развилось первым или прогрессирует быстрее. Сочетание двух отдельных офтальмологических заболеваний у одного пациента поднимает вопросы относительно потенциальных факторов, которые могут предрасполагать пациентов к клиническим заболеваниям, таким как стрессовая дезадаптация, дефицит питательных веществ или воспалительная, метаболическая, сердечно-сосудистая дисфункция. Возрастная макулярная дегенерация и глаукома являются основными причинами потери зрения, которые преимущественно поражают пожилых пациентов [6].

Многие рандомизированные клинические испытания показали, что снижение ВГД замедляет наступление и прогрессирование глаукомы [7]. Поэтому все текущие методы лечения ПОУГ направлены на снижение внутриглазного давления консервативными или хирургическими методами. Однако необходимо учитывать, что у некоторых пациентов даже при достижении нормального уровня внутриглазного давления имеется прогрессирование глаукомного процесса [8, 9]. В соответствии с этим продолжается поиск новых модифицируемых факторов риска глаукомы [10].

Лютеин, зеаксантин и мезозеаксантин — это ксантофилловые пигменты, неравномерно присутствующие в сетчатке глаза человека, а их концентрация в макуле примерно в 100 раз выше по сравнению с периферией. Зеаксантин, включая его изомер мезозеаксантин, концентрируется в центральной части сетчатки, в отличие от лютеина, также присутствующего в периферических областях. Физиологическое значение такого гетерогенного распределения макулярных ксантофиллов доказано в экспериментальных исследованиях, в которых показана особая предрасположенность зеаксантина

к участию в регуляторной деятельности в ответ на изменение интенсивности света. Зеаксантин обеспечивает центральное и точное зрение при низкой интенсивности света и защищает фоторецепторы от фотоповреждения при очень сильном освещении [11]. Макулярные пигменты преимущественно локализуются в аксонах, образующих наружный плексиформный слой и слой волокон Генле [12]. Эти пигменты усиливают защитные механизмы, подавляя активные формы кислорода, в том числе синглетный, поглощая синий свет, тем самым защищая от окислительного стресса и потенциального повреждения сетчатки [13]. В двух крупных исследованиях было показано, что более низкое потребление каротиноидов с пищей связано с более высоким риском развития ПОУГ [14, 15].

Оптическая плотность макулярного пигмента (ОПМП) является мерой концентрации лютеина и зеаксантина в макуле. ОПМП измеряется в единицах оптической плотности и колеблется от 0 до 1 [16]. Этот показатель можно измерить несколькими методами и разделить на психофизические и объективные, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы. ОПМП можно использовать в качестве нового биомаркера [17].

За последние 15 лет появились работы, посвященные изменению оптической плотности макулярного пигмента при различных заболеваниях [18]. Было выявлено, что с возрастом данный показатель снижался на 10 % каждое десятилетие [19, 20]. Появляются первые работы об изменении ОПМП у пациентов с открытоугольной глаукомой. Было показано снижение в два раза ОПМП в глазах с меньшей толщиной комплекса ганглиозных клеток в области фовеолы в сравнении с глазами без изменений в данной области. Авторы исследования предположили, что данная связь может быть специфичной для ПОУГ, при которой поражается фовеальная область [21]. Это позволило предположить, что макулярный пигмент может быть ранним маркером глаукомной нейродегенерации и предотвращать гибель ганглиозных клеток в макуле [22]. Это подтверждено в длительном проспективном исследовании каротиноидов при возрастных заболеваниях глаз, проведенном в 2001–2004 гг. (CAREDS1) и 2016–2019 гг. (CAREDS2), где и были представлены доказательства связи между уровнем макулярного пигмента и манифестной ПОУГ в выборке пожилых женщин в CAREDS2. В глазах с выявленной ПОУГ показатель ОПМП был на 25 % ниже, чем в не глаукомных глазах в группе CAREDS2, и эти данные были подтверждены после исключения участников, принимавших добавки с лютеином и зеаксантином [23].

До сих пор продолжается изучение потенциальных биологических механизмов, лежащих в основе связи между ОПМП и проявлением ПОУГ. Новое понимание влияния макулярных ксантофиллов при глаукоме продемонстрировано в двойном слепом рандомизированном плацебо-контролируемом клиническом исследовании ENIGMA. Анализ ОПМП при ежедневном приеме 10 мг лютеина, 2 мг зеаксантина и 10 мг мезозеаксантина выявил среднее увеличение объема ОПМП на 60 % в течение 18 месяцев у тех, кто был рандомизирован для получения макулярного картиноида, по сравнению с теми, кто получал плацебо. Относительное улучшение ОПМП было наибольшим среди тех, у кого были самые низкие исходные значения, при этом некоторые участники показали более чем 3-кратное увеличение по сравнению с исходным уровнем. Однако увеличение было отмечено у всех участников, даже у тех, у кого были самые высокие исходные уровни макулярного пигмента [24].

Нейропротекция влияет на поддержание комплекса ганглиозных клеток сетчатки при лечении глаукомы и является важной терапевтической целью [25]. В соответствии с этим макулярный пигмент, обладающий особыми биологическими качествами, обеспечивает нейропротекторные эффекты в глаукомном глазу, предотвращая или замедляя ишемию, окислительный стресс, воспаление и митохондриальную дисфункцию, которые приводят к апоптозу [26–29]. Лютеин может защищать сетчатку от глаукомной нейродегенерации, ингибируя проапоптотические пути, связанные с ишемическим повреждением, что было неоднократно подтверждено в экспериментальных исследованиях *in vitro* и *in vivo* при различных патологиях сетчатки, характеризующихся нейродегенерацией [28, 30–35]. Таким образом, низкая оптическая плотность макулярного пигмента может быть связана со значительным увеличением риска возникновения патологических изменений сетчатки с возрастом и последующим нарушением зрительной функции [36].

Зрение — это сложный психофизиологический процесс, позволяющий получить представление о величине, форме и цвете предметов на контрастном фоне, их взаимном расположении, расстоянии между ними и их освещении, дающий распознавание движения и другие возможности. Контрастная чувствительность (КЧ) зрительной системы помогает различать объекты разной яркости и напрямую связана с тем, насколько хорошо человек может выполнять задачи повседневной жизни [37]. Яркие блики приводят к нетрудоспособности пациентов с глаукомой, это может развиваться даже у людей с незначительной потерей зрения. Низкие уровни макулярного пигмента способствуют нарушению зрительной функции при ярком освещении у больных глаукомой [38]. Пререцепторная фильтрация коротковолнового синего света макулярным пигментом снижает неблагоприятное воздействие ослепляющих бликов, светорассеяния и хроматической аберрации (преломление различных длин волн оптическими средами в разной степени, причем синий свет преломляется существенно сильнее и, следовательно, расфокусируется на сетчатке), тем самым оптимизируя КЧ [26].

Многочисленные исследования результатов магнитно-резонансной томографии (МРТ) показали связь

заболеваний глаз со структурными изменениями зрительного тракта и мозга. Это имеет клиническое значение для таких заболеваний, как глаукома и ВМД [39].

Обнаружена связь между дефектами полей зрения и уменьшением серого вещества в затылочном кортексе, редукцией белого вещества в зоне зрительной лучистости, а также зрительной коры. Таким образом, восстановление функции сетчатки и зрительного нерва может быть недостаточным для эффективного улучшения зрения [3, 39]. Глаукома и ВМД, являясь нейродегенеративными заболеваниями, как и болезнь Альцгеймера, сопровождаются дегенерацией латеральных коленчатых тел, уменьшением веса хиазмы зрительного пути, диаметра зрительного нерва, объема белого и серого вещества по всему зрительному пути и корреляцией этих изменений с длительностью заболевания, а также стадией процесса. Если исходить из этого, становится очевидным снижение когнитивных функций пациентов с сочетанием ВМД и глаукомы [3, 39].

Лютеин и зеаксантин, будучи жирорастворимыми, легко проходят гематоэнцефалический и гематоретинальный барьеры и имеют тенденцию накапливаться в тканях центральной нервной системы с высокой специфичностью. Клиническое исследование, связанное с оценкой когнитивных функций у пожилых людей, получавших пищевые добавки в виде 10 мг лютеина и 2 мг зеаксантина, показало увеличение ОПМП [40]. Таким образом, добавление макулярных каротиноидов может оказаться полезным в качестве дополнительной рекомендации для оптимизации зрительной функции и сохранения здоровья макулы при глаукоме и ВМД. Организм человека не может синтезировать лютеин и зеаксантин и должен получать их из питания [41]. Для увеличения показателей ОПМП необходим длительный прием лютеина и зеаксантина — более 4 месяцев для замедления и стабилизации дистрофических изменений сетчатки и улучшения зрительных функций пациентов при возрастной макулярной дегенерации и ПОУГ [42].

В последнее время во всем мире отмечается повышенный интерес к применению при глаукоме нутрицевтиков, положительно влияющих на патофизиологические механизмы, лежащие в основе развития глаукомы, и являющихся ценным дополнением к базовой терапии данного заболевания. В их состав, помимо каротиноидов лютеина и зеаксантина, входят витамины группы В ($B_1$, $B_2$, $B_3$, $B_6$, $B_9$, $B_{12}$), витамины С, Е, троксерутин, различные микроэлементы, омега-3 и незаменимые жирные кислоты [42, 43].

С целью понять связь между потреблением витамина В и распространенностью глаукомы были проведены крупные популяционные исследования в Соединенных Штатах Америки в 2005–2006 и 2007–2008 гг. с использованием данных Национального обследования здоровья и питания (NHANES). В этих исследованиях было изучено потенциальное влияние ежедневного потребления витаминов $B_1$, $B_2$, $B_3$, $B_6$, $B_9$, $B_{12}$ на глаукому [44]. Свободные радикалы могут вмешиваться в цикл трикарбоновых кислот и митохондриальные метаболические пути, что приводит к гибели комплекса ганглиозных клеток сетчатки. Однако витамины группы В могут действовать как антиоксиданты, улучшая и защищая нервные клетки, снижая окислительный стресс в ганглиозных клетках сетчатки [44].

Витамины $B_1$ и $B_2$ могут функционировать как коферменты в метаболизме аминокислот, делении и росте клеток, синтезе ДНК и восстановлении в клетках человека [45]. Кроме того, витамин $B_1$ участвует в метаболизме глюкозы и синтезе нейротрансмиттеров, а также оказывает антиоксидантное действие на нервные клетки [46]. Роттердамское проспективное популяционное исследование показало, что средние и высокие дозы витамина $B_1$ оказывают наиболее сильный защитный эффект в отношении ПОУГ [15]. Согласно Корейскому национальному обследованию здоровья и питания (KNHANES), популяционного перекрестного исследования в Южной Корее о связи между потреблением питательных веществ и ПОУГ, было выявлено, что низкое потребление витаминов $B_1$ и $B_2$ может быть связано с повышенной вероятностью возникновения глаукомы [47].

В исследовании J. Hou и соавт. (2024) был проведен анализ между потреблением витаминов группы В и глаукомой, с обнаружением различия между двумя полами. При глаукоме, диагностированной на основе критериев Международного общества географической и эпидемиологической офтальмологии (ISGEO), было установлено, что на фоне более высокого потребления витамина $B_6$ с пищей был отмечен более низкий риск развития глаукомы у мужчин. В то время как у женщин потребление витаминов $B_2$ и $B_9$ было нелинейно связано с диагностированной ISGEO глаукомой, риск ПОУГ снижался на фоне повышенного их потребления [44].

Никотинамид является производным ниацина, более известного как витамин $B_3$. В обычном рационе мы можем обнаружить несколько предшественников витамина $B_3$: аминокислоту триптофан; никотинамид, ниацин, никотиновую кислоту и никотинамидрибозид, которые трансформируются в активную форму, никотинамидадениндинуклеотид (НАД) через сложный биохимический путь. НАД играет несколько важных ролей в организме. Это кофермент в митохондриальной продукции АТФ [48]. Ниацин (витамин $B_3$) как предшественник общего (НАД) может замедлить митохондриальную дисфункцию и уменьшить повреждение зрительного нерва при глаукоме [49, 50]. Опыты, проведенные на крысах, подтвердили важность метаболизма никотинамида и связанных с ним путей как ключевых компонентов нейропротекции ганглиозных клеток сетчатки. Диетическое дополнение никотинамида обеспечивало дозозависимую, надежную защиту структуры ганглиозных клеток сетчатки после моделированной глазной гипертензии,

при этом защита являлась полной на дендритном уровне при приеме высоких доз перорального ниацина [51].

Установлено, что ежедневное потребление ниацина с пищей значительно ниже у пациентов с глаукомой по сравнению с общей популяцией [48]. Исследование, основанное на NHANES в Южной Корее, в котором анализировались 24-часовые данные о питании и выявлялась глаукома с помощью офтальмологического обследования, показало, что высокие уровни диетического ниацина были связаны со снижением риска глаукомы у людей старше 40 лет. Полученные результаты показали, что каждое увеличение потребления диетического ниацина на 1 мг было связано с 6-процентным снижением риска глаукомы, диагностированной по критериям ISGEO [44].

Диета с высоким содержанием витамина $B_6$ обратно пропорциональна риску развития глаукомы, что позволяет предположить, что увеличение потребления витамина $B_6$ с пищей может стать эффективной стратегией [52]. Исследование с помощью оптической когерентной томографии плотности перфузии крови в зрительном нерве и макулярной области у пациентов с глаукомой показало значительное улучшение после перорального приема ниацинамида [53]. При возрастной макулярной дегенерации (ВМД) ниацин продемонстрировал улучшение хориоидального кровотока и расширение артерий сетчатки, что предполагает двойную пользу ниацинамида как против окислительного, так и ишемического повреждения [54].

Независимые исследования показали существенное воздействие лютеина и зеаксантина на глазную перфузию сетчатки и диска зрительного нерва [55, 56]. Зеаксантин играет роль в регуляции окислительно-восстановительного состояния в ретинальных кровеносных сосудах, воздействуя на синтез и уровни глутатиона, что потенциально влияет на микроциркуляцию сетчатки. Более низкие уровни лютеина и зеаксантина продемонстрировали значимую связь с неблагоприятными количественными показателями ретинальной сосудистой сети у пожилых здоровых субъектов [55]. В соответствии с этим лютеин и зеаксантин могут способствовать сохранению зрения при возрастных заболеваниях глаз, характеризующихся недостаточным кровоснабжением сетчатки, например при глаукомной оптической нейропатии и возрастной макулярной дегенерации [57].

Другим активным биофлавоноидом, обладающим антиоксидантной активностью, является троксерутин, уменьшающий окисление липидов, защищающий клетки от повреждения свободными радикалами, стабилизирующий клеточные мембраны, что позволяет уменьшить проницаемость и ломкость капилляров и сосудов сетчатки за счет протекции эндотелия [42].

Для улучшения активности рассмотренных каротиноидов и биофлавоноидов необходимо сочетать их с витаминами Е, С, селеном, цинком, магнием и медью, которые обеспечивают, помимо высокой усвояемости компонентов, еще и более комплексное действие с большей антиоксидантной активностью. Это удачно сочетается в биологически активных добавках. В России в последние пять лет таким сбалансированным нутрицевтиком является биологически активная добавка «Визлея».

Необходимы дополнительные клинические исследования для дальнейшего выяснения связи между ОПМП и оценкой состояния слоев сетчатки, связанных с глаукомой, что может способствовать разработке новых подходов для ведения пациентов с ПОУГ [57].

Преимущественное накопление макулярного пигмента в месте наиболее острого зрения является результатом механизма поглощения, который развивается в ответ на функциональные потребности ткани сетчатки. Ксантофилловые пигменты оптимизируют зрительную функцию в здоровых глазах путем пререцепторного поглощения синего света. Их эффективность зависит от оптимальных уровней и пикового пространственного профиля пигментов. Кроме того, макулярные каротиноиды могут защищать от возрастных изменений сетчатку и зрительный нерв благодаря своим свойствам фильтровать синий свет, а также их антиоксидантной активности. Соответственно, этот дополнительный нутрицевтический подход в сочетании с терапией, снижающей внутриглазное давление, позволит обеспечить защитные и функциональные преимущества для больных глаукомой.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Лоскутов И.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста;
Андрюхина О.М. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Lin PJ, Abraham AG, Ramulu P, Mihailovic A, Kucharska-Newton A, Guo X. Social Determinants of Uncorrected Distance and Near Visual Impairment in an Older Adult Population. Transl Vis Sci Technol. 2025 Jan 2;14(1):8. doi: 10.1167/tvst.14.1.8.
2. Wang Y, Zhong Y, Zhang L, Wu Q, Tham Y, Rim TH, Kithinji DM, Wu J, Cheng C, Liang H, Yu H, Yang X, Liu L. Global Incidence, Progression, and Risk Factors of Age-Related Macular Degeneration and Projection of Disease Statistics in 30 Years: A Modeling Study. Gerontology. 2022;68(7):721–735. doi: 10.1159/000518822.
3. Фурсова АЖ, Гусаревич ОГ, Тарасов МС, Васильева МА, Чубарь НВ, Литвинова НВ. Возрастная макулярная дегенерация и глаукома. Эпидемиологические и клинико-патогенетические аспекты сочетанного течения. Сибирский научный медицинский журнал. 2018;38(5):83–91. doi: 10.15372/SSMJ20180514.
Fursova AZ, Gusarevich OG, Tarasov MS, Vasilyeva MA, Chubar NV, Litvinova NV. Age-macular degeneration and glaucoma. Epidemiological and clinic-pathogenetic aspects. Siberian scientific medical journal. 2018;38(5):83–91 (In Russ.). doi: 10.15372/SSMJ20180514.
4. Zisberg A, Rayan-Gharra N, Danial-Saad A, Rogozinski A, Fraiman PS, Segel-Karpas D. Age-Friendly Healthcare: An Evolutionary Concept Analysis. J Clin Nurs. 2024 Dec;33(12):4635–4650. doi: 10.1111/jocn.17457.
5. Нероев ВВ, Михайлова ЛА, Малишевская ТН, Петров СЮ, Филиппова ОМ. Эпидемиология глаукомы в Российской Федерации. Российский офтальмологический журнал. 2024;17(3):7–12. doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-3-7-12.
Neroev VV, Mikhaylova LA, Malishevskaya TN, Petrov SYu, Filippova OM. Glaucoma epidemiology in the Russian Federation. Russian Ophthalmological Journal. 2024;17(3):7–12 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-3-7-12.
6. Dimalanta L, Pithadia K, Shenkute NT, Strelow B, Zhang Z, Ulrich J, Zhang AY, Fleischman D. Disease Associations among Patients Afflicted with Both Glaucoma and Age-Related Macular Degeneration. J Clin Med. 2024 Oct 6;13(19):5941. doi: 10.3390/jcm13195941.
7. Еричев ВП, Онищенко АЛ, Куроедов АВ, Петров СЮ, Брежнев АЮ, Антонов АА, Витков АА, Мураховская ЮК. Офтальмологические факторы риска

развития первичной открытоугольной глаукомы. Клиническая офтальмология. 2019;19(2):81–86. doi: 10.32364/2311-7729-2019-19-2-81-86.
Erichev VP, Onishchenko AL, Kuroedov AV, Petrov SYu, Brezhnev AYu, Antonov AA, Vitkov AA, Murakhovskaya YuK. Ophthalmic risk factors for the development of primary open-angle glaucoma. Clinical Ophthalmology. 2019;19(2):81–86 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2019-19-2-81-86.
8. Витков АА, Хдери Х, Агаджанян ТМ, Акимов АМ, Асиновскова ИИ, Комаров АА, Семенов ЕД. Выбор метода измерения внутриглазного давления для оценки гипотензивной эффективности антиглаукомных операций. Национальный журнал Глаукома. 2023;22(2):39–43. doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-2-39-43.
Vitkov AA, Hadiri Kh, Aghajanyan TM, Akimov AM, Asinovskova II, Komarov AA, Semenov ED. The choice of IOP measurement method for assessing the effectiveness of glaucoma surgery. National Journal Glaucoma. 2023;22(2):39–43 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-2-39-43.
9. Heijl A, Leske MC, Bengtsson B, Hyman L, Bengtsson B, Hussein M. Reduction of intraocular pressure and glaucoma progression: results from the Early Manifest Glaucoma Trial. Arch. Ophthalmol. 2002;120(10):1268–1279. doi: 10.1001/archopht.120.10.1268.
10. Downs JC, Fleischman D. 2020–2022 Research Committee of the American Glaucoma Society and the 2020–2022 Glaucoma Clinical Committee of the American Society of Cataract and Refractive Surgery, Unmet needs in the detection, diagnosis, monitoring, treatment, and understanding of primary open-angle glaucoma: a position statement of the American Glaucoma Society and the American Society of Cataract and Refractive Surgery. Ophthalmol. Glaucoma. 2022;5(5):465–467. doi: 10.1016/j.ogla.2022.02.008.
11. Grudzinski W, Luchowski R, Ostrowski J, Sęk A, Mendes Pinto MM, Welc-Stanowska R, Zubik-Duda M, Teresiński G, Rejdak R, Gruszecki WI. Physiological Significance of the Heterogeneous Distribution of Zeaxanthin and Lutein in the Retina of the Human Eye. Int J Mol Sci. 2023 Jun 27;24(13):10702. doi: 10.3390/ijms241310702.
12. Grudzinski W, Luchowski R, Ostrowski J, Sęk A, Mendes Pinto MM, Welc-Stanowska R, Zubik-Duda M, Teresiński G, Rejdak R, Gruszecki WI. Physiological Significance of the Heterogeneous Distribution of Zeaxanthin and Lutein in the Retina of the Human Eye. Int J Mol Sci. 2023 Jun 27;24(13):10702. doi: 10.3390/ijms241310702.
13. Krinsky NI. Carotenoid protection against oxidation. Pure Appl. Chem. 1979;51:649–660. doi: 10.1351/pac197951030649.
14. Kang JH, Pasquale LR, Willett W, Rosner B, Egan KM, Faberowski N, Hankinson SE. Antioxidant intake and primary open-angle glaucoma: a prospective study. Am J Epidemiol. 2003 Aug 15;158(4):337–346. doi: 10.1093/aje/kwg167.
15. Ramdas WD, Wolfs RC, Kiefte-de Jong JC, Hofman A, de Jong PT, Vingerling JR, Jansonius NM. Nutrient intake and risk of open-angle glaucoma: the Rotterdam Study. Eur J Epidemiol. 2012 May;27(5):385–393. doi: 10.1007/s10654-012-9672-z.
16. Bernstein PS, Delori FC, Richer S, van Kuijk FJ, Wenzel AJ. The value of measurement of macular carotenoid pigment optical densities and distributions in age-related macular degeneration and other retinal disorders. Vision Res. 2010 Mar 31;50(7):716–728. doi: 10.1016/j.visres.2009.10.014.
17. Masri A, Armanazi M, Inouye K, Geierhart DL, Davey PG, Vasudevan B. Macular Pigment Optical Density as a Measurable Modifiable Clinical Biomarker. Nutrients. 2024 Sep 27;16(19):3273. doi: 10.3390/nu16193273.
18. Эскина ЭН, Егоров ЕА, Белогурова АВ, Гветадзе АА, Степанова МА . Роль измерения оптической плотности макулярного пигмента в диагностике глазных заболеваний. Клиническая офтальмология. 2016;4:197–200. doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-4-197-200.
Eskina EN, Egorov EA, Belogurova AV., Gvetadze A. A., Stepanova M. A.The role of the macular pigment optical density measurement in the diagnosis of eye diseases. Clinical ophthalmology. 2016;4:197–200 (In Russ.). doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-4-197-200.
19. Obana A, Gohto Y, Tanito M, Okazaki S, Gellermann W, Bernstein PS, Ohira A. Effect of age and other factors on macular pigment optical density measured with resonance Raman spectroscopy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2014 Aug;252(8):1221–1228. doi: 10.1007/s00417-014-2574-x.
20. Ji Y, Zuo C, Lin M, Zhang X, Li M, Mi L, Liu B, Wen F. Macular Pigment Optical Density in Chinese Primary Open Angle Glaucoma Using the One-Wavelength Reflectometry Method. J Ophthalmol. 2016;2016:2792103. doi: 10.1155/2016/2792103.
21. Siah WF, Loughman J, O'Brien C. Lower Macular Pigment Optical Density in Foveal-Involved Glaucoma. Ophthalmology. 2015 Oct;122(10):2029–2037. doi: 10.1016/j.ophtha.2015.06.028.
22. Hood DC, Raza AS, de Moraes CG, Liebmann JM, Ritch R. Glaucomatous damage of the macula. Prog Retin Eye Res. 2013 Jan;32:1–21. doi: 10.1016/j.preteyeres.2012.08.003.
23. Liu Y, Lawler T, Liu Z, Thuruthumaly C, Vajaranant T, Wallace R, Tinker L, Nalbandyan M, Mares J. Low Macular Pigment Optical Density Is Associated with Manifest Primary Open-Angle Glaucoma in Older Women. Curr Dev Nutr. 2024 May 25;8(6):103789. doi: 10.1016/j.cdnut.2024.103789.
24. Loughman J, Loskutova E, Butler JS, Siah WF, O'Brien C. Macular Pigment Response to Lutein, Zeaxanthin, and Meso-zeaxanthin Supplementation in Open-Angle Glaucoma: A Randomized Controlled Trial. Ophthalmol Sci. 2021 Jul 11;1(3):100039. doi: 10.1016/j.xops.2021.100039.
25. Chang EE, Goldberg JL. Glaucoma 2.0: neuroprotection, neuroregeneration, neuroenhancement. Ophthalmology. 2012 May;119(5):979–986. doi: 10.1016/j.ophtha.2011.11.003.
26. Loskutova E, Nolan J, Howard A, Beatty S. Macular pigment and its contribution to vision. Nutrients. 2013 May 29;5(6):1962–1969. doi: 10.3390/nu5061962.
27. Loughman J, Davison PA, Nolan JM, Akkali MC, Beatty S. Macular pigment and its contribution to visual performance and experience. Journal of Optometry. 2010;3(2):74–90. doi: 10.1016/S1888-4296(10)70011-X.
28. Ozawa Y, Sasaki M, Takahashi N, Kamoshita M, Miyake S, Tsubota K. Neuroprotective effects of lutein in the retina. Curr Pharm Des. 2012;18(1):51–56. doi: 10.2174/138161212798919101.
29. Bernstein PS, Li B, Vachali PP, Gorusupudi A, Shyam R, Henriksen BS, Nolan JM. Lutein, zeaxanthin, and meso-zeaxanthin: The basic and clinical science underlying carotenoid-based nutritional interventions against ocular disease. Prog Retin Eye Res. 2016 Jan;50:34–66. doi: 10.1016/j.preteyeres.2015.10.003.
30. Fung FK, Law BY, Lo AC. Lutein Attenuates Both Apoptosis and Autophagy upon Cobalt (II) Chloride-Induced Hypoxia in Rat Műller Cells. PLoS One. 2016 Dec 9;11(12):e0167828. doi: 10.1371/journal.pone.0167828.
31. Li SY, Fung FK, Fu ZJ, Wong D, Chan HH, Lo AC. Anti-inflammatory effects of lutein in retinal ischemic/hypoxic injury: in vivo and in vitro studies. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012 Sep 6;53(10):5976–5984. doi: 10.1167/iovs.12-10007.
32. Bian Q, Gao S, Zhou J, Qin J, Taylor A, Johnson EJ, Tang G, Sparrow JR, Gierhart D, Shang F. Lutein and zeaxanthin supplementation reduces photooxidative damage and modulates the expression of inflammation-related genes in retinal pigment epithelial cells. Free Radic Biol Med. 2012 Sep 15;53(6):1298–1307. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2012.06.024. Epub 2012 Jun 23. PMID: 22732187. PMCID: PMC3744865.
33. Sasaki M, Ozawa Y, Kurihara T, Kubota S, Yuki K, Noda K, Kobayashi S, Ishida S, Tsubota K. Neurodegenerative influence of oxidative stress in the retina of a murine model of diabetes. Diabetologia. 2010 May;53(5):971–979. doi: 10.1007/s00125-009-1655-6.
34. Sasaki M, Yuki K, Kurihara T, Miyake S, Noda K, Kobayashi S, Ishida S, Tsubota K, Ozawa Y. Biological role of lutein in the light-induced retinal degeneration. J Nutr Biochem. 2012 May;23(5):423–429. doi: 10.1016/j.jnutbio.2011.01.006.
35. Sasaki M, Ozawa Y, Kurihara T, Noda K, Imamura Y, Kobayashi S, Ishida S, Tsubota K. Neuroprotective effect of an antioxidant, lutein, during retinal inflammation. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2009 Mar;50(3):1433–1439. doi: 10.1167/iovs.08-2493.
36. Lem DW, Gierhart DL, Davey PG. Carotenoids in the Management of Glaucoma: A Systematic Review of the Evidence. Nutrients. 2021 Jun 6;13(6):1949. doi: 10.3390/nu13061949.
37. Экгардт ВФ, Дорофеев ДА. Пространственная контрастная чувствительность при открытоугольной глаукоме и офтальмогипертензии. Вестник офтальмологии. 2020;136(1):25–35. doi: 10.17116/oftalma202013601125.
Ekgardt VF, Dorofeev DA. Spatial contrast sensitivity in patients with primary open-angle glaucoma and ocular hypertension. Russian Annals of Ophthalmology. 2020;136(1):25–35 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013601125.
38. Siah WF, O'Brien C, Loughman JJ. Macular pigment is associated with glare-affected visual function and central visual field loss in glaucoma. Br J Ophthalmol. 2018 Jul;102(7):929–935. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-310215.
39. Prins D, Hanekamp S, Cornelissen FW. Structural brain MRI studies in eye diseases: are they clinically relevant? A review of current findings. Acta Ophthalmol. 2016 Mar;94(2):113–121. doi: 10.1111/aos.12825.
40. Hammond BR Jr, Miller LS, Bello MO, Lindbergh CA, Mewborn C, Renzi-Hammond LM. Effects of Lutein/Zeaxanthin Supplementation on the Cognitive Function of Community Dwelling Older Adults: A Randomized, Double-Masked, Placebo-Controlled Trial. Front Aging Neurosci. 2017 Aug 3;9:254. doi: 10.3389/fnagi.2017.00254.
41. Wilson LM, Tharmarajah S, Jia Y, Semba RD, Schaumberg DA, Robinson KA. The Effect of Lutein/Zeaxanthin Intake on Human Macular Pigment Optical Density: A Systematic Review and Meta-Analysis. Adv Nutr. 2021 Dec 1;12(6):2244–2254. doi: 10.1093/advances/nmab071.
42. Лоскутов ИА, Корнеева АВ. Роль витаминов группы В в предупреждении прогрессирования глаукомной оптической нейропатии. Национальный журнал Глаукома. 2021;20(3):87–101. doi: 10.53432/2078-4104-2021-20-3-87-101.
Loskoutov IA, Korneeva AV. The role of B vitamins in preventing the progression of glaucomatous optic neuropathy. National Journal glaucoma. 2021;20(3):87–101 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2021-20-3-87-101.
43. Morrone LA, Rombola L, Adornetto A, Corasaniti MT, Russo R. Rational Basis for Nutraceuticals in the Treatment of Glaucoma. Curr Neuropharmacol. 2018;16(7):1004–1017. doi: 10.2174/1570159X15666171109124520.
44. Hou J, Wen Y, Gao S, Jiang Z, Tao L. Association of dietary intake of B vitamins with glaucoma. Sci Rep. 2024 Apr 12;14(1):8539. doi: 10.1038/s41598-024-58526-5.
45. Ramdas WD, Schouten JSAG, Webers CAB. The Effect of Vitamins on Glaucoma: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2018 Mar 16;10(3):359. doi: 10.3390/nu10030359.
46. Calderón-Ospina CA, Nava-Mesa MO. B Vitamins in the nervous system: Current knowledge of the biochemical modes of action and synergies of thiamine, pyridoxine, and cobalamin. CNS Neurosci Ther. 2020 Jan;26(1):5–13. doi: 10.1111/cns.13207.
47. Lee JY, Kim JM, Lee KY, Kim B, Lee MY, Park KH. Relationships between Obesity, Nutrient Supply and Primary Open Angle Glaucoma in Koreans. Nutrients. 2020 Mar 24;12(3):878. doi: 10.3390/nu12030878.
48. Nicola CA, Marinescu MC, Firan AM, Naidin MS, Ciuluvica RC, Rosu MM, Meca AD, Bogdan M, Turcu-Stiolica A. Systematic Review and Meta-Analysis on the Association Between Daily Niacin Intake and Glaucoma. Nutrients. 2024 Oct 23;16(21):3604. doi: 10.3390/nu16213604.

49. Taechameekietichai T, Chansangpetch S, Peerawaranun P, Lin SC. Association between Daily Niacin Intake and Glaucoma: National Health and Nutrition Examination Survey. Nutrients. 2021 Nov 26;13(12):4263. doi: 10.3390/nu13124263.
50. Lee SY, Tseng VL, Kitayama K, Avallone TJ, Yu F, Pan D, Caprioli J, Coleman AL. Associations Between Niacin Intake and Glaucoma in the National Health and Nutrition Examination Survey. J Glaucoma. 2023 Jun 1;32(6):443–450. doi: 10.1097/IJG.0000000000002216.
51. Cimaglia G, Tribble JR, Votruba M, Williams PA, Morgan JE. Oral nicotinamide provides robust, dose-dependent structural and metabolic neuroprotection of retinal ganglion cells in experimental glaucoma. Acta Neuropathol Commun. 2024 Aug 23;12(1):137. doi: 10.1186/s40478-024-01850-8.
52. Yang Z, Zhang J, Zheng Y. Higher vitamin B6 dietary consumption is associated with a lower risk of glaucoma among United States adults. Front Nutr. 2024 Jun 5;11:1363539. doi: 10.3389/fnut.2024.1363539.
53. Gustavsson ST, Enz TJ, Tribble JR, Nilsson M, Lindqvist A, Lindén C, Hagström A, Rutigliani C, Lardner E, Stålhammar G, Williams PA, Jóhannesson G. Nicotinamide Prevents Retinal Vascular Dropout in a Rat Model of Ocular Hypertension and Supports Ocular Blood Supply in Glaucoma Patients. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2023 Nov 1;64(14):34. doi: 10.1167/iovs.64.14.34.
54. Gemae MR, Bassi MD, Wang P, Chin EK, Almeida DRP. NAD+ and Niacin Supplementation as Possible Treatments for Glaucoma and Age-Related Macular Degeneration: A Narrative Review. Nutrients. 2024 Aug 21;16(16):2795. doi: 10.3390/nu16162795.
55. Kumari N, Cher J, Chua E, Hamzah H, Wong TY, Cheung CY. Association of serum lutein and zeaxanthin with quantitative measures of retinal vascular parameters. PLoS One. 2018 Sep 27;13(9):e0203868. doi: 10.1371/journal.pone.0203868.
56. Harris A, Siesky B, Huang A, Do T, Mathew S, Frantz R, Gross J, Januleviciene I, Verticchio Vercellin AC. Lutein Complex Supplementation Increases Ocular Blood Flow Biomarkers in Healthy Subjects. Int J Vitam Nutr Res. 2019 Jul;89(1–2):5–12. doi: 10.1024/0300-9831/a000576.
57. Lawler T, Mares JA, Liu Z, Thuruthumaly C, Etheridge T, Vajaranant TS, Domalpally A, Hammond BR, Wallace RB, Tinker LF, Nalbandyan M, Klein BEK, Liu Y; Carotenoids in Age-Related Eye Disease Study Investigators; Second Carotenoids in Age-Related Eye Disease Study Research Group. Association of macular pigment optical density with retinal layer thicknesses in eyes with and without manifest primary open-angle glaucoma. BMJ Open Ophthalmol. 2023 Oct;8(1):e001331. doi: 10.1136/bmjophth-2023-001331.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Лоскутов Игорь Анатольевич
доктор медицинских наук, руководитель офтальмологического отделения, заведующий кафедрой офтальмологии и оптометрии

Андрюхина Ольга Михайловна
кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник офтальмологического отделения, ассистент кафедры офтальмологии и оптометрии


## ABOUT THE AUTHORS


Loskutov Igor A.
MD, Head of the Ophthalmology and Optometry Department

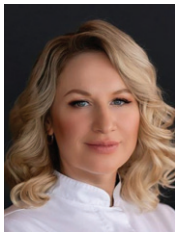
Andryukhina Olga M.
PhD, senior researcher of the Ophthalmology and Optometry Department, Assistant Professor of Ophthalmology and Optometry

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-383-390*

*поступила 14.04.25*
*was received 14.04.25*

# Сравнительная оценка эффективности методов стандартной и нестандартной компьютерной периметрии при ранней диагностике глаукомы






И.Л. Симакова А.Н. Куликов С.А. Сердюкова И.А. Тихоновская

ФГБВОУ ВПО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова»
Министерства обороны Российской Федерации
ул. Боткинская, 21., Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):383–390**

**Цель:** сравнить эффективность стандартной автоматизированной периметрии (САП) и двух методов нестандартной периметрии при диагностике начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). **Пациенты и методы.** В исследовании участвовали 18 пациентов (32 глаза) с начальной стадией ПОУГ, 10 женщин, 8 мужчин, средний возраст которых составил 56,2 ± 1,4 года. В контрольную группу вошли 32 здоровых добровольца (32 глаза), средний возраст — 56,4 ± 3,9 года. Всем испытуемым, помимо стандартного офтальмологического обследования, выполняли САП (Octopus 900, пороговая стратегия «G TOP») и два метода нестандартной периметрии: периметрию с удвоением пространственной частоты — Frequency Doubling Technology (FDT) Perimetry (пороговые стратегии «FDT-16» и «FDT-64») в авторской модификации и Pulsar-периметрию (Octopus 600). Морфометрическую оценку диска зрительного нерва проводили при использовании стереоофтальмоскопии и ретинотомографии (Heidelberg Retina Tomograph 3 и RTVue FD-OCT). При помощи оптического когерентного томографа оценивали также показатели комплекса ганглиозных клеток сетчатки в макулярной области. **Результаты.** Оценив уровень чувствительности данных четырех сравниваемых стратегий («FDT-16», «FDT-64», «Pulsar» Octopus 600 и «G TOP» Octopus 900) у пациентов с начальной стадией ПОУГ по средним значениям индекса MD (87,1, 93,55, 54,84 и 80,65 %, соответственно) и количеству квадратов размерами 10×10° со скотомами в центральном поле зрения (90, 32, 98, 77, 51, 61 и 83, 87 % соответственно), получили, что данный показатель обеих пороговых стратегий FDT-периметрии на 7–15 % выше чувствительности Octopus 900 («G TOP») и почти в 2 раза выше чувствительности Octopus 600 («Pulsar»). Уровень специфичности результатов всех трех пороговых стратегий («FDT-16», «FDT-64» и «Pulsar») обоих методов нестандартной периметрии составил 100 %, а данных САП — 96,77 %. Корреляционная связь между значениями индекса MD и количеством квадратов со скотомами в центральном поле зрения по данным САП и всех трех пороговых стратегий двух методов нестандартной периметрии оказалась умеренной силы и статистически значимой. **Заключение.** Для ранней диагностики глаукомы целесообразно сочетание методов стандартной и нестандартной компьютерной периметрии. Обе стратегии FDT-периметрии по уровню чувствительности своих результатов имели значительное преимущество по сравнению с данными Pulsar-периметрии.

**Ключевые слова:** ранняя диагностика глаукомы, стандартная и нестандартная периметрия, FDT-периметрия, Pulsar-периметрия

**Для цитирования:** Симакова И.Л., Куликов А.Н., Сердюкова С.А., Тихоновская И.А. Сравнительная оценка эффективности методов стандартной и нестандартной компьютерной периметрии при ранней диагностике глаукомы. *Офтальмология.* 2025;22(2):383–390. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-383-390

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Comparative Evaluation of the Effectiveness of Standard and Non-standard Computer Perimetry Methods in the Early Diagnosis of Glaucoma

I.L. Simakova, A.N. Kulikov, S.A. Serdukova, I.A. Tikhonovskaya

S.M. Kirov Military Medical Academy
Botkinskaya str., 21, Saint Petersburg, 194044, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):383–390**

**Purpose:** to compare the effectiveness of standard automated perimetry (SAP) and two non-standard perimetry methods in the diagnosis of the early stage primary open-angle glaucoma (POAG). **Patients and methods.** The study involved 18 patients (32 eyes) with the early POAG, 10 women, 8 men (average age of 56.2 ± 1.4 years). The control group included 32 healthy people (32 eyes), (average age of 56.4 ± 3.9 years). In addition to the routine ophthalmic examination all subjects underwent SAP (Octopus 900, threshold strategy "G TOP") and two methods of non-standard perimetry — the author's own modification of Frequency Doubling Technology (FDT) Perimetry (threshold strategies "FDT-16" and "FDT-64") and Pulsar perimetry (Octopus 600). Morphometric assessment of the optic nerve head was performed using stereoophthalmoscopy and retinotomography (Heidelberg Retina Tomograph 3 and RTVue FD-OCT). Optical coherence tomography was also used to assess the parameters of the retinal ganglion cell complex in the macular region. **Results.** Evaluating the sensitivity level of these 4 compared strategies ("FDT-16", "FDT-64", "Pulsar" Octopus 600 and "G TOP" Octopus 900) in patients with the early stage of POAG by mean MD index (87.1, 93.55, 54.84 and 80.65 % respectively) and by mean number of 10×10° squares with scotomas in the central visual field (90.32, 98.77, 51.61, and 83.87 % respectively) showed that both threshold FDT perimetry strategies were 7 to 15 % higher than the sensitivity of Octopus 900 ("G TOP") and almost 2 times higher than the sensitivity of Octopus 600 ("Pulsar"). The specificity level of all three threshold strategies ("FDT-16", "FDT-64" and "Pulsar") of both non-standard perimetry methods was 100 %, and specificity level of SAP was 96.77 %. The correlation between the values of the MD index and the number of squares with scotomas in the central visual field according to the SAP data and all three threshold strategies data of the two non-standard perimetry methods was moderate and statistically significant. **Conclusion.** For diagnosis of early POAG a combination of standard and non-standard computer perimetry methods is advisable. Both FDT perimetry strategies had a significant advantage in the sensitivity level of their results compared to Pulsar perimetry data.

**Keywords:** early diagnosis of glaucoma, standard and non-standard perimetry, FDT perimetry, Pulsar perimetry

**For citation:** Simakova I.L., Kulikov A.N., Serdukova S.A., Tikhonovskaya I.A. Comparative Evaluation of the Effectiveness of Standard and Non-standard Computer Perimetry Methods in the Early Diagnosis of Glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 383–390. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-383-390

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

**There is no conflict of interests.**

## ВЕДЕНИЕ

Как известно, «золотым стандартом» традиционной периметрии «белое-на-белом» является периметрия, выполняемая с помощью приборов экспертного класса Humphrey или Octopus и поэтому получившая название стандартной автоматизированной периметрии (САП). Традиционная компьютерная периметрия выявляет изменения в поле зрения при гибели не менее 30–40 % ганглиозных клеток сетчатки (ГКС). В связи с этим появилась необходимость в разработке методов нетрадиционной или нестандартной компьютерной периметрии. Такое название эти методы периметрии получили благодаря специфической (нестандартной) природе своих стимулов, которые, как показали многочисленные научные исследования и офтальмологическая практика, способны выявлять поражение определенных субпопуляций ГКС, страдающих в самом начале развития первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ), что и объясняет более высокий уровень чувствительности результатов по сравнению с данными САП при ранней диагностике этого заболевания.

Самым первым методом нестандартной компьютерной периметрии стала разработка в 1978 году коротковолновой автоматизированной, или сине-желтой, периметрии — Short-Wavelength Automated Perimetry (SWAP), стимул которой оказался более чувствительным к ранним изменениям при глаукоме в кониоцеллюлярной системе. Однако практика показала, что синий стимул весьма чувствителен к нарушениям прозрачности хрусталика, что значительно снижает как специфичность результатов этого метода и приводит к ложному выявлению ПОУГ, так и достоверность результатов у пациентов с нередким сочетанием глаукомы и катаракты.

В последующем были разработаны методы, стимулами которых предназначалось выявлять ранние нарушения в магноцеллюлярном пути (дорсальном тракте) зрительной системы, который при глаукоме, по мнению многих ученых, страдает первым. Так, в 1983 году была создана компьютерная периметрия, улавливающая движение, а в 1997 году разработаны периметрия с технологией удвоения частоты — Frequency Doubling Technology (FDT) Perimetry, или FDT-периметрия, стимулом которой

оценивают степень нарушения зрительной иллюзии удвоения пространственной частоты, возникающей у человека в норме при условии контрфазного мелькания низкой пространственной частоты с высокой временной частотой, и прибор для ее выполнения. В Испании в 2000 году Гонсалесом де ла Росой и др. была разработана программа «Pulsar» для анализатора контрастной чувствительности Octopus 600, в которой используется мерцающий стимул в виде концентрических окружностей с разными уровнями контраста в противофазе, способный, в отличие от предыдущих методов, оценивать не только магноцеллюлярный, но и парвоцеллюлярный (вентральный тракт) путь зрительной системы. Одной из последних разработок является периметр для осуществления контурной периметрии — Heidelberg Edge Perimeter (2007), при выполнении которой, аналогично FDT-периметрии, используется стимул в виде зрительной иллюзии — серого контура по краю круга, создающегося мерцанием в противофазе фоновых изображений круга в виде черных и белых точек с высокой временной частотой [1–8].

За рубежом наиболее распространенным функциональным скринингом глаукомы является FDT-периметрия, которая более четверти века выполняется с помощью FDT-периметров уже двух поколений благодаря ее очевидным преимуществам, которыми являются более высокая не только чувствительность, но и специфичность полученных данных, что особенно важно при скрининге на глаукому, а также меньшая вариабельность повторных результатов, быстрота и простота выполнения по сравнению с САП [8–12]. К недостаткам можно отнести снижение достоверности результатов FDT-периметрии у пациентов при понижении остроты зрения ниже 0,5 вследствие катаракты и ниже 0,3 из-за возрастной макулярной дегенерации [7, 13]. По данным многих авторов, FDT-периметрия не только в ранней диагностике, но и при мониторинге глаукомы оказалась более чувствительной, чем САП [7, 14–18]. Гораздо меньше работ, в которых авторы отмечают, что FDT-периметрия по чувствительности все же несколько уступает данным САП, но все эти авторы подтверждают более высокую специфичность результатов этого метода нестандартной периметрии, что является очевидным преимуществом, особенно при массовом скрининге населения на глаукому, когда здоровые люди в силу высокой специфичности результатов FDT-периметрии не отсеиваются как ложно больные глаукомой [19–21].

На нашей кафедре под руководством профессора В.В. Волкова была разработана модификация этого метода, которая по уровню специфичности значительно превосходит, а по уровню чувствительности не уступает периметрии по Humphrey, что было подтверждено при ее широкой апробации в офтальмологических отделениях ряда военных госпиталей. В сравнительном исследовании скрининговый тест нашей модификации оказался более чувствительным в ранней диагностике глаукомы, чем скрининговый тест зарубежного FDT-периметра первого поколения [7]. Профессор В.В. Волков полагал, что данная разработка претендует на роль эффективного, простого, быстро выполнимого и недорогого метода для проведения функционального скрининга глаукомы в нашей стране. В связи с этим на кафедре с 2021 по 2023 г. была успешно выполнена инициативная НИР на тему «Сравнительное исследование методов нестандартной и стандартной компьютерной периметрии у здоровых лиц и больных глаукомой с целью скрининга и ранней диагностики», в задачи которой входило усовершенствование нашей модификации FDT-периметрии для жидкокристаллических мониторов и адаптация ее к новому отечественному портативному автоматическому периметру «Stimulus», разработанному компанией ООО «Тотал Вижен» на базе собственной системы виртуальной реальности в 2017 году [22].

В Российской Федерации для выполнения нестандартной компьютерной периметрии в настоящее время доступен анализатор контрастной чувствительности Octopus 600, в котором имеется стратегия «Pulsar». В этой стратегии используется мерцающий стимул, который, как отмечали выше, позволяет оценивать и парвоцеллюлярный, и магноцеллюлярный тракт зрительного пути. Стимул размером 5 градусов состоит из двух изображений концентрических окружностей с разными уровнями контраста в фазе и противофазе, эти изображения сменяют друг друга с частотой 10 Гц, и в норме стимул воспринимается мерцающим (пульсирующим). Предъявляется стимул в центральном поле зрения (ЦПЗ) в пределах 20 градусов от точки фиксации в течение 500 мс, исследование проводят при остроте зрения не ниже 0,7. При поражении нейронов магносистемы, чувствительных к мерцанию, противофазовые изображения стимула воспринимаются как одно изображение, равное по яркости фону, и мерцание не определяется.

В стратегии «Pulsar» учитывается корреляция пороговых значений в соседних точках ЦПЗ, что сокращает время обследования почти на 80 %, поэтому ее выполнение так же, как и FDT-периметрии, по данным зарубежной литературы, отличается быстротой и простотой, а также низкой вариабельностью повторных результатов по сравнению с САП. Однако по оценке чувствительности и специфичности результатов стратегии «Pulsar» при ранней диагностике глаукомы мнения зарубежных ученых в тех немногочисленных статьях, которые удалось найти в ходе литературного поиска, разнятся [8, 23–27]. Для того чтобы сформировать собственное мнение по этому вопросу, мы провели открытое клиническое исследование для оценки эффективности FDT-периметрии в виде двух ее пороговых стратегий «FDT-16» и «FDT-64» в нашей модификации [10], стратегии «Pulsar» (Octopus 600) и САП (Octopus 900, пороговая стратегия «G TOP») в ранней диагностике ПОУГ.

**Цель:** сравнить эффективность САП и двух методов нестандартной периметрии при диагностике начальной стадии ПОУГ.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали 18 пациентов (32 глаза), 10 женщин, 8 мужчин, (средний возраст 56,2 ± 1,4 года) с диагнозом «начальная стадия ПОУГ», установленным ранее в различных медицинских учреждениях г. Санкт-Петербурга и подтвержденным нами на основании структурно-функциональной оценки состояния ДЗН и ЦПЗ, при этом учитывали данные офтальмотонометрии. В контрольную группу включили 32 здоровых добровольца (32 глаза), средний возраст которых составил 56,4 ± 3,9 года.

Критериями невключения в исследование были пациенты с остротой зрения ниже 0,5, аномалиями рефракции более ±5,0 диоптрии, иными глазными, а также соматическими заболеваниями, влияющими на состояние поля зрения.

Всем испытуемым, помимо стандартного офтальмологического обследования, выполняли САП, впервые используя в своих научных исследованиях анализатор поля зрения Octopus 900, его пороговую стратегию «G TOP» (Haag-Streit AG, Швейцария) вместо привычного анализатора поля зрения Humphrey (HFA II и HFA III, пороговая стратегия «24-2»), а также два метода нестандартной периметрии: FDT-периметрию в авторской модификации в виде двух пороговых стратегий — «FDT-16» и «FDT-64» [7, 10] и Pulsar-периметрию с помощью анализатора контрастной чувствительности Octopus 600 (Haag-Streit AG, Швейцария). Кроме того, морфометрическую оценку диска зрительного нерва (ДЗН) осуществляли не только посредством стереоофтальмоскопии, но и с применением гейдельбергского ретинального томографа HRT 3 (Heidelberg Retina Tomograph, Германия) и оптического когерентного томографа (ОКТ) RTVue FD-OCT («Optovue», США), с помощью которого также оценивали показатели комплекса ГКС в макулярной области.

Сравнительная оценка диагностической эффективности пороговых стратегий стандартной и нестандартной периметрии у пациентов с начальной стадией ПОУГ проводилась на основе комплексного статистического анализа полученных результатов, включающего определение уровней чувствительности и специфичности каждого метода, пошагового дискриминантного и дисперсионного анализа (ANOVA) с представлением этих данных в табличном или графическом виде с указанием 95 % доверительных интервалов [28].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе полученных результатов диагностическую эффективность использованных в исследовании методов стандартной и нестандартной периметрии оценивали в первую очередь на основе изучения уровней чувствительности и специфичности данных. Для сравнения полученных результатов были выбраны следующие критерии оценки: значения глобального индекса MD и количество квадратов, каждый размером 10×10 градусов, со скотомами (n-скотом) в ЦПЗ. Для достижения поставленной цели мы выполняли 3 метода компьютерной периметрии (4 стратегии) на одном и том же контингенте здоровых лиц и пациентов с начальной стадией ПОУГ, сопоставимых по возрасту.

Уровни чувствительности и специфичности всех 4 стратегий стандартной и нестандартной компьютерной периметрии, рассчитанные по обозначенным выше двум критериям оценки, представлены в таблице 1.

В своих исследованиях K. Hirasawa и соавт. (2023) неоднократно подтверждали, что чувствительность данных стратегии «Pulsar» выше, чем таковая данных САП при диагностике ПОУГ [26]. A. Vidal-Fernández и соавт. (2002) по результатам своего исследования также сделали вывод о том, что Pulsar-периметрия имеет бóльшую чувствительность для выявления ранних изменений в ЦПЗ у пациентов с подозрением на глаукому, чем стандартная периметрия (Octopus) [8]. С другой стороны, по результатам проведенного в 2010 году исследования M. Zeppieri и соавт. сделали заключение о том, что результаты Pulsar-периметрии имеют высокую специфичность, но более низкую чувствительность по сравнению с результатами FDT-периметрии и более высокую чувствительность по сравнению с данными САП (HFA II) при ранней диагностике ПОУГ [27].

По нашим данным (табл. 1), при диагностике начальной стадии ПОУГ уровень чувствительности результатов обеих пороговых стратегий FDT-периметрии был на 7–15 % выше уровня чувствительности данных стратегии «G TOP» Octopus 900 и, что удивительно, почти в 2 раза выше чувствительности результатов Pulsar-периметрии. По уровню специфичности результатов все три пороговые стратегии («FDT-16», «FDT-64» и «Pulsar») обоих методов нестандартной периметрии несколько превосходили уровень специфичности данных

**Таблица 1.** Уровни чувствительности и специфичности 4 стратегий стандартной и нестандартной компьютерной периметрии

**Table 1.** Sensitivity and specificity levels of four strategies of standard and non-standard computer perimetry

| Критерий оценки эффективности стратегии компьютерной периметрии / Criterion for evaluating the effectiveness of the computer perimetry strategy | «G TOP» Octopus 900 | «FDT-16» | «FDT-64» | «Pulsar» Octopus 600 |
|---|---|---|---|---|
| Индекс MD / MD index | Уровень чувствительности / The sensitivity level (%) | | | |
| | 80,65 | 87,1 | 93,55 | 54,84 |
| | Уровень специфичности / The specificity level (%) | | | |
| | 96,77 | 100 | 100 | 100 |
| Количество квадратов со скотомами (n-скотом) / Number of squares with scotomas (n-scotomas) | Уровень чувствительности / The sensitivity level (%) | | | |
| | 83,87 | 90,32 | 98,77 | 51,61 |
| | Уровень специфичности / The specificity level (%) | | | |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

САП — Octopus 900 (стратегия «G TOP»), что свидетельствует об очень хороших возможностях нестандартной периметрии в отделении (отсеве) здоровых людей от больных при скрининге на глаукому. Следует отметить из собственного опыта, что данные периметра Octopus 900 (стратегия «G TOP»), похоже, имеют более высокий уровень специфичности, чем данные периметра HFA II и HFA III (стратегия «24-2») [7, 10].

В соответствии с рекомендациями международных экспертов для диагностики и мониторинга ПОУГ следует тщательным образом оценивать морфометрические и функциональные показатели ДЗН. Поэтому в своем исследовании мы определяли наличие, характер и силу связи между значениями глобального индекса MD и количеством квадратов со скотомами (n-скотом) в ЦПЗ из результатов всех 4 сравниваемых стратегий стандартной и нестандартной периметрии, а также между значениями глобального индекса MD и морфометрическими параметрами ДЗН, показателями КГК в макулярной области, полученными с помощью HRT 3 и ОКТ.

Как следует из таблиц 2 и 3, корреляционная связь между значениями глобального индекса MD и количеством квадратов со скотомами в ЦПЗ по данным стандартной и всех 3 пороговых стратегий двух методов нестандартной периметрии оказалась умеренной силы и статистически значимой.

Результаты дисперсионного анализа показали наименьшую дисперсию данных обеих стратегий FDT-периметрии по средним значениям глобального индекса MD у здоровых лиц. Как следует из рисунка 1, установить диагноз глаукомы начальной стадии только по индексу MD весьма затруднительно, независимо от вида компьютерной периметрии. А вот по количеству выявленных квадратов со скотомами в ЦПЗ эта задача становится более выполнимой, что демонстрирует рисунок 2, в котором по этому критерию лидирует FDT-периметрия, причем по результатам обеих стратегий. Рисунок 2 наглядно подтверждает, что при ранней диагностике глаукомы особенно полезна комбинация методов стандартной и нестандартной периметрии.

Таким образом, FDT-периметрия в силу своей более высокой чувствительности является надежным

**Таблица 2.** Корреляционная связь между значениями индекса MD 4 стратегий стандартной и нестандартной компьютерной периметрии

**Table 2.** Correlation between MD index values of four strategies of standard and non-standard computer perimetry

| Метод периметрии / The perimetry method | «FDT-16», индекс / index MD | «FDT-64», индекс / index MD | «Pulsar» Octopus 600, индекс / index MD |
|---|---|---|---|
| «G TOP» Octopus 900, индекс / index MD | $r = 0,40$ $p = 0,024$ | $r = 0,46$ $p = 0,008$ | $r = 0,36$ $p = 0,047$ |

**Таблица 3.** Корреляционная связь между количеством квадратов со скотомами (n-скотом) 4 стратегий стандартной и нестандартной компьютерной периметрии

**Table 3.** Correlation between the number of squares with scotomas (n-scotomas) of four strategies of standard and non-standard computer perimetry

| Метод периметрии / The perimetry method | «FDT-16», n-скотом / n-scotomas | «FDT-64», n-скотом / n-scotomas | «Pulsar» Octopus 600, n-скотом / n-scotomas |
|---|---|---|---|
| «G TOP» Octopus 900, n-скотом / n-scotomas | $r = 0,74$ $p = 0,000$ | $r = 0,45$ $p = 0,011$ | $r = 0,38$ $p = 0,034$ |

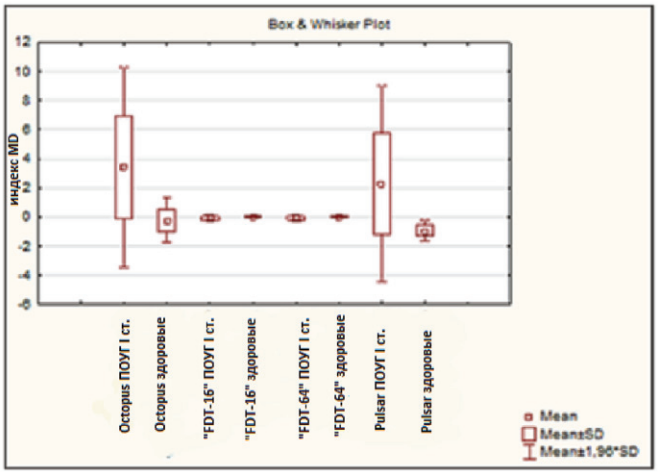



**Рис. 1.** Результаты дисперсионного анализа у пациентов с ПОУГ начальной стадии и здоровых лиц по средним значениям глобального индекса MD с указанием 95 % доверительных интервалов

**Fig. 1.** Results of the analysis of variance in patients with early POAG and healthy individuals by mean global MD index with 95% confidence intervals

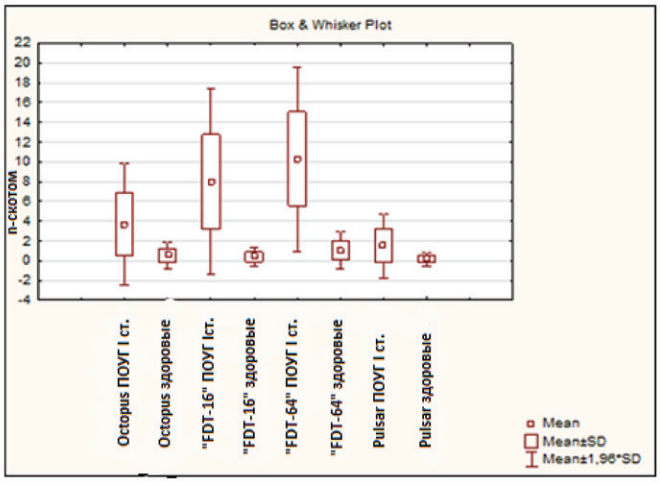



**Рис. 2.** Результаты дисперсионного анализа у пациентов с ПОУГ начальной стадии и здоровых лиц по средним значениям количества квадратов со скотомами ($n \geq 2$ при $p < 2$, 1 и 0,5 %) с указанием 95 % доверительных интервалов

**Fig. 2.** Results of the analysis of variance in patients with early POAG and healthy individuals by mean number of squares with scotomas ($n \geq 2$ at $p < 2$, 1 and 0.5 %) with 95 % confidence intervals

дополнением к САП в функциональной диагностике ГОН в начале ее развития. Поскольку в основу международных стандартов заложена структурно-функциональная оценка состояния ДЗН при подозрении на глаукому, мы также провели корреляционный анализ полученных в нашей работе функциональных и структурных данных о состоянии ДЗН. В связи с этим мы оценили наличие, характер и силу связи между средними значениями индекса MD, количеством квадратов со скотомами (n-скотом), взятых из результатов каждой из 4 стратегий («G TOP» Octopus 900, «Pulsar» Octopus 600, «FDT-16» и «FDT-64» FDT-периметрии), и морфометрическими параметрами ДЗН: Cup/Disk Area Ratio (CDR), объем и площадь нейроретинального пояска (НРП), толщина общего слоя нервных волокон сетчатки перипапиллярно (RNFL), показатели комплекса ГКС в области макулы, а именно, средняя толщина (GCC av.), объем глобальных потерь (GLV), объем фокальных потерь (FLV), которые измеряли с помощью HRT 3 и ОКТ у больных ПОУГ начальной стадии. Полученные результаты представлены в таблицах 4 и 5.

В соответствии с полученными данными (табл. 4, выделено полужирным), при начальной стадии ПОУГ корреляционная связь между средними значениями индекса MD (по данным САП и всех 3 стратегий нестандартной периметрии) и всеми морфометрическими показателями (по данным HRT и ОКТ) оказалась слабой силы и статистически незначимой, кроме показателя RNFL по данным стратегии «FDT-16». Корреляция между средними значениями n-скотом (табл. 5, выделено полужирным) по данным САП, стратегии «FDT-16» и параметрами НРП по данным HRT оказалась умеренной силы и статистически значимой. Кроме того, корреляция между средними значениями общей толщины СНВС и индекса MD (табл. 4, выделено полужирным), n-скотом и объемом НРП (табл. 5, выделено полужирным) при стратегии «FDT-16» была положительной умеренной силы и статистически значимой в отличие от остальных стратегий нестандартной периметрии («FDT-64» и «Pulsar»).

В последние годы такие давно известные структурные показатели, оцениваемые при диагностике ПОУГ, как параметры экскавации и НРП ДЗН, СНВС, многие авторы [25–31] при начальной и развитой стадии заболевания дополняют оценкой параметров комплекса ГКС в макулярной области. Некоторые авторы полагают, что изменение толщины комплекса ГКС в макулярной области является самым ранним признаком глаукомы, но многие авторы [29, 32–34] считают, что при глаукоме все же раньше ухудшаются такие показатели, как СНВС и НРП ДЗН.

В связи с этим мы решили составить свое мнение по этому вопросу и провели корреляционный анализ между функциональными данными и результатами оценки комплекса ГКС. По нашим данным, статистически значимая корреляционная связь получена только между средними значениями FLV и индекса MD при САП и Pulsar-периметрии (табл. 4, выделено полужирным), аналогичный результат получили и по критерию n-скотом между средними значениями GLV при Pulsar-периметрии (табл. 5, выделено полужирным), в остальных случаях корреляционная связь была статистически незначимой. В связи с этим мы полагаем, что исследования показателей комплекса ГКС в маку-

**Таблица 4.** Взаимосвязь средних значений индекса MD по результатам всех 4 периметрических стратегий и морфометрическими показателями ДЗН по данным HRT 3 и ОКТ у пациентов с ПОУГ начальной стадии

**Table 4.** The relationship of mean MD from all four perimetric strategies to morphometric indicators of OND from HRT 3 and OCT in patients with early POAG

| Морфометрические показатели / Morphometric indicators | «G TOP» Octopus 900, индекс / index MD | «FDT-16», индекс / index MD | «FDT-64», индекс / index MD | «Pulsar» Octopus 600, индекс / index MD |
|---|---|---|---|---|
| HRT 3 / CDR | *r* = –0,15, *p* = 0,434 | *r* = –0,16, *p* = 0,361 | *r* = 0,05 *p* = 0,763 | *r* = –0,02 *p* = 0,92 |
| HRT 3, площадь НРП / HRT 3, Rim area | *r* = 0,18, *p* = 0,32 | *r* = 0,21, *p* = 0,25 | *r* = 0,06, *p* = 0,73 | *r* = 0,06 *p* = 0,74 |
| HRT 3, объем НРП / HRT 3, Rim volume | *r* = 0,14, *p* = 0,43 | *r* = 0,05, *p* = 0,77 | *r* = 0,09, *p* = 0,62 | *r* = 0,007, *p* = 0,96 |
| HRT 3 / RNFL | *r* = 0,08, *p* = 0,66 | ***r* = 0,32, *p* = 0,05** | *r* = –0,32, *p* = 0,86 | *r* = –0,09, *p* = 0,63 |
| OCT / CDR | *r* = 0,05, *p* = 0,77 | *r* = –0,07, *p* = 0,7 | *r* = –0,13, *p* = 0,44 | *r* = 0,07, *p* = 0,68 |
| OCT / GCC av. | *r* = –0,167, *p* = 0,39 | *r* = –0,188, *p* = 0,338 | *r* = –0,056, *p* = 0,77 | *r* = –0,07, *p* = 0,709 |
| OCT / GLV | *r* = 0,294, *p* = 0,128 | *r* = 0,191, *p* = 0,328 | *r* = 0,277, *p* = 0,152 | *r* = 0,279, *p* = 0,15 |
| OCT / FLV | ***r* = 0,569, *p* = 0,002** | *r* = 0,219, *p* = 0,261 | ***r* = 0,374, *p* = 0,05** | *r* = 0,158, *p* = 0,422 |

**Таблица 5.** Взаимосвязь средних значений количества квадратов со скотомами (n-скотом) по результатам всех 4 периметрических стратегий и морфометрическими показателями ДЗН по данным HRT 3 и ОКТ у пациентов с ПОУГ начальной стадии

**Table 5.** Relationship of mean number of squares with scotomas (n-scotomas) from all four perimetric strategies to morphometric indices of the optic nerve head from HRT 3 and OCT in patients with early POAG

| Морфометрические показатели / Morphometric indicators | «G TOP» Octopus 900, n-скотом / n-scotomas | «FDT-16», n-скотом / n-scotomas | «FDT-64», n-скотом / n-scotomas | «Pulsar» Octopus 600, n-скотом / n-scotomas |
|---|---|---|---|---|
| HRT 3 / CDR | ***r* = –0,35, *p* = 0,04** | *r* = –0,17, *p* = 0,35 | *r* = –0,28, *p* = 0,11 | *r* = –0,08, *p* = 0,67 |
| HRT 3, площадь НРП / HRT 3, Rim area | ***r* = 0,38, *p* = 0,03** | *r* = 0,22, *p* = 0,22 | *r* = 0,31, *p* = 0,08 | *r* = 0,22, *p* = 0,25 |
| HRT 3, объем НРП / HRT 3, Rim volume | ***r* = 0,37, *p* = 0,04** | ***r* = 0,32, *p* = 0,05** | *r* = 0,23, *p* = 0,2 | *r* = 0,31, *p* = 0,1 |
| HRT 3 / RNFL | *r* = 0,27, *p* = 0,13 | *r* = 0,12, *p* = 0,5 | *r* = 0,15, *p* = 0,42 | *r* = 0,17, *p* = 0,37 |
| OCT / CDR | *r* = –0,16, *p* = 0,36 | *r* = –0,03, *p* = 0,86 | *r* = –0,15, *p* = 0,4 | *r* = 0,09, *p* = 0,46 |
| OCT / GCC av. | *r* = 0,081, *p* = 0,679 | *r* = –0,042, *p* = 0,824 | *r* = 0,053, *p* = 0,787 | *r* = –0,295, *p* = 0,127 |
| OCT / GLV | *r* = 0,067, *p* = 0,73 | *r* = 0,16, *p* = 0,39 | *r* = 0,09, *p* = 0,62 | ***r* = 0,41, *p* = 0,03** |
| OCT / FLV | *r* = 0,33, *p* = 0,086 | *r* = 0,27, *p* = 0,152 | *r* = 0,19, *p* = 0,315 | *r* = 0,36, *p* = 0,058 |

лярной области при ранней диагностике глаукомы полезны и могут в ряде случаев дополнить структурную оценку ДЗН и перипапиллярного СНВС.

H.-C. Chen и соавт. (2021) оценивали диагностическую эффективность Pulsar-периметрии, ОКТ и ОКТ-ангио в диагностике препериметрической глаукомы и ПОУГ начальной стадии. По результатам этого исследования структурные показатели оказались более чувствительными, чем функциональные, при выявлении препериметрической глаукомы. С другой стороны, Pulsar-периметрия оказалась более чувствительной, чем структурные и сосудистые измерения, полученные с помощью ОКТ и ОКТ-ангио при диагностике ПОУГ начальной стадии [24].

Мы выражаем согласие с авторами, работы которых подтверждают, что комбинация структурных и функциональных методов, включающая оценку новых структурных параметров ДЗН, макулярной области, а также методы нестандартной периметрии, повышает эффективность ранней диагностики ПОУГ [7, 14, 35].

## ВЫВОДЫ

1. Для ранней диагностики глаукомы наиболее перспективными могут считаться исследования с использованием передовых технологий, имеющих высокие уровни как чувствительности, так и, что особенно важно при скрининге глаукомы в неотобранном контингенте, специфичности.

2. При диагностике начальной стадии ПОУГ уровень чувствительности результатов обеих пороговых стратегий «FDT-16» и «FDT-64» превысил на 7–15 % уровень чувствительности данных САП («G TOP» Octopus 900) и почти в 2 раза — уровень чувствительности Pulsar-периметрии (Octopus 600).

3. Уровень специфичности результатов пороговых стратегий («FDT-16», «FDT-64» и «Pulsar») обоих методов нестандартной периметрии оказался несколько выше уровня специфичности данных САП («G TOP» Octopus 900), что свидетельствует об очень хороших возможностях нестандартной периметрии в отделении здоровых людей от больных при скрининге на глаукому.

4. Для ранней диагностики ПОУГ целесообразно сочетание методов стандартной и нестандартной компьютерной периметрии в комбинации с морфометрической оценкой ДЗН и макулярной области сетчатки.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Симакова И.Л. — концепция и дизайн исследования, редактирование текста;
Куликов А.Н. — научное редактирование;
Сердюкова С.А. — сбор и статистическая обработка материала, написание текста;
Тихоновская И.А. — сбор и статистическая обработка материала, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Quigley HA, Dunkelberger GR, Green WR. Retinal ganglion cell atrophy correlated with automated perimetry in human eyes with glaucoma. Am J Ophthalmol. 1989;107(5):453–464. doi: 10.1016/0002-9394(89)90488-1.
2. Silverman SE, Trick GL, Hart WM Jr. Motion perception is abnormal in primary open-angle glaucoma and ocular hypertension. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1990;31(4):722–729.
3. Bullimore MA, Wood JM, Swenson K. Motion perception in glaucoma. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1993;34(13):3526–3533.
4. Tyler CW. Specific deficits of flicker sensitivity in glaucoma and ocular hypertension. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1981;20(2):204–212.
5. Alward WL. Frequency doubling technology perimetry for the detection of glaucomatous visual field loss. Am J Ophthalmol. 2000;129(3):376–378. doi: 10.1016/s0002-9394(00)00352-4.
6. Swanson WH, Felius J, Pan F. Perimetric defects and ganglion cell damage: interpreting linear relations using a two-stage neural model. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004;45(2):466–472. doi: 10.1167/iovs.03-0374.
7. Симакова ИЛ, Волков ВВ, Бойко ЭВ. Сравнение результатов разработанного метода периметрии с удвоенной пространственной частотой и оригинального метода FDT периметрии. Глаукома. 2010;1:5–11.
   Simakova IL, Volkov VV, Boiko EV. The results of developed method of frequency-doubling technology (FDT) perimetry in comparison with the results of the original FDT perimetry. Glaucoma. 2010;1:5–11 (In Russ.).
8. Vidal-Fernández A, García Feijoó J, González-Hernández M, González De La Rosa M, García Sánchez J. Primeros hallazgos con perimetría pulsar en pacientes hipertensos oculares [Initial findings with pulsar perimetry in patients with ocular hypertension]. Arch Soc Esp Oftalmol. 2002;77(6):321–326.
9. Сердюкова СА, Симакова ИЛ. Компьютерная периметрия в диагностике первичной открытоугольной глаукомы. Офтальмологические ведомости. 2018;11(1):54–65. doi: 10.17816/OV11154–65.
   Serdyukova SA, Simakova IL. Computer perimetry in the diagnosis of primary open-angle glaucoma. Eye statements. 2018;11(1):54–65 (In Russ.). doi: 10.17816/OV11154–65.
10. Симакова ИЛ, Тихоновская ИА. Эффективность различных вариантов периметрии с удвоением пространственной частоты в диагностике некоторых оптиконейропатий. Национальный журнал глаукома. 2022;21(1):23–36. doi: 10.53432/2078-4104-2022-21-1-23-35.
    Simakova IL, Tikhonovskaya IA. Evaluation of the effectiveness of frequency doubling technology perimetry in the diagnosis of optic neuropathies. National Journal of Glaucoma. 2022;21(1):23–36 (In Russ.).
11. Burgansky-Eliash Z, Wollstein G, Patel A, Bilonick RA, Ishikawa H, Kagemann L, Dilworth WD, Schuman JS. Glaucoma detection with matrix and standard achromatic perimetry. Br J Ophthalmol. 2007;91(7):933–938. doi: 10.1136/bjo.2006.110437.
12. Han S, Baek SH, Kim US. Comparison of Three Visual Field Tests in Children: Frequency Doubling Test, 24-2 and 30-2 SITA Perimetry. Semin Ophthalmol. 2017;32(5):647–650. doi: 10.3109/08820538.2016.1157611.
13. Casson RJ, James B. Effect of cataract on frequency doubling perimetry in the screening mode. J Glaucoma. 2006;15(1):23–25. doi: 10.1097/01.ijg.0000197089.
14. Еричев ВП, Петров СЮ, Макарова АС, Козлова ИВ, Рещикова ВС. Современные методы функциональной диагностики и мониторинга глаукомы. Часть 2. Диагностика структурных повреждений сетчатки и зрительного нерва. Национальный журнал глаукома. 2015;14(3):72–79.
    Erichev VP, Petrov SYu, Kozlova IV, Makarova AS, Reshchikova VS. Modern methods of functional diagnostics and monitoring of glaucoma. Part 2. Diagnosis of structural damage of the retina and optic nerve. National Journal glaucoma. 2015;14(3):72–79 (In Russ.).
15. Lamparter J, Russell RA, Schulze A, Schuff AC, Pfeiffer N, Hoffmann EM. Structure-function relationship between FDF, FDT, SAP, and scanning laser ophthalmoscopy in glaucoma patients. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012;53(12):7553–7559. doi: 10.1167/iovs.12-10892.
16. Kanadani FN, Mello PA, Dorairaj SK, Kanadani TC. Frequency-doubling technology perimetry and multifocal visual evoked potential in glaucoma, suspected glaucoma, and control patients. Clin Ophthalmol. 2014;8:1323–1330. doi: 10.2147/OPTH.S64684.
17. Boland MV, Gupta P, Ko F, Zhao D, Guallar E, Friedman DS. Evaluation of Frequency-Doubling Technology Perimetry as a Means of Screening for Glaucoma and Other Eye Diseases Using the National Health and Nutrition Examination Survey. JAMA Ophthalmol. 2016;134(1):57–62. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2015.4459.
18. Camp AS, Weinreb RN. Will Perimetry Be Performed to Monitor Glaucoma in 2025? Ophthalmology. 2017;124(12S):71–75. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.04.009.
19. Patel A, Wollstein G, Ishikawa H, Schuman JS. Comparison of visual field defects using matrix perimetry and standard achromatic perimetry. Ophthalmology. 2007;114(3):480–487.
20. McManus JR, Netland PA. Screening for glaucoma: rationale and strategies. Curr Opin Ophthalmol. 2013;24(2):144–149. doi: 10.1097/ICU.0b013e32835cf078.
21. Terauchi R, Wada T, Ogawa S, Kaji M, Kato T, Tatemichi M, Nakano T. FDT Perimetry for Glaucoma Detection in Comprehensive Health Checkup Service. J Ophthalmol. 2020;2020:4687398. doi: 10.1155/2020/4687398.
22. Симакова ИЛ, Куликов АН, Сердюкова СА, Горбачева КС, Григорян ЛА. Новые возможности периметрии для скрининга и ранней диагностики глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2023;22(4):33–43. doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-4-33-43.
    Simakova IL, Kulikov AN, Serdiukova SA, Gorbacheva KS, Grigoryan LA. New possibilities of perimetry in screening and early diagnosis of glaucoma. National Journal glaucoma. 2023;22(4):33–43 (In Russ.). doi: 10.53432/2078-4104-2023-22-4-33-43.

23. 31 González-Hernández M, García-Feijoó J, Mendez MS, de la Rosa MG. Combined spatial, contrast, and temporal functions perimetry in mild glaucoma and ocular hypertension. Eur J Ophthalmol. 2004;14(6):514–522.
24. Khanna V, Joon A, Viswanath S, Chhabra K. Perimetry-Recent Advances. Delhi Journal of Ophthalmology. 2022;32(4):15–24.
25. Chen HC, Chou MC, Lee MT, Lee CY, Yang CN, Liu CH, Chao SC. The Diagnostic Value of Pulsar Perimetry, Optical Coherence Tomography, and Optical Coherence Tomography Angiography in Pre-Perimetric and Perimetric Glaucoma. J Clin Med. 2021;10(24):5825. doi: 10.3390/jcm10245825.
26. Hirasawa K, Yamaguchi J, Nagano K, Kanno J, Kasahara M, Shoji N. Degree of loss in the tissue thickness, microvascular density, specific perimetry and standard perimetry in early glaucoma. BMJ Open Ophthalmol. 2023;8(1):e001256. doi: 10.1136/bmjophth-2023-001256.
27. Zeppieri M, Brusini P, Parisi L, Johnson CA, Sampaolesi R, Salvetat ML. Pulsar perimetry in the diagnosis of early glaucoma. Am J Ophthalmol. 2010;149(1):102–112. doi: 10.1016/j.ajo.2009.07.020.
28. Григорьев СГ, Лобзин ЮВ, Скрипченко НВ. Роль и место логистической регрессии и ROC-анализа в решении медицинских диагностических задач. Журнал инфектологии. 2016;8(4):36–45.
Grigoryev SG, Lobzin YuV, Skripchenko NV. The role and place of logistic regression and ROC analysis in solving medical diagnostic task. Journal Infectology. 2016;8(4):36–45 (In Russ.). doi: 10.22625/2072-6732-2016-8-4-36-45.
29. Ангелов Б, Петрова К. Оптическая когерентная томография и ее роль в диагностике глазной гипертензии, препериметрической и периметрической глаукомы. Офтальмология. 2015;12(1):46–56. doi: 10.18008/1816-5095-2015-1-46-56.
Angelov B, Petrova K. Optical coherence tomography and its role in the diagnosis of ocular hypertension, preperimetric and perimetric glaucoma. Ophthalmology in Russia. 2015;12(1):46–56 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2015-1-46-56.
30. Begum VU, Jonnadula GB, Yadav RK, Addepalli UK, Senthil S, Choudhari NS, Garudadri CS, Rao HL. Scanning the macula for detecting glaucoma. Indian J Ophthalmol. 2014;62(1):82–87. doi: 10.4103/0301-4738.126188.
31. Шахалова АП, Шевченко МВ, Антипенко ЛА, Кудрявцев ЮМ. Оптическая когерентная томография комплекса ганглиозных клеток сетчатки в диагностике первичной открытоугольной глаукомы. Практическая медицина. 2012;1(4(59):256–259.
Shakhalova ÀP, Shevchenko MV, Antipenko LA, Kudryavcev YuM. Optical coherent tomography of ganglion cell complex in diagnostic of primary open angle glaucoma patients. Practical medicine. 2012;1(4(59):256–259 (In Russ.).
32. Na JH, Sung KR, Lee JR, Lee KS, Baek S, Kim HK, Sohn YH. Detection of glaucomatous progression by spectral-domain optical coherence tomography. Ophthalmology. 2013;120(7):1388–1395. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.12.014.
33. Aydogan T, Akçay BİS, Kardeş E, Ergin A. Evaluation of spectral domain optical coherence tomography parameters in ocular hypertension, preperimetric, and early glaucoma. Indian J Ophthalmol. 2017;65(11):1143–1150. doi: 10.4103/ijo.IJO_157_17.
34. Seth NG, Kaushik S, Kaur S, Raj S, Pandav SS. 5-year disease progression of patients across the glaucoma spectrum assessed by structural and functional tools. Br J Ophthalmol. 2018;102(6):802–807. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-310731.
35. Eura M, Matsumoto C, Hashimoto S, Okuyama S, Takada S, Nomoto H, Tanabe F, Shimomura Y. Test Conditions in Macular Visual Field Testing in Glaucoma. J Glaucoma. 2017;26(12):1101–1106. doi: 10.1097/IJG.0000000000000782.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Симакова Ирина Леонидовна
доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-8389-0421

Куликов Алексей Николаевич
доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-5274-6993

Сердюкова Светлана Анатольевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, заведующая офтальмологическим отделением
https://orcid.org/0009-0007-5255-2041

Тихоновская Ирина Александровна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог диагностического отделения клиники офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-7518-8437

## ABOUT THE AUTHORS

Simakova Irina L.
MD, Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0001-8389-0421

Kulikov Aleksey N.
MD, Professor, Head of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-5274-6993

Serdyukova Svetlana A.
PhD, Head of the Ophthalmology Department Clinic
https://orcid.org/0009-0007-5255-2041

Tikhonovskay Irina A.
PhD, ophthalmologist of the Ophthalmology clinic
https://orcid.org/0000-0002-7518-8437

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-391-397*

*поступила 14.09.24*
*was received 14.09.24*

# Анализ состояния диска зрительного нерва и комплекса ганглиозных клеток макулы с помощью оптической когерентной томографии у пациентов в постковидном периоде





И.В. Филоненко Я.В. Дорофеева Е.Б. Мякошина

ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации
Мичуринский проспект, 6, Москва, 119285, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):391–397**

**Цель:** изучить состояние диска зрительного нерва и комплекса ганглиозных клеток сетчатки макулы с помощью оптической когерентной томографии у пациентов в постковидном периоде. **Пациенты и методы.** Обследованы 30 человек (60 глаз) в возрасте в среднем 61,7 ± 14,2 года. Все обследуемые имели в анамнезе перенесенную новую коронавирусную инфекцию (COVID-19). Давность перенесенного заболевания составила от 1,5 до 48 (в среднем 26,9 ± 12,7) мес. Оценку параметров ДЗН и макулы выполняли с помощью прибора Optopol SOCT Copernicus REVO NX (Польша). **Результаты.** Площадь ДЗН, НРП, экскавации ДЗН оказались значимо выше у пациентов в постковидном периоде по сравнению с нормальными показателями ($p < 0,05$). Объем экскавации ДЗН левого глаза у больных в постковидном периоде оказался значимо ниже по сравнению с нормой (0,08 ± 0,07 и 0,15 ± 0,07, $p = 0,003$ соответственно). Толщина слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в верхнем квадранте правого глаза оказалась выше нормальных значений и составила 130,6 ± 17,7 ($p = 0,03$). Качественный анализ состояния слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя сетчатки макулы у лиц, перенесших острую коронавирусную инфекцию, показал, что единичные зоны истончения выявлены в 17 (28,3 %) из 60 исследуемых глаз, множественные — в 33 (55 %). **Заключение.** Особый интерес представляют исследования с помощью оптической когерентной томографии состояния области диска зрительного нерва, слоя нервных волокон и комплекса ганглиозных клеток сетчатки макулярной зоны на значимом количестве пациентов, перенесших COVID-19. Полученные изменения морфометрических параметров глазного дна могут косвенно свидетельствовать о нейротропном влиянии вируса COVID-19 на структуры глазного дна, что требует обследования пациентов после перенесенной инфекции для разработки системы реабилитации.

**Ключевые слова:** COVID-19, постковидный период, оптическая когерентная томография

**Для цитирования:** Филоненко И.В., Дорофеева Я.В., Мякошина Е.Б. Анализ диска зрительного нерва и комплекса ганглиозных клеток макулы с помощью оптической когерентной томографии у пациентов в постковидном периоде. *Офтальмология.* 2025;22(2):391–397. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-391-397

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Analysis of the Optic Nerve Head and Macular Ganglion Cell Complex Using Optical Coherence Tomography in Patients in the Post-COVID Period

I.V. Filonenko, Ya.V. Dorofeeva, E.B. Myakoshina

United Hospital with a Polyclinic of the Presidential Executive Office of the Russian Federation
Michurinsky ave., 6, Moscow, 119285, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):391–397**

**Objective.** To study the condition of the optic nerve head and the retinal ganglion cell complex (macula) using optical coherence tomography in patients in the post-COVID period. **Patients and methods.** A total of 30 people (60 eyes) aged 61.7 ± 14.2 years on average were examined. All subjects had a history of a new coronavirus infection (COVID-19). The duration of the disease ranged from 1.5 to 48 (26.9 ± 12.7 on average) months. The parameters of the optic nerve head and macula were assessed using the Optopol SOCT Copernicus REVO NX device (Poland). **Results.** Using OCT, the area of the optic nerve head, the area of the retinal ganglion cell complex, and the area of the optic nerve head excavation were significantly higher in patients in the post-COVID period compared to normal values ($p < 0.05$). The excavation volume of the optic disc of the left eye in patients in the post-COVID period was significantly lower than the norm (0.08 ± 0.07 and 0.15 ± 0.07, $p = 0.003$, respectively). The thickness of the peripapillary retinal nerve fiber layer in the upper quadrant of the right eye significantly exceeded normal values and amounted to 130.6 ± 17.7 ($p = 0.03$). Qualitative analysis of the state of the ganglion cell layer and the inner plexiform layer of the retina of the macula in individuals who had acute coronavirus infection showed that single areas of thinning were detected in 17 (28.3 %) of the 60 eyes examined, multiple — in 33 (55%). **Conclusion.** Of particular interest is the study using optical coherence tomography of the state of the optic nerve head, nerve fiber layer, and retinal ganglion cell complex of the macular zone in a significant number of patients who have had COVID-19. The obtained changes in the morphometric parameters of the fundus may indirectly indicate the neurotropic effect of the COVID-19 virus on the fundus structures, and requires examination of patients after infection to develop a rehabilitation system.

**Keywords:** COVID-19, post-COVID period, optical coherence tomography

**For citation:** Filonenko I.V., Dorofeeva Ya.V., Myakoshina E.B. Analysis of the Optic Nerve Head and Macular Ganglion Cell Complex Using Optical Coherence Tomography in Patients in the Post-COVID Period. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 391–397. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-391-397

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Беспрецедентная в современной истории пандемия новой коронавирусной инфекции (COVID-19), возникшая в Китае, затронула все страны мира. Миллионы людей пострадали в той или иной степени от этого заболевания, многие погибли [1].

В настоящее время мир все еще борется с последствиями нового инфекционного заболевания [2]. По этой причине исследователи с огромным интересом изучают причины и последствия случившегося. Так, некоторые авторы отмечают, что значительное число выздоровевших людей имеют нарушения иммунитета, сопровождающиеся хроническим воспалением многих органов и тканей, неврологическими и психиатрическими нарушениями [3]. Всемирная организация здравоохранения разработала определение «длительное заболевание COVID–19», которое характеризуется совокупностью симптомов или нарушений, проявляющихся, по крайней мере, через 3 месяца после начала заражения и не связанных с другими причинами [4].

Существующие в литературе сообщения о поражении органа зрения при коронавирусной инфекции описывают различные воспалительные процессы переднего отдела глаза [5]. О поражении сетчатки и нейроофтальмологических проявлениях COVID-19 сообщается в редких, казуистических случаях [6]. В том числе о случаях папиллофлебита [7], оптического ретробульбарного неврита [8], Anti-MOG ассоциированного неврита зрительного нерва, представляющего собой параинфекционный демиелинизирующий синдром с вирусным продромом [9]. Оптическая когерентная томография — неинвазивный метод диагностики, доставляющий уникальную информацию о внутренних структурах глаза при различной патологии [10]. Представляет интерес исследование состояния глазного дна, а именно анализ области диска зрительного нерва (ДЗН) и комплекса ганглиозных клеток (КГК) макулы сетчатки в постковидном периоде.

**Цель** работы: изучить состояние ДЗН и КГК макулы сетчатки с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ) у пациентов в постковидном периоде.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

На базе ФГБУ «Объединенная больница с поликлиникой» Управления делами Президента Российской Федерации обследованы 30 человек (60 глаз) в возрасте

от 36 до 82 (в среднем 61,7 ± 14,2) лет. Все исследуемые имели в анамнезе перенесенную новую коронавирусную инфекцию (COVID-19) легкой, средней и тяжелой степени, подтвержденную положительным результатом на РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР. Давность перенесенного заболевания составила от 1,5 до 48 (в среднем 26,9 ± 12,7) мес.

Всем пациентам было проведено офтальмологическое обследование, включающее визометрию, пневмотонометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию в условиях медикаментозного мидриаза, ОКТ ДЗН и макулы.

Критерии включения в исследование: прозрачность оптических сред, перенесенная новая коронавирусная инфекция (COVID-19). Критерии невключения: больные с глаукомой, поздней стадией возрастной макулярной дегенерации, макулярным отеком любой этиологии, ретробульбарным невритом, опухолями органа зрения, нейродегенеративными заболеваниями и др.

Оценку параметров ДЗН и макулы выполняли с помощью прибора Optopol SOCT Copernicus REVO NX (Польша) с использованием стандартного протокола трехмерного сканирования 512×128. Было изучено состояние области ДЗН и КГК макулы, проведен анализ количественных и качественных показателей.

ДЗН исследовали с использованием протоколов сканирования ONH и RNFL analysis, «Disk map» при этом оценивали площадь ДЗН (Disc Area), площадь нейроретинального пояска (НРП) (Rim Area), площадь экскавации (Cup Area), объем НРП (Rim Volume), объем экскавации (Cup Volume), среднюю глубину экскавации (Mean Cup depth), максимальную глубину экскавации (Maximum Cup depth), соотношение площади экскавации и радиуса диска зрительного нерва (C/D Area), толщину слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в 2 квадрантах (верхнем и нижнем).

Среднюю толщину слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя (Average), толщину слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя в верхнем (Superior) и нижнем (Inferior) квадрантах, минимальную толщину слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя (Minimum) анализировали с помощью программы «Retina map». Анализировали также качественные изменения КГК, представленные на картах ОКТ-исследования в виде единичных и множественных зон желтого и красного цвета.

Количественные показатели сравнивали с нормами, указанными в картах прибора ОКТ, и с данными литературы [11].

Статистический анализ проводили с помощью компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica, версия 8.0 (StatSoft Inc., США), Statistica for Window Version VI. Сравнительный анализ базировался на методе *t*-теста Стьюдента, результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты офтальмоскопии у пациентов, перенесших острую коронавирусную инфекцию, показали следующее: ДЗН бледно-розовый, границы четкие, округлая или овальная форма, в макулярной зоне рефлекс четкий, на периферии без очаговой патологии (рис. 1).

С помощью ОКТ измеряли площадь ДЗН правого и левого глаза, которая составила 2,25 ± 0,40 и 2,32 ± 0,50 мм$^2$ соответственно. Значимой разницы между указанными параметрами правого и левого глаза не выявлено. Однако показатели значимо превышали нормальные (2,1 ± 0,1 мм$^2$) ($p = 0,006$ и $p = 0,003$ соответственно).

Площадь НРП оказалась значимо выше у пациентов в постковидном периоде (правый глаз 1,65 ± 0,4 мм$^2$, $p = 0,007$, и левый глаз 1,73 ± 0,6 мм$^2$, $p = 0,008$) по сравнению с нормальными показателями (1,38 ± 0,4 мм$^2$), при этом отличий между парными глазами не отмечено.

Размеры площади экскавации ДЗН у пациентов, перенесших острую коронавирусную инфекцию, также значимо превышали нормальные показатели ($p = 0,02$) и составили 0,54 ± 0,4 и 0,55 ± 0,3 мм$^2$ соответственно для правого и левого глаза (рис. 2а), то есть не отличались между собой.

Объем экскавации ДЗН левого глаза у больных в постковидном периоде оказался значимо ниже по сравнению с нормой (0,08 ± 0,07 и 0,15 ± 0,07 соответственно, $p = 0,003$). Изучаемый параметр правого глаза значимо не отличался от нормальных показателей ($p = 0,4$) (рис. 2б).

Средняя и максимальная глубина экскавации, а также соотношение площади экскавации и радиуса диска значимо не отличались в парных глазах и по сравнению

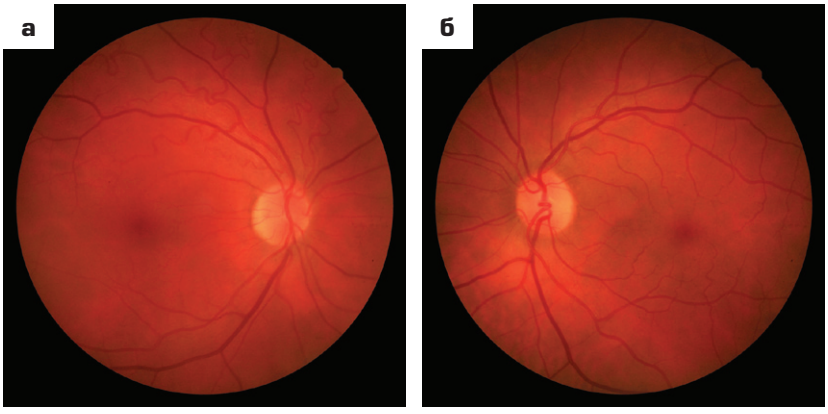



**Рис. 1.** Офтальмоскопия правого (а) и левого (б) глаза пациента, перенесшего острую коронавирусную инфекцию

**Fig. 1.** Ophthalmoscopy of the right (a) and left (б) eyes of patient who have had acute coronavirus infection

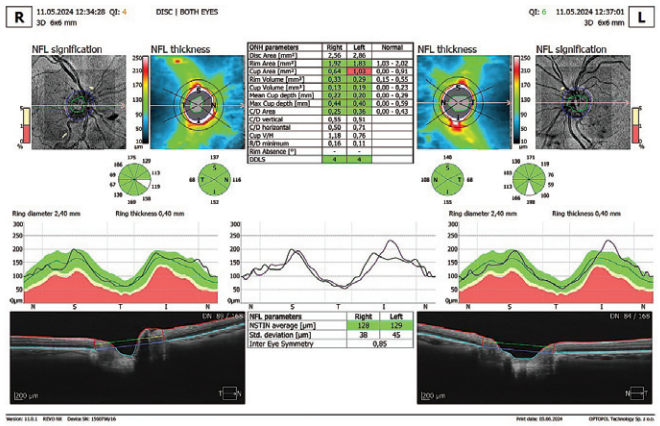
с нормой ($p > 0,05$). Толщина слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в верхнем квадранте правого глаза составила 130,6 ± 17,7, что оказалась значимо выше нормальных значений ($p = 0,03$).

Толщина слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в нижнем квадранте значимо не отличалась в парных глазах и по сравнению с нормой ($p > 0,05$) (табл. 1).

Офтальмоскопически у пациентов в постковидном периоде в обоих глазах определяли розовый четкий рефлекс в макуле (рис. 1). Анализ средней толщины слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя показал наличие сходных параметров между правым и левым глазом и нормальными показателями ($p > 0,05$). Определена некоторая тенденция к уменьшению минимальной толщины слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя в верхнем и нижнем квадранте у пациентов в постковидном периоде по сравнению с нормальными показателями ($p > 0,05$) (табл. 2).

Качественный анализ состояния слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя макулы у лиц, перенесших острую коронавирусную инфекцию,

**а**




**б**

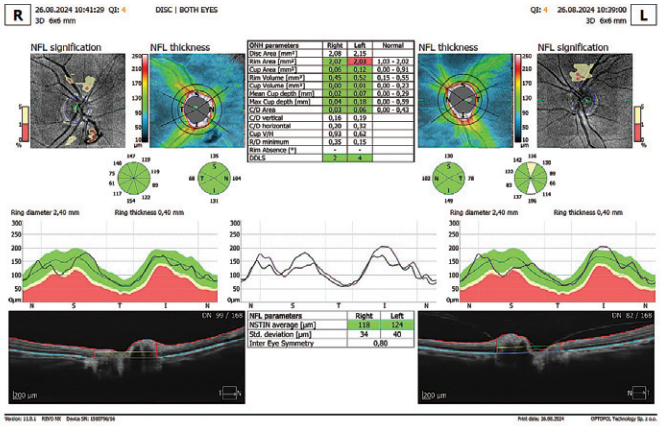



**Рис. 2.** Карта ОКТ ДЗН: а — увеличение площади экскавации левого глаза; б — увеличение площади НРП левого глаза

**Fig. 2.** OCT map of the optic disc: a — increase in the area of the left eye excavation, б — increase of the left eye NRP area

**Таблица 1.** Морфометрические показатели диска зрительного нерва у лиц, перенесших острую коронавирусную инфекцию

**Table 1.** Morphometric parameters of the optic nerve head in individuals who have had acute coronavirus infection

| Показатель / Parameter | Правый глаз / Right eye ($n = 30$) | Левый глаз / Left eye ($n = 30$) | Норма / Norm |
|---|---|---|---|
| Площадь ДЗН / Disc area (мм²) | 2,25 ± 0,40*** $p = 0,006$ | 2,32 ± 0,50*** $p = 0,003$ | 2,05 ± 0,20** |
| Площадь НРП / Rim area (мм²) | 1,65 ± 0,40*** $p = 0,007$ | 1,73 ± 0,60*** $p = 0,008$ | 1,38 ± 0,40* |
| Площадь экскавации / Cup area (мм²) | 0,54 ± 0,40*** $p = 0,02$ | 0,55 ± 0,30*** $p = 0,02$ | 0,35 ± 0,30* |
| Объем НРП / Rim volume (мм³) | 0,31 ± 0,10 $p = 0,8$ | 0,36 ± 0,40 $p = 0,7$ | 0,33 ± 0,20* |
| Объем экскавации / Cup volume (мм³) | 0,12 ± 0,10 $p = 0,4$ | 0,08 ± 0,07*** $p = 0,003$ | 0,15 ± 0,07* |
| Средняя глубина экскавации / MeanCup Depth (мм) | 0,14 ± 0,10 $p = 0,3$ | 0,16 ± 0,10 $p = 0,8$ | 0,17 ± 0,08* |
| Максимальная глубина экскавации / Max Cup depth (мм) | 0,35 ± 0,20 $p = 0,3$ | 0,34 ± 0,20 $p = 0,4$ | 0,29 ± 0,18* |
| Соотношение площади экскавации и радиуса диска / C/D Area | 0,26 ± 0,20 $p = 0,1$ | 0,24 ± 0,20 $p = 0,1$ | 0,19 ± 0,15* |
| Толщина слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в верхнем квадранте, мкм Thickness of the nerve fiber layer of the peripapillary retina in the superior quadrant, µm | 130,6 ± 17,7*** $p = 0,03$ | 128,8 ± 68,5 $p = 0,6$ | 122,6 ± 4,8* |
| Толщина слоя нервных волокон перипапиллярной сетчатки в нижнем квадранте, мкм Thickness of the nerve fiber layer of the peripapillary retina in the inferior quadrant, µm | 134,5 ± 29,6 $p = 0,16$ | 132,8 ± 25,1 $p = 0,2$ | 126,40 ± 0,16* |

Примечание: * нормальные показатели по данным прибора ОКТ; ** нормальные показатели из литературного источника [11]; *** значимые показатели параметров ДЗН каждого глаза по сравнению с нормой, $p < 0,05$.
Note: * normal values, according to OCT data; ** normal values rom a literary source [11]; *** significant indicators of the optic disc parameters of each eye compared to the norm, $p < 0.05$.

**Таблица 2.** Морфометрические показатели слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя у лиц, перенесших острую коронавирусную инфекцию

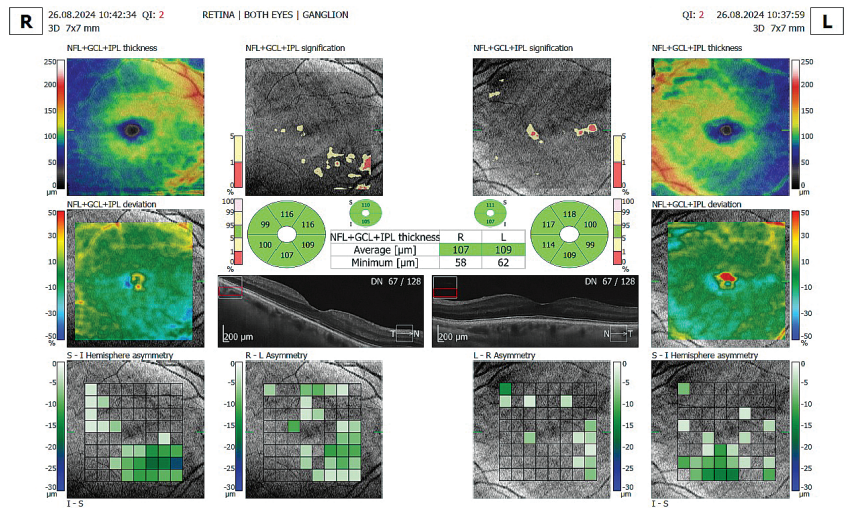
**Table 2.** Morphometric parameters of the ganglion cell layer and the inner plexiform layer in individuals who have had acute coronavirus infection

| Показатель / Parameter | Правый глаз / Right eye ($n = 30$) | Левый глаз / Left eye ($n = 30$) | Норма / Norm |
|---|---|---|---|
| Средняя толщина слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя, мкм (Average) Average thickness of ganglion cell layer and internal plexiform layer, µm (Average) | 86,1 ± 16,9 $p = 0,9$ | 85,6 ± 15,1 $p = 0,8$ | 86,5 ± 5,5 |
| Толщина слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя в верхнем квадранте, мкм (Superior) Thickness of ganglion cell layer and internal plexiform layer in the upper quadrant, µm (Superior) | 87,7 ± 17,5 $p = 0,2$ | 85,5 ± 15,1 $p = 0,2$ | 89,1 ± 4,6 |
| Толщина слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя в нижнем квадранте, мкм (Inferior) Thickness of ganglion cell layer and internal plexiform layer in the lower quadrant, µm (Inferior) | 87,0 ± 18,3 $p = 0,5$ | 86,1 ± 15,2 $p = 0,3$ | 89,2 ± 4,4 |
| Минимальная толщина слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя, мкм (Minimum) Minimum thickness of ganglion cell layer and internal plexiform layer, µm (Minimum) | 50,2 ± 18,1 $p = 0,4$ | 49,03 ± 13,4 $p = 0,2$ | 53,2 ± 7,6 |

показал, что единичные зоны истончения выявлены в 17 (28,3 %) из 60 исследуемых глаз, множественные — в 33 (55 %) (рис. 3).

Отдаленные последствия COVID-19 оказывают влияние на нервную систему человека. Исследования показали, что у значительной части пациентов с COVID-19 наблюдались неврологические и психические изменения [3]. Кроме того, у пациентов с нейродегенеративными заболеваниями, в частности с болезнью Альцгеймера, отмечается более тяжелое течение инфекции и усугубление симптомов основного заболевания [11]. Некоторые авторы отмечают наличие схожих механизмов поражения глаз при COVID-19 и болезни Альцгеймера [12].

**а**




**б**

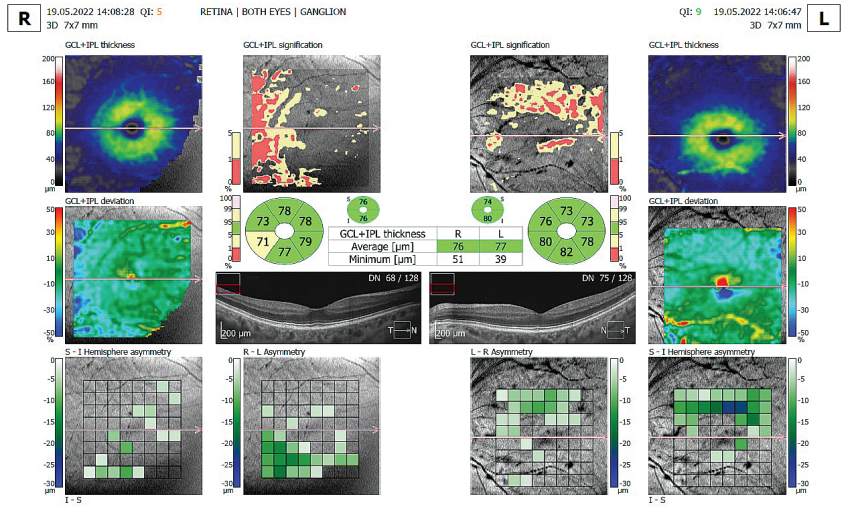



**Рис. 3.** Карта слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя макулы у лиц, перенесших острую коронавирусную инфекцию, с единичными (а) и множественными (б) зонами истончения

**Fig. 3.** Map of the ganglion cell layer and the inner plexiform layer of the macula in individuals who have had acute coronavirus infection, with single (a) and multiple (б) areas of thinning

Многие исследователи отмечают значимые изменения комплекса ганглиозных клеток сетчатки при болезни Альцгеймера [13, 14], в частности снижение толщины и увеличение объема глобальных потерь ганглиозных клеток сетчатки. Есть предположения о способности вируса SARS-CoV-2 проникать в центральную нервную систему прямым или косвенным путем с поражением нейронов и глиальных клеток, что способствует развитию неврологических заболеваний [15]. Поскольку рецептор ангиотензинпревращающего фермента 2 для вируса SARS-CoV-2 представлен в различных областях мозга, включая префронтальную кору и структуры глаза, можно предположить, что он поддерживает активацию вируса [16]. Однако следует отметить, что до сих пор не подтверждено наличие вирусной РНК в ликворе человека и тканях мозга [17]. Как бы то ни было, структуры глаза, включающие эпителиальные клетки роговицы и конъюнктивы, трабекулярную сеть, клетки сосудистой оболочки и сетчатки, зрительный нерв, имеющие рецепторы к ангиотензинпревращающему ферменту, являются воротами для проникновения вируса в затылочную область коры головного мозга, и вряд ли вирус проходит эти области транзитом, без какого-либо воздействия [18, 19].

Собственные результаты показали доклинические изменения области ДЗН и макулы. В частности, увеличение площади НРП может быть предположительно обусловлено отеком ретробульбарных тканей и развитием компрессионно-ишемической оптиконейропатии, а также гипертрофией глии в условиях изолированной гибели нейронов [20, 21]. Увеличение площади и объема экскавации головки зрительного нерва может свидетельствовать об атрофических процессах в волокнах зрительного нерва, а по сообщениям некоторых авторов, и о нейродегенеративных процессах в головном мозге, так же, как и снижение толщины комплекса ганглиозных клеток сетчатки [22, 23]. Поскольку наше исследование показало незначительные отличия площади НРП парных глаз, это может говорить о том, что выявленные нами изменения не связаны с глаукомным процессом. Учитывая,

что истончение НРП характерно для глаукомных изменений, что, по мнению некоторых исследователей, связано с дезорганизацией и потерей глии при сопутствующей гибели аксонов [21], выявленное нами отсутствие изменений в этой области подтверждает не глаукомный механизм повреждения клеток при COVID-19, а иной. Интересной находкой оказалось также наличие единичных и множественных зон истончения слоя ганглиозных клеток и внутреннего плексиформного слоя сетчатки у лиц, перенесших острую коронавирусную инфекцию, что количественно подтверждалось тенденцией к уменьшению их толщины в верхних и нижних квадрантах и минимальных значений. Полученные собственные результаты могут иметь большое значение в ранней диагностике возможных нейродегенеративных последствий COVID-19 и поэтому требуют дальнейшего изучения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Особый интерес представляют исследования с помощью оптической когерентной томографии состояния области диска зрительного нерва, слоя нервных волокон и комплекса ганглиозных клеток сетчатки макулярной зоны на значимом количестве пациентов, перенесших COVID-19. Полученные изменения морфометрических параметров глазного дна могут косвенно свидетельствовать о нейротропном влиянии вируса COVID-19 на структуры глазного дна, что требует обследования пациентов после перенесенной инфекции для разработки системы реабилитации.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Филоненко И.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование;
Дорофеева Я.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, статистическая обработка;
Мякошина Е.Б. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование, статистическая обработка.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Львов ДК, Колобухина ЛВ, Дерябин ПГ. Коронавирусная инфекция. Тяжелый острый респираторный синдром. Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение. 2015;4:35–42.
   Lvov DK, Kolobukhina LV, Deryabin PG. Coronavirus infection. Severe acute respiratory syndrome. Infectious diseases: news, opinions, training. 2015;4:35–42 (In Russ.).
2. Méndez-Guerrero A, Laespada-García MI, Gómez-Grande A, Ruiz-Ortiz M, Blanco-Palmero VA, Azcarate-Diaz FJ, Rábano-Suárez P, Álvarez-Torres E, de Fuenmayor-Fernández de la Hoz CP, Vega Pérez D, Rodríguez-Montalbán R, Pérez-Rivilla A, Sayas Catalán J, Ramos-González A, González de la Aleja J. Acute hypokinetic-rigid syndrome following SARS-CoV-2 infection. Neurology. 2020;13;95(15):e2109–e2118. doi: 10.1212/WNL.0000000000010282.
3. Ходанович МЮ, Камаева ДА, Наумова АВ. Роль демиелинизации в персистенции неврологических и психических нарушений после COVID-19. Int J Mol Sci. 2022;23(19):11291. doi: 10.3390/ijms231911291.
   Khodanovych MYu, Kamaeva DA, Naumova AV. The role of demyelination in the persistence of neurological and mental disorders after COVID-19. Int J Mol Sci. 2022;23(19):11291 (In Russ.). doi: 10.3390/ijms231911291.
4. Khazaal S, Harb J, Rima M, Annweiler C, Wu Y, Cao Z, Abi Khattar Z, Legros C, Kovacic H, Fajloun Z, Sabatier JM. The Pathophysiology of Long COVID throughout the Renin-Angiotensin System. Molecules. 2022;2;27(9):2903. doi: 10.3390/molecules27092903.
5. Нероев ВВ, Киселева ТН, Елисеева ЕК. Офтальмологические аспекты коронавирусной инфекции. Российский офтальмологический журнал. 2021;14(1):7–14. doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-1-7-14.
   Neroev VV, Kiseleva TN, Eliseeva EK. Ophthalmological aspects of coronavirus infection. Russian Ophthalmological Journal. 2021;14(1):7–14 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2021-14-1-7-14.
6. Tisdale AK, Chwalisz BK. Neuro-ophthalmic manifestations of coronavirus disease 19. Curr Opin Ophthalmol. 2020;31(6):489–494. doi: 10.1097/ICU.0000000000000707.
7. Insausti-García A, Reche-Sainz JA, Ruiz-Arranz C, López Vázquez Á, Ferro-Osuna M. Papillophlebitis in a COVID-19 patient: Inflammation and hypercoagulable state. Eur J Ophthalmol. 2022;32(1):NP168–NP172. doi: 10.1177/1120672120947591.
8. Li RR, Zhang BM, Rong SR, Li H, Shi PF, Wang YC. Fifteen acute retrobulbar optic neuritis associated with COVID-19: A case report and review of literature. World J Clin Cases. 2024; 26;12(21):4827–4835. doi: 10.12998/wjcc.v12.i21.4827.
9. Курышева НИ, Евдокимова ОА, Никитина АД. Поражение органа зрения при COVID-19. Часть 2: осложнения со стороны заднего отрезка глаза, нейроофтальмологические проявления, вакцинация и факторы риска. Российский офтальмологический журнал. 2023;16(1):157–167. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-1-157-167.
   Kurysheva NI, Evdokimova OA, Nikitina AD. Visual organ damage in COVID-19. Part 2: complications from the posterior segment of the eye, neuro-ophthalmological manifestations, vaccination and risk factors. Russian Ophthalmological Journal. 2023;16(1):157–167 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-1-157-167
10. Саакян СВ, Мякошина ЕБ, Поляков ВГ, Ушакова ТЛ, Исмаилова ДМ. Оптическая когерентная томография в доклинической диагностике изменений диска зрительного нерва после химиотерапии у детей с ретинобластомой. Российский офтальмологический журнал. 2020;13(2):53–58. doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-2-53-58.
    Saakyan S.. Myakoshina EB, Polyakov VG, Ushakova TL, Ismailova DM. Optical coherence tomography in preclinical diagnosis of optic nerve disk changes after chemotherapy in children with retinoblastoma. Russian Ophthalmological Journal. 2020;13(2):53–58 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-2-53-58.
11. Xia X, Wang Y, Zheng J. COVID-19 and Alzheimer's disease: how one crisis worsens the other. Transl Neurodegener. 2021; 30;10(1):15. doi: 10.1186/s40035-021-00237-2.
12. Amadoro G, Latina V, Stigliano E, Micera A. COVID-19 and Alzheimer's Disease Share Common Neurological and Ophthalmological Manifestations: A Bidirectional Risk in the Post-Pandemic Future. Cells. 2023; 10;12(22):2601. doi: 10.3390/cells12222601.
13. Тиганов АС, Акопян ВС, Гаврилова СИ, Семенова НС, Федорова ЯБ, Гурова ЕВ, Филоненко ИВ. Истончение слоя ганглиозных клеток сетчатки у пациентов с болезнью Альцгеймера и мягким когнитивным снижением: диагностическая значимость спектральной оптической когерентной томографии. Вестник ОГУ. 2013;4(153):263–266.
    Tiganov AS, Akopyan VS, Gavrilova SI, Semenova NS, Fedorova YaB, Gurova EV, Filonenko IV. Thinning of the retinal ganglion cell layer in patients with Alzheimer's disease and mild cognitive decline: diagnostic value of spectral optical coherence tomography. Bulletin of OSU. 2013;4(153):263–266 (In Russ.).
14. Lee EJ, Han JC, Park DY, Kee C. A neuroglia-based interpretation of glaucomatous neuroretinal rim thinning in the optic nerve head. Prog Retin Eye Res. 2020;77:100840. doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100840.
15. Song E, Zhang C, Israelow B, Lu-Culligan A, Prado AV, Skriabine S, Lu P, Weizman OE, Liu F, Dai Y, Szigeti-Buck K, Yasumoto Y, Wang G, Castaldi C, Heltke J, Ng E, Wheeler J, Alfajaro MM, Levavasseur E, Fontes B, Ravindra NG, Van Dijk D, Mane S, Gunel M, Ring A, Kazmi SAJ, Zhang K, Wilen CB, Horvath TL, Plu I, Haik S, Thomas JL, Louvi A, Farhadian SF, Huttner A, Seilhean D, Renier N, Bilguvar K, Iwasaki A. Neuroinvasion of SARS-CoV-2 in human and mouse brain. J Exp Med. 2021 Mar 1;218(3):e20202135. doi: 10.1084/jem.20202135.
16. Sharifkashani S, Bafrani MA, Khaboushan AS, Pirzadeh M, Kheirandish A, Bali HY, Hessami A. Saghazadeh A, Rezaei N. Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) receptor and SARS-CoV-2: Potential therapeutic targeting. Eur. J. Pharmacol. 2020;884:173455. doi: 10.1016/j.ejphar.2020.173455.
17. Rathnasinghe R, Strohmeier S, Amanat F, Gillespie VL, Krammer F, García-Sastre A, Coughlan L, Schotsaert M, Uccellini MB. Comparison of transgenic and adenovirus hACE2 mouse models for SARS-CoV-2 infection. Emerg Microbes Infect. 2020;9(1):2433–2445. doi: 10.1080/22221751.2020.1838955.
18. Pacheco-Herrero M, Soto-Rojas LO, Harrington CR, Flores-Martinez YM, Villegas-Rojas MM, León-Aguilar AM, Martínez-Gómez PA, Campa-Córdoba BB, Apátiga-Pérez R, Corniel-Taveras CN, Dominguez-García JJ, Blanco-Alvarez VM, Luna-Muñoz J. Elucidating the Neuropathologic Mechanisms of SARS-CoV-2 Infection. Front Neurol. 2021;12;12:660087. doi: 10.3389/fneur.2021.660087.
19. Dewanjee S, Vallamkondu J, Kalra RS, Puvvada N, Kandimalla R, Reddy PH. Emerging COVID-19 Neurological Manifestations: Present Outlook and Potential Neurological Challenges in COVID-19 Pandemic. Mol Neurobiol. 2021 Sep;58(9):4694–4715. doi: 10.1007/s12035-021-02450-6.
20. Садовская ОП, Дравица ЛВ. Морфометрические параметры диска зрительного нерва у пациентов с симптоматической офтальмогипертензией и вторичной глаукомой, развившейся на фоне эндокринной офтальмопатии. Проблемы здоровья и экологии. 2022;19(2):57–62. doi: 10.51523/2708-6011.2022-19-2-07.
    Sadovskaya OP, Dravitsa LV. Morphometric parameters of the optic nerve head in patients with symptomatic ophthalmic hypertension and secondary glaucoma developed against the background of endocrine ophthalmopathy. Problems of Health and Ecology. 2022;19(2):57–62. doi: 10.51523/2708-6011.2022-19-2-07.

21. Lee EJ, Han JC, Park DY, Kee C. A neuroglia-based interpretation of glaucomatous neuroretinal rim thinning in the optic nerve head. Prog Retin Eye Res. 2020;77:100840. doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100840.
22. Frohman EM, Dwyer MG, Frohman T, Cox JL, Salter A, Greenberg BM, Hussein S, Conger A, Calabresi P, Balcer LJ, Zivadinov R. Relationship of optic nerve and brain conventional and non-conventional MRI measures and retinal nerve fiber layer thickness, as assessed by OCT and GDx: a pilot study. J Neurol Sci. 2009; 15;282(1–2):96–105. doi: 10.1016/j.jns.2009.04.010.
23. Елисеева НМ, Серова НК, Еричев ВП, Панюшкина ЛА. Структурные изменения сетчатки и зрительного нерва при поражении центрального неврона зрительного пути. Вестник офтальмологии. 2017;133(4):25–30. doi: 10.17116/oftalma2017133425-30.
Eliseeva NM, Serova NK, Erichev VP, Panyushkina LA. Structural retinal and optic nerve changes in patients with post-geniculate visual pathway damage. Russian Annals of Ophthalmology. 2017;133(4):25–30 (In Russ.) doi: 10.17116/oftalma2017133425-30.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Филоненко Игорь Витальевич
кандидат медицинских наук, заведующий офтальмологическим отделением, врач-офтальмолог высшей категории
https://orcid.org/ 0009-0005-6456-6632

Дорофеева Яна Викторовна
врач-офтальмолог офтальмологического отделения
https://orcid.org/ 0009-0005-8064-3931

Мякошина Елена Борисовна
доктор медицинских наук, врач-офтальмолог высшей категории
https://orcid.org/ 0000-0002-2087-7155

## ABOUT THE AUTHORS

Filonenko Igor V.
PhD, head of the Ophthalmology Department, ophthalmologist of the highest category
https://orcid.org/ 0009-0005-6456-6632

Dorofeeva Yana V.
ophthalmologist of the Ophthalmological Department
https://orcid.org/ 0009-0005-8064-3931

Myakoshina Elena B.
MD, ophthalmologist of the highest category
https://orcid.org/ 0000-0002-2087-7155

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-398-406*

*поступила 13.02.25*
*was received 13.02.25*

# Ретинальная карта периферических дегенераций и разрывов сетчатки. Часть 3. Витреоретинальные дегенерации сетчатки






В.А. Шаимова[1,2] Н.А. Ключко[2] Г.Р. Исламова[2] Т.Б. Шаимов[2]
С.Х. Кучкильдина[2], Р.Б. Шаимов[2], А.А. Аскаева[3], М.С. Ивин[4], А.В. Фомин[5]

[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] ООО «Центр зрения»
Комсомольский проспект, 99д, Челябинск, 454021, Российская Федерация

[3] ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Воровского, 64, Челябинск, 454092, Российская Федерация

[4] ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Репина, 3, Екатеринбург, 620028, Российская Федерация

[5] АО «Трейдомед Инвест»
ул. Марксистская, 3, стр. 1, Москва, 109147, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

**Офтальмология. 2025;22(2):398–406**

В данной работе описаны результаты мультимодального обследования пациентов с регматогенными периферическими витреоретинальными дегенерациями. **Цель** работы: провести мультимодальные исследования регматогенных периферических витреоретинальных дегенераций и представить ретинальную карту периферических дегенераций и разрывов сетчатки. **Методы.** Мультимодальная диагностика включала традиционные и дополнительные методы исследования: фотографирование на сверхширокоугольной фундус-камере Clarus 500 или VISUCAM 500 (Carl Zeiss Meditec Inc., США), проведение широкопольного ОКТ-сканирования периферии сетчатки на SOLIX и RTVue XR Avanti (Optovue, США). **Результаты.** За период 2014–2024 гг. были обследованы 614 пациентов (959 глаз) и выявлено 1304 периферические дегенерации и разрыва сетчатки с помощью мультимодальных методов исследования. Из них у 437 пациентов выявлены регматогенные (витреоретинальные) дегенерации: решетчатая дистрофия — 197 (15,1 %), «след улитки» — 95 (7,29 %); витреоретинальные пучки — 145 (11,12 %). На основании полученных результатов разработана информативная карта основных периферических дегенераций сетчатки. **Заключение.** В данной статье (часть 3) мультимодальное исследование периферических дистрофий позволило представить ретинальную карту регматогенных периферических дегенераций и разрывов сетчатки с целью своевременного выявления и адекватного лечения.

**Ключевые слова:** мультимодальные исследования, ретинальная карта, периферические дегенерации, разрывы сетчатки, классификация периферических дегенераций сетчатки

**Для цитирования:** Шаимова В.А., Ключко Н.А., Исламова Г.Р., Шаимов Т.Б., Кучкильдина С.Х., Шаимов Р.Б., Аскаева А.А., Ивин М.С., Фомин А.В. Ретинальная карта периферических дегенераций и разрывов сетчатки. Часть 3. Витреоретинальные дегенерации сетчатки. *Офтальмология.* 2025;22(2):398–406. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-398-406

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Retinal Map of Peripheral Retinal Degenerations and Tears. Part 3. Vitreoretinal Retinal Degeneration

V.A. Shaimova[1,2], N.A. Klyuchko[2], G.R. Islamova[2], T.B. Shaimov[2], S.Kh. Kuchkildina[2], R.B. Shaimov[2], A.A. Askaeva[3], M.S. Ivin[4], A.V. Fomin[5]

[1] Academy of Postgraduate Education of Federal Medical Biological Agency
Volokolamskoye highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

[2] Center Zreniya
Komsomolsky ave., 99D, Chelyabinsk, 454021, Russian Federation

[3] South Ural State Medical University
Vorovskogo str., 64, Chelyabinsk, 454048, Russian Federation

[4] Ural State Medical University
Repina str., 3, Ekaterinburg, 620028, Russian Federation

[5] Tradomed Invest
Marksistskaya str., 3/1, Moscow, 109147, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):398–406**

This work describes the results of a multimodal examination of patients with rhegmatogenous peripheral vitreoretinal degenerations. **Objective:** to conduct a multimodal study of rhegmatogenous peripheral vitreoretinal degenerations and present an informative retinal map of peripheral retinal degenerations and breaks. **Methods.** Multimodal diagnostics included traditional and additional methods: the ultra-widefield fundus imaging with the Clarus 500 or VISUCAM 500 (Carl Zeiss Meditech Inc., Dublin, USA) and wide-field OCT scanning of the retina periphery with SOLIX and RTVue XR Avanti (Optovue Inc. USA). **Results.** During the period of 2014–2024, 614 patients (959 eyes) were examined and 1304 peripheral degenerations and retinal breaks were identified with the multimodal examination. Regmatogenic (vitreoretinal) degenerations were found in 437 patients: lattice degeneration — 197 (15.1 %), "snail track" — 95 (7.29 %); vitreoretinal tufts — 145 (11.12 %). Based on the study results, an informative map of the main peripheral retinal degenerations has been developed. **Conclusion.** In this article (part 3) the multimodal study of peripheral dystrophies allowed us to present the retinal map of regmatogenic peripheral degenerations and retinal breaks for the purpose of timely detection and adequate treatment.

**Keywords:** multimodal imaging of peripheral retina, retinal map, peripheral degeneration, retinal breaks, classification of peripheral retinal degenerations

**For citation:** Shaimova V.A., Klyuchko N.A., Islamova G.R., Shaimov T.B., Kuchkildina S.Kh., Shaimov R.B., Askaeva A.A., Ivin M.S., Fomin A.V. Retinal Map of Peripheral Retinal Degenerations and Tears. Part 3. Vitreoretinal Retinal Degeneration. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 398–406. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-398-406

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

**There is no conflict of interests.**

## ВСТУПЛЕНИЕ

Периферические витреоретинальные дегенерации (ПВРД) являются регматогенными, прогностически опасными и могут приводить к развитию отслойки сетчатки [1–7]. К основным видам ПВРД относят: «след улитки», решетчатую дегенерацию, витреоретинальный пучок (ВРП), периферические разрывы сетчатки [1, 8].

При исследовании периферии сетчатки необходим мультимодальный подход, обладающий наибольшей информативностью для своевременной диагностики периферических дегенераций, с применением методик, которые позволяют документировать, проводить оценку состояния сетчатки в динамике, помогать в выявлении показаний к лазерхирургическим операциям [9, 10].

**Цель** работы: провести мультимодальные исследования регматогенных периферических витреоретинальных дегенераций и представить ретинальную карту периферических дегенераций и разрывов сетчатки.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией об исследованиях с участием людей и было одобрено местным комитетом по этике. Все участники были проинформированы о цели и дизайне исследования и подписали информированное согласие на использование данных, полученных в ходе офтальмологического обследования. Как указывалось в предыдущих публикациях В.А. Шаимовой и соавт. [11, 12], за период 2014–2024 гг. проведено обследование 614 пациентов (959 глаз) и выявлено 1304 периферические дегенерации: интраретинальных — 337 (25,9 %), хориоретинальных — 134 (10,3 %), витреоретинальных — 437 (33,5 %), разрывов сетчатки — 396 (30,4 %).

Мультимодальная диагностика состояла из традиционных и дополнительных обследований: фотографирование на сверхширокоугольной фундус-камере Clarus 500 или VISUCAM 500 (Carl Zeiss Meditec Inc., США),

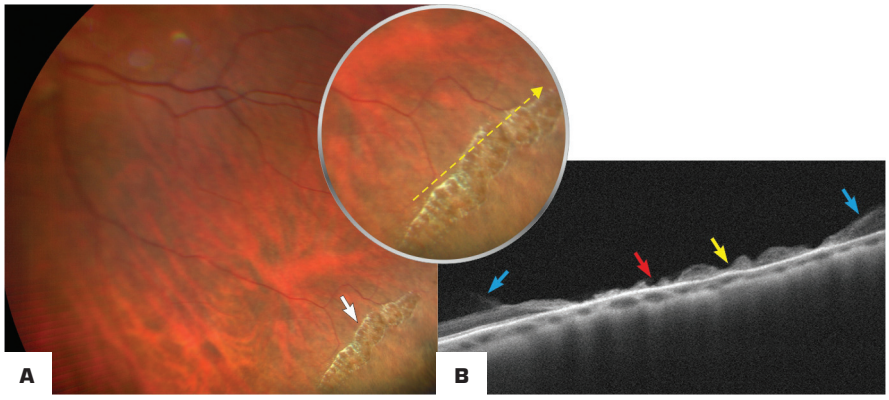



**Рис. 1.** Дегенерация «след улитки», пациент В., 27 лет. А — цветная фотография (фундус-камера Clarus 500): на периферии сетчатки левого глаза в нижневисочном сегменте определяется дегенерация «след улитки» (белая стрелка); направление линии сканирования указано желтой пунктирной стрелкой; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: визуализируется сквозной дефект нейросенсорной сетчатки (красная стрелка), несквозной дефект (желтая стрелка), витреоретинальная тракция по краям дегенерации (синие стрелки)

**Fig. 1.** "Snail track" degeneration, patient B., 27 years old. A — color fundus photo (Clarus 500): the "snail track" degeneration in the periphery of the left eye retina in the inferotemporal segment (white arrow); the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): a full-thickness defect in the neurosensory retina (red arrow), partial defect (yellow arrow), vitreoretinal traction along the edges of the degeneration (blue arrows)

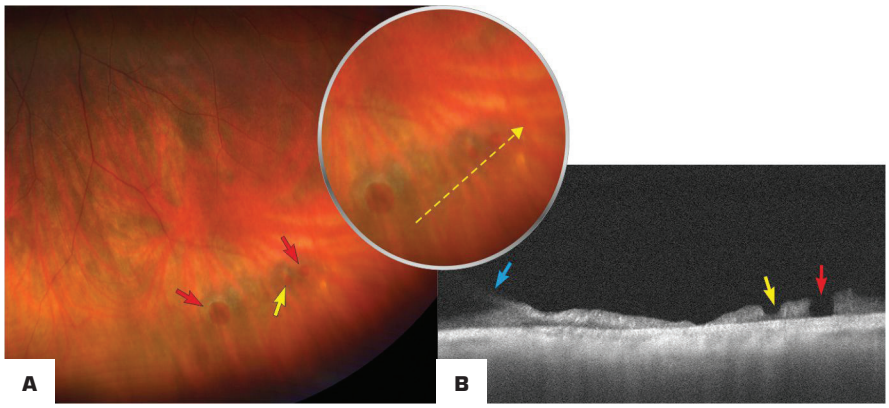



**Рис. 2.** Дегенерация «след улитки» с разрывами, пациент Т., 38 лет. А — цветная фотография (фундус-камера Clarus 500): на периферии сетчатки левого глаза в нижневисочном сегменте определяется дегенерация «след улитки» со сквозными (красные стрелки) и несквозным (желтая стрелка) округлыми разрывами. Направление линии сканирования указано желтой пунктирной стрелкой; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line гиперрефлективный участок дегенерации с неравномерным профилем за счет истончения нейросенсорной сетчатки, красная стрелка указывает на участок гипорефлективности — отсутствия НСС, соответствующий сквозному разрыву, желтая — на несквозной разрыв с сохранением внешнего слоя НСС, синяя — на гиперрефлективную полосу витреоретинальной тракции по краю дегенерации

**Fig. 2.** "Snail track" degeneration whith breaks, patient T., 38 years old. A — color fundus photo (Clarus 500): the "snail track" degeneration in the periphery of the right eye retina in the inferotemporal segment with full-thickness (red arrows) and partial (yellow arrow) rounded breaks; the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): hyperreflective area of degeneration with an irregular profile due to the neurosensory retina thinning; an area of hyporeflectivity — the absence of NSR, corresponding to the full-thickness break (red arrow), a partial break with the preservation of the outer NSR layer (yellow arrow), hyperreflective band of vitreoretinal traction along the edge of degeneration (blue arrow)

проведение широкопольного ОКТ-сканирования периферии сетчатки на SOLIX и RTVue XR Avanti (Optovue, США).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Исследование 1304 периферических дегенераций позволило выявить 437 случаев регматогенных дегенераций: решетчатая дистрофия — 197 (15,11 %), «след улитки» — 95 (7,29 %); витреоретинальные пучки — 145 (11,12 %). На основании проведенного анализа полученных результатов исследований создана карта основных периферических дегенераций сетчатки [11, 12].

В данной работе нами представлены мультимодальные исследования периферических витреоретинальных дегенераций сетчатки.

## ВИТРЕОРЕТИНАЛЬНЫЕ ДЕГЕНЕРАЦИИ

### Дегенерация «След улитки»

Дегенерация «след улитки» была впервые описана J. Gonin в 1904 г. [13]. По данным ряда авторов, популяционная частота дегенерации составляет до 10 % [1, 14] и преимущественно встречается у лиц с миопией [1, 15, 16].

Клинически дегенерация представляет собой белесоватые штрихообразные, поблескивающие участки веретенообразной, овальной или продолговатой формы, напоминающие след улитки (рис. 1) [5, 15, 17, 18]. По данным ОКТ-сканирования, для дистрофии «след улитки» характерны следующие основные признаки: неравномерная толщина сетчатки вследствие истончения нейросенсорной сетчатки (НСС), разжижение стекловидного тела над очагом поражения, витреоретинальные тракции по краям дегенерации [1, 8]. Дегенерация «след улитки» может иметь как одностороннее, так и двустороннее поражение [14, 19]. Участки дистрофии преимущественно располагаются в экваториальной зоне и чаще выявляются в верхневисочной и нижневисочной областях сетчатки [5, 15, 17, 18].

В связи с отсутствием общепринятой классификации периферических дегенераций одни авторы относят дегенерацию «след улитки» к ранней стадии развития классической формы решетчатой дистрофии [16, 19–21], другие выделяют данный вид дегенерации как самостоятельную клиническую форму [1, 5, 22].

Дегенерация «след улитки» относится к регматогенной, прогностически опасной форме ПВРД, поскольку встречается в 10–20 % случаев вместе с отслойкой сетчатки [23], может осложняться формированием разрывов, преимущественно «дырчатых», реже — тракционных клапанных [1, 2]

На рисунке 2. представлена дегенерация «след улитки» с несквозным и со сквозными округлыми разрывами.

**Решетчатая дегенерация**

Впервые гистологическое описание решетчатой дегенерации встречается у J. Gonin в 1904 году [4, 24]. В 1930 г. A. Vogt представил первое полное клиническое описание решетчатой дегенерации [4, 21, 24]. Решетчатая дегенерация изначально имела самые разные названия: palisades (англ. palisades — частокол), cystoid degeneration (англ. cystoid — кистозная), sclerotic areas (англ. sclerotic — склеротические, areas — участки), equatorial degeneration (англ. equatorial — экваториальная) и другие [21]. Термин «решетчатая дегенерация» (lattice degeneration) был введен в 1952 году C.L. Schepens [25].

Популяционная частота решетчатой дегенерации составляет 6–10 % [1, 18, 26, 27], преимущественно выявляется у лиц с миопической рефракцией [18, 28], чаще располагается кпереди от экватора, носит как односторонний, так и двусторонний характер поражения [5, 27, 29]. По данным разных авторов, преимущественной локализацией решетчатой дегенерации являются височные квадранты сетчатки [2, 17, 21].

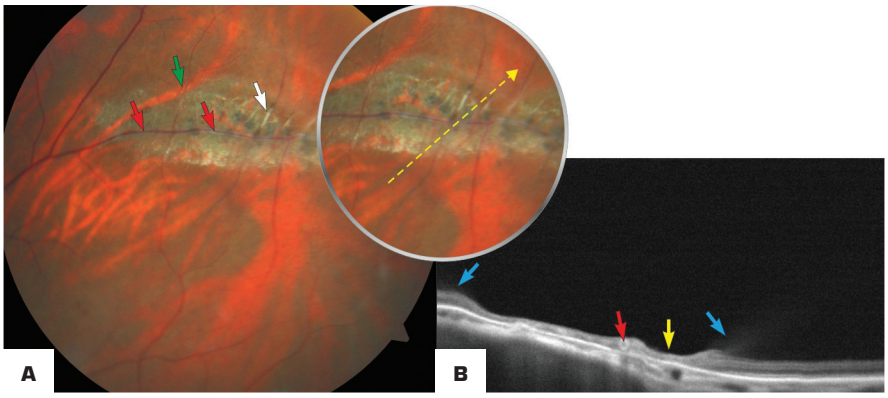



**Рис. 3.** Решетчатая дегенерация, пациент И., 26 лет. А — цветная фотография (фундус-камера VISUCAM 500): зеленая стрелка указывает на решетчатую дегенерацию, расположенную в височном сегменте на средней периферии сетчатки левого глаза, белая — на склерозированный сосуд в зоне дегенерации, красные стрелки — на пересекающий ретинальный сосуд; направление линии сканирования указано желтой пунктирной стрелкой; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: визуализируется участок дегенерации неоднородной рефлективности, неравномерного профиля за счет истончения нейросенсорной сетчатки (желтая стрелка); ретинальный сосуд в области дегенерации (красная стрелка); витреоретинальная тракция по краям дегенерации (синие стрелки)

**Fig. 3.** Lattice degeneration, patient I., 26 years old. A — color fundus photo (VISUCAM 500): the lattice degeneration in the middle periphery of the temporal segment of the left eye retina (green arrow), the sclerosed vessel in the degeneration area (white arrow), the crossing retinal vessel (red arrows); the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): area of degeneration of inhomogeneous reflectivity with an irregular profile due to the neurosensory retina thinning (yellow arrow); retinal vessel in the area of degeneration (red arrow); vitreoretinal traction at the edges of degeneration (blue arrows)

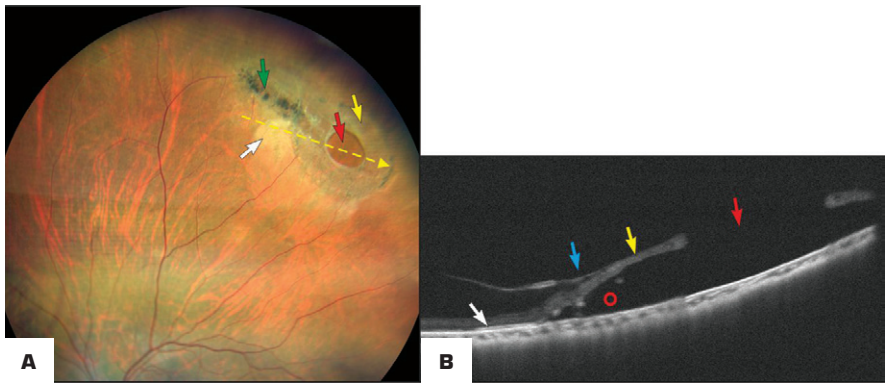



**Рис. 4.** Тракционный разрыв на фоне решетчатой дегенерации и дегенерации «белое без давления», пациент Ю., 42 года. А — цветная фотография (фундус-камера Clarus 500): красная стрелка указывает на округлый дырчатый разрыв, желтая — на область субретинальной жидкости, зеленая — на решетчатую дегенерацию с участками гиперпигментации, белая — на участок белесоватой сетчатки дегенерации «белое без давления», направление линии сканирования указано желтой пунктирной стрелкой; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: красная стрелка указывает на участок гипорефлективности (разрыв НСС), желтая — на приподнятые края разрыва, синяя — на гиперрефлективную шварту витреоретинальной тракции, белая — на гиперрефлективность эллипсоидной зоны, красный круг — на гипорефлективную полость (субретинальная жидкость)

**Fig. 4.** Tractional tear on the background of lattice degeneration and "white without pressure", patient Yu., 42 years old. A — color fundus photo (Clarus 500): round hole (red arrow), subretinal fluid area (yellow arrow), lattice degeneration with areas of hyperpigmentation (green arrow), whitish retinal area of "white without pressure" (white arrow), the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): hyporeflective neurosensory retina break (red arrow), raised edges of the break (yellow arrow), hyperreflective vitreoretinal traction (blue arrow), ellipsoid zone hyperreflectivity (white arrow), hyporeflective cavity with subretinal fluid (red circle)

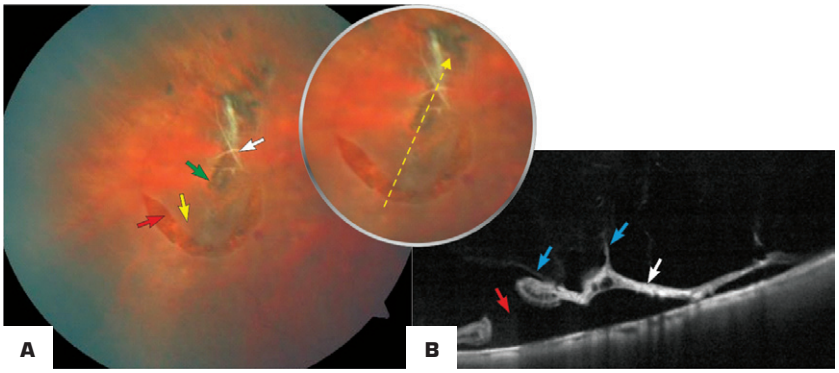



**Рис. 5.** Клапанный подковообразный разрыв на фоне решетчатой дегенерации, пациент З., 50 лет. А — цветная фотография (фундус-камера VISUCAM 500): зеленая стрелка указывает на решетчатую дегенерацию, расположенную в верхне-височном сегменте на средней периферии сетчатки правого глаза, белая — на склерозированные переплетенные сосуды, красная — на подковообразный разрыв по нижнему краю дегенерации, желтая — на клапан разрыва; направление линии сканирования указано желтой пунктирной стрелкой; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: красная стрелка указывает на сквозной клапанный разрыв нейросенсорной сетчатки, белая — на гиперрефлективный участок склерозированного сосуда, синие стрелки — на гиперрефлективные тяжи, витреоретинальные тракции в области клапана

**Fig. 5.** Flap tear on the background of lattice degeneration, patient Z., 50 years old. A — color fundus photo (VISUCAM 500): lattice degeneration in the superior temporal segment in the middle periphery of the right eye retina (green arrow), sclerosed intertwined vessels (white arrow), horseshoe tear at the lower edge of the degeneration (red arrow), the flap of the tear (yellow arrrow); the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): a full-thickness flap tear in the neurosensory retina (red arrow), hyperreflective area of vascular sclerosis (white arrow), hyperreflective strands, vitreoretinal tractions along the edges of the flap area (blue arrows)

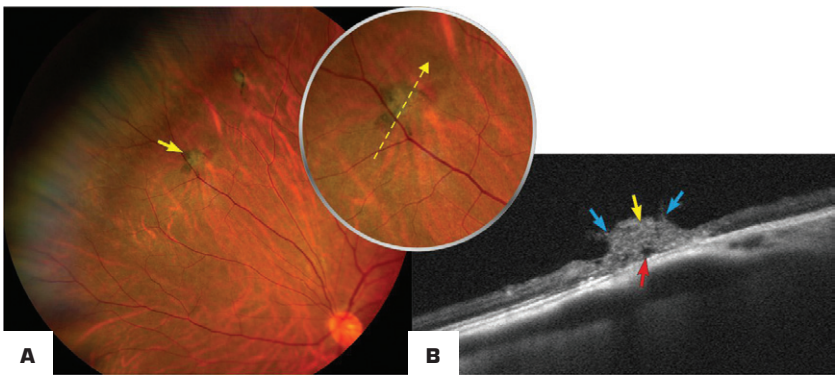



**Рис. 6.** Витреоретинальный пучок с микрокистозной полостью, пациент Л., 44 года. А — цветная фотография периферии сетчатки в височном сегменте правого глаза (фундус-камера VISUCAM 500): желтая стрелка указывает на сероватый проминирующий участок сетчатки с неравномерной пигментацией, желтая пунктирная — на направление линии сканирования; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: желтая стрелка указывает на умеренно рефлективную проминирующую вершину витреоретинального пучка, красная — на гипорефлективную интраретинальную микрокистозную полость, синие стрелки — на гиперрефлективные зоны витреоретинальной тракции

**Fig. 6.** Vitreoretinal tuft with microcystic cavity, patient L., 44 years old. A — color fundus photo of the retinal periphery in the temporal segment of the right eye (VISUCAM 500): a greyish prominent area of the retina with irregular pigmentation (yellow arrow); the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): moderately reflective prominent apex of vitreoretinal tuft (yellow arrow), hyporeflective intraretinal microcyst (red arrow), hyperreflective vitreoretinal tractions (blue arrows)

Решетчатая дегенерация подразделяется на два типа: типичная и атипичная. Основными характерными признаками типичной решетчатой дегенерации являются: меридиональное расположение в области экватора, истончение сетчатки с потерей нейросенсорного слоя, витреоретинальные тракции по краям дегенерации, разжижение стекловидного тела над очагом поражения, реже — наличие белых линий в виде сети облитерированных сосудов, участков гиперпигментации, фиброзирования, атрофических отверстий, белесоватых пятен (рис. 3) [1, 2, 5, 8, 21, 30, 31].

При атипичной форме дегенерация имеет те же признаки, но может распространяться до крайней периферии, иметь радиальное параваскулярное расположение [1, 2, 22].

Решетчатая дегенерация относится к регматогенным формам ПВРД и может осложняться следующими видами разрывов: атрофический дырчатый, формирующийся вследствие прогрессирующего истончения сетчатки; тракционный клапанный (подковообразный), развивающийся в связи с витреоретинальной тракцией чаще по краям дегенерации, разрывы с крышечкой, являющиеся результатом отрыва участка сетчатки (чаще клапана от подковообразного разрыва) во время задней отслойки стекловидного тела [5, 15, 18, 20, 21, 26].

Представляем пример сквозного разрыва с витреоретинальной тракцией и субретинальной жидкостью в области решетчатой дегенерации (рис. 4), который клинически называется дырчатым разрывом (атрофическим), но по данным ОКТ-сканирования является тракционным. Данный линейный скан ОКТ (рис. 4В) может быть поводом для дискуссии и разработки новой классификации ретинальных периферических разрывов с введением отдельной группы «тракционных» в связи с выявлением витреоретинальных тракций на периферической ОКТ сетчатки в области дырчатого разрыва.

На рисунке 5 представлен пример клапанного подковообразного разрыва на фоне решетчатой дегенерации.

Согласно данным разных авторов, решетчатая дегенерация среди пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки (РОС) составляет: 14–35 % [1], 20–30 % [26, 32], 40 % [2]. Однако сама дегенерация может стать непосредственной причиной РОС в 0,3–1 % случаев [33, 34].

**Витреоретинальный пучок**

Витреоретинальный пучок (ВРП) сетчатки впервые был описан R.Y. Foos, R.A. Allen в 1967 г. [35]. Выделяют кистозные, некистозные, зонулярные тракционные пучки (рис. 6–8) [36, 37]. Некистозные пучки — короткие (<0,1 мм), имеют вид тонких внутренних выступов сетчатки без тракции стекловидного тела, чаще локализованы на крайней периферии, реже — в преэкваториальной зоне сетчатки. Кистозные пучки крупнее некистозных (>0,1 мм), представляют собой узловые тракционные тяжи сетчатки, встречаются в любой ее зоне, большей частью (78 %) — в экваториальной [38]. По данным R. Cheung (2022), витреоретинальные пучки на сканах периферической ОКТ имеют гиперрефлективную апикальную область, которая, вероятно, отражает реактивный глиоз, адгезию и тракцию стекловидного тела [5].

Частота выявления некистозных ретинальных пучков может составлять до 72 % у взрослого населения [35, 39], кистозных пучков — до 80 % [5, 35, 39], зонулярных тракционных пучков — до 15 % [35, 39]. На рисунках 6–8 представлены разные виды витреоретинальных пучков.

Кистозные пучки являются регматогенными. По данным ряда авторов, они выявляются у 10 % пациентов с отслойкой сетчатки [34–37, 39]. В настоящее время отсутствует единое мнение по поводу риска образования разрывов сетчатки при ВРП. Так, по гистологическим данным N.E. Byer сделал вывод, что ВРП причиной развития РОС становятся менее чем в 1 % случаев [36], однако H. Li и соавт. считают, что этот результат был основан на ранних исследованиях аутопсии глаза и отличался от реальных данных *in vivo*, что существует больше случаев витреоретинальных пучков, сопровождающихся отслоением сетчатки, которые не были представлены из-за отсутствия клинических исследований [40].

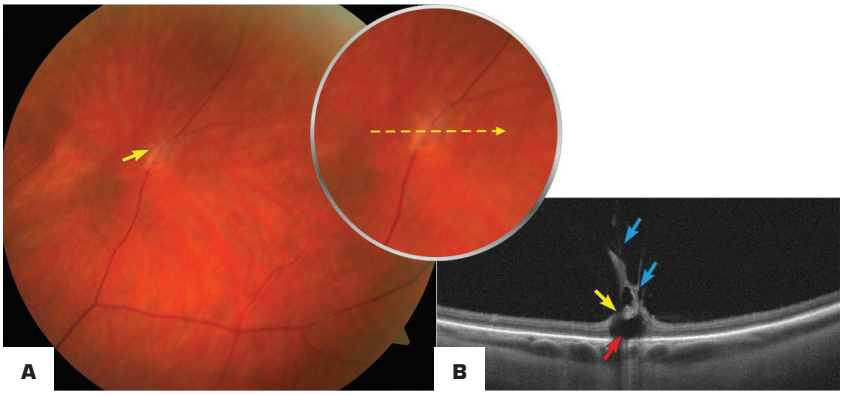



**Рис. 7.** Кистозный витреоретинальный пучок, пациент Х., 19 лет. А — цветная фотография периферии сетчатки в височном сегменте левого глаза (фундус-камера VISUCAM 500): желтая стрелка указывает на белесоватый проминирующий участок над сетчаткой, желтая пунктирная — на направление линии сканирования; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: желтая стрелка указывает на проминирующую часть НСС, красная — на гипорефлективную интраретинальную кистозную тракционную полость, синие стрелки — на гиперрефлективные участки витреоретинальной тракции и проминирующего тяжа в стекловидное тело

**Fig. 7.** Cystic vitreoretinal tuft, patient H., 19 years old. A — color fundus photo of the retinal periphery in the temporal segment of the left eye (VISUCAM 500): a whitish prominent area over retina (yellow arrow), the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): prominent part of neurosensory retina (yellow arrow), hyporeflective intraretinal tractional microcyst (red arrow), hyperreflective vitreoretinal traction and prominent strand into vitreous (blue arrows)

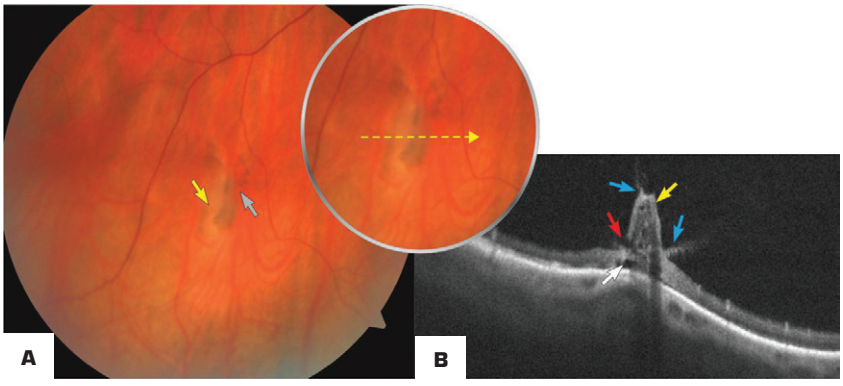



**Рис. 8.** Витреоретинальный пучок с разрывом у основания, пациент Х., 49 лет. А — цветная фотография периферии сетчатки в нижневисочном сегменте левого глаза (фундус-камера VISUCAM 500): желтая стрелка указывает на белесоватый проминирующий участок, серая — на участки неравномерной гиперпигментации, желтая пунктирная — на направление линии сканирования; В — соответствующий ОКТ-скан (RTVue XR Avanti) в режиме Line: желтая стрелка указывает на проминирующую область неравномерной рефлективности с микрокистами и уплотнениями, белая — на гипорефлективную интраретинальную кистозную полость локальной отслойки нейросенсорной сетчатки, красная — на гипорефлективный линейный участок разрыва сетчатки у основания витреоретинального пучка, синие стрелки — на гиперрефлективные участки витреоретинальной тракции

**Fig. 8.** Vitreoretinal tuft with a tear at the base of the lesion, patient H., 49 years old. A — color fundus photo of the retinal periphery in the inferotemporal segment of the right eye (VISUCAM 500): whitish prominent area of neurosensory retina (yellow arrow), areas of uneven hyperpigmentation (gray arrow), the yellow dotted arrow indicates the scanning direction; B — corresponding OCT line scan (RTVue XR Avanti): prominent area of neurosensory retina of uneven reflectivity with microcysts and lumps (yellow arrow), hyporeflective intraretinal cyst of the local detachment of the neurosensory retina (white arrow) hyporeflective linear area of retinal tear at the base of the vitreoretinal tuft (red arrow), hyperreflective vitreoretinal traction (blue arrows)

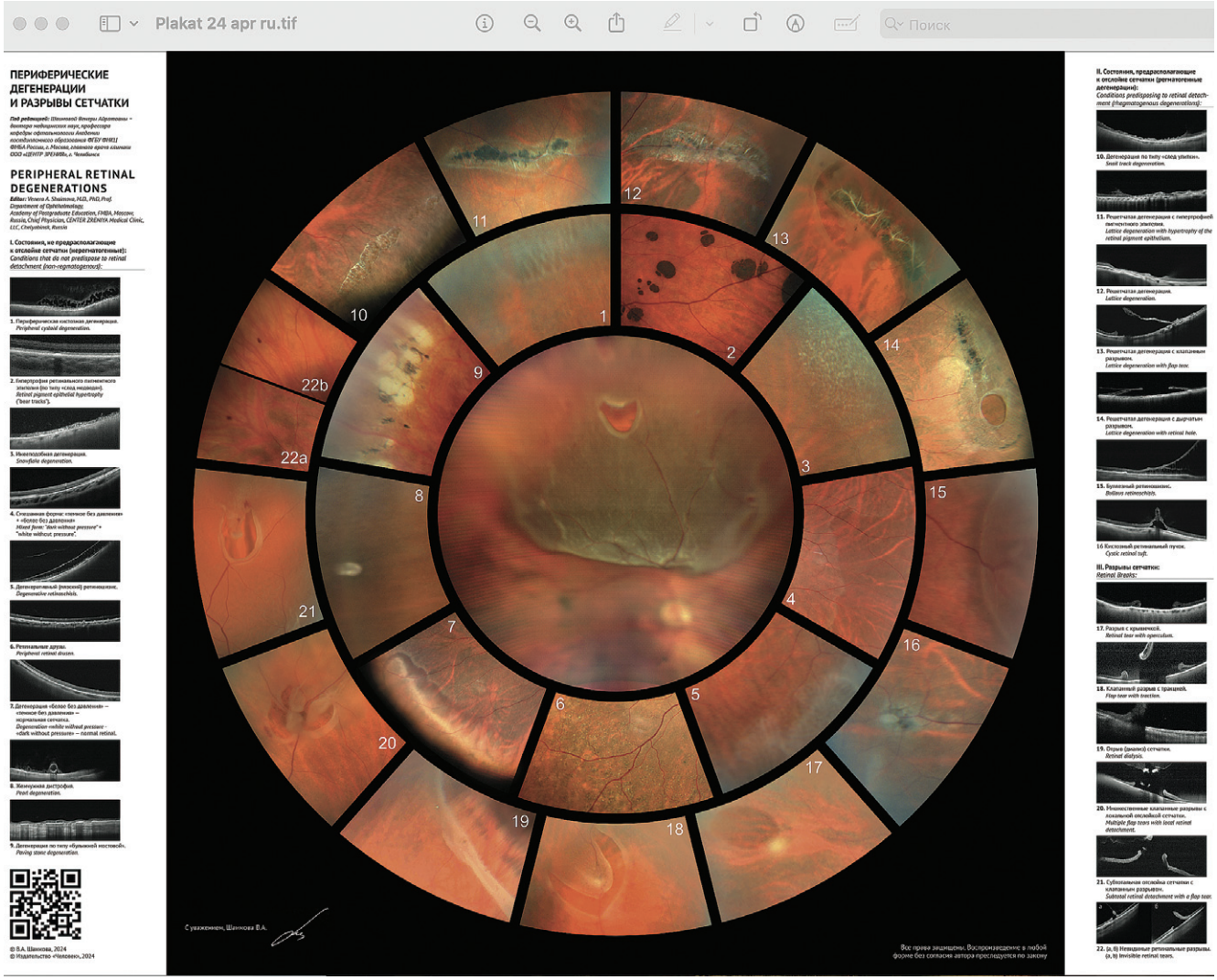



**Рис. 9.** Ретинальная карта «Периферические дегенерации и разрывы сетчатки»

**Fig. 9.** Retinal map “Peripheral degenerations and retinal breaks”

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа посвящена исследованию регматогенных витреоретинальных дегенераций и является 3-й частью статьи про периферические дистрофии сетчатки (ПДС). Мультимодальный подход к диагностике ПДС дал возможность представить ретинальную карту периферических дегенераций и разрывов сетчатки (рис. 9).

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шаимова В.А. — написание, научное редактирование текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации;
Ключко Н.А. — написание, научное редактирование текста;
Исламова Г.Р. — написание текста, подготовка иллюстраций;
Шаимов Т.Б. — написание текста, подготовка иллюстраций;
Кучкильдина С.Х. — написание, научное редактирование текста;
Шаимов Р.Б. — написание текста, подготовка иллюстраций;
Ивин М.С. — сбор и обработка данных;
Аскаева А.А. — сбор и обработка данных;
Кравченко Т.Г. — написание, научное редактирование текста;
Фомин А.В. — научное редактирование текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Chhablani J, Bagdi A. Peripheral retinal degenerations. Review: Assigned Up to Date by Hyde RA on April 29, 2024. Eye Wiki. URL: https://eyewiki.aao.org/Peripheral_Retinal_Degenerations (Accessed 30.03.2024).
2. Кански Д. Клиническая офтальмология: систематизированный подход. Пер. с англ. под ред. С.Э. Аветисова. М.: МЕДпресс-информ; 2008. 424 с.
Kanski D. Clinical ophthalmology: a systematic approach. Transl. from English ed. by SE Avetisov. Moscow: MEDpress-inform; 2008. 424 p. (In Russ.).
3. Шаимов РБ, Шаимова ВА, Поздеева ОГ, Шаимов ТБ. Классификации периферических дистрофий сетчатки. Фундаментальные аспекты психического здоровья. 2017;2:144–149.
Shaimov RB, Shaimova VA, Pozdeeva OG, Shaimov TB. Classification of peripheral retinal degenerations. Fundamental aspects of mental health. 2017;2:144–149 (In Russ.).
4. Conart JB, Baron D, Berrod JP. Lésions dégénératives de la périphérie rétinienne [Degenerative lesions of the peripheral retina]. J Fr Ophtalmol. 2014 Jan;37(1):73–80. French. doi: 10.1016/j.jfo.2013.09.001.
5. Cheung R, Ly A, Katalinic P, Coroneo MT, Chang A, Kalloniatis M, Madigan MC, Nivison-Smith L. Visualisation of peripheral retinal degenerations and anomalies with ocular imaging. Semin Ophthalmol. 2022;37(5):554–582. doi: 10.1080/08820538.2022.2039222.

6. Venkatesh R, Sharief S, Thadani A, Ratra D, Mohan S, Narayanan R, Narula R, Asad Y, Roy R, Jayadev C, Yadav NK. Recommendations for management of peripheral retinal degenerations. Indian J Ophthalmol. 2022 Oct;70(10):3681–3686. doi: 10.4103/ijo.IJO_689_22.
7. Bedi N, Shah M. Association of peripheral retinal degeneration with retinal detachment in myopia. Int.J.Med.Sci. Educ 2019;6(4):92–95.
8. Shaimova VA, ed. Peripheral Retinal Degenerations. Optical Coherence Tomography and Retinal Laser Coagulation. 2nd ed. Cham: Springer International Publishing; 2017. doi: 10.1007/978-3-319-48995-7.
9. Maltsev DS, Kulikov AN, Shaimova VA, Burnasheva MA, Vasiliev AS. Spotlight on Lattice Degeneration Imaging Techniques. Clin Ophthalmol. 2023 Aug 16;17:2383–2395. doi: 10.2147/OPTH.S405200.
10. Lavinsky F, Lavinsky D. Novel perspectives on swept-source optical coherence tomography. Int J Retina Vitreous. 2016;2:25. Published 2016 Nov 1. doi: 10.1186/s40942-016-0050-y.
11. Шаимова ВА, Исламова ГР, Ключко НА, Шаимов ТБ, Кучкильдина СХ, Дмух ТС, Ивин МС, Аскаева АА, Кравченко ТГ, Фомин АВ. Ретинальная карта периферических дегенераций и разрывов сетчатки. Часть 1. Нерегматогенные интраретинальные дегенерации сетчатки. Офтальмология. 2024;21(2):311–318. doi: 10.18008/1816-5095-2024-2-311-318.
Shaimova VA, Islamova GR, Klyuchko NA, Shaimov TB, Kuchkildina SKh, Dmukh TS, Ivin MS, Askaeva AA, Kravchenko TG, Fomin AV. Retinal Map of Peripheral Retinal Degenerations and Tears. Part 1. Non-Regmatogenous Intraretinal Degenerations of the Retina. Ophthalmology in Russia. 2024;21(2):311–318 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-2-311-318.
12. Шаимова ВА, Исламова ГР, Ключко НА, Шаимов ТБ, Кучкильдина СХ, Дмух ТС, Ивин МС, Аскаева АА, Кравченко ТГ, Фомин АВ. Ретинальная карта периферических дегенераций и разрывов сетчатки. Часть 2. Нерегматогенные хориоретинальные дегенерации сетчатки. Офтальмология. 2024;21(3):558–564. doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-558-564.
Shaimova VA, Islamova GR, Klyuchko NA, Shaimov TB, Kuchkildina SKh, Dmukh TS, Ivin MS, Askaeva AA, Kravchenko TG, Fomin AV. Retinal Map of Peripheral Retinal Degenerations and Tears. Part 2. Non-rhegmatogenous Chorioretinal Degenerations. Ophthalmology in Russia. 2024;21(3):558–564 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-558-564.
13. Aaberg TM, Stevens TR. Snail track degeneration of the retina. Am J Ophthalmol. 1972 Mar;73(3):370–376. doi: 10.1016/0002-9394(72)90065-7.
14. Поздеева ОГ, Дулыба ОР. Скрининговое исследование периферических витреохориоретинальных дистрофий среди студентов высших учебных заведений города Челябинска. Вестник Оренбургского государственного университета. 2015;12:197–200.
Pozdeeva OG, Dulyba OR. Screening study of peripheral retinal degenerations among students of higher educational institutions of Chelyabinsk. Annals of Orenburg State University. 2015;12:197–200 (In Russ.).
15. Попова НВ, Гойдин АП. Периферическая витреохориоретинальная дистрофия (обзор литературы). Сибирский научный медицинский журнал. 2017;37(3):54–59.
Popova NV, Goydin AP. Peripheral vitreochorioretinal dystrophy (the review of the literature). Siberian Scientific Medical Journal. 2017;37(3):54–59 (In Russ.).
16. Salmon JF. Kanski`s Clinical Ophthalmology: A Systematic Approach. 9th ed. Amsterdam: Elsevier; 2019. 956 p.
17. Буря РА, Седаков ВО, Коленко ОВ, Сорокин ЕЛ. Частота и структура прогностически опасных форм периферических дистрофий сетчатки. Современные технологии в офтальмологии. 2020;2:281–285. doi: 10.25276/2312-4911-2020-1-281-285.
Burya RA, Sudakov VO, Kolenko OV, Sorokin EL. The frequency and structure of prognostically dangerous forms of peripheral retinal dystrophy. Modern technologies in ophthalmology. 2020;2:281–285 (In Russ.). doi: 10.25276/2312-4911-2020-1-281-285.
18. Singh K, Sekar M, Ayachit A. Peripheral Retinal Degenerations: A Ready Reckoner. Published online: April 1st, 2021. eOphtha. URL: https://www.eophtha.com/posts/peripheral-retinal-degenerations-a-ready-reckoner (Accessed 30.03.2024).
19. Shukla M, Ahuja OP. A possible relationship between lattice and snail track degenerations of the retina. Am J Ophthalmol. 1981 Oct;92(4):482–485. doi: 10.1016/0002-9394(81)90639-5.
20. Нероев ВВ, Захарова ГЮ, Кондратьева ЮП. Периферические витреохориоретинальные дистрофии на парных глазах у больных с регматогенной отслойкой сетчатки. Российский офтальмологический журнал. 2014;7(3):5–10.
Neroev VV, Zakharova GYu, Kondratyeva JP. Peripheral vitreochoreoretinal dystrophies in the fellow eyes of patients with rhegmatogenous retinal detachment. Russian Ophthalmological Journal. 2014;7(3):5–10 (In Russ.).
21. Byer NE. Lattice degeneration of the retina. Surv Ophthalmol. 1979 Jan-Feb;23(4):213–248. doi: 10.1016/0039-6257(79)90048-1.
22. Шаимова ВА, ред. Периферические дистрофии сетчатки. Оптическая когерентная томография. Лазерная коагуляция сетчатки: атлас. СПб.: Человек; 2015. 240 с.
Shaimova VA, ed. Peripheral retinal dystrophies. Optical coherence tomography. Laser coagulation of the retina: atlas. St. Petersburg: Chelovek; 2015. 240 p. (In Russ.).
23. Chhablani J, Bagdi A. Peripheral retinal degenerations. Review: Assigned status Up to Date by Karth PA on October 17, 2015. Eye Wiki. — URL: https://eyewiki.aao.org/w/index.php?title=Peripheral_Retinal_Degenerations&oldid=20184 (Accessed 31.07.2024).
24. Mrejen S, Engelbert M. Peripheral Retinal Abnormalities. In: Spaide R, Ohno-Matsui K, Yannuzzi L, eds. Pathologic Myopia. New York: Springer; 2014:255–271. doi: 10.1007/978-1-4614-8338-0_17.
25. Schepens CL. Subclinical retinal detachments. AMA Arch Ophthalmol. 1952 May;47(5):593–606. doi: 10.1001/archopht.1952.01700030607005.
26. Retinal Detachment and Predisposing Lesions. In: 2021–2022 Basic and Clinical Science Course, Section 12: Retina and Vitreous. San Francisco: American Academy of Ophthalmology; 2021:307–330.
27. Бездетко ПА. Периферические дистрофии сетчатки. Офтальмология. Восточная Европа. 2016;6(4):506–519.
Bezdetko PA. Peripheral retinal dystrophy. Ophthalmology. Eastern Europe. 2016;6(4):506–519 (In Russ.).
28. Celorio JM, Pruett RC. Prevalence of lattice degeneration and its relation to axial length in severe myopia. Am J Ophthalmol. 1991 Jan 15;111(1):20–23. doi: 10.1016/s0002-9394(14)76891-6.
29. Semes LP, Holland WC, Likens EG. Prevalence and laterality of lattice retinal degeneration within a primary eye care population. Optometry. 2001 Apr;72(4):247–250.
30. Kim TI. Lattice Degeneration. Review: Assigned status Up to Date by Hsu J on May 25, 2024. Eye Wiki. URL: https://eyewiki.org/Lattice_Degeneration (Accessed 31.07.2024).
31. Tang YW, Ji J, Lin JW, Wang J, Wang Y, Liu Z, Hu Z, Yang JF, Ng TK, Zhang M, Pang CP, Cen LP. Automatic Detection of Peripheral Retinal Lesions From Ultrawide-Field Fundus Images Using Deep Learning. Asia Pac J Ophthalmol (Phila). 2023 May-Jun 01;12(3):284–292. doi: 10.1097/APO.0000000000000599.
32. Dinnarwika SN. Peripheral Retinal Degeneration. Eye and Sight Journal. 2022 July; 4(2):30–37. URL: https://esj.ub.ac.id/index.php/esj/article/view/44 (Accessed 31.07.2024).
33. Burton TC. The influence of refractive error and lattice degeneration on the incidence of retinal detachment. Trans Am Ophthalmol Soc. 1989;87:143–155.
34. Byer NE. Long-term natural history of lattice degeneration of the retina. Ophthalmology. 1989 Sep;96(9):1396–1401; discussion 1401–1402. doi: 10.1016/s0161-6420(89)32713-8. PMID: 2780007.
35. Foos RY, Allen RA. Retinal tears and lesser lesions of the peripheral retina in autopsy eyes. Am J Ophthalmol. 1967 Sep;64(3):Suppl:643–655. doi: 10.1016/0002-9394(67)90571-5.
36. Byer NE. Cystic retinal tufts and their relationship to retinal detachment. Arch Ophthalmol. 1981 Oct;99(10):1788–1790. doi: 10.1001/archopht.1981.03930020662007.
37. Foos R. Zonular traction tufts o the peripheral retina in cadaver eyes. Arch Ophthalmol. 1969;82(5):620–632. doi: 10.1001/archopht.1969.00990020616009. PMID: 5348832.
38. Jones WL. Care of the Patient with Retinal Detachment and Related Peripheral Vitreoretinal Disease St. Louis, 2004. 73 p. URL: https://www.aoa.org/documents/CPG-13.pdf
39. Campagnoli TR, Smiddy WE. Peripheral Retinal Abnormalities. In: Medina C, Townsend J, Singh A, eds. Manual of Retinal Diseases. Cham: Springer; 2016:243–247. doi: 10.1007/978-3-319-20460-4_49.
40. Li H, Chen L, Wu M, Zheng B. Spectral-domain optical coherence tomography characteristics of cystic retinal tuft. BMC Ophthalmol. 2022 Oct 28;22(1):412. doi: 10.1186/s12886-022-02636-z.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Шаимова Венера Айратовна
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-5586-5042

Ключко Наталья Александровна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-0492-2788

Исламова Гульнара Ринатовна,
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-7611-343X

Шаимов Тимур Булатович
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-7020-5349


## ABOUT THE AUTHORS


Shaimova Venera A.
MD, Professor of the Ophthalmology department
https://orcid.org/0000-0001-5586-5042

Klyuchko Natalya A.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-0492-2788

Islamova Gylnara R.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-7611-343X

Shaimov Timur B.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-7020-5349

Кучкильдина Сирина Хакимжановна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-4760-1391

Шаимов Руслан Булатович
кандидат медицинских наук, директор, офтальмохирург
https://orcid.org/0000-0002-9123-2354

Аскаева Альфия Адиковна
клинический ординатор
https://orcid.org/0009-0006-3549-5260

Ивин Михаил Сергеевич
студент ЮУГМУ, 6-й курс
https://orcid.org/0000-0002-1448-6350

Фомин Алексей Валентинович
директор по клиническим испытаниям
https://orcid.org/ 0000-0002-7414-0511

Kuchkildina Sirina Kh.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-4760-1391

Shaimov Ruslan B.
PhD, director, ophthalmic surgeon
https://orcid.org/0000-0002-9123-2354

Askaeva Alfiya A.
clinical resident, ophthalmology
https://orcid.org/0009-0006-3549-5260

Ivin Mikhail S.
student
https://orcid.org/0000-0002-1448-6350

Fomin Alexey V.
director of Clinical Trials
https://orcid.org/ 0000-0002-7414-0511

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-407-413*

*поступила 30.03.25*
*was received 30.03.25*

# Успешная поэтапная билатеральная сквозная трансплантация роговицы при двусторонних васкуляризированных бельмах роговицы в исходе рецидивирующего кератоувеита (клинический случай)





Г.Ш. Аржиматова Г.М. Чернакова
Л.Г. Эстрин, Е.В. Ширшова, А.С. Обрубов, М.Ю. Шемякин., А.С. Слонимская, А.С. Чернаков

ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр имени С.П. Боткина»
Департамента здравоохранения города Москвы
2-й Боткинский пр-д, 5, Москва, 125284, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):407–413**

Сквозная трансплантация роговицы или сквозная кератопластика (СКП) нативным донорским материалом — метод выбора хирургического лечения гнойных язв роговицы с угрозой перфорации или состоявшейся перфорацией, васкуляризированных бельм роговицы в исходе кератита и кератоувеита в указанных ситуациях считается кератопластикой высокого риска развития болезни трансплантата. Патологическая роль хронических воспалительных заболеваний носоглотки и ротовой полости как причина формирования воспалительной патологии роговицы, ведущая к роговичной слепоте, мало обсуждается в настоящее время. В публикации приведено описание клинического случая успешной поэтапной билатеральной СКП у пациента при двустороннем васкуляризированном бельме роговицы в исходе рецидивирующего кератоувеита, проведенной после полной санации очагов инфекции в ротоносоглотке.

**Ключевые слова:** сквозная кератопластика, СКП, трансплантация роговицы, болезнь роговичного трансплантата, БТ, одонтогенный синусит, кариес, периодонтит, киста верхнечелюстной пазухи, кератоувеит

**Для цитирования:** Аржиматова Г.Ш., Чернакова Г.М., Эстрин Л.Г., Ширшова Е.В., Обрубов А.С., Шемякин М.Ю., Слонимская А.С., Чернаков А.С. Успешная поэтапная билатеральная сквозная трансплантация роговицы при двусторонних васкуляризированных бельмах роговицы в исходе рецидивирующих кератоувеитов (клинический случай). *Офтальмология.* 2025;22(2):407–413. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-407-413

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Successful Bilateral Penetrating Corneal Transplantation for Bilateral Vascularized Leucomas in the Outcome of Recurrent Keratouveitis (case report)

G.Sh. Arzhimatova, G.M. Chernakova, L.G. Estrin, E.V. Shirshova, A.S. Obrubov, M.Yu. Shemyakin, A.S. Slonimskaya, A.S. Chernakov

Botkin Hospital
2nd Botkinsky travel, 5, Moscow, 125284, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):407–413**

Penetrating corneal transplantation or Penetrating keratoplasty (PKP) with native donor material is the method of choosing surgical treatment of purulent corneal ulcers with the threat of perforation or perforation, vascularized leucomas in the outcome of keratitis and keratouveitis, in these situations it is considered a high-risk keratoplasty for the development of graft disease. The pathological role of chronic inflammatory diseases of the nasopharynx and oral cavity as the cause of the formation of inflammatory pathology of the cornea, leading to corneal blindness, is little discussed at present. The publication describes a clinical case of successful phased bilateral UPC in a patient with bilateral vascularized corneal whiteheads in the outcome of recurrent keratouveitis, performed after complete rehabilitation of foci of infection in the oropharynx.

**Keywords:** corneal transplantation, penetrating keratoplasty, PKP, corneal graft disease, corneal graft failure, odontogenic sinusitis, caries, periodontitis

**For citation:** Arzhimatova G.Sh., Chernakova G.M., Estrin L.G., Shirshova E.V., Obrubov A.S., Shemyakin M.Yu., Slonimskaya A.S., Chernakov A.S. Successful Bilateral Penetrating Corneal Transplantation for Bilateral Vascularized Leucomas in the Outcome of Recurrent Keratouveitis (case report). *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 407–413. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-407-413

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Сквозная трансплантация роговицы или сквозная кератопластика (СКП) нативным донорским материалом — метод выбора хирургического лечения гнойных язв роговицы с угрозой перфорации или состоявшейся перфорацией, васкуляризированных бельм роговицы в исходе кератита и кератоувеита. СКП при указанных ситуациях считается кератопластикой высокого риска развития болезни трансплантата (БТ) [1–3]. Патологическая роль хронических воспалительных заболеваний носоглотки и ротовой полости как причина формирования воспалительной патологии роговицы, ведущая к роговичной слепоте, мало обсуждается в настоящее время, несмотря на имеющиеся фундаментальные работы в этой области [2, 4–6].

Хронические воспалительные заболевания ротовой полости и лица (пульпит, периодонтит, тонзиллит, синусит) сопровождаются так называемой лимфедемой — патологическим состоянием лимфатической системы. Лимфедема обусловлена нарушением транспорта лимфы по лимфатическим сосудам от периферических тканей к лимфатическим узлам за счет избытка патологического материала при хроническом воспалении в регионарных лимфоузлах, что проявляется лимфаденопатией той или иной степени. Как указывали В.И. Коненков и соавт. (2012), О.В. Возгомент и соавт. (2023), в результате этих процессов в интерстициальном пространстве мягких тканей лица происходит накопление богатой высокомолекулярными метаболитами жидкости, что приводит к нарушению нормального лимфатического дренажа вышележащих по отношению к зоне воспаления тканей (глазного яблока и содержимого глазницы) и, соответственно, к повышению рисков развития воспалительных заболеваний глаз, а также к развитию медленно прогрессирующих дегенеративных процессов в тканях глаза [7, 8]. Вышеуказанные внутритканевые процессы могут протекать относительно бессимптомно, будучи выявлены лишь при клинически высокоинформативных инструментальных методах исследования тканей лица, таких, например, как компьютерная томография. Выявление и ликвидация главных причин анатомической гибели роговицы — очагов хронического фациального воспаления — позволяет при соответствующей предоперационной подготовке свести к минимуму риски развития БТ и необходимости в рекератопластике, обеспечивая прозрачное приживление. Настоящая публикация — иллюстрация такого подхода к предоперационной подготовке пациента при трансплантации роговицы.

Цель публикации — информировать врачей-офтальмологов о результатах успешной билатеральной сквозной трансплантации роговицы нативным донорским трансплантатом, проведенной после выявления и ликвидации очагов фокального воспаления у пациента с многократной

предшествующей безуспешной кератопластикой на фоне двустороннего кератоувеита с изъязвлением.

Пациент С., 1979 г.р., иногородний, впервые обратился в отделение неотложной помощи МГОЦ в октябре 2022 г. с жалобами на слезотечение, блефароспазм, отсутствие предметного зрения обоих глаз, был госпитализирован по ургентным показаниям с диагнозом OD «кератоиридоциклит с изъязвлением» (рис. 1, 2).

Из анамнеза выяснилось, что впервые глаза стали беспокоить с 2017 г. в виде рецидивирующего кератоувеита обоих глаз неустановленной этиологии с исходом в формирование выраженного помутнения роговицы на левом глазу. В марте 2021 г. с целью повышения зрительных функций пациенту была выполнена задняя послойная кератопластика OS (первая) в г. Самара, после которой, со слов пациента, зрение OS было относительно высоким. В августе 2021 г. после вакцинации от коронавирусной инфекции заметил ухудшение состояния обоих глаз — снижение зрения, появление симптомов кератита. В сентябре 2021 г. пациенту была предложена и выполнена повторная задняя послойная кератопластика OS, но вскоре развилась болезнь трансплантата (БТ). В сентябре 2021 г. с целью замены мутного трансплантата выполнена еще одна задняя послойная кератопластика OS (третья по счету).

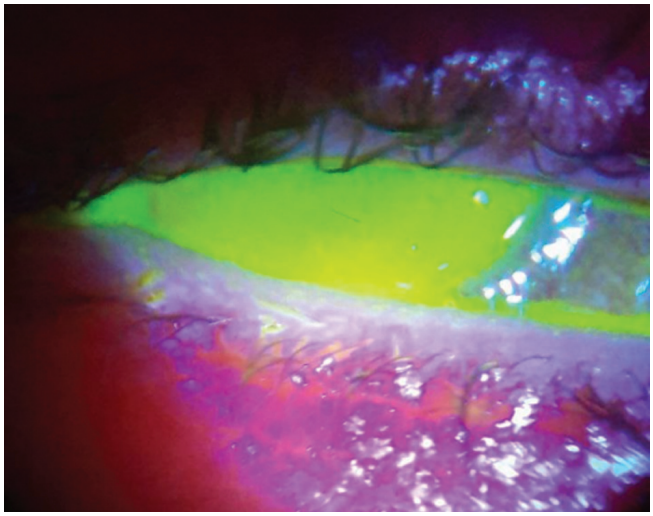


**Рис. 1.** Биомикроскопическая картина прокрашивания флюоресцеином субтотального изъязвления роговицы OD

**Fig. 1.** Biomicroscopic fluorescein image staining of subtotal corneal ulceration OD

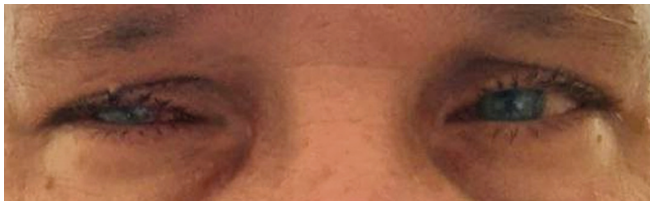


**Рис. 2.** Общий вид пациента

**Fig. 2.** General appearance of the patient

В августе 2022 г. пациент отмечал герпетические высыпания на красной кайме губ и носа, после чего в октябре 2022 г. произошло формирование васкуляризированного бельма на левом глазу и резкое ухудшение состояния правого глаза. По рекомендации офтальмохирургов, проводивших кератопластику, обратился в МГОЦ, был госпитализирован. При поступлении — Visus OD 0,01 н/к, OS 0,1 н/к, ВГД пальпаторно в норме. В стационаре на роговицу правого глаза наложено биопокрытие (хирург А.С. Обрубов), пациент получил курс антибактериальной терапии, выполнено бактериологическое исследование отделяемого из конъюнктивальной полости (обнаружен рост *Klebsiella pheumonia)*, даны рекомендации по дообследованию для уточнения причин рецидивирования кератоувеита на обоих глазах. Необходимо отметить, что уже в рамках этой госпитализации пациенту была проведена рентгенография околоносовых пазух, выявлены одонтогенные кисты обеих верхнечелюстных пазух (ВЧП), а рекомендации отоларинголога-консультанта содержали указания на необходимость хирургического лечения. В ноябре 2022 г в г. Самара была проведена СКП (первая по счету) на OD с одномоментной экстракапсулярной экстракцией катаракты.

В январе 2023 года (с большой задержкой по времени от момента выписки из стационара МГОЦ) пациент начал проводить всестороннее обследование с целью поиска возможных причин воспаления глаз. В биологических секретах была выявлена продукция ДНК герпетических вирусов — вируса Эпштейна — Барр в слезе и слюне — 680 и 1100 коп/мл соответственно. Пациент был консультирован врачом-иммунологом В.И. Щеголевой («ООО Герпетический центр», главный врач д.м.н., профессор Татьяна Борисовна Семенова), назначена системная противогерпетическая терапия ацикловиром в виде внутривенных инфузий с дальнейшим переходом на пероральный прием аналогов нуклеозидов. Со слов пациента, ему неоднократно ранее рекомендовали системный прием аналогов нуклеозидов (валацикловир) в стандартных суточных дозировках, но значимого терапевтического эффекта на течение кератоувеита это не оказало. Кроме того, у пациента определено повышение катионного белка эозинофилов до 68 МЕ/мл, что было расценено как проявление вероятной паразитарной инвазии, назначен курс противопаразитарного лечения.

В первом полугодии 2023 года пациенту провели компьютерную томографию околоносовых пазух, по данным которой были выявлены следующие патологические изменения: одонтогенные кисты обеих верхнечелюстных пазух (ВЧП), пломбировочный материал в правой ВЧП, утолщение слизистой оболочки клеток решетчатого лабиринта и выраженное утолщение слизистой носовых раковин (рис. 3–5).

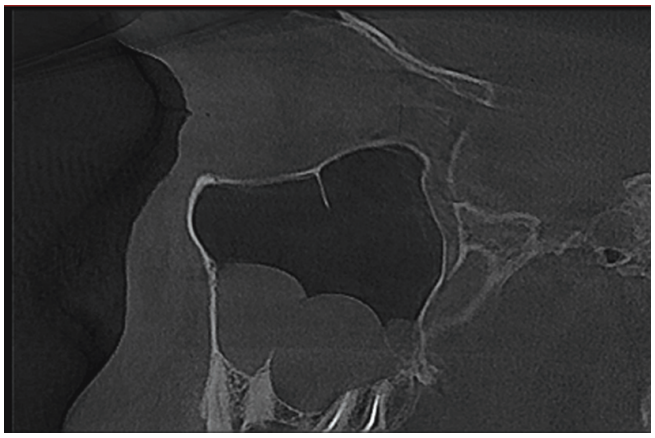


**Рис. 3.** Компьютерная томография околоносовых пазух, сагиттальная плоскость, срез через левую верхнечелюстную пазуху

**Fig. 3.** Computed tomography of the paranasal sinuses, sagittal plane, section through the left maxillary sinus

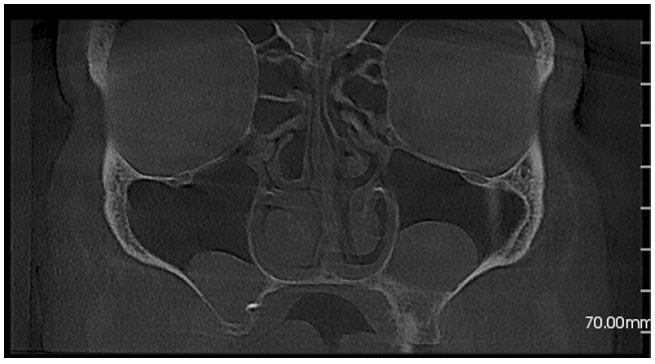



**Рис. 4.** Фронтальная плоскость, в правой верхнечелюстной пазухе визуализируется рентген-контрастное инородное тело (пломбировочный материал)

**Fig. 4.** Frontal plane, in the right maxillary sinus, a radiopaque foreign body (filling material) is visualized

Несмотря на рекомендации отоларинголога, выявленные находки на КТ околоносовых пазух (ОНП), пациент не занимался лечением ОНП и санацией полости рта вплоть до мая 2024 года по причине (со слов пациента) непрекращающихся проблем с роговичным трансплантатом. И действительно, в январе 2023 г. из-за развития БТ на OD в г. Самаре была проведена блефарорафия, а в марте 2023 г. — вторая сквозная кератопластика на OD. В марте 2023 г. по причине выраженного помутнения послойного трансплантата на OS в г. Самаре проведена сквозная кератопластика на левом глазу (первая по счету), но в мае 2023 г. по причине БТ (язва трансплантата с угрозой перфорации) там же была проведена вторая сквозная кератопластика OS с одномоментной факоэмульсификацией катаракты и имплантацией интраокулярной линзы. В мае 2023 г. по причине БТ на OD проведена передняя послойная кератопластика, в июне на OS констатировали развитие БТ с помутнением, а в августе 2023 г. была выполнена третья СКП на OS (г. Самара).

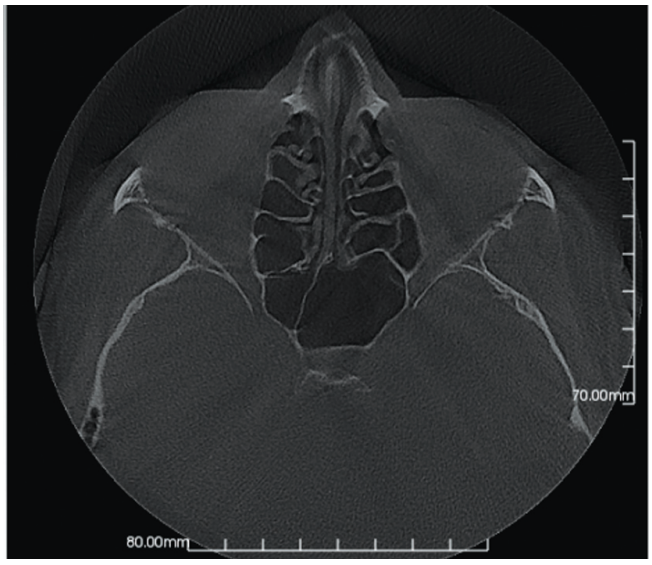



**Рис. 5.** Аксиальная плоскость — утолщение слизистой оболочки решетчатого лабиринта

**Fig. 5.** Axial plane — thickening of the ethmoid labyrinth mucous membrane

В августе 2023 г. на обоих глазах обострился кератоувеит, причем бактериологический посев отделяемого из конъюнктивальной полости выявил культуру *Pseudomonas aeruginosa*, пациент лечился амбулаторно, начал курс терапевтического лечения у отоларинголога, проводил курсы противогерпетического лечения.

К началу 2024 года состояние обоих глаз стабилизировалось, сформировались плотные бельма, пациент практически перестал себя самостоятельно обслуживать и вновь обратился за помощью в МГОЦ для очередных попыток вернуть зрение. Пациент был проконсультирован руководителем МГОЦ Г.Ш. Аржиматовой, ему было разъяснено, что проведение сквозной кератопластики нативным донорским материалом с оптической целью возможно только при условии полной санации полости рта и околоносовых пазух. За период с января по май 2024 г. пациент провел обследование состояния полости рта, по данным КТ выявлены и затем санированы следующие многочисленные очаги фокальных инфекций: хронический апикальный периодонтит 2.7, 4.6 зубов; кариес зубов 2.2, 2.3, 2.4, 2.7, 2.8, 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1 (рис. 6, 7).

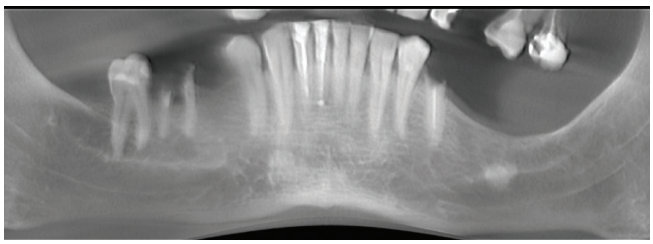


**Рис. 6.** Компьютерная томография состояния верхней челюсти (общий вид)

**Fig. 6.** Computed tomography of the upper jaw (general view)

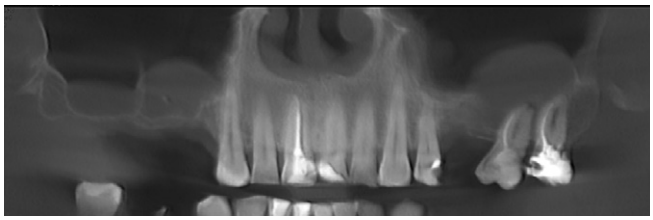


**Рис. 7.** Компьютерная томография состояния нижней челюсти (общий вид)

**Fig. 7.** Computed tomography of the lower jaw (general view)

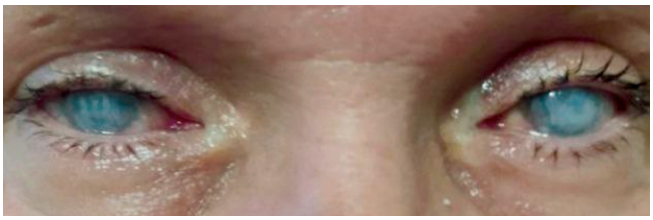


**Рис. 8.** Внешний вид пациента, плотные васкуляризированные бельма обоих глаз

**Fig. 8.** Patient's appearance, dense vascularized opacity of both eyes

В мае 2024 г. в ГБУЗ ГКБ № 52 (хирург-отоларинголог Г.А. Жуков) выполнена эндоскопическая двусторонняя гайморотомия с удалением кист обеих ВЧП. К этому моменту пациент завершил очередной курс системной противогерпетической терапии у иммунолога, в контрольных анализах продукции ДНК герпетических вирусов в биологических секретах выявлено не было.

В конце мая 2024 года пациент был госпитализирован в МГОЦ для проведения СКП нативным донорским материалом сначала на левом глазу.

Объективный статус при поступлении:

Visus OU = 1/∞ pr.l.certa, ВГД OU пальпаторно в норме.

OU: смешанная инъекция конъюнктивы, бельма роговиц с васкуляризацией, глубжележащие среды не офтальмоскопируются (рис. 8), по данным эхографии интенсивная взвесь в стекловидном теле (деструкция) без признаков отслойки сетчатки.

07.06.2024 с оптической целью была проведена сквозная кератопластика на OS нативным неконсервированным донорским материалом (хирург Г.Ш. Аржиматова). Послеоперационный период проходил без осложнений, пациент был выписан через 5 суток с рекомендациями о проведении терапии для левого глаза антибактериальными инстилляциями препарата «Сигницеф» (левофлоксацин 0,5 %) 4 раза в день 14 дней, противовоспалительной терапии препаратом «Флоас Моно» (фторметолон 0,1 %) по понижающейся схеме от 6 раз в день в течение 1 месяца и корнеопротективной терапии глазным гелем с декспантенолом 5 % в пролонгированном режиме согласно рекомендованным схемам. Препарат «Флоас Моно» назначали с учетом отсутствия рисков офтальмогипертензии при применении фторметолона 0,1 %.

Объективный статус при выписке:

Visus OS 0,03 н/к, сквозной трансплантат роговицы прозрачный, единичные складки десцеметовой оболочки, швы чистые, состоятельные; передняя камера средней глубины, влага прозрачная; ИОЛ центрирована, локализована в задней камере; фиброз капсулы хрусталика; рефлекс глазного дна розовый, детали за флером. Относительно низкая острота зрения на левом глазу при наличии сквозного трансплантата была связана с выраженным фиброзом как передней, так и задней поверхности ИОЛ. Внешний вид пациента и биомикроскопическая картина левого глаза приведена на рисунках 9 и 10.



**Рис. 9.** Внешний вид пациента

**Fig. 9.** Patient's appearance

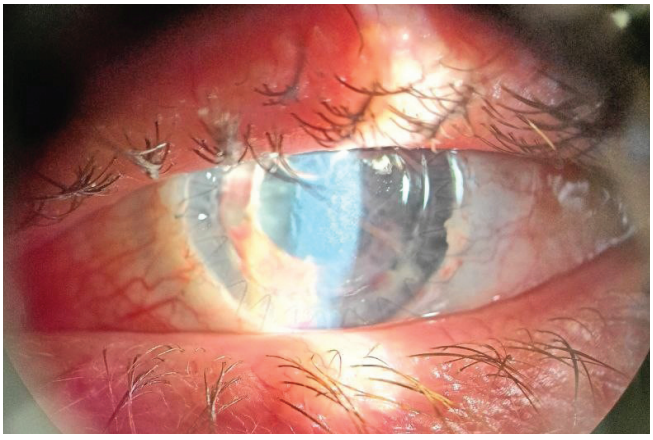


**Рис. 10.** OS Сквозной трансплантат роговицы под швами, в просвете зрачка — ИОЛ

**Fig. 10.** OS Penetrating corneal transplant under sutures, in the lumen of the pupil — IOL

Осенью 2024 г. пациент поступил в плановом порядке для СКП с имплантацией ИОЛ на OD.

Объективный статус при поступлении:

Visus OD = 1/∞ pr.l.certa, н\к; Visus OS = 0,05 н/к. ВГД пальпаторно норма на OU.

01.10.2024 хирургом Г.Ш. Аржиматовой была проведена OD СКП нативным неконсервированным донорским материалом с одномоментной пластикой радужной оболочки и имплантацией ИОЛ (Alcon AcrySof IQ +25,0D), состояние глаза на третьи сутки после операции приведено на рисунке 11.

Перед выпиской была произведена лазерная дисцизия фиброзных мембран передней и задней поверхности ИОЛ на OS, хирург Л.Г. Эстрин (рис. 12).

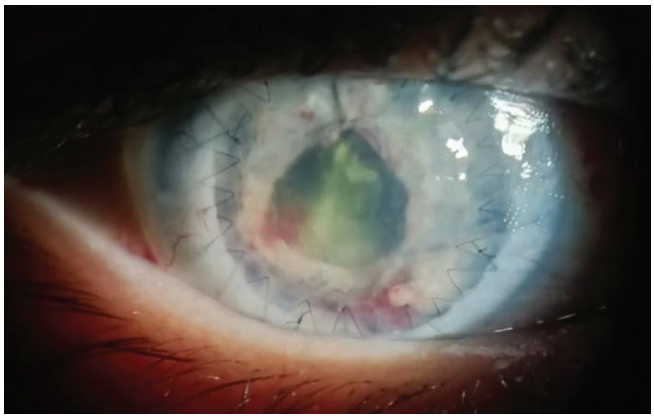


**Рис. 11.** Сквозной трансплантат роговицы под швами, узловой шов на радужной оболочке

**Fig. 11.** Penetrating corneal transplant under sutures, interrupted suture on the iris.

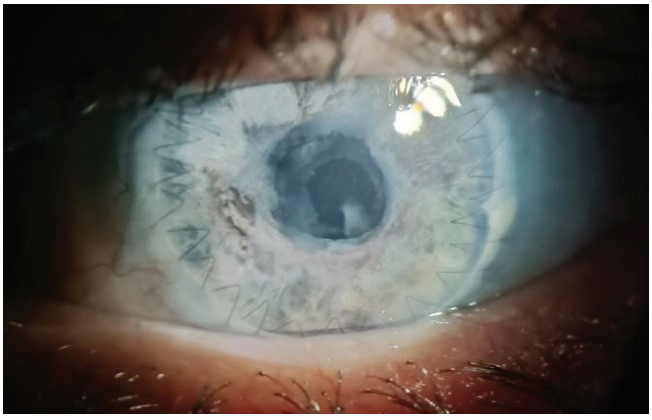


**Рис. 12.** Состояние после лазерной дисцизии на OS

**Fig. 12.** Condition after laser discission on OS

Обьективный статус при выписке:

Visus OD = движение руки у лица с правильной светопроекцией.

Visus OS = 0,3 cyl -4,0D ax 35 = 0,6.

ВГД OU пальпаторно в норме.

OD — сквозной трансплантат роговицы прозрачный, единичные складки десцеметовой оболочки, швы чистые, состоятельные; передняя камера средней глубины, влага прозрачная; узловой шов радужной оболочки на 11 ч, ИОЛ центрирована, в задней камере; выраженный фиброз капсулы хрусталика. OS трансплантат прозрачный, швы чистые, состоятельные, ИОЛ центрирована, в задней камере; отверстия в передней и задней капсулах в оптической зоне ИОЛ.

Послеоперационный период проходил без осложнений, пациент был выписан через 5 суток с рекомендациями о проведении для OD терапии антибактериальными инстилляциями препарата «Сигницеф» (левофлоксацин 0,5 %) по 1 капле 4 раза в день 14 дней, противовоспалительной терапии препаратом «Флоас Моно» (фторметолон 0,1 %) по понижающейся схеме от 6 раз в день в течение 1 месяца и корнеопротективной терапии глазным гелем с декспантенолом 5 % в пролонгированном режиме согласно рекомендованным схемам. В левый глаз после лазерной дисцизии, помимо корнепротекторов, назначен препарат «Броксинак» (Бромфенак 0,09 %) по 1 капле 1 раз в день в течение 7 дней.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Роговичная слепота — результат течения воспалительных заболеваний роговицы, отражающий ее анатомическую и функциональную гибель, и единственным шансом пациентов на получение зрения является хирургическая замена разрушенной воспалением (при гнойной язве) или полностью мутной (при бельме) роговицы пациента на прозрачный донорский трансплантат — сквозная кератопластика [9, 10].

Конечной целью сквозной кератопластики в такой ситуации является возврат пациенту стабильных зрительных функций, как минимум, в пределах самообслуживания. Достижение этой цели начинается с оценки тех причин, которые привели к гибели роговицы, и понимания того, что те же причины приведут к болезни роговичного трансплантата. В описанном случае одонтогенные кисты обеих ВЧП были выявлены на этапе госпитализации в МГОЦ еще в 2022 году при имеющемся анамнезе двустороннего кератоувеита, однако пациент не уделил должного внимания этой информации. Многократные последующие офтальмохирургические вмешательства вкупе с сохраняющейся активностью очагов воспаления в ротоносоглотке закономерно привели к тому офтальмологическому статусу, с которым пациент обратился за помощью в 2024 году (выраженный фиброз структур переднего отдела глаза, васкуляризированное бельмо обоих глаз).

Полная санация очагов инфекции в полости рта и пазухах носа, терапевтическое лечение активной герпесвирусной инфекции — все эти мероприятия повысили шансы на прозрачное приживление сквозного донорского транплантата. К моменту настоящей публикации получены хорошие анатомические и зрительные результаты беспрецедентной поэтапной сквозной кератопластики, проведенной в ситуации многократных предшествующих вмешательств, послеоперационный срок наблюдения за данным пациентом составил 11 месяцев.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ и понимание патогенеза первичного воспаления структур переднего отрезка глаза — наличия многочисленных хронических фокальных очагов инфекции в ротовой полости и околоносовых пазухах, сопутствующих активной герпетической инфекции, определили тактику предоперационной подготовки пациента к очередным (девятой и десятой по счету) успешным сквозным трансплантациям роговицы. Полученные высокие

анатомические и зрительные исходы поэтапной билатеральной трансплантации роговицы (с учетом многократных безуспешных вмешательств ранее), сопровождавшейся оптико-реконструктивным компонентом, есть результат как сложнейшего офтальмохирургического вмешательства, так и тщательной предоперационной подготовки.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Аржиматова Г.Ш. – концепция и дизайн, научное редактирование, написание текста;
Чернакова Г.М. – концепция и дизайн, научное редактирование;
Эстрин Л.Г. – редактирование;
Ширшова Е.В. – редактирование;
Обрубов А.С. – редактирование;
Шемякин М.Ю. – редактирование;
Слонимская А.С. – редактирование;
Чернаков А.С. – редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Малюгин БЭ, Сахнов СН, Мясникова ВВ, Клоков АВ, Кирсанов СЛ, Шу РЗ. Анализ результатов сквозной трансплантации роговицы в ретроспективном когортном исследовании. Офтальмохирургия. 2021;4:12–20. doi: 10.25276/0235-4160-2021-4-12-20.
   Malyugin BE, Sakhnov SN, Myasnikova VV, Klokov AV, Kirsanov SL, Shu RZ. Corneal graft survival analysis after penetrating keratoplasty in a retrospective cohort study. Fyodorov journal of ophthalmic surgery. 2021;4:12–20 (In Russ). doi: 10.25276/0235-4160-2021-4-12-20.
2. Аржиматова ГШ, Чернакова ГМ, Салихов ЭА, Шемякин МЮ. Статистический анализ факторов риска болезни сквозного трансплантата роговицы при проведении кератопластики высокого риска. Офтальмология. 2024;21(3):509–516. doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-509-516.
   Arzhimatova GSh, Chernakova GM, Salikhov EA, Shemyakin MYu. Statistical Analysis of Risk Factors in High-Risk Penetrating Keratoplasty. Ophthalmology in Russia. 2024;21(3):509–516 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2024-3-509-516.
3. Каспарова ЕА, Собкова ОИ, Каспарова ЕА, Федоров АА, Каспаров АА. Наш опыт проведения лечебной кератопластики при гнойных язвах роговицы, развившихся на глазах с нейропаралитическим кератитом. Точка зрения. Восток-Запад. 2017;1:80–82.
   Kasparova EA, Sobkova OI, Kasparova EA, Fedorov AA, Kasparov AA. Our experience in therapeutic keratoplasty for purulent corneal ulcers in the eyes with neuroparalytic keratitis. Point of view. East–West. 2017;1:80–82 (In Russ.).
4. Каспарова ЕА, Каспаров АА, Левицкий ЮВ, Ципурская ОИ. Роль фокальных очагов инфекции в возникновении и поддержании воспалительных заболеваний глаз. Вестник офтальмологии. 2019;135(6):124–133. doi: 10.17116/oftalma2019135061124.
   Kasparova EA, Kasparov AA, Levitsky YuV, Tsipurskaya OI. The role of infection foci in the onset and sustenance of inflammatory diseases of the eye. Russian Annals of Ophthalmology. 2019;135(6):124–133 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135061124.
5. Гюрджян ТА, Ворушило ЕА, Пинчук НА, Король ИМ, Козловская ЛЕ. Увеит, обнаруживший гайморит. Офтальмология. Восточная Европа. 2017;7(3):360–363.
   Gyurdzhyan TA, Vorushilo EA, Pinchuk NA, Korol IM, Kozlovskaya LE. Uveitis, which detected sinusitis. Ophthalmology. Eastern Europe. 2017;7(3):360–363 (In Russ.).
6. Чернакова ГМ, Клещева ЕА, Турдалиева ЗД, Щеголева ВИ. Герпетический кератит затяжного течения при хронических латентных синуситах и тонзиллитах: опыт практических решений. Офтальмология. 2022;19(4):875–884. doi: 10.18008/1816-5095-2022-4-875-884.
   Chernakova GM, Kleshcheva EA, Turdalieva ZD, Shchegoleva VI. Prolonged Herpetic Keratitis in Chronic Sinusitis and Tonsillitis: Experience of Practical Solutions. Ophthalmology in Russia. 2022;19(4):875–884 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-4-875-884.
7. Коненков ВИ. Лимфология. Новосибирск: Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии СО РАМН; 2012:495–509, 627–632.
   Konenkov VI. Lymphology. Novosibirsk: Scientific Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology SB RAMS; 2012:495–509, 627–632 (In Russ).
8. Возгомент ОВ, Надточий АГ, Сёмкин ВА, Иванова АА, Акатова АА. Лимфедема челюстно-лицевой области: клинико-эхографические сопоставления. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2023;2:5458. doi:10.48612/cgma/7eha-veeu-r765.
   Vozgoment OV, Nadtochiy AG, Semkin VA, Ivanova AA, Akatova AA. A lymphedema in the maxillofacial region: clinical and sonographic comparison. Kremlin Medicine Journal. 2023;2:5458 (In Russ). doi: 10.48612/cgma/7eha-veeu-r765.
9. Плескова АВ. Нозологическая структура помутнений роговицы у детей: экскурс в историю. Российская педиатрическая офтальмология. 2014;9(2):39–43. doi: 10.17816/rpoj37585.
   Pleskova AV. Nosological Corneal opacities structure in children: background. Russian Pediatric Ophthalmology. 2014;9(2):39–43 (In Russ). doi: 10.17816/rpoj37585.
10. Магеррамов ПМ. Региональные особенности распространенности заболеваний роговицы. Социальные аспекты здоровья населения. 2021;67(6):6. doi: 10.21045/2071-5021-2021-67-6-6.
    Magerramov PM. Regional prevalence patterns of corneal disorders in the Republic of Azerbaijan. Social aspects of population health. Social aspects of population health. 2021;67(6):6 (In Russ.). doi: 10.21045/2071-5021-2021-67-6-6.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Аржиматова Гульжиян Шевкетовна
кандидат медицинских наук, доцент, руководитель
https://orcid.org/0000-0001-9080-3170

Чернакова Галина Мэлсовна
кандидат медицинских наук, доцент, заведующая консультативно-поликлиническим отделением
https://orcid.org/0000-0002-9630-6076

Эстрин Леонид Григорьевич
заведующий отделением лазерных методов лечения
https://orcid.org/0009-0002-5450-5373

Ширшова Елена Васильевна
заведующая офтальмологическим отделением
https://orcid.org/0009-0006-0189-8600

Обрубов Анатолий Сергеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-3689-1311

Шемякин Матвей Юрьевич
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0003-1537-1405

Слонимская Анастасия Сергеевна
клинический ординатор
https://orcid.org/0009-0006-1235-860X

Чернаков Александр Сергеевич
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0008-8536-0553


## ABOUT THE AUTHORS


Arzhimatova Gulzhiyan Sh.
PhD, head of centre
https://orcid.org/0000-0001-9080-3170

Chernakova Galina M.
PhD, head of the Consultative outpatient department
https://orcid.org/0000-0002-9630-6076

Estrin Leonid G.
head of Laser department
https://orcid.org/0009-0002-5450-5373

Shirshova Elena V.
head of Ophthalmology department
https://orcid.org/0009-0006-0189-8600

Obrubov Anatoliy S.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-3689-1311

Shemyakin Matvey Yu.
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-1537-1405

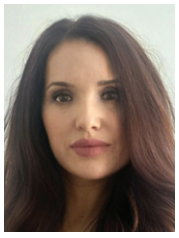
Slonimskaya Anastasiya S.
ophthalmology resident
https://orcid.org/0009-0006-1235-860X

Chernakov Alexandr S.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0008-8536-0553

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-414-421*

*поступила 19.03.25*
*was received 19.03.25*

# Лечение пациентов с воспалением век и конъюнктивы: клинический опыт





Г.А. Азаматова[1,2] Г.Р. Алтынбаева[3] Л.Н. Зиннатуллина[2]

[1] ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Ленина, 3, Уфа, 450000, Российская Федерация

[2] Филиал ООО «Клиника Будь Здоров»
проспект Октября, 6/1, Уфа, 450001, Российская Федерация

[3] ГБУЗ Республики Башкортостан «Городская клиническая больница № 5»
ул. Пархоменко, 93, Уфа, 450005, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):414–421**

Конъюнктивит и блефароконъюнктивит являются распространенной патологией в структуре воспалительных заболеваний глаз. В статье описывается опыт лечения воспаления век и конъюнктивы инфекционной и аллергической этиологии в условиях амбулаторного приема. Под наблюдением офтальмологов поликлинического звена находились 64 пациента с вышеописанными диагнозами, в схему терапии которых включали современные местные лекарственные препараты в зависимости от этиологии и выраженности воспаления. Согласно действующим клиническим рекомендациям Российской ассоциации врачей-офтальмологов в лечебную практику включены следующие группы лекарственных препаратов: антибактериальные, антисептические, антигистаминные, глюкокортикостероидные, нестероидные противовоспалительные. В нашей клинической практике лечения блефароконъюнктивита инфекционной природы успешно применялся комбинированный препарат «Рубродекс», содержащий антибиотик (тобрамицин) и кортикостероид (дексаметазон). Данная комбинация продемонстрировала высокую терапевтическую эффективность благодаря синергическому действию компонентов: тобрамицин обеспечивал выраженное антибактериальное действие в отношении широкого спектра патогенов, в то время как дексаметазон способствовал быстрому купированию воспалительного процесса и сопутствующей симптоматики. В условиях нарастающей антибиотикорезистентности этиологически значимой микрофлоры нами был использован препарат «Ксафлом®» (0,05 % моксифлоксацин) для терапии бактериального конъюнктивита. Клинические наблюдения подтвердили высокую эффективность моксифлоксацина в отношении полирезистентных штаммов возбудителей. Глазные капли 0,05 % моксифлоксацина (Ксафлом®) показали высокую эффективность, безопасность и хорошую переносимость при лечении бактериального конъюнктивита в условиях наблюдаемого роста антибиотикорезистентности этиологически значимой микрофлоры. В купировании симптомов сезонного аллергического блефароконъюнктивита эффективность и безопасность продемонстрировал препарат нового поколения антигистаминных средств двойного механизма действия эпинастин 0,05 % (Эпинепта®).

**Ключевые слова:** лечение конъюнктивита, лечение, блефароконъюнктивит, тобрамицин, моксифлоксацин, эпинастин

**Для цитирования:** Азаматова Г.А., Алтынбаева Г.Р., Зиннатуллина Л.Н. Лечение пациентов с воспалением век и конъюнктивы: клинический опыт. *Офтальмология.* 2025;22(2):414–421. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-414-421

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Treatment of Patients with Inflammation of the Eyelids and Conjunctiva: Clinical Experience

G.A. Azamatova[1,2], G.R. Altynbaeva[3], L.N. Zinnatullina[2]

[1] Bashkir State Medical University
Lenina str., 3, Ufa, 450000, Russian Federation

[2] Branch of Clinic "Bud Zdorov"
Oktyabrya ave., 6/1, Ufa, 450001, Russian Federation

[3] Clinical Hospital No. 5
Parkhomenko str., Ufa, 450005, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):414–421**

Conjunctivitis and blepharoconjunctivitis are common pathologies in the structure of inflammatory eye diseases. The article describes the experience of treating inflammation of the eyelids and conjunctiva of infectious and allergic etiology in an outpatient setting. Under the supervision of ophthalmologists, there were 64 patients with the above diagnoses, the treatment regimen of which included modern topical drugs, depending on the etiology and severity of inflammation. In accordance with the clinical recommendations developed by the Russian Association of Ophthalmologists, the following groups of drugs are recommended for use: antibacterial, antiseptic, antihistamines, glucocorticosteroids, non-steroidal anti-inflammatory. In the treatment of infectious blepharoconjunctivitis, a combined drug containing an antibacterial drug (tobramycin) and a corticosteroid (dexamethasone) — Rubrodex was successfully used. 0.05% moxifloxacin (Xaflom ®) eye drops have shown high efficacy, safety and good tolerability in the treatment of bacterial conjunctivitis in the context of an observed increase in antibiotic resistance of etiologically significant microflora. In relieving the symptoms of seasonal allergic blepharoconjunctivitis, efficacy and safety were demonstrated by the use of a new generation of dual-mechanism antihistamines epinastin 0.05% (Epinepta ®).

**Keywords:** conjunctivitis treatment, blepharoconjunctivitis treatment, tobramycin, moxifloxacin, epinastine

**For citation:** Azamatova G.A., Altynbaeva G.R., Zinnatullina L.N. Treatment of patients with inflammation of the eyelids and conjunctiva: Clinical experience. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 414–421. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-414-421

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

**There is no conflict of interests.**

Воспалительные заболевания век и конъюнктивы и их лечение занимают ведущую позицию среди проблем практической офтальмологии. Неоспоримым фактом является высокая частота обращения пациентов с конъюнктивитом на первичный амбулаторный прием офтальмолога, что составляет более половины всех случаев воспалительной патологии глаз [1–4]. Чаще всего воспаление век и конъюнктивы имеет инфекционную или аллергическую этиологию[1] [1, 5, 6]. Для лечения воспаления век и конъюнктивита в зависимости от этиологии и степени выраженности воспаления рекомендовано применять следующие группы лекарственных препаратов: антибактериальные, антисептические, антигистаминные, глюкокортикостероидные, нестероидные противовоспалительные[2]. В современном мире имеется достаточно широкий арсенал данных лекарственных средств, пополняемый с каждым годом. На сегодняшний день врачу-офтальмологу необходимо формировать схему персонализированной терапии при различных формах воспаления конъюнктивы и век в соответствии с направленным действием и фармакологической особенностью лекарственного препарата[3]. Известно, что лучшим подтверждением качества лекарственного препарата является клинически доказанная эффективность. В связи с этим сформулирована цель настоящей работы: оценить клиническую эффективность современных местных препаратов в лечении воспаления век и конъюнктивы инфекционной и аллергической этиологии в условиях амбулаторного приема.

Под нашим наблюдением находились 64 пациента в возрасте от 18 до 67 лет с конъюнктивитом и блефароконъюнктивитом. Из этих пациентов у 34 человек воспаление век и конъюнктивы имело инфекционную природу и у 30 человек — аллергическую. Пациенты предъявляли схожие жалобы, характерные для данных нозологий: на покраснение глаз, дискомфорт, чувство рези и ощущение инородного тела в глазах, светобоязнь,

[1] Глазные болезни. Учебник / Под ред. проф. В.Г. Копаевой. М. :«Офтальмология», 2018. 495 с. Воспалительные заболевания конъюнктивы: учебное пособие для студентов / Сост.: М.Т. Азнабаев, С.Р. Авхадеева, Г.А. Азаматова, Г.Я. Гайсина, 2022. Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2022. 92 с. Клинические рекомендации. Конъюнктивиты. 2024. URL: https://diseases.medelement.com/disease/конъюнктивиты-кр-рф-2024/18183 (дата обращения: 03.03.2025).

[2] Клинические рекомендации. Конъюнктивиты. 2024. (Электронный ресурс.) URL: https://diseases.medelement.com/disease/конъюнктивиты-кр-рф-2024/18183 (дата обращения: 03.03.2025).

[3] Майчук Ю.Ф. Конъюнктивиты. Современная лекарственная терапия: краткое пособие для врачей. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ТеаФарма, 2014. 56 с.
Офтальмология: национальное руководство / Под ред. С.Э. Аветисова, Е.А. Егорова, Л.К. Мошетовой, В.В. Нероева, Х.П. Тахчиди. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 904 с.
Тактика врача-офтальмолога: практическое руководство / Под ред. В.В. Нероева. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 296 с.

отек век, отделяемое из конъюнктивальной полости и др. Всем пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование. Лечение в каждом конкретном случае назначали исходя из этологии и степени выраженности воспаления в соответствии с клиническими рекомендациями, разработанными Российской ассоциацией врачей-офтальмологов. Стоит отметить, что 18 пациентов до обращения к офтальмологу проводили самостоятельное лечение без выраженного клинического эффекта. Пациентам с инфекционным конъюнктивитом и блефароконъюнктивитом лечение осуществляли комбинированным препаратом, содержащим антибиотик (тобрамицин) и кортикостероид (дексаметазон) — Рубродекс — либо фторхинолоном четвертого поколения — моксифлоксацином 0,05% (Ксафлом®). Пациентам с аллергическим воспалением век и конъюнктивы (30 человек) назначали препарат многокомпонентного механизма действия: блокирование гистаминовых рецепторов и стабилизация мембраны тучных клеток — эпинастин 0,05% (Эпинепта®). Эффективность лечения оценивали по купированию субъективных проявлений конъюнктивита/блефароконъюнктивита и нормализации клинической картины: отсутствие воспалительной реакции со стороны век и слизистой оболочки с исчезновением отделяемого. Выраженность субъективных ощущений и клинической картины конъюнктивального воспаления оценивалась в динамике лечения. В течение первых 3–5 дней отмечалась выраженная положительная клиническая симптоматика во всех случаях; в последующие дни — постепенное уменьшение, а затем и полное отсутствие жалоб пациентов, окончательный регресс воспалительной реакции со стороны век и конъюнктивы. Полный регресс всех клинических симптомов воспаления тканей глаза в среднем наступал через 7–10 дней.

В качестве демонстрации клинического ведения и обоснования тактики лечения пациентов с воспалением век и конъюнктивы приводим несколько наших наблюдений.

## КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ № 1

Пациент И., 1989 г.р., обратился на консультацию к офтальмологу 20.01.2025 с жалобами на дискомфорт и тяжесть в веках, покраснение обоих глаз, ощущение инородного тела в глазах, периодическое затуманивание зрения и наличие «корочек» на ресницах по утрам. В ходе сбора анамнеза выявлено, что данное состояние глаз началось с небольшого дискомфорта в веках с начала января 2025 года, однако симптомы постепенно усилились. Лечение не проводил. Офтальмологический статус: острота зрения OD 1,0; OS 1,0. Внутриглазное давление (ВГД): OD 12 мм рт. ст., OS 13 мм рт. ст. (пневмотонометрия). Объективная картина при биомикроскопии OU: веки отечны, ресничный край утолщен, устья мейбомиевых желез заполнены сальным секретом, сальные пробки, резкая гиперемия конъюнктивы, хемоз; роговица прозрачная, поверхность ее не окрашивается флуоресцеином; глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей (рис. 1).

В результате анализа жалоб, данных анамнеза и клинической картины пациенту был поставлен диагноз: OU Блефароконъюнктивит с дисфункцией мейбомиевых желез. Учитывая анамнез, состояние век и конъюнктивы, было принято решение использовать в схеме лечения комбинированные лекарственные средства, содержащие в своем составе антибактериальный препарат и кортикостероид. Антибиотик обеспечивает широкий спектр антимикробной активности, а кортикостероид — противовоспалительное и антиаллергическое действие. Назначена следующая терапия: инстилляции в конъюнктивальную полость препарата «Рубродекс» по 1 капле 4 раза в сутки, гигиена век с применением очищающих средств. На повторном приеме через 5 дней пациент отметил значительное улучшение состояния глаз. При биомикроскопической оценке состояния глазной поверхности: отек век и конъюнктивы, гиперемия конъюнктивы купированы, устья единичных мейбомиевых желез заполнены сальным секретом, единичные сальные пробки; роговица и глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей (рис. 2).

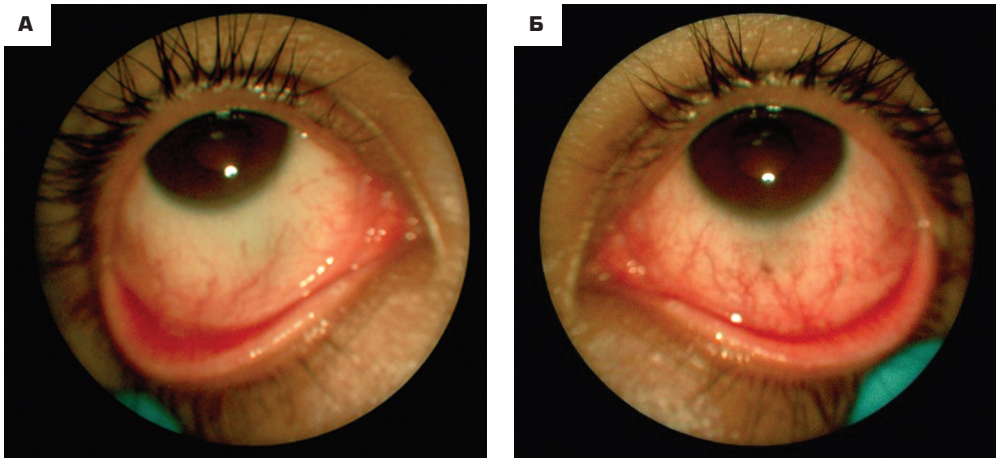



**Рис. 1.** Состояние век и конъюнктивы правого (А) и левого (Б) глаза пациента И. до лечения: веки отечны, ресничный край утолщен, устья мейбомиевых желез заполнены сальным секретом, сальные пробки, резкая гиперемия конъюнктивы, хемоз

**Fig. 1.** Patient I., condition of the eyelids and conjunctiva of the right (A) and left (Б) eyes before the treatment: the eyelids are edematous, the ciliary margin is thickened, the mouths of the meibomian glands are filled with sebaceous secretions, sebaceous plugs, conjunctival hyperemia, chemosis

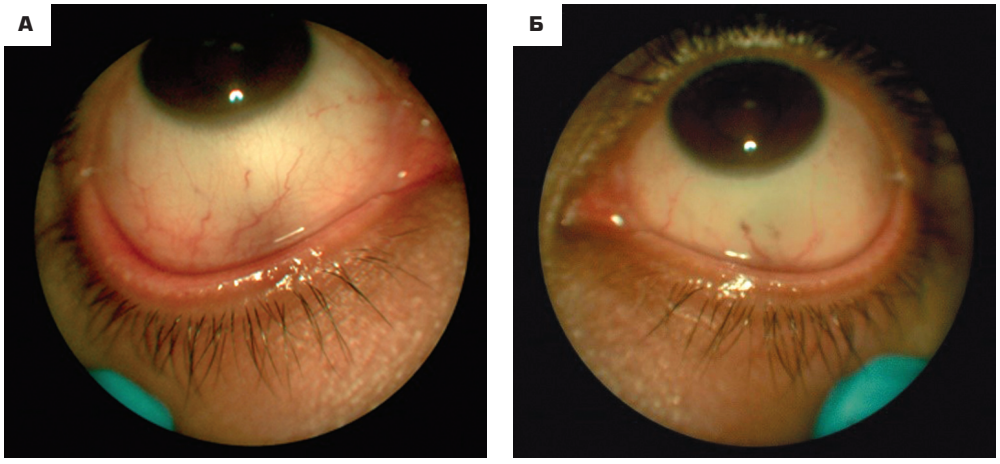



**Рис. 2.** Состояние век и конъюнктивы правого (А) и левого (Б) глаза пациента И. на фоне лечения (инстилляции в конъюнктивальную полость препарата «Рубродекс»): отек век и конъюнктивы, гиперемия конъюнктивы купированы, устья единичных мейбомиевых желез заполнены сальным секретом, единичные сальные пробки

**Fig. 2.** Patient I., condition of the eyelids and conjunctiva of the right (A) and left (Б) eyes during the treatment (instillation into the conjunctival of Rubrodex): edema of the eyelids and conjunctiva, conjunctival hyperemia were stopped, the mouths of single meibomian glands were filled with sebaceous secretions, single sebaceous plugs

Данные визометрии: OD 1,0; OS 1,0. Были даны рекомендации: продолжить лечение (инстилляции в конъюнктивальную полость препарата «Рубродекс» по 1 капле 4 раза в сутки). В схему лечения также включили применение глазных капель, содержащих липиды, оказывающие положительное влияние на стабильность слезной пленки; проведение гигиены век с использованием очищающих средств с последующим самомассажем век. На следующем повторном приеме (через 5 дней) пациент отмечал значительное улучшение состояния глаз и век. При биомикроскопии: веки и конъюнктива спокойны, единичные сальные пробки; роговица и глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей. Рекомендовано продолжить проведение гигиены век и инстилляции препаратов «искусственной» слезы.

## КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ № 2

Пациентка Ю., 47 лет, обратилась на консультацию к офтальмологу 20.10.2024 с жалобами на покраснение левого глаза, ощущение инородного тела, дискомфорт и наличие «гноя». В ходе сбора анамнеза выявлено, что данные жалобы беспокоят с 13.10.2024. Пациентка отмечает, что подобное состояние глаз возникает периодически по несколько раз в год, проводит самостоятельное лечение с использованием различных глазных капель: бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмоний, левомицетин, офлоксацин, ципрофлоксацин, левофлоксацин с нарушением режима кратности закапывания и длительности применения антибактериальных препаратов. При данном эпизоде воспаления пациентка начала закапывать в конъюнктивальную полость левого глаза левофлоксацин по 1 капле 4 раза в день, однако на фоне лечения улучшение состояния глаз было незначительным, хотя данный антибиотик, со слов пациентки, «раньше помогал». Офтальмологический статус: острота зрения OD 0,5 с sph. –1,5D = 1,0; OS 0,4 с sph. –1,5D = 1,0. Внутриглазное давление (ВГД): OD 16 мм рт. ст., OS 15 мм рт. ст. (пневмотонометрия). Объективная картина при биомикроскопии OU: веки спокойны; конъюнктива гиперемирована, умеренный хемоз, наличие слизисто-гнойного отделяемого желтого цвета в небольшом количестве; роговица прозрачная; глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей (рис. 3).

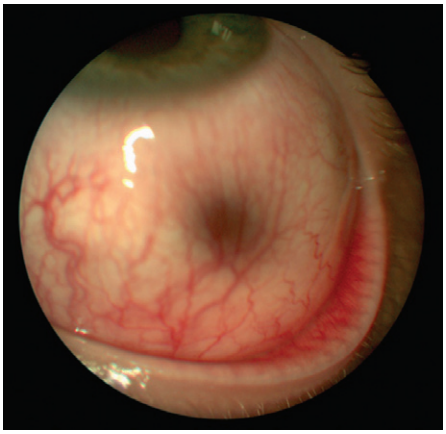


**Рис. 3.** Состояние переднего отрезка левого глаза пациентки Ю. до лечения: конъюнктива гиперемирована, умеренный хемоз, слизисто-гнойное отделяемое желтого цвета в небольшом количестве

**Fig. 3.** Patient Yu., anterior segment of the left eye before the treatment: conjunctiva hyperemic, moderate chemosis, mucopurulent discharge yellow in a small amount

В результате анализа жалоб, данных анамнеза и клинической картины пациенту был поставлен диагноз: OS Инфекционный (бактериальный) конъюнктивит. Для лечения инфекционного воспаления органа зрения наиболее эффективным считается относительно новая группа антибактериальных препаратов — фторхинолоны [2, 7, 8]. Данные лекарственные средства активны в отношении не только основных грамотрицательных и грамположительных аэробных бактерий, но и возбудителей с внутриклеточной локализацией: хламидий, микоплазм, легионелл, и имеют наилучший профиль чувствительности [1, 3, 9–11]. Несомненным плюсом фторхинолонов является то, что они обладают постантибиотическим эффектом, то есть не только бактерицидным

свойством, но и предотвращают размножение микроорганизмов в течение 2–6 часов после воздействия [12].

Нельзя не отметить, что в современном мире наблюдается тенденция к повышению резистентности к антибиотикам этиологически значимой микрофлоры. К росту антибиотикорезистентности приводят высокая частота самолечения без консультации врача, нерациональное использование антибиотиков, применение антибиотиков при воспалении вирусной этиологии, применение неадекватных доз и/или необоснованное сокращение или удлинение курса лечения антибиотиками и т.п. [13–16]. На сегодняшний день фторхинолон четвертого поколения — моксифлоксацин сохраняет практически 100%-ную чувствительность к основным возбудителям инфекционных заболеваний глазной поверхности [17–19]. Учитывая тот факт, что пациентка проводила лечение антибиотиком без должного эффекта, нами было принято решение заменить используемый антибиотик на препарат с более высокой бактериальной чувствительностью. В соответствии с клиническими рекомендациями, разработанными Российской ассоциацией врачей-офтальмологов, были назначены инстилляции в конъюнктивальную полость левого глаза 0,05 % моксифлоксацина (Ксафлом®) по 1 капле 3 раза в сутки. Рекомендована также консультация гастроэнтеролога.

На повторном приеме через 3 дня на фоне проводимого консервативного лечения пациентка отмечала положительную динамику в виде исчезновения ощущения инородного тела, дискомфорта и «гноя» в левом глазу. При биомикроскопической оценке состояния глазной поверхности наблюдались остаточные явления конъюнктивальной инъекции, легкий отек конъюнктивы; роговица и глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей (рис. 4).

Данные визометрии: OD 0,5 с sph. –1,5D = 1,0; OS 0,5 с sph. –1,5D = 1,0. Было рекомендовано продолжить назначенную терапию, так как, согласно клиническим рекомендациям и принципам антибиотикотерапии, лечение конъюнктивита необходимо проводить до исчезновения клинических симптомов[1]. На следующем повторном приеме через 7 дней наблюдалось полное купирование воспаления конъюнктивы правого глаза. В связи с достижением терапевтического эффекта лечение и дальнейшее наблюдение прекратили.

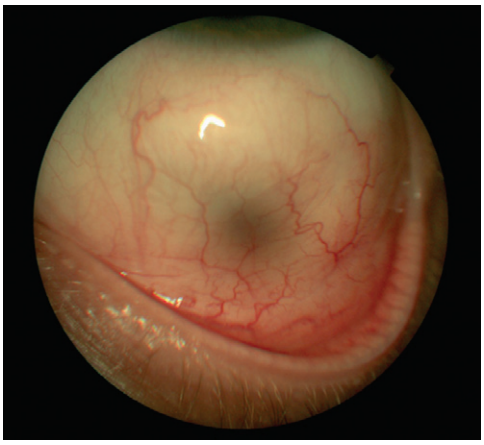


**Рис. 4.** Состояние переднего отрезка левого глаза пациентки Ю. на фоне лечения (инстилляции в конъюнктивальную полость 0,05 % моксифлоксацина (Ксафлом®): остаточные явления конъюнктивальной инъекции, легкий отек конъюнктивы

**Fig. 4.** Patient Yu., anterior segment of the left eye during the treatment (instillation into the conjunctiva of 0.05% moxifloxacin (Xaflom®): residual conjunctival injection, mild conjunctival edema

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ № 3

Пациентка Р., 1998 г.р., обратилась на консультацию к офтальмологу 06.05.2024 с жалобами на сильный отек век обоих глаз, который не дает полностью открыть глаза, зуд и ощущение жжения в веках, зуд и ощущение инородного тела в обоих глазах, покраснение глаз, слезотечение. В ходе сбора анамнеза оказалось, что данные жалобы возникли за день до обращения к офтальмологу; имеется выявленный и лабораторно подтвержденный сезонный аллергический конъюнктивит на пыльцу березы, полыни, ольхи, дуба, одуванчика, лебеды, злаковых, конопли и др., однако подобный отек век пациентка наблюдает впервые. Офтальмологический статус: острота зрения OD 0,9–1,0, OS 0,9–1,0. Внутриглазное давление (ВГД): OD 17 мм рт. ст., OS 18 мм рт. ст. (пневмотонометрия). Объективная картина при биомикроскопии OU: веки резко отечны, слегка гиперемированы; глазная щель сужена, конъюнктива век гиперемирована, выраженный хемоз, фолликулярная реакция конъюнктивы нижнего свода; роговица прозрачная, поверхность ее не окрашивается флуоресцеином; глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей (рис. 5А).




**Рис. 5.** Состояние переднего отрезка обоих глаз пациентки Р.: А — до лечения: веки резко отечны, слегка гиперемированы; конъюнктива век гиперемирована, выраженный хемоз; Б — на фоне лечения: улучшение состояния век и конъюнктивы

**Fig. 5.** Patient R., anterior segment of both eyes: A — before the treatment: eyelids are sharply swollen, slightly hyperemic; the conjunctiva of the eyelids is hyperemic, pronounced chemosis; Б — during the treatment: improvement in the condition of the eyelids and conjunctiva

[1] Глазные болезни. Учебник / Под ред. проф. В.Г. Копаевой. М. :«Офтальмология», 2018. 495 с. Воспалительные заболевания конъюнктивы: учебное пособие для студентов / Сост.: М.Т. Азнабаев, С.Р. Ахадеева, Г.А. Азаматова, Г.Я. Гайсина, 2022. Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2022. 92 с. Клинические рекомендации. Конъюнктивиты. 2024. URL: https://diseases.medelement.com/disease/конъюнктивиты-кр-рф-2024/18183 (дата обращения: 03.03.2025).

Были проанализированы жалобы, данные анамнеза и клинической картины и поставлен диагноз: OU Сезонный аллергический блефароконъюнктивит.

При выборе препарата для эффективного лечения данной пациентки руководствовались тем, что для купирования аллергического воспаления наиболее эффективными являются противоаллергические средства двойного механизма действия, которые способны одновременно блокировать гистаминовые рецепторы и стабилизировать мембраны тучных клеток. Подобные препараты зарекомендовали себя наиболее эффективными для быстрого снятия симптомов аллергического воспаления, в том числе отека век. Всеми перечисленными качествами обладает 0,05% раствор эпинастина (Эпинепта®) [1, 6, 20, 21]. Таким образом, в качестве основной терапии был назначен эпинастин 0,05% (Эпинепта®), учитывая выраженность аллергического отека век у пациентки и необходимость быстрого начала действия лекарственного средства, а также собственный положительный опыт применения данного препарата в лечении пациентов с САК [22]. В дополнение к инстилляциям в конъюнктивальную полость эпинастина 0,05% (Эпинепта®) по 1 капле 2 раза в день (такой режим дозирования препарата несомненный плюс, повышающий комплаенс пациента) было рекомендовано смазывание кожи век глазной мазью гидрокортизона 0,5%, а также пероральный прием препарата дезлоратадин 1 раз в день, по возможности максимальное ограничение контакта с аллергенами, гипоаллергенная диета.

На повторном приеме (через 3 дня) пациентка отметила значительное улучшение состояния век и обоих глаз: отек век, зуд и ощущение жжения в веках прошли, покраснение глаз значительно уменьшилось, слезотечение прекратилось, сохранялись легкий зуд и незначительное ощущение инородного тела в глазах. При объективной оценке состояния век и глазной поверхности зарегистрирована нормализация состояния век; конъюнктива век и глазного яблока слегка гиперемирована, легкий отек конъюнктивы; роговица и глубжележащие структуры глазного яблока без особенностей (рис. 5Б). Учитывая динамику состояния тканей органа зрения на фоне применяемой терапии, была проведена коррекция схемы лечения: пероральный прием дезлоратадина и смазывание кожи век глазной мазью гидрокортизон 0,5% отменены, рекомендовано продолжить закапывание в конъюнктивальный мешок обоих глаз эпинастина 0,05% (Эпинепта®) по 1 капле 2 раза в день.

При последующем повторном осмотре (через 10 дней) у пациентки отсутствовали жалобы со стороны органа зрения. Биомикроскопия переднего отрезка глаз: веки, конъюнктива век и глазного яблока спокойны; роговица прозрачная. Принимая во внимание отсутствие как субъективных, так и объективных признаков аллергического воспаления переднего отрезка глаз и окончание периода цветения березы, препарат эпинастин 0,05% был отменен. Пациентка в течение месяца по окончании лечения повторно к офтальмологу не обращалась.

Данное клиническое наблюдение продемонстрировало эффективность и безопасность применения эпинастина 0,05% (Эпинепта®) в купировании симптомов сезонного аллергического блефароконъюнктивита.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наш клинический опыт и анализ литературных данных об особенностях действия фармакологических препаратов, применяемых для лечения воспаления конъюнктивы и век инфекционного и аллергического генеза, позволил определить некоторые рекомендации. Тщательный анализ жалоб пациента, целенаправленный сбор анамнестических данных, оценка состояния структур органа зрения являются важными этапами для постановки диагноза для последующего правильного выбора эффективного лечения. Индивидуальный подбор средств терапии в зависимости от этиологии, степени тяжести воспаления, данных анамнеза позволяют наиболее эффективно купировать у пациентов симптомы воспаления век и конъюнктивы. При лечении хронических и подострых блефароконъюнктивитов более целесообразно использовать комбинированные препараты, содержащие антибиотик и кортикостероид; так как подобные средства обладают антибактериальным, противовоспалительным, иммуносупрессивным и противоаллергическим действием. Немаловажным является то, что при необходимости назначения нескольких препаратов комбинированные лекарственные средства сокращают кратность использования, что повышает приверженность пациента лечению и минимизирует негативное влияние на воспаленную глазную поверхность консервантов, содержащихся в препаратах. Инстилляции в конъюнктивальную полость препарата комбинированного состава «Рубродекс» в лечении инфекционного конъюнктивита и блефароконъюнктивита у наблюдаемых нами пациентов привели к успешному купированию воспаления. За весь период наблюдения не были зарегистрированы какие-либо побочные эффекты, в том числе аллергические реакции на данное лекарственное средство. В ходе нашего клинического наблюдения выявлено, что применение глазных капель 0,05% моксифлоксацин (Ксафлом®) в качестве этиотропного лечения инфекционного конъюнктивита позволяет добиться быстрого терапевтического эффекта. Данный препарат также продемонстрировал хорошую субъективную переносимость пациентами вне зависимости от сроков лечения: случаев раздражающего действия 0,05% моксифлоксацина (Ксафлом®) не отмечалось. При наличии аллергического воспаления век и конъюнктивы у пациентов для быстрого и эффективного лечения целесообразнее использовать препарат многокомпонентного механизма действия, например эпинастин 0,05% (Эпинепта®), применение которого убедительно

продемонстрировало в ходе наших собственных наблюдений высокую терапевтическую эффективность при лечении сезонного аллергического конъюнктивита и блефароконъюнктивита. Наряду с выраженным противоаллергическим действием данное лекарственное средство обладает хорошей переносимостью и отсутствием неприятных ощущений и дискомфорта при его использовании даже у пациентов с признаками синдрома «сухого глаза». В работе практикующих офтальмологов ключевым моментом также является то, что вышеописанные препараты включены в клинические рекомендации по лечению конъюнктивита[1] в качестве препаратов выбора для лечения воспаления слизистой оболочки глаза.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Азаматова Г.А. — существенный вклад в замысел и дизайн работы, сбор, анализ и интерпретация данных, написание текста, редактирование статьи, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.
Алтынбаева Г.Р. — сбор, анализ и интерпретация данных; написание текста, редактирование статьи;
Зиннатуллина Л.Н. — сбор, анализ и интерпретация данных; написание текста, редактирование статьи.

[1] Клинические рекомендации. Конъюнктивиты. 2024. URL: https://diseases.medelement.com/disease/конъюнктивиты-кр-рф-2024/18183 (дата обращения: 03.03.2025).

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. 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. doi: 10.33791/2222-4408-2023-3-225-233.
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.
2. Бабушкин АЭ. Местная антибиотикотерапия бактериальных инфекционно-воспалительных заболеваний переднего отрезка глаза. Точка зрения. Восток — Запад. 2021;2:89–93. doi: 10.25276/2410-1257-2021-2-89-93.
Babushkin AE. Local antibiotic therapy of bacterial infections and inflammatory diseases of the anterior segment of the eye (literature review). Point of view. East-West. 2021;2:89–93. doi: 10.25276/2410-1257-2021-2-89-93.
3. Прыгунова ГН. Результаты использования Сигницефа (Левофлоксацин 0,5%, глазные капли) при лечении бактериального конъюнктивита. Современные технологии в офтальмологии. 2016;2:223–225.
Prygunova G.N. Results of using Signicef (Levofloxacin 0.5%, eye drops) in the treatment of bacterial conjunctivitis. Modern technologies in ophthalmology. 2016;2: 223-225.
4. Azari AA, Barney NP. Conjunctivitis: a systematic review of diagnosis and treatment. JAMA. 2013;310(16):1721–1729. doi: 10.1001/jama.2013.280318.
5. Бржеский ВВ. Аллергический конъюнктивит: путеводитель для офтальмолога амбулаторного звена. РМЖ. Медицинское обозрение. 2018;1(II):74–79.
Brzhesky VV. Allergic conjunctivitis: a guide for the outpatient ophthalmologist. RMJ. Medical Review. 2018;1(II):74–79 (In Russ.).
6. Яни ЕВ. Применение нового противоаллергического препарата Эпинепта® в терапии сезонного аллергического конъюнктивита. Клинические случаи. Российский офтальмологический журнал. 2023;16(4):141–146. doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-141-146.
Yani EV. Using a new antiallergic drug Epinepta® in the treatment of seasonal allergic conjunctivitis. Clinical cases. Russian ophthalmological journal. 2023;16(4):141–146 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2023-16-4-141-146.
7. Воронцова ТН, Прозорная ЛП. Особенности терапии бактериальных конъюнктивитов у детей. Офтальмология. 2014;11(4):87–93. doi: 10.18008/1816-5095-2014-4-87-93.
Vorontsova TN, Prozornaya LP. Treatment of bacterial conjunctivitis in children. Ophthalmology in Russia. 2014;11(4):87–93 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2014-4-87-93.
8. Майчук ЮФ, Позднякова ВВ, Селиверстова КЕ. Левофлоксацин в новой лекарственной форме глазных капель. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2011;11(3):54–56.
Maychuk Yu.F., Pozdnyakova V.V., Seliverstova K.E. Levofloxacin in a new dosage form of eye drops. Cataract and Refractive Surgery. 2011; 11(3):54-56.9. Марных СА, Евсегнеева ИВ. Офтаквикс в лечении бактериальных и хламидийных конъюнктивитов. Рефракционная хирургия и офтальмология. 2009;9(2):50–54.
Marnych SA, Evsegneeva IV. Oftaquix for the treatment of bacterial and chlamydial conjunctivitis. Refractive surgery and ophthalmology. 2009;9(2):50–54 (In Russ.).
10. Сайдашева ЭИ, Буяновская СВ, Ковшов ФВ, Гудимова ИВ, Фанта ЕА, Четверня ЛН, Дубок НП. Современные фторхинолоны в терапии бактериальных инфекций глаз у детей раннего возраста. Российская педиатрическая офтальмология. 2015;10(1):22–25.
Saidasheva EI, Buyanovskaya SV, Kovshov FV, Gudimova IV, Fanta EA, Chetvernya LN, Dubok NP. The application of modern fluoroquinilones for the treatment of bacterial eye infections in the young children. Russian Pediatric Ophthalmology. 2015;10(1):22–25 (In Russ.).
11. Астахов СЮ, Вохмяков АВ. Офтальмологические фторхинолоны в лечении и профилактике глазных инфекций. Клиническая офтальмология. 2008;9(1):28–30.
Astakhov SYu, Vokhmyakov AV. Ophthalmic fluoroquinolones in the treatment and prevention of eye infections. Clinical ophthalmology. 2008;9(1):28–30 (In Russ.).
12. Кац ДВ. Ципромед в лечение инфекционных заболеваний глаз. Клиническая офтальмология. 2007;8(3):128–130.
Katz DV. Cipromed in the treatment of infectious eye diseases.Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2007;8(3):128–130 (In Russ.).
13. Данилов АИ, Жаркова ЛП. Антибиотикорезистентность: аргументы и факты. Клиническая фармакология и терапия. 2017;26(5):6–9.
Danilov AI, Zharkova LP. Antimicrobial resistance: arguments and facts. Clin. Pharmacol. Ther. 2017;26(5):6–9 (In Russ.).
14. Seppala H, Al-Juhaish M, Jarvinen H. Effect of prophylactic antibiotics on antimicrobial resistance of viridans streptococci in the normal fl ora of cataract surgery patients. J. Cataract. Refract. Surg. 2004;30(2):307–315.
15. Recchia FM, Busbee BG, Pearlman RB., Carvalho-Recchia CA, Ho AC.. Changing trends in the microbiologic aspects of postcataract endophthalmitis. Arch. Ophthalmol. 2005;123(3):341–346. doi: 10.1001/archopht.123.3.341.
16. Намазова-Баранова ЛС, Баранов АА. Антибиотикорезистентность в современном мире. Педиатрическая фармакология. 2017;14(5):341–354. doi: 10.15690/pf.v14i5.1782.
Namazova-Baranova LS, Baranov AA. Antibiotic resistance in modern world. Pediatric pharmacology. 2017;14(5):341–354 (In Russ.). doi: 10.15690/pf.v14i5.1782.
17. Самуйло ЕК. Резистентность к антибиотикам бактериальных возбудителей инфекционных заболеваний глаз в России. Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2013;15(2):106–114.
Samuylo EK. Antimicrobial resistance among bacterial pathogens causing ocular infections in Russia. Clinical microbiology and antimicrobial chemotherapy. 2013;15(2):106–114.
18. Гайсина ГЯ, Азаматова ГА. Изучение антибиотикочувствительности наиболее частых возбудителей послеоперационных воспалительных инфекционных осложнений в офтальмохирургии. Вестник Башкирского государственного медицинского университета. 2014;2:47–52.
Azamatova GA, Gaysina GYa. Study of antibiotic sensitivity of the most prevalent pathogens of postoperative inflammatory infectious complications in ophthalmic surgery. Bulletin of the Bashkir State Medical University. 2014;2:47–52.
19. Гайсина ГЯ. Изучение чувствительности наиболее частых возбудителей послеоперационных воспалительных инфекционных осложнений в офтальмохирургии к современным антибиотикам. Медицинский вестник Башкортостана. 2015;10(1):83–86.
Gaysina GYa. Susceptibility of most frequent pathogens of infectious postoperative inflammatory complications in ophthalmic surgery to modern topical antibiotics. Bashkortostan medical journal. 2015;10(1):83–86.
20. Abelson MB, Gomes P, Crampton HJ, Schiffman RM, Bradford RR, Whitcup SM. Efficacy and tolerability of ophthalmic epinastine assessed using the conjunctival antigen challenge model in patients with a history of allergic conjunctivitis. Clin Ther. 2004;26(1):35–47. doi: 10.1016/s0149-2918(04)90004-59-2025-25-1-8.
21. Bielory L, Lien KW, Bigelsen S. Efficacy and tolerability of newer antihistamines in the treatment of allergic conjunctivitis. Drugs. 2005;65(2):215–228. doi: 10.2165/00003495-200565020-00004.
22. Азаматова ГА, Алтынбаева ГР. Лечение пациента с аллергическим конъюнктивитом: опыт офтальмолога амбулаторного звена. Клиническая офтальмология. 2025;25(1):54–59. doi: 10.32364/2311-7729-2025-25-1-8.
Azamatova GA, Altynbaeva GR. Treatment of patients with allergic conjunctivitis: experience of an outpatient ophthalmologist. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2025;25(1):54–59 (In Russ.). doi: 10.32364/2311-7729-2025-25-1-8.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Азаматова Гульнара Азаматовна
кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии;
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0001-8158-8333


## ABOUT THE AUTHORS


Azamatova Gulnara A.
PhD, Docent, Docent of Ophthalmology chair,
ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0001-8158-8333

Алтынбаева Гульназ Рифовна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог 3-го поликлинического отделения
https://orcid.org/0000-0002-0870-4630

Зиннатуллина Лилия Наилевна
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0006-6833-704X

Altynbaeva Gulnaz R.
PhD, ophthalmologist of the 3-rd Polyclinic department
https://orcid.org/0000-0002-0870-4630

Zinnatullina Lilia N.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0006-6833-704X

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-422-427*

*поступила 25.03.25*
*was received 25.03.25*

# Комбинированная факовитрэктомия при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией. Клинический случай






А.С. Головин[1] А.В. Малышев[2] С.А. Сай[2] И.Г. Овечкин[3]

[1] ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница»
проспект Луначарского, 45, Санкт-Петербург, 2194291, Российская Федерация

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

[3] 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

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):422–427**

**Цель:** рассмотрение клинического случая хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки (РОС) с позиции эффективности одномоментной комбинированной факовитрэктомии (ФВЭ) как сочетания микроинвазивной витрэктомии и факоэмульсификации катаракты (ФЭК). Представлен клинический случай хирургического лечения пациента с диагнозом РОС, пролиферативная витреоретинопатия (ПВР) стадии «С» posterior 1, миопия средней степени, периферическая витреохориоретинопатия. Хирургическое вмешательство выполнено с использованием офтальмологической хирургической системы «Alcon Constellation Vision System» (США) и микроскопа «Leica Proveo 8» (Швейцария). Офтальмологический статус оценен с использованием стандартных методов на основе выполнения ультразвукового исследования («Quantel medical compact touch», Франция), фоторегистрации состояния глазного дна и оптической когерентной томографии макулярной области (томограф «Topcon 3D OCT-1 Maestro», Япония). **Результаты и заключение.** Выполнено хирургическое лечение в объеме комбинированной ФВЭ 25 Ga с имплантацией интраокулярной линзы и тампонадой стекловидной камеры «легким» силиконовым маслом вязкостью 2000 сСт. Результаты хирургического лечения свидетельствуют о высокой эффективности и безопасности методики ФВЭ, что подтверждается отсутствием рецидивирования заболевания и необходимости дополнительных хирургических вмешательств при динамическом наблюдении сроком до 6 месяцев. Представленный клинический случай отображает ряд существенных преимуществ метода ФВЭ, к которым, в частности, относятся безопасное и контролируемое выполнение ФЭК, благодаря оказываемой поддержке капсульного мешка сохраненным стекловидным телом, оптимальной визуализация структур глазного дна и периферических отделов стекловидного тела, отсутствию дополнительного этапа хирургического вмешательства по удалению катаракты, связанного с повторной госпитализацией в стационар и психоэмоциональным напряжением, непосредственно влияющим на качество жизни пациента.

**Ключевые слова:** регматогенная отслойка сетчатки, витрэктомия, факовитрэктомия, комбинированная витреоретинальная хирургия

**Для цитирования:** Головин А.С., Малышев А.В., Сай С.А., Овечкин И.Г. Комбинированная факовитрэктомия при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки, осложненной пролиферативной витреоретинопатией (клинический случай). *Офтальмология.* 2025;22(2):422–427. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-422-427

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Combined Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Complicated by Proliferative Vitreoretinopathy. Clinical case

A.S. Golovin[1], A.V. Malyshev[2], S.A. Sai[2], I.G. Ovechkin[3]

[1] Leningrad Regional Clinical Hospital
Lunacharsky ave., 45, bld. 2, Saint Petersburg, 194291, Russian Federation

[2] Research Institute of Regional Clinical Hospital No. 1 named after prof. S.V. Ochapovsky
1 Maya str., 167, Krasnodar, 350086, Russian Federation

[3]Academy of Postgraduate Education of the Institution Federal Scientific and Clinical Center of the Federal Medical and Biological Agency
Volokolamskoe highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):422–427**

**Purpose.** Review surgical treatment clinical case of rhegmatogenous retinal detachment (RRD) from the standpoint of the effectiveness of single-stage combined phacovitrectomy (FVE), as a combination of microinvasive vitrectomy and cataract phacoemulsification (PEC). Patient and methods. A clinical case of a patient diagnosed with RRD, proliferative vitreoretinopathy (PVR) stage "C" posterior 1, moderate myopia, peripheral vitreochorioretinopathy is presented. Surgical intervention was performed using the ophthalmological surgical system "Alcon Constellation Vision System" (USA) and the microscope "Leica Proveo 8" (Switzerland). The ophthalmologic status was assessed using standard methods based on ultrasound examination (Quantel medical compact touch, France), photo recording of the fundus and optical coherence tomography of the macular region (on the Topcon 3D OCT-1 Maestro tomograph, Japan). **Results and conclusion.** Surgical treatment was performed in the volume of combined FVE 25 Ga with implantation of an intraocular lens and tamponade of the vitreous chamber with "light" silicone oil with a viscosity of 2000 cSt. The results of surgical treatment indicate high efficiency and safety of the FVE technique, which is confirmed by the absence of recurrence of the disease and the need for additional surgical interventions during dynamic observation for up to 6 months. The presented clinical case demonstrates a number of significant advantages of the FVE method, which include, in particular, safe and controlled implementation of PEC, due to the support of the capsular bag by the preserved vitreous body, optimal visualization of the fundus structures and vitreous body peripheral parts, the absence of an additional stage of surgical intervention to remove cataracts associated with rehospitalization and psychoemotional stress directly affecting the patient's quality of life.

**Keywords:** rhegmatogenous retinal detachment, vitrectomy, phacovitrectomy, combined vitreoretinal surgery

**For citation:** Golovin A.S., Malyshev A.V., Sai S.A., Ovechkin I.G. Combined Phacovitrectomy in Surgical Treatment of Rhegmatogenous Retinal Detachment Complicated by Proliferative Vitreoretinopathy. Clinical case. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 422–427. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-422-427

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) относится к числу наиболее серьезных заболеваний глаза, приводящих к значительному снижению (вплоть до полной потери) остроты зрения. Частота встречаемости РОС, по данным литературы, составляет от 9,5 до 28,3 случая в год на 100 000 населения [1–4]. В Российской Федерации заболеваемость РОС (по данным общероссийской общественной организации «Ассоциация врачей-офтальмологов») варьирует от 8,9 до 24,4 случая на 100 000 населения в год [5]. В настоящее время ведущим методом хирургического лечения РОС является микроинвазивная витрэктомия (МВЭ) с использованием инструментов калибра 25/27G, эффективность анатомического «успеха» при которой составляет 88,7–100 % [6–8]. Несмотря на высокую вероятность прилегания сетчатки, частым осложнением МВЭ, выполненной на факичном глазу, является помутнение нативного хрусталика, возникающее более чем в 80 % случаев в течение первого года после проведения МВЭ по поводу РОС [9, 10]. Наряду с этим недостатком выполнения МВЭ без замены нативного хрусталика является отсутствие технической возможности удаления периферических отделов стекловидного тела, что представляется важным в патогенезе развития пролиферативной витреоретинопатии в послеоперационном периоде лечения РОС.

**Цель:** представление клинического случая хирургического лечения РОС с позиции эффективности одномоментной комбинированной факовитрэктомии (ФВЭ) как сочетания МВЭ и факоэмульсификации катаракты (ФЭК).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Хирургическое вмешательство выполнено с использованием офтальмологической хирургической системы «Alcon Constellation Vision System» (США) и микроскопа «Leica Proveo 8» (Швейцария). Офтальмологический статус оценен с использованием стандартных методов

на основе выполнения УЗИ («Quantel medical compact touch», Франция), фоторегистрации состояния глазного дна и ОКТ макулярной области (томограф «Topcon 3D OCT-1 Maestro», Япония).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пациент М-ов, 38 лет. Жалобы (появились остро, 24 дня назад) на отсутствие предметного зрения и ощущение темной «завесы» в верхней половине поля зрения левого глаза. В анамнезе миопия средней степени с начальных классов школы. Операции и травмы глаза отрицает. Соматически здоров. Офтальмологический статус до лечения: острота зрения правого глаза — 0,1 с коррекцией sph -4,0 = 1,2; левого глаза — 0,08, не корригируется. Внутриглазное давление по Маклакову: правый глаз — 17 мм рт. ст., левый глаз — 15 мм рт. ст. Кинетическая периметрия: правый глаз — без патологии, левый глаз — выпадение верхних отделов поля зрения. Ультразвуковое исследование: правый глаз — единичные мелкие гиперэхогенные включения в стекловидном теле, оболочки прилежат; левый глаз — крупные гиперэхогенные подвижные включения в стекловидном теле, сетчатка отслоена в нижних квадрантах с распространением в верхне-носовой квадрант (рис. 1). Оптическая когерентная томография: правый глаз — профиль сетчатки в макулярной области сохранен; левый глаз — щелевидная отслойка сетчатки в макулярной области (рис. 2).

Биомикроофтальмоскопия: правый глаз — конъюнктива бледно-розовая, отделяемого нет, оптические среды прозрачные, подвижные нитчатые помутнения в стекловидном теле; глазное дно в условиях мидриаза — ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области без видимой патологии, на периферии сетчатки в верхне-височном отделе периферическая витреохориоретинопатия по типу «след улитки»; левый глаз — конъюнктива бледно-розовая, отделяемого нет, оптические среды прозрачные, умеренно выраженные сгустки крови в стекловидном теле; глазное дно в условиях мидриаза — ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области стушеванность рефлексов, в нижних квадрантах высокая отслойка сетчатки, распространяющаяся в верхне-носовой квадрант, в нижне-носовом отделе в области экватора определяется гигантский ретинальный разрыв с подвернутыми краями размером в один квадрант (рис. 3).



**Рис. 1.** Ультразвуковое исследование левого глаза. Определяется субтотальная отслойка сетчатки

**Fig. 1.** Ultrasound examination of the left eye. Subtotal retinal detachment is determined

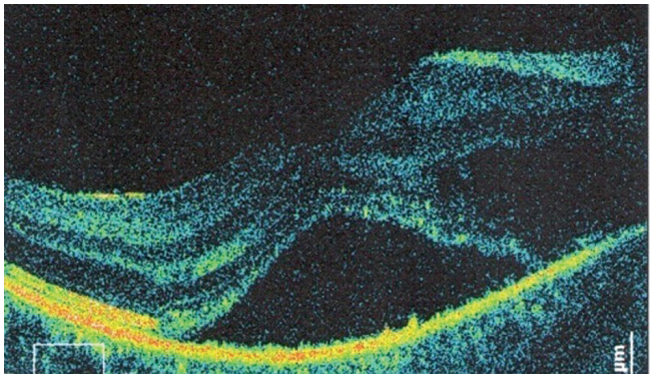


**Рис. 2.** Оптическая когерентная томография макулярной области левого глаза. Определяется отслойка сетчатки в макулярной области

**Fig. 2.** Optical coherence tomography of the macular region of the left eye. Retinal detachment in the macular region is determined

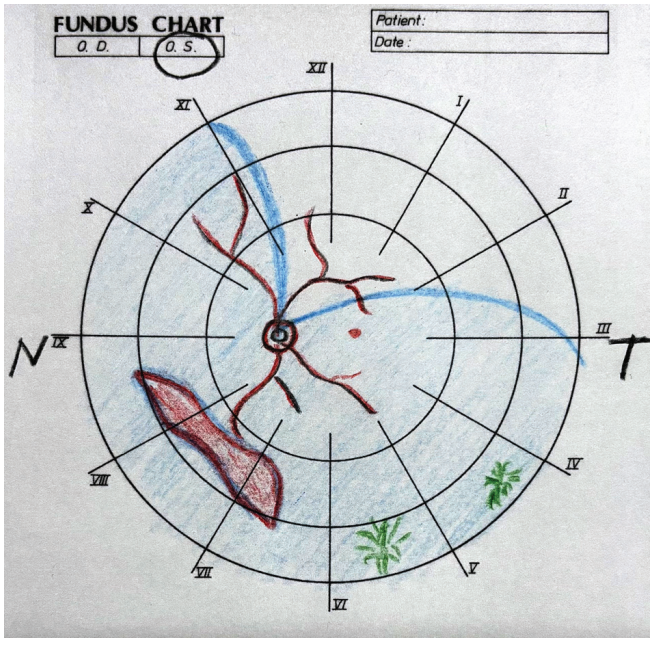



**Рис. 3.** Карта глазного дна левого глаза. Схематически изображен ретинальный разрыв (заштрихован красным цветом), «звездчатые» складки сетчатки (зеленый цвет) и границы распространения отслойки сетчатки (заштрихована голубым цветом)

**Fig. 3.** Map of the fundus of the left eye. Schematically depicts the retinal break (shaded in red), stellate retinal folds (green) and the boundaries of the retinal detachment (shaded in blue)

На основании объективных данных поставлен диагноз: левый глаз — регматогенная отслойка сетчатки, пролиферативная витреоретинопатия (ПВР) стадии «С» posterior 1, миопия средней степени, периферическая витреохориоретинопатия; правый глаз — миопия средней степени, периферическая витреохориоретинопатия. Выполнено хирургическое лечение на левом глазу в объеме комбинированной ФВЭ 25 Ga с имплантацией интраокулярной линзы и тампонадой стекловидной камеры «легким» силиконовым маслом вязкостью 2000 сСт (рис. 4А, Б). Факоэмульсификация нативного хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) осуществлялась по стандартной методике, что объясняется отсутствием патологической подвижности задней капсулы хрусталика, возникающей после ранее перенесенных хирургических вмешательств при этапном лечении РОС. Эндовитреальный этап при РОС, осложненной тяжелой ПВР, выполнялся с позиции максимально возможного удаления стекловидного тела и тщательного пилинга эпиретинальных структур, формирующих «звездчатые» складки сетчатки (обозначены зеленым цветом на рис. 3) и вызывающих сокращение сетчатки и невозможность ее расправления.

Наряду с перечисленными особенностями витрэктомии следует отметить и манипуляции, направленные на резекцию измененной сетчатки (интраретинальный фиброз с заворачиванием краев) на фоне тяжелой ПВР, что снижает риск дальнейшего рубцевания краев ретинального разрыва и его разгерметизации. После интраоперационного расправления сетчатки выполнялась эндолазеркоагуляция, способствующая дополнительной хориоретинальной фиксации, и тампонада стекловидной камеры силиконовым маслом, являющимся наиболее оправданным компонентом для тампонады витреальной полости при РОС, осложненной тяжелой ПВР с характерным высоким риском рецидивирования отслойки сетчатки. Решение о длительности тампонады витреальной полости силиконовым маслом принималось, исходя из тяжести проявлений ПВР, и соответствовало минимальному сроку 3 месяца после ФВЭ.

Офтальмологический статус левого глаза на первые сутки после хирургического лечения: острота левого глаза — 0,1, не корригируется. Внутриглазное давление (пневмотонометрия): правый глаз — 13 мм рт. ст., левый глаз — 14 мм рт. ст. Биомикроофтальмоскопия: легкая гиперемия конъюнктивы, отделяемого нет, роговица прозрачная, передняя камера глубже среднего, влага передней камеры прозрачная, зрачок 4 мм в диаметре, реакции зрачка на свет адекватные, заднекамерная ИОЛ центрирована в капсульном мешке, в витреальной полости силиконовое масло, глазное дно: ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области стушеванность рефлексов, в нижне-носовом квадранте ретинальный дефект с неокрепшими рубцами лазеркоагуляции, сетчатка прилежит повсеместно.

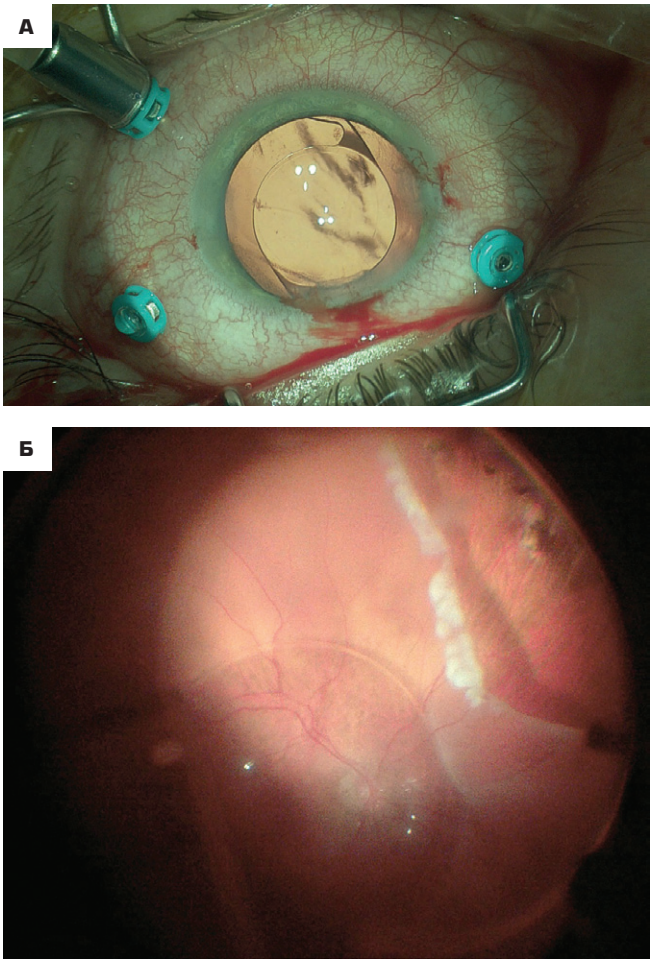



**Рис. 4.** Интраоперационное фото: А — факовитрэктомия после имплантации интраокулярной линзы; Б — факовитрэктомия. Визуализируется гигантский ретинальный разрыв с завернутыми краями, маркированными эндокаутером

**Fig. 4.** Intraoperative photo; A — phacovitrectomy after intraocular lens implantation; Б — phacovitrectomy. A giant retinal tear with inverted edges marked by an endocautery is visualized

Офтальмологический статус на пятые сутки после хирургического лечения: острота левого глаза — 0,1, с коррекцией sph +1,5 = 0,2. Внутриглазное давление (пневмотонометрия): правый глаз — 13 мм рт. ст., левый глаз — 14 мм рт. ст. Биомикроофтальмоскопия: легкая гиперемия конъюнктивы, отделяемого нет, роговица прозрачная, передняя камера глубже среднего, влага передней камеры прозрачная, зрачок 4 мм в диаметре, реакции зрачка на свет адекватные, заднекамерная ИОЛ центрирована в капсульном мешке, в витреальной полости силиконовое масло, глазное дно: ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области стушеванность рефлексов, в нижне-носовом квадранте ретинальный дефект с созревающими рубцами лазеркоагуляции, сетчатка прилежит повсеместно. На пятые сутки после хирургического лечения пациент выписан на амбулаторное

лечение с рекомендацией об удалении силиконового масла через 3 месяца.

Офтальмологический статус через 3 месяца после хирургического лечения: острота левого глаза — 0,3, не корригируется. Внутриглазное давление по Маклакову: правый глаз — 17 мм рт. ст., левый глаз — 16 мм рт. ст. Биомикроофтальмоскопия: конъюнктива бледно-розовая, отделяемого нет, роговица прозрачная, передняя камера глубже среднего, влага передней камеры прозрачная, зрачок 3 мм в диаметре, реакции зрачка на свет адекватные, заднекамерная ИОЛ центрирована в капсульном мешке, в витреальной полости силиконовое масло, глазное дно в условиях мидриаза: ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области стушеванность рефлексов, в нижне-носовом квадранте ретинальный дефект, отграниченный пигментированными рубцами лазеркоагуляции, сетчатка прилежит повсеместно.

Выполнено хирургическое лечение левого глаза в объеме микроинвазивной 25 Ga ревизии витреальной полости, удаление силиконового масла, дополнительная эндолазеркоагуляция, эндотампонада газовоздушной смесью.

Офтальмологический статус левого глаза на первые сутки после хирургического лечения: острота левого глаза — 0,02, не корригируется. Внутриглазное давление (пневмотонометрия): правый глаз — 13 мм рт. ст., левый глаз — 10 мм рт. ст. Биомикроофтальмоскопия: левый глаз — легкая гиперемия конъюнктивы, отделяемого нет, роговица прозрачная, передняя камера глубже среднего, влага передней камеры прозрачная, зрачок 4 мм в диаметре, реакции зрачка на свет адекватные, заднекамерная ИОЛ центрирована в капсульном мешке, в витреальной полости газовоздушная смесь, рефлекс с глазного дна розовый, детали оценить не представляется возможным.

Офтальмологический статус на пятые сутки после хирургического лечения: острота левого глаза — 0,1, с коррекцией sph –2,5 = 0,2. Внутриглазное давление (пневмотонометрия): правый глаз — 13 мм рт. ст., левый глаз — 14 мм рт. ст. Биомикроофтальмоскопия: легкая гиперемия конъюнктивы, отделяемого нет, роговица прозрачная, передняя камера глубже среднего, влага передней камеры прозрачная, зрачок 4 мм в диаметре, реакции зрачка на свет адекватные, заднекамерная ИОЛ центрирована в капсульном мешке, в витреальной полости газовоздушная смесь (1/3 объема) и прозрачная влага (2/3 объема), глазное дно: ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области стушеванность рефлексов, в нижне-носовом квадранте ретинальный дефект с пигментированными рубцами лазеркоагуляции, сетчатка прилежит повсеместно (рис. 5).

На пятые сутки после хирургического лечения пациент выписан на амбулаторное лечение. Офтальмологический статус при сроке наблюдения 1, 3 и 6 месяцев после удаления силиконового масла: передний отрезок

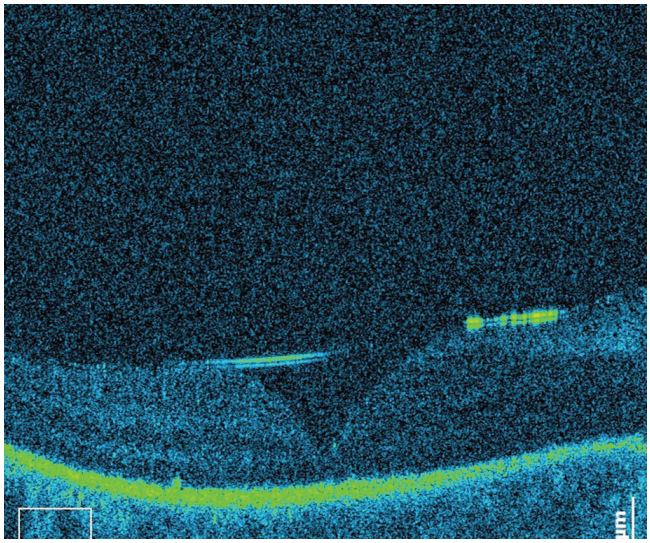


**Рис. 5.** Оптическая когерентная томография макулярной области левого глаза на 5 сутки после хирургического лечения. Сетчатка в макулярной области прилежит, определяется характерный блик силиконового масла на границе контакта с сетчаткой

**Fig. 5.** Optical coherence tomography of the macular region of the left eye on the 5th day after surgical treatment. The retina in the macular region is adjacent, a characteristic glare of silicone oil is determined at the border of contact with the retina

без особенностей, заднекамерная ИОЛ центрирована в капсульном мешке, влага витреальной полости прозрачная, глазное дно: ДЗН удовлетворительного питания, контуры четкие, сосуды не изменены, в макулярной области стушеванность рефлексов, в нижне-носовом квадранте ретинальный дефект с окрепшими рубцами лазеркоагуляции, сетчатка прилежит повсеместно

Обсуждая представленные данные, следует отметить, что в клиническом случае отображено проведение ФВЭ у пациента с РОС, осложненной ПВР стадии «С» posterior 1. Результаты хирургического лечения свидетельствуют о высокой эффективности и безопасности методики ФВЭ, что подтверждается отсутствием рецидивирования заболевания и необходимости дополнительных хирургических вмешательств при динамическом наблюдении сроком до 6 месяцев.

В связи с этим следует подчеркнуть, что, в сравнительном плане (ФВЭ — ВЭ без ФЭК) данные литературы свидетельствуют о примерно сходных уровнях вероятности достижения анатомически полного прилегания сетчатки [10, 11]. Наряду с этим установлен сходный характер и частота осложнений при обоих хирургических подходах к лечению РОС. При этом основными интраоперационными осложнениями являлись разрыв задней капсулы хрусталика, травма радужной оболочки и сложный капсулорексис. В послеоперационном периоде отмечались повышение ВГД, отек роговицы, а также формирование эпиретинальной мембраны и макулярного отека [8, 12, 13]. Особенно важно отметить, что дополнительная ФЭК во время ВЭ по поводу РОС не связана,

по мнению большинства авторов, с более высокой частотой повторной отслойки сетчатки [14–16].

Представленный клинический случай отображает, с нашей точки зрения, ряд существенных преимуществ метода ФВЭ, к которым, в частности, относятся безопасное и контролируемое выполнение ФЭК благодаря оказываемой поддержке капсульного мешка сохраненным стекловидным телом, оптимальной визуализации структур глазного дна и периферических отделов стекловидного тела, отсутствию дополнительного этапа хирургического вмешательства по удалению катаракты, связанного с повторной госпитализацией в стационар и психоэмоциональным напряжением, непосредственно влияющим на качество жизни пациента.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Головин А.С. — набор клинического материала, написание текста;
Малышев А.В. — основная идея, дизайн статьи, редактирование;
Сай С.А. — анализ литературных источников, написание текста;
Овечкин И.Г. — редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Baudin F, Benzenine E, Mariet AS, Ben Ghezala I, Daien V, Gabrielle PH, Quantin C, Creuzot-Garcher CP. Impact of COVID-19 lockdown on surgical procedures for retinal detachment in France: a national database study. Br J Ophthalmol. 2023 Apr;107(4):565–569. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-319531.
2. Sothivannan A, Eshtiaghi A, Dhoot AS, Popovic MM, Garg SJ, Kertes PJ, Muni RH. Impact of the Time to Surgery on Visual Outcomes for Rhegmatogenous Retinal Detachment Repair: A Meta-Analysis. Am J Ophthalmol. 2022 Dec;244:19–29. doi: 10.1016/j.ajo.2022.07.022.
3. Nowak MS, Żurek M, Grabska-Liberek I, Kanclerz P. First Nation-Wide Study of the Incidence and Characteristics of Retinal Detachment in Poland during 2013–2019. J Clin Med. 2023 Feb 12;12(4):1461. doi: 10.3390/jcm12041461.
4. Saraf SS, Lacy M, Hunt MS, Lee CS, Lee AY, Chee YE; IRIS Registry Research Analytic Centers. Demographics and Seasonality of Retinal Detachment, Retinal Breaks, and Posterior Vitreous Detachment from the Intelligent Research in Sight Registry. Ophthalmol Sci. 2022 Mar 18;2(2):100145. doi: 10.1016/j.xops.2022.100145.
5. Кудрявцева ЮВ, Семёнов АН. Патогенетические аспекты развития и течения регматогенной отслойки сетчатки на фоне пролиферативной витреоретинопатии. Обзор литературы. Офтальмология. 2023;20(4):624–633. doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-624–633.
   Kudryavtseva YuV, Semyonov AN. Pathogenetic Aspects of the Development and Course of Rhegmatogenous Retinal Detachment against the Background of Proliferative Vitreoretinopathy. Literature Review. Ophthalmology in Russia. 2023;20(4):624–633 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-624–633.
6. Radeck V, Helbig H, Maerker D, Gamulescu MA, Prahs P, Barth T. Rhegmatogenous retinal detachment repair-does age, sex, and lens status make a difference? Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2022 Oct;260(10):3197–3204. doi: 10.1007/s00417-022-05674-x.
7. Benson MD, Sia D, Seamone ME, Greve M, Hinz B, Tennant MTS, Baker C, Somani R, Ehmann DS. PHACOVITRECTOMY FOR PRIMARY RHEGMATOGENOUS RETINAL DETACHMENT REPAIR: A Retrospective Review. Retina. 2021 Apr 1;41(4):753–760. doi: 10.1097/IAE.0000000000002945.
8. Helmy YA, Dahab AA, Abdelhakim MA, Khattab AM, Hamza HS Vitrectomy and silicone oil tamponade with and without phacoemulsification in the management of rhegmatogenous retinal detachment: A comparative study. Afr. Vis. Eye Health. 2020;79:8. doi: 10.4102/aveh.v79i1.546.
9. Guber J, Bentivoglio M, Sturm V, Scholl HP, Valmaggia C. Combined pars plana vitrectomy with phacoemulsification for rhegmatogenous retinal detachment repair. Clin Ophthalmol. 2019 Aug 21;13:1587–1591. doi: 10.2147/OPTH.S215352.
10. Erçalık NY, Yenerel NM, Sanisoğlu HA, Kumral ET, İmamoğlu S. Comparison of intra- and postoperative complications of phaco between sequential and combined procedures of 23-gauge vitrectomy and phaco. Saudi J Ophthalmol. 2017 Oct-Dec;31(4):238–242. doi: 10.1016/j.sjopt.2017.04.005.
11. Kim MS, Woo SJ, Park KH. Phacovitrectomy versus lens-sparing vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment repair according to the surgical experience. Retina. 2021 Aug 1;41(8):1597–1604. doi: 10.1097/IAE.0000000000003090.
12. Tan A, Bertrand-Boiché M, Angioi-Duprez K, Berrod JP, Conart JB. Outcomes of combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: A Comparative Study. Retina. 2021 Jan 1;41(1):68–74. doi: 10.1097/IAE.0000000000002803.
13. Mirshahi A, Khalilipour E, Faghihi H, Riazi-Esfahani H, Mirshahi R, Mehrjardi HZ, Najibzadeh E, Amini A, Nabavi A. Pars plana vitrectomy combined with phacoemulsification versus pars plana vitrectomy only for treatment of phakic rhegmatogenous retinal detachment: a systematic review and meta-analysis. Int Ophthalmol. 2023 Feb;43(2):697–706. doi: 10.1007/s10792-022-02465-5.
14. Brent AJ, Bedi S, Wakefield M, Banerjee S. A comparative study of lens management in the United Kingdom and India with regard to rhegmatogenous retinal detachment surgery. Eur J Ophthalmol. 2020 Sep;30(5):1120–1126. doi: 10.1177/1120672119855209.
15. Port AD, Nolan JG, Siegel NH, Chen X, Ness SD, Subramanian ML. Combined phaco-vitrectomy provides lower costs and greater area under the curve vision gains than sequential vitrectomy and phacoemulsification. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2021 Jan;259(1):45–52. doi: 10.1007/s00417-020-04877-4.
16. Wu AM, Wu CM, Tseng VL, Greenberg PB, Giaconi JA, Yu F, Lum F, Coleman AL. Characteristics Associated With Receiving Cataract Surgery in the US Medicare and Veterans Health Administration Populations. JAMA Ophthalmol. 2018 Jul 1;136(7):738–745. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.1361.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Головин Александр Сергеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог
https://orcid.org/0000-0002-4803-9241

Малышев Алексей Владиславович
доктор медицинских наук, доцент, заведующий офтальмологическим отделением
https://orcid.org/0000-0002-1448-9690

Сай Сергей Александрович
врач-офтальмолог
https://orcid.org/0009-0008-5849-1988

Овечкин Игорь Геннадьевич
доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-3996-1012


## ABOUT THE AUTHORS


Golovin Aleksandr S.
PhD, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-4803-9241

Malyshev Aleksey V.
MD, Associate Professor, head of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-1448-9690

Sai Sergey A.
ophthalmologist
https://orcid.org/0009-0008-5849-1988

Ovechkin Igor G.
MD, Professor, Professor of the Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0003-3996-1012

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-428-434*

*поступила 08.05.24*
*was received 08.05.24*

# Диагностика каротидно-кавернозного соустья в офтальмологической практике. Клинический случай






Э.Ю. Санторо[1,3] Е.И. Файзуллина[1] М.А. Бессмертных[2] М.И. Аввакумова[3]

[1] БУ «Сургутская окружная клиническая больница»
ул. Энергетиков, 24/2, Сургут, 628408, Российская Федерация

[2] БУ «Сургутская клиническая травматологическая больница»
Нефтеюганское шоссе, 20, Сургут, 628418, Российская Федерация

[3] БУ ВПО Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Сургутский государственный университет»
пр. Ленина, 1, Сургут, 628412, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):428–434**

**Цель:** представить клинический случай каротидно-кавернозного соустья в офтальмологической практике. **Методы.** Пациентка М., 68 лет, обратилась в офтальмологическое отделение с жалобами на снижение зрения, покраснение, отек слизистой правого глаза, боль в правой теменной области. Из анамнеза заболевания известно, что вышеуказанные жалобы беспокоят в течение последних 3-х месяцев. Травмы отрицает. Анамнез жизни: гипертоническая болезнь около 10 лет, регулярно принимает гипотензивные препараты. В поликлинике по месту жительства поставлен диагноз: хронический конъюнктивит правого глаза. Назначенное местное лечение пациентка соблюдала, без положительного эффекта. Проведено стандартное офтальмологическое обследование, в качестве дообследования назначено дуплексное транскраниальное сканирование артерий и вен, дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий с цветным доплеровским картированием кровотока, МРТ головного мозга и орбиты, КТ ангиография сосудов головного мозга с контрастным усилением. Пациентка осмотрена нейрохирургом, назначена селективная церебральная ангиография головного мозга. Поставлен заключительный диагноз: спонтанное каротидно-кавернозное соустье справа. Выполнена эндоваскулярная эмболизация сосудов с окклюзией непрямого каротидно-кавернозного соустья бассейна правой наружной сонной артерии неадгезивным жидким композитным материалом на основе сополимера этилена и винилового спирта (EVOH). В послеоперационном периоде отмечен регресс офтальмологической картины. **Результаты.** На фоне атеросклероза сосудов головного мозга и гипертонической болезни сформировалось соустье бассейна правой наружной сонной артерии (правой средней менингеальной артерии), а также менингеальных ветвей обеих внутренних сонных артерий, со сбросом в правый каротидно-кавернозный синус и правую глазную вену. **Заключение.** При спонтанном каротидно-кавернозном соустье с малым размером фистулы клиническая картина заболевания может не иметь классических симптомов, вызвать затруднения в постановке диагноза и привести к неправильной тактике лечения. Для выявления сложных сосудистых нарушений важно использовать МРТ головного мозга в сосудистом режиме в качестве дополнительного метода исследования. Ранняя диагностика и целенаправленное лечение являются залогом благоприятного исхода и успешной реабилитации пациента.

**Ключевые слова:** каротидно-кавернозное соустье, эндоваскулярная эмболизация, эндоваскулярная нейрохирургия, артериовенозная фистула, экзофтальм

**Для цитирования:** Санторо Э.Ю., Файзуллина Е.И., Бессмертных М.А., Аввакумова М.И. Диагностика каротидно-кавернозного соустья в офтальмологической практике. Клинический случай. *Офтальмология.* 2025;22(2):428–434. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-428-434

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Diagnosis with Carotid Cavernous Fistula in Ophthalmologic Practice. Clinical case

E.Yu. Santoro[1,3], E.I. Faizullina[1], M.A. Bessmertnykh[2], M.I. Avvakumova[3]

[1] Surgut District Clinical Hospital
Energetikov str., 24/2, Surgut, 628408, Russian Federation

[2] Surgut Clinical Trauma Hospital
Nefteyuganskoe highway, 20, Surgut, 628418, Russian Federation

[3] Surgut State University
Lenina str., 1, Surgut, 628412, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):428–434**

**Purpose:** A clinical case of carotid cavernous fistula in ophthalmologic practice. **Methods.** Patient M., 68 years old, came to the ophthalmologic department with complaints of decreased vision, redness, swelling of the right eye mucosa, and pain in the right parietal region. From the anamnesis morbi it is known that the above-mentioned complaints have been bothering for the last 3 months. She denies traumas. Anamnesis vitae: Hypertensive disease for about 10 years, regularly takes hypotensive drugs. The polyclinic at the place of residence diagnosed chronic conjunctivitis of the right eye. The prescribed local treatment was followed, without positive effect. Standard ophthalmologic examination was performed; as a follow-up examination, duplex transcranial scanning of arteries and veins, duplex scanning of brachiocephalic arteries with color Doppler mapping of blood flow, MRI of the brain and orbit, CT angiography of cerebral vessels with contrast enhancement were prescribed. The patient was examined by a neurosurgeon and selective cerebral angiography of the brain with intravenous amplification was prescribed. The final diagnosis was made: Spontaneous carotid cavernous fistula on the right side. Endovascular embolization of vessels with occlusion of the indirect CSA of the right NSA basin with non-adhesive liquid composite material based on ethylene-vinyl alcohol copolymer (EVOH) was performed. Regression of ophthalmologic picture was noted in the postoperative period. **Results**. Against the background of atherosclerosis of cerebral vessels, hypertension, the right external carotid artery basin (right middle meningeal artery) as well as meningeal branches of both internal carotid arteries with discharge into the right carotid-cavernous sinus and right ophthalmic vein was formed. **Conclusion.** In spontaneous carotid cavernous fistula with small fistula size, the clinical picture of the disease may not have classical symptoms, causing difficulties in diagnosis and leading to inappropriate treatment tactics. To detect complex vascular disorders, it is important to use brain MRI in vascular mode as an additional method of investigation. Early diagnosis and targeted treatment are the key to a favorable outcome and successful rehabilitation of the patient.

**Keywords:** carotid cavernous fistula, endovascular embolization, endovascular neurosurgery, arteriovenous fistula, exophthalmos

**For citation:** Santoro E.Yu., Faizullina E.I., Bessmertnykh M.A., Avvakumova M.I. Diagnosis with Carotid Cavernous Fistula in Ophthalmologic Practice. Clinical case. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 428–434. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-428-434

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Все интракраниальные артериовенозные патологические сообщения делятся на артериовенозные мальформации, которые состоят из узла самой мальформации и кровоснабжаются из кортикальных артерий, и есть второй вариант — это дуральные артериовенозные фистулы (ДАВФ), которые представляют собой патологическое сообщение между менингеальными артериями и дуральными венозными синусами или кортикальными венами, при этом имеется только фистульный компонент и нет узла мальформации [1–4]. ДАВФ — редкая патология и составляет 10–15 % от всех интракраниальных шунтов [3].

Дуральные артериовенозные фистулы встречаются в любой период жизни, чаще в возрасте 50–60 лет, к группе риска относятся женщины-гипертоники в постменопаузальном периоде [3, 5]. По локализации ДАВФ часто формируются в стенках кавернозного, поперечного и сигмовидного синусов, значительно реже встречаются случаи формирования фистул в других синусах мозга [3, 5]. По причине возникновения могут быть спонтанные, посттравматические и фистулы, возникающие после тромбоза дурального синуса. Посттравматические фистулы, наиболее часто встречающиеся, служат причиной каротидно-кавернозных фистул. По клиническим проявлениям нейроофтальмологическая симптоматика является ведущей в клинической картине ДАВФ в кавернозном синусе. [3, 4, 6–11].

Итак, прямое каротидно-кавернозное соустье — это аномальное прямое сообщение между собственно просветом сонной артерии и кавернозным синусом (фактически окружающим внутреннюю сонную артерию в ее кавернозном сегменте). Кровь из внутренней сонной артерии (ВСА) проникает в просвет кавернозного синуса, давление крови в венозной системе резко повышается, что обусловливает затруднение оттока крови

в кавернозный синус из глазничной и других вен, включая дренирующие мозговую ткань, и в то же время, по существу, происходит «обкрадывание» кровоснабжения головного мозга [3–8]. Кавернозный синус расширяется и сдавливает проходящие через него черепные нервы, а именно глазодвигательный, блоковый, отводящий и первую ветвь тройничного нерва, т.е. глазной нерв. Почему же именно в этом месте формируется фистула? Этому есть объяснение, состоящее в том, что именно в кавернозной части внутренняя сонная артерия имеет плохо развитый мышечный и эластический каркас, поэтому стенка артерии является наиболее тонкой и непрочной, кроме того, резкие анатомические изгибы артерии создают условия для гидроудара по ее стенке [2, 3, 5–8].

Первое описание синдрома пульсирующего экзофтальма появилось в 1813 году — Travers, в 1835 году и Baron предположил наличие сообщения между сонной артерией и кавернозным синусом, и только в 1856 году Henry на аутопсии выявил соустье между сонной артерией и кавернозным синусом. Прогноз заболевания при ККС был неблагоприятен. Оперативное лечение было крайне неэффективно и сопровождалось большими осложнениями. Ситуация поменялась к лучшему в 1971 году, когда в НИИ нейрохирургии имени Бурденко АМН СССР Федором Андреевичем Сербиненко была разработана новая методика лечения ККС — эндоваскулярная окклюзия отделяемым баллоном шунтирующего отверстия в кавернозном отделе ВСА. Данная методика позволила добиться излечения или улучшения состояния у 80–100 % пациентов [10].

По этиологии ККС может быть классифицировано как посттравматическое или спонтанное, по гемодинамике — высоко- или низкопотоковое, анатомически как прямые и непрямые фистулы. Наиболее часто используемая ангиографическая классификация разделяет ККС на 4 типа. Тип А — фистулы являются прямыми, шунты высокого потока между ВСА и кавернозным синусом (КС), которые обычно возникают после травмы или разрыва аневризмы кавернозного сегмента внутренней сонной артерии. Именно этот тип характеризуется наиболее ярко выраженной клиникой ККС, и именно при нем эффективно применение отделяемых микробаллонов, затягиваемых током крови, обусловленным разницей в давлении, из артериального русла в венозное. Тип В — дуральные шунты между менингеальными ветвями ВСА и КС. Тип С — дуральные шунты между менингеальными ветвями наружной сонной артерии (НСА) и КС. Тип D — дуральные шунты между менингеальными ветвями ВСА, НСА и КС. Большинство прямых ККС возникают вследствие черепно-мозговой травмы, около четверти ККС — спонтанно, как правило, в результате разрыва аневризмы кавернозного отдела ВСА [11].

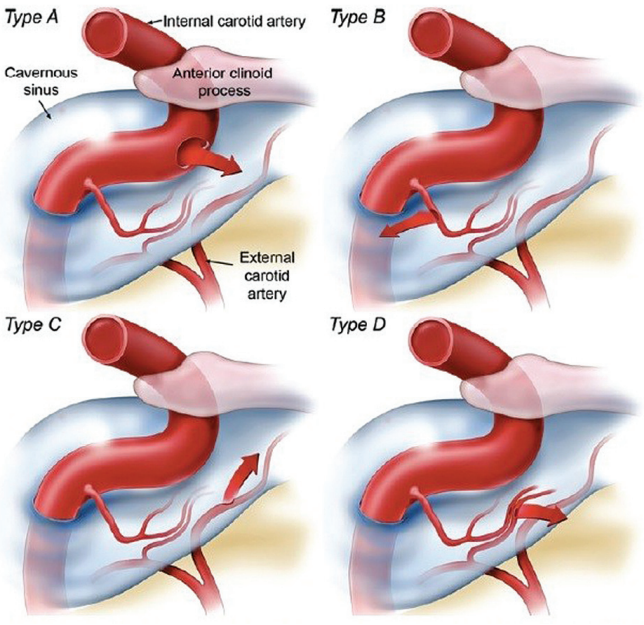



**Рис. 1.** Классификация ККС по Барроу

**Fig. 1.** Barrow classification of CCFs

## ТРИАДА СИМПТОМОВ

Классической триадой симптомов при каротидно-кавернозном соустье являются пульсирующий экзофтальм, хемоз конъюнктивы и шум в голове [12, 13]. Клиническая картина обусловлена развитием экзофтальма, офтальмоплегии, вторичной глаукомы. Экзофтальм при ККС чаще односторонний, редко двусторонний, степень экзофтальма разная — от чуть заметного до 15–20 мм. Выпячивание глазного яблока большой степени может сочетаться со смещением его книзу и кнаружи, поскольку наиболее крупные орбитальные вены расположены в верхневнутреннем углу глазницы. Пульсация выпяченного глазного яблока синхронна с пульсом и в большинстве наблюдений свободно определяется врачом. Субъективно пациент ощущает шум в голове (дующий, прерывистый, разной интенсивности), который объективно выслушивается стетоскопом в надбровной и височной областях.

В связи с затруднением оттока крови, как правило, наблюдают отек век, конъюнктивы, извитость и расширение венозных сосудов век, особенно конъюнктивы, эписклеральных вен. Расширяются вены сетчатки, возможно возникновение отека диска зрительного нерва, центральное зрение при этом не нарушено, имеется поражение глазодвигательных нервов, которые проходят в пещеристом синусе или его наружной стенке. Наиболее часто отмечают поражение отводящего нерва, затем глазодвигательного. Повышение внутриглазного давления (ВГД) обусловлено затруднением оттока внутриглазной жидкости вследствие отека трабекул, ресничного тела. При нарушении кровообращения головного мозга нередко возникают снижение памяти, работоспособности и даже психические расстройства. Вследствие повышенного давления в венах, впадающих в пещеристый синус, возможно возникновение кровотечения из сосудов глазного яблока и носа.

## ЛЕЧЕНИЕ

В настоящее время лечение каротидно-кавернозного соустья проводится эндоваскулярно с использованием трансартериального, трансвенозного либо комбинированного доступа через внутреннюю сонную артерию, наружную сонную артерию, яремную, лицевую и верхнюю глазничную вену. В некоторых случаях, при сложной анатомии, применяют прямую пункцию лицевой вены, выделенной через малый разрез на уровне угла нижней челюсти. При этом для окклюзии соустья наиболее часто используются отделяемые микроспирали и сополимеры этилена и винилового спирта (неадгезивный композитный состав, полимеризующийся при соприкосновении с кровью и характеризующийся лавоподобным распространением по целевому сосуду, а также различной текучестью в зависимости от концентрации основного компонента в полярном апротонном растворителе, которым выступает диметилсульфоксид (димексид)). Чем концентрация ниже, тем ниже вязкость и больше текучесть. Например, Onyx 18 (6 % EVOH) более текучий, чем Onyx 34 (8 % EVOH) (Micro Therapeutics, Inc., Irvine, CA, США). Выбор вязкости позволяет оператору влиять на степень распространения эмболизата в процессе введения материала в целевой сосуд. Важным дополнительным компонентом эмболизата является ультрамелкодисперсный порошок тантала, благодаря которому эмболизирующий материал становится рентгенопозитивным и подходящим для контролируемого введения. При необходимости могут дополнительно применяться и интракранильные стенты (включая поток-перенаправляющие и графт-стенты) [4–6, 14–28].

Разобщение каротидного прямого (высокопотокового) каротидно-кавернозного соустья возможно как с сохранением просвета внутренней сонной артерии (так называемое реконструктивное вмешательство), так и с полной окклюзией ВСА на уровне шунтирующего отверстия (деконструктивное вмешательство, соответственно). На современном этапе развития технологий второй вид вмешательства имеет лишь историческое значение. По существу, эффективное лечение любого артериовенозного соустья, вне зависимости от локализации (включая экстракраниальную) и скорости потока, сводится к окклюзии точки сброса с венозной (дренирующей) стороны. Это позволяет прекратить патологический сброс вне зависимости от количества и размера афферентов, питающих фистулу. Выбор способа доступа (трансартериально или трансвенозно), вида эмболизирующего агента (спираль, неадгезивные композиты и т.п.) обусловливается клинической ситуацией, доступностью эмболизирующих агентов, а также опытом и предпочтениями оператора.




**Рис. 2.** Импланты для эмболизации сосудов «Onyx™»

**Fig. 2.** Onyx™ vascular embolization implants



**Рис. 3.** Спирали AXIUM™

**Fig. 3.** AXIUM™ spirals

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка М., 68 лет, обратилась в офтальмологическое отделение с жалобами на снижение зрения, покраснение, отек слизистой правого глаза, боль в правой теменной области. Из анамнеза заболевания известно, что жалобы беспокоят в течение последних 3- х месяцев. Травмы отрицает. Пациентка обращалась к окулисту по месту жительства, поставлен диагноз: хронический

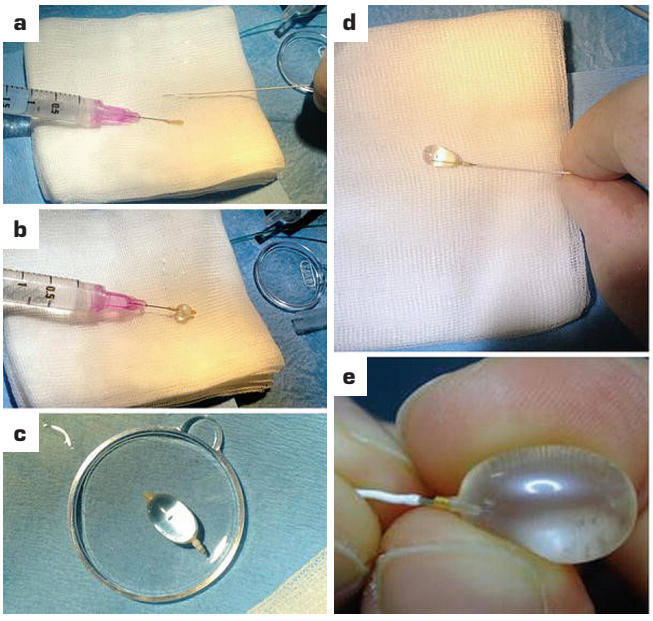



**Рис. 4.** Процесс подготовки микробаллона: a — микробаллон до раздутия, смонтирован на канюлю, перед предварительной промывкой; b — микробаллон после раздутия, смонтирован на канюлю, перед началом предварительной промывкой смесью физиологического раствора и контрастного вещества (1:1); c — раздутый баллон, снятый с канюли, для оценки состоятельности клапана; d — раздутый микробаллон на несущем микрокатетере (виден мандрен (стилет) микрокатетера в просвете микробаллона, облегчающий монтаж баллона на кончик микрокатера); e — раздутый микробаллон, смонтированный на микрокатетере, в руках оператора для демонстрации эластичности окклюзирующего устройства

**Fig. 4.** Microballoon preparation process: a — pre-inflated microballoon, mounted on the cannula, before prewashing; b — an inflating microballoon, mounted on a cannula, is prewashed with a mixture of physiologic solution and contrast agent (1:1) before starting; c — inflated balloon removed from the cannula to assess valve integrity; d — the microballoon on the supporting microcatheter is inflated (the microcatheter mandrel (stylet) is visible in the lumen of the microballoon, which facilitates mounting the balloon on the tip of the microcatheter); e — an inflated microballoon mounted on a microcatheter in the operator's hands to demonstrate the elasticity of the occlusive device

конъюнктивит правого глаза, получала местное противовоспалительное, противоаллергическое, противовирусное лечение, которое не дало эффекта. Анамнез жизни: гипертоническая болезнь около 10 лет, регулярный прием гипотензивных препаратов.

Офтальмологический статус при поступлении: острота зрения OD = 0,2 с коррекцией sph. +1,5 = 0,3; OS = 0,3 с коррекцией sph + 1,5 = 1,0. Внутриглазное давление (ВГД) по Маклакову: OD = 34 мм рт. ст.; OS = 18 мм рт. ст. Экзофтальмометрия (экзофтальмометр Гертеля): OD 21 мм, OS 19 мм. OD — умеренный экзофтальм. Движения глазного яблока в полном объеме, безболезненные. При биомикроскопии OD веки бледно-розовой окраски, пальпация края орбиты безболезненна. Конъюнктива век и переходных складок умеренно гиперемирована, отечна, отделяемого с конъюнктивальной полости нет, выраженная смешанная инъекция сосудов глазного яблока, расширение эписклеральных сосудов по типу симптома «голова медузы», хемоз бульбарной конъюнктивы в нижне-наружном квадранте. Склера белая, роговица сферичная, прозрачная, передняя камера средней глубины, влага прозрачная, реакция зрачка на свет с наружной половины отсутствует, радужка структурна, уплотнение волокон хрусталика в кортикальных слоях, стекловидное тело прозрачное, рефлекс с глазного дна равномерно розовый. OS: веки без патологии. Положение глазного яблока в орбите и глазной щели в норме, движения глазного яблока в полном объеме, безболезненные. Передний отрезок глазного яблока без особенностей. Офтальмоскопия: в условиях мидриаза на OD — ДЗН бледно-розовый, четкий, экскавация 0,4 ДД. Соотношение а:в 1:4, вены полнокровны, расширены. В макулярной области без особенностей, периферия сетчатки без патологии; на OS — ДЗН бледно-розовый, четкий, экскавация 0,4 ДД. Соотношение а:в 1:3, вены полнокровны, незначительно расширены, в макулярной области без особенностей, периферия сетчатки без патологии. Очаговой неврологической симптоматики не выявлено.

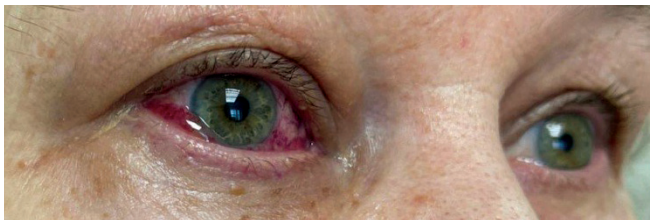


**Рис. 5.** Экзофтальм, хемоз конъюнктивы, расширение эписклеральных вен

**Fig. 5.** Exophthalmos, conjunctival chemosis, dilation of episcleral veins

Пациентке поставлен предварительный диагноз: синдром верхней глазничной щели. Тромбоз правой верхней глазничной вены. Офтальмогипертензия правого глаза. Начальная катаракта и гиперметропия слабой степени обоих глаз.

Проведена дифференциальная диагностика заболеваний орбиты, головного мозга. С целью дообследования назначено: дуплексное транскраниальное сканирование артерий и вен, дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий с цветным доплеровским картированием кровотока, МРТ головного мозга и орбиты, КТ-ангиография сосудов головного мозга с контрастным усилением йомероном 60–400 мл.

Результаты: дуплексное транскраниальное сканирование артерий и вен выявило, что трансорбитально по глазничным артериям кровоток антеградный с легкой асимметрией D>S, слева удовлетворительная характеристика, справа спектральные характеристики изменены по типу коллатерального кровотока. Дуплексное сканирование брахиоцефальных артерий с цветным доплеровским картированием кровотока выявило начальные проявления атеросклероза в обеих ОСА в виде утолщения и разрыхления комплекса интимы-медиа. Обнаружено гемодинамически значимое нарушение прямолинейности хода ОСА и ВСА в проксимальных отделах слева. МРТ головного мозга и орбиты выявило признаки расширения правой верхней глазничной вены, экзофтальм справа.

Таким образом, по УЗДГ сосудов головного мозга и орбит, МРТ и КТ головного мозга было заподозрено сосудистое заболевание головного мозга. Пациентка осмотрена нейрохирургом, назначена селективная церебральная ангиография головного мозга. Выявлено расширение *v. ophthalmica superior* справа до 4,5 мм, непрямое каротидно-кавернозное соустье, питаемое преимущественно

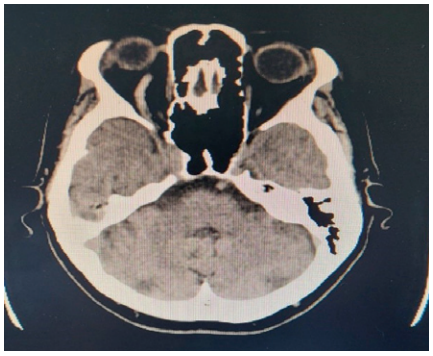


**Рис. 6.** КТ головного мозга и орбиты. Расширение правой верхней глазничной вены, экзофтальм справа

**Fig. 6.** CT scan of the brain and orbit. Dilation of the right superior orbital vein, exophthalmos on the right side



**Рис. 7.** МРТ головного мозга и орбиты. Экзофтальм справа

**Fig. 7.** MRI of the brain and orbit. Exophthalmos on the right

из бассейна правой наружной сонной артерии (правой средней менингеальной артерии), а также менингеальных ветвей обеих внутренних сонных артерий со сбросом в правый каротидно-кавернозный синус и далее в правую офтальмическую вену.

Окончательный диагноз: спонтанное каротидно-кавернозное соустье справа. Вторичная флебогипертензивная глаукома Ia правого глаза. Начальная катаракта обоих глаз. Гиперметропия слабой степени обоих глаз.

Пациентка переведена в нейрохирургическое отделение, где выполнена эндоваскулярная эмболизация сосудов, окклюзия непрямого ККС бассейна правой НСА неадгезивным композитным материалом (Onyx18).

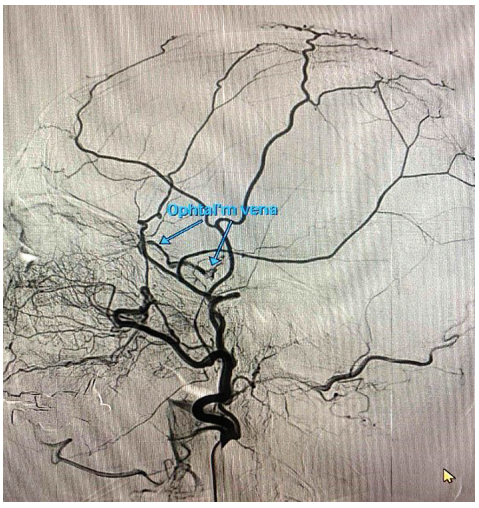



**Рис. 8.** Селективная церебральная ангиография головного мозга с внутривенным усилением. Голубыми стрелками показана правая верхняя глазная вена

**Fig. 8.** Selective cerebral angiography of the brain with intravenous enhancement. Arrows: blue — right superior ophthalmic vein

При осмотре через 2 недели пациентка жалоб не предъявляла. Острота зрения OD 0,4 с коррекцией sph +1,0 = 1,0. OS 1,0. ВГД по Маклакову OD 19 мм рт. ст. OS 17 мм рт. ст. Справа хемоз конъюнктивы регрессировал, инъекция и расширение эписклеральных сосудов регрессировали. На глазном дне правого глаза отмечается уменьшение явлений венозного стаза. Парез отводящего нерва справа.

При осмотре через 6 месяцев пациентка жалоб не предъявляла.

Острота зрения OD 0,4 с коррекцией sph +1,0 = 1,0. OS 1,0. ВГД по Маклакову OD 1 мм рт. ст., OS 17 мм рт. ст. Справа хемоз конъюнктивы регрессировал, инъекция и расширение эписклеральных сосудов регрессировали. На глазном дне правого глаза без особенностей. Парез отводящего нерва справа регрессировал.



**Рис. 9.** Парез отводящего нерва справа

**Fig. 9.** Palsy of the diverting nerve on the right



**Рис. 10.** Парез отводящего нерва справа регрессировал

**Fig. 10.** The paresis of the diverting nerve on the right has regressed

## ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты нашей работы подтверждают, что для постановки диагноза каротидно-кавернозного соустья важно, чтобы врач-офтальмолог обладал знаниями о симптомах, принципах диагностики редкой цереброваскулярной патологии, а также умел правильно интерпретировать жалобы пациента и полученные объективные данные.

Наличие у больной М. 68 лет офтальмологической картины заболевания на фоне атеросклероза сосудов головного мозга, гипертонической болезни потребовало более углубленного обследования и дифференциальной диагностики.

В результате проведения селективной церебральной ангиографии головного мозга с внутривенным усилением было выявлено соустье бассейна правой наружной сонной артерии (правой средней менингеальной артерии) и менингеальных ветвей обеих внутренних сонных артерий со сбросом в правый каротидно-кавернозный синус и далее в правую верхнюю офтальмическую вену. Благодаря наличию мультимодального подхода к лечению данного контингента больных можно достигнуть наилучшего результата лечения.

Одним из самых важных аспектов демонстрации клинического случая является своевременное направление пациентов на КТ и МРТ для неинвазивной диагностики цереброваскулярной патологии, что позволяет значительно улучшить выявляемость пациентов с ДАВФ, в том числе с малосимптомным течением заболевания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный кинический случай представляет большой интерес, так как подобная патология встречается редко. Врачам-офтальмологам как поликлинической, так и стационарной службы необходимо помнить о заболеваниях орбиты и сосудов головного мозга. При спонтанном каротидно-кавернозном соустье с малым размером фистулы клиническая картина протекает не классически, что вызывает трудности в постановке диагноза. «Золотым стандартом» в диагностике ККС является проведение церебральной селективной ангиографии. В настоящее время эффективным методом лечения ККС является эндоваскулярное.

Ранняя диагностика и целенаправленное лечение являются залогом благоприятного исхода и успешной реабилитации пациента.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Санторо Э.Ю. — научное редактирование статьи, разработка концепции, сбор данных и их интерпретация;
Файзуллина Е.И. — научное редактирование статьи, сбор данных и их интерпретация, написание текста, окончательное утверждение рукописи;
Бессмертных М.А. — научное редактирование статьи, разработка концепции, сбор данных и их интерпретация;
Аввакумова М.И. — написание текста, подготовка иллюстраций, оформление библиографии.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Borden JA, Wu JK, Shucart WA. A proposed classification for spinal and cranial dural arteriovenous fistulous malformations and implications for treatment. J Neurosurg. 1995;2:166–79. doi: 10.3171/jns.1995.82.2.0166.
2. Cognard C, Gobin YP, Pierot L. Cerebral dural arteriovenous fistulas: clinical and angiographic correlation with a revised classification of venous drainage. Radiology. 1995;194:671–680. doi: 10.1148/radiology.194.3.7862961.
3. Steiger H-J, Schmid-Elsaesser R, Muacevic A, Brüuckmann H, Wowra B. Neurosurgery of arteriovenous malformations and fistulas: a multimodal approach. New York: Springer Verlag Wien; 2002. 476 p. doi: 10.1007/978-3-70916163-0.
4. Пятикоп ВА, Котляревский ЮА, Сергиенко ЮГ, Пшеничный АА, Вороненко КЮ, Набойченко АГ. Применение эндоваскулярных методик в лечении сосудистой патологии бассейна наружной сонной артерии. Эндоваскулярная нейрорентгенохирургия. 2012;3–4:18–23.
   Pyatikop VA, Kotlyarevsky YuA, Sergienko YuG, Pshenichny AA, Voronen- ko KYu, Naboychenko AG. Use of endovascular techniques in the treatment of vascular pathology of the external carotid artery. Endovascular Neuroradiology. 2012;3–4:18–23 (In Russ.).
5. Осборн АГ, Зальцман КЛ, Завери МД. Лучевая диагностика. Головной мозг: атлас. Пер. с англ. Д.И. Волобуев. 3-е изд. М.: Издательство Панфилова; 2018. 1218 с.
   Osborn AG, Salzman KL, Jhaveri MD, Volobuev DI (transl). Diagnostic Imaging: Brain. 3rd ed. Moscow: Izdatelstvo Panfilova; 2018. 1218 p. (In Russ.).
6. Gandhi D, Chen J, Pearl M, Huang J, Gemmete JJ, Kathuria S. Intracranial dural arteriovenous fistulas: classification, imaging findings, and treatment. AJNR Am J Neuroradiology. 2012;33:1007–10013. doi: 10.3174/ajnr.A2798.
7. Калинин МН, Хасанова ДР, Ибатуллин ММ, Курадо АТ, Яушева ЛМ, Рахимов ИШ. Необычная причина инсульта: церебральная дуральная артериовенозная фистула. Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2015;7(4):37–41. doi: 10.14412/2074-2711-2015-4-37-41.
   Kalinin MN, Khasanova DR, Ibatullin MM, Kurado AT, Yausheva LM, Rakhimov ISh. The unusual cause of stroke: cerebral dural arteriovenous fistula. Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. 2015;7(4):37–41 (In Russ.). doi: 10.14412/2074-2711-2015-4-37-41.
8. Архангельская ЯН, Серова НК, Яковлев СБ. Нейроофтальмологическая симптоматика интракраниальных дуральных артериовенозных фистул. Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2018;82(6):82–8. doi: 10.17116/ neiro20188206182
   Arkhangelskaya YaN, Serova NK, Yakovlev SB. Neuro-ophthalmological symptoms of intracranial dural arteriovenous fistulas. Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko. 2018;6(82):82–8 (In Russ.). doi: 10.17116/ neiro20188206182.
9. Lopez Gomez P, Mato Manas D, Torres Diez E, Santos Jimenez C, Esteban Garcia J. Post-traumatic carotidcavernous fistula. Pract Neurol. 2021;21(3):259–260. doi: 10.1136/practneurol-2020-002877.
10. Боломатов НВ, Германович ВВ, Матусов АВ, Никонова ОВ, Виллер АГ, Кузнецов АН. Эндоваскулярная эмболизация каротидно-кавернозного соустья отделяемыми баллонами. Вестник Национального медико-хирургического Центра им Н.И. Пирогова. 2008;3(1):153–154.
    Bolomatov NV, Germanovich VV, Matusov AV, Nikonova OV, Wheeler AG, Kuznetsov AN. Endovascular embolization of the carotid-cavernous junction by detachable balloons. Bulletin of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov. 2008;3(1):153–154 (In Russ.).
11. Barrow DL, Spector RH, Braun IF. Classification and treatment of spontaneous carotid-cavernous sinus fistulas. J Neurosurg. 1985;62:248–256.
12. Gorner AT, Luong M. Carotid cavernous fistula presenting as common red eye. CJEM. 2021;23(1):123–125. doi: 10.1007/s43678-020-00030-6.
13. Yang L, Tan QQ, Lan CJ, Liao X. Ophthalmic characteristics of carotid cavernous fistula: a case report. Int. J. Ophthalmol. 2021;14(6):952–954. doi: 10.18240/ijo.2021.06.25.
14. Исрафилова ГЗ, Бабушкин АЭ, Хисматуллин РР. Клинический случай каротидно-кавернозного соустья. Российский офтальмологический журнал. 2024;17(1):113–118. doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-1-113-118.
    Israfilova GZ, Babushkin AE, Khismatullin RR. A clinical case of carotid-cavernous fistula. Russian Ophthalmological Journal. 2024;17(1):113–118 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2024-17-1-113-118.
15. Жаде СА, Першин МЕ, Белый АИ, Федорченко АН, Берестов ВВ, Орлов КЮ, Ткачев ВВ, Музлаев ГГ. Дуральные артериовенозные фистулы: описание двух клинических случаев и обзор литературы. Инновационная медицина Кубани. 2020;3:52–60. doi: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-52-60.
    Zhade SA, Pershin ME, Bely AI, Fedorchenko AN, Berestov VV, Orlov KYu, Tkachev VV, Muzlaev GG. Dural arteriovenous fistulas: two case reports and review. Innovative Medicine of Kuban. 2020;3:52–60 (In Russ.). doi: 10.35401/2500-0268-2020-19-3-52-60.
16. De Aguiar GB, Jory M, Silva JM, Conti ML, Veiga JC. Advances in the endovascular treatment of direct carotid-cavernous fistulas. Rev Assoc Med Bras. 2016;62(1):78–84.
17. Phan K, Xu J, Leung V. Orbital approaches for treatment of carotid cavernous fistulas: a systematic review. World Neurosurg. 2016;96:243–251. doi: 10.1016/j.wneu.2016.08.087.
18. Holland LJ, Ranzcr KM, Harrison JD, Brauchli D, Wong Y, Sullivan TJ. Endovascular treatment of carotid–cavernous sinus fistulas: ophthalmic and visual outcomes. Orbit. 2018;38(4):290–299. doi: 10.1080/01676830.2018.1544261.
19. Adam's and Victor's Principles of Neurology / Eds Allan H. Ropper, MD, Martin A. Samuels, MD, Joshua P. Klein, MD, PhD, Sashank Prasad, MD, 11th McGraw-Hill Education, 2019. 1664 p. ISBN: 978-0071842617
20. Atlas of CT Angiography / Eds Gratian Dragoslav Miclaus, Horia Ples. 2nd Springer Nature Switzerland. Cham, 2019. 455 p. ISBN: 978-3-030-16095-1
21. Cerebrovascular Diseases / Eds LR Caplan, J Biller, MC Leary. 2nd Elsevier. Philadelphia, 2017. 947 p. ISBN: 978-0-12-803058-5.
22. Diagnostic imaging. Brain / Eds A Osborn, KL Salzman, MD. Jhaveri. 3rd Elsevier. Philadelphia, 2016. 1213 p. ISBN: 978-0-323-37754-6.
23. Magnetic resonance imaging of brain and spine / Eds SW Atlas. 5th Walters Kluwer. Philadelphia, 2017. 2257 p. ISBN: 978-1-469-87320-6.
24. Osborn's brain / Ed A Osborn. 2nd Elsevier. Philadelphia, 2017. 1372 p. ISBN: 978-0-323-47776-5.
25. Alderazi YJ, Dharmadhikari S, Haussen DC, Yavagal DR. Teaching NeuroImages: Reversible pontomesencephalic edema caused by traumatic carotid cavernous fistula. Neurology. 2014 Jul 8;83(2):e18. doi: 10.1212/WNL.0000000000000562.
26. Azzam DB, Cypen SG, Conger JR, Tao JP. Carotid-Cavernous Sinus Fistula Masquerading as Thyroid Eye Disease. Cureus. 2021;13(4):e14261. doi: 10.7759/cureus.14261.
27. Ryu BU, Owji S, Pakravan M, Charoenkijkajorn C, Lee AG. Audible blink in carotid-cavernous fistula. Can J Ophthalmol. 2023;58(1):e42–e44. doi: 10.1016/j.jcjo.2022.06.003.
28. Пахирко ИН, Пономарева МН, Пономарева ЕЮ, Аймурзина ИА, Самодуров АИ, Клоков ИН. Диагностика каротидно-кавернозного соустья в офтальмологической практике. точка зрения. Восток-Запад. 2019;(3):116–118. doi: 10.25276/2410-1257-2019-3-116-118.
    Pakhirko IN, Ponomareva MN, Ponomareva YeYu, Aymurzina IA, Samodurov AI, Klokov IN. Diagnostics of carotid-cavernous fistula in ophthalmological practice. point of view.Vostok-Zapad. 2019;(3):116–118 (In Russ.). doi: 10.25276/2410-1257-2019-3-116-118.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Санторо Элина Юрьевна
кандидат медицинских наук, заведующий офтальмологическим отделением, доцент кафедры хирургических болезней
https://orcid.org/0009-0003-4798-6874

Файзуллина Екатерина Игоревна
врач-офтальмолог отделения офтальмологии

Бессмертных Максим Александрович
врач малоинвазивный хирург, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения

Аввакумова Мария Ильинична
ординатор кафедры хирургии


## ABOUT THE AUTHORS


Santoro Elina Yr.
PhD, ophthalmologist, head of Ophthalmological department
https://orcid.org/0009-0003-4798-6874

Faizullina Ekaterina I.
ophthalmologist

Bessmertnykh Maksim A.
minimally invasive surgery, head of X-ray Surgical Methods of Diagnostics and Surgery diagnostic methods and treatment Department

Avvakumova Maria I.
resident of Surgery department

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-435-442*

*поступила 26.03.25*
*was received 26.03.25*

# Возможности применения фиксированной комбинации бринзоламид + тимолол: серия клинических примеров



С.В. Янченко
Ш.Ж. Тешаев, С.С. Давлатов, Н.Ю. Худдиева

Бухарский государственный медицинский институт им. Абу Али ибн Сино
Гиждуванская ул., 23, Бухара, 200100, Узбекистан

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):435–442**

Одним из подходов, позволяющим улучшить приверженность пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) режиму гипотензивной терапии, является использование фиксированных комбинаций (ФК), поскольку это дает возможность снизить стоимость терапии, сократить число закапываний препарата в течение дня, минимизировать риск «пропуска» инстилляций и уменьшить воздействие консерванта, входящего в состав капель, на состояние глазной поверхности. Повышение комплаенса пациентов также может быть связано с применением дженериков, обладающих фармакологической и терапевтической эквивалентностью оригинальным препаратам при меньшей стоимости. В статье представлена серия клинических примеров применения воспроизведенного препарата на основе ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Бринарга®) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ). Первый клинический пример демонстрирует сопоставимую эффективность и безопасность глазных капель «Бринарга®» сравнительно с оригинальным препаратом и позволяет говорить о возможности перевода пациентов с оригинального на воспроизведенный препарат для минимизации стоимости терапии. Второй клинический пример иллюстрирует возможность и эффективность старта с применением комбинированной гипотензивной терапии (на основе глазных капель «Бринарга®») при развитой (II) стадии ПОУГ с высоким уровнем («B») ВГД, а также при далекозашедшей (III) стадии ПОУГ с крайне высоким исходным уровнем («C») ВГД (Бринарга® + инстилляции 0,03 % биматопроста — Биматан®). Третий клинический пример показывает, что ФК бринзоламид + тимолол может эффективно использоваться в ходе максимальной медикаментозной терапии в сочетании с простагландином и бримонидином.

**Ключевые слова:** глаукома, фиксированная комбинация, тимолол, бринзоламид, дженерик, эффективность, безопасность

**Для цитирования:** Янченко С.В., Тешаев Ш.Ж., Давлатов С.С., Худдиева Н.Ю. Возможности применения фиксированной комбинации бринзоламид + тимолол: серия клинических примеров. *Офтальмология.* 2025;22(2):435–442. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-435-442

**Прозрачность финансовой деятельности:** автор не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Clinical Experience with Timolol and Brinzolamide Fixed-combination: A Case Series

S.V. Yanchenko, Sh.J. Teshaev, S.S. Davlatov, N.Yu. Khuddieva

Bukhara State Medical Institute after Abu Ali ibn Sino
Gijduvanskaya st. 23, Bukhara, 200100, Uzbekistan

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):435–442**

One of the approaches to improve the adherence of patients with primary open-angle glaucoma (POAG) to IOP-lowering eye drops therapy is the use of fixed-combinations (FC), since this makes it possible to reduce treatment cost during combined therapy, reduce the number of instillations per day, minimize the risk of "missing" instillations and reduce the effect of the eye drops preservative on the ocular surface. Increasing patient compliance may also be associated with the use of generics that have pharmacological and therapeutic equivalence to original drugs at a lower cost. The article presents the clinical cases generic 1.0 % brinzolamide + 0.5 % timolol FC instillations in POAG patients. The 1st-clinical case demonstrates comparable efficacy and safety of the generic brinzolamide + timolol FC, compared with the original medication, which is confirmed by the data of a number of authors (A.V. Sidorova et al., 2023), and allows us to talk about the possibility of patients transition from the original to the reproduced eye drops to minimize the cost of therapy. The 2nd-clinical case illustrates the possibility and effectiveness of starting with combined IOP-lowering therapy (based on generic brinzolamide + timolol FC instillation) at the II-stage of POAG with high IOP level, as well as at the III-stage of POAG with an extremely high initial IOP level (brinzolamide + timolol FC and 0.03 % bimatoprost instillations). The 3rd-clinical case shows that generic timolol + brinzolamide FC can be effectively used during maximum-IOP-lowering therapy in combination with prostaglandin and brimonidine.

**Keywords:** glaucoma, fixed combination, timolol, brinzolamide, generic, efficacy, safety

**For citation:** Yanchenko S.V., Teshaev Sh.J., Davlatov S.S., Khuddieva N.Yu. Clinical Experience with Timolol and Brinzolamide Fixed-combination: Case Series. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 435–442. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-435-442

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Гипотензивная терапия продолжает оставаться ведущим направлением лечебного воздействия при первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ) [1–3]. При этом примерно у половины пациентов с различными стадиями ПОУГ для снижения внутриглазного давления (ВГД) до целевого уровня требуется применение двух и более препаратов [4–6]. Вместе с тем бессимптомный характер ПОУГ и необходимость пожизненного лечения без видимого субъективного улучшения нередко приводят к снижению приверженности пациентов рекомендованному режиму терапии и, как следствие, к быстрому прогрессированию глаукомной оптической нейропатии [7–9].

Недостаточный уровень комплаенса, помимо данных обстоятельств (непонимание пациентами цели лечения), может быть обусловлен значительным финансовым бременем терапии (особенно при использовании нескольких препаратов), а также влиянием консерванта и активных компонентов глазных капель на состояние глазной поверхности, что приводит к возникновению тягостного субъективного дискомфорта, снижающего качество жизни пациентов [7–19]. Одним из подходов, дающим возможность улучшить приверженность пациентов рекомендованному лечению, является применение фиксированных комбинаций (ФК), так как это позволяет снизить стоимость терапии, сократить число закапываний препарата в течение дня при проведении комбинированного лечения и тем самым минимизировать риск пропуска инстилляций и уменьшить воздействие консерванта, входящего в состав капель, на состояние глазной поверхности [9, 20, 21]. Возможности повышения комплаенса пациентов также могут быть связаны с применением воспроизведенных препаратов (дженериков), обладающих фармакологической и терапевтической эквивалентностью оригинальным средствам, что дает возможность дополнительно сократить финансовые затраты пациентов на проведение лечения [22–24].

В Российской Федерации и странах ближнего зарубежья фиксированные комбинации гипотензивных средств для терапии ПОУГ включают следующие варианты: простагландин (латанопрост, травопрост, тафлупрост, биматопрост) и тимолол, тимолол и бринзоламид, тимолол и дорзоламид, тимолол и бримонидин, бримонидин и бринзоламид [1, 2]. Немалую долю среди всех комбинированных средств занимают ФК на основе ингибиторов карбоангидразы (бринзоламид, дорзоламид) и бета-адреноблокатора тимолола, позволяющие снизить продукцию внутриглазной жидкости [1, 2, 25–27]. В настоящее время накоплен значительный опыт, свидетельствующий об эффективности ФК на основе 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Азарга®) в терапии ПОУГ, а также о хорошем профиле безопасности лечебного воздействия [28, 29].

Вариантом выбора терапии ПОУГ также может быть дженерик, включающий 1,0 % бринзоламид и 0,5 %

тимолол (Бринарга®), состав активных компонентов которого полностью соответствует оригинальному препарату (фармакологическая эквивалентность), а эффективность и безопасность оригинального и воспроизведенного препарата являются сопоставимыми (терапевтическая эквивалентность) [27]. Что же касается вспомогательных компонентов, то их состав в рассматриваемых глазных каплях также полностью идентичен, однако количество карбомера 940 (являющегося фармакологической основой искусственных слез) в воспроизведенном препарате (4,2 мг/мл) превышает таковое в оригинальном (4,0 мг/мл), что потенциально может обусловливать лучшую переносимость гипотензивного лечения.

В статье представлена серия клинических примеров применения ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Бринарга®) у пациентов с ПОУГ.

Методы исследования, проводившиеся у пациентов, включали: оценку максимальной корригированной остроты зрения после рефрактометрии (МКОЗ, Nidek); тонометрию (оценка истинного ВГД — Ро, мм рт. ст.; Nidek); гониоскопию; статическую автоматизированную периметрию (САП, протокол «глаукома», стратегия «быстрая пороговая») с определением периметрических индексов MD и PSD (dB; Optos); офтальмоскопию; оптическую когерентную томографию (пахиметрия, менискометрия, оценка состояния слоя нервных волокон сетчатки — RNFL, комплекса ганглиозных клеток — GCC, фокальной и глобальной потери ганглиозных клеток /FLV, %, GLV, %/, OptoVue); оценку выраженности субъективных симптомов ССГ (OSDI, баллы); определение времени разрыва слезной пленки (ВРСП; тест Норна, с) [1, 2, 14, 15, 30–32]. Толщина роговицы в центральной зоне по данным ОКТ у всех пациентов была нормальной» (500–600 мкм) [1].

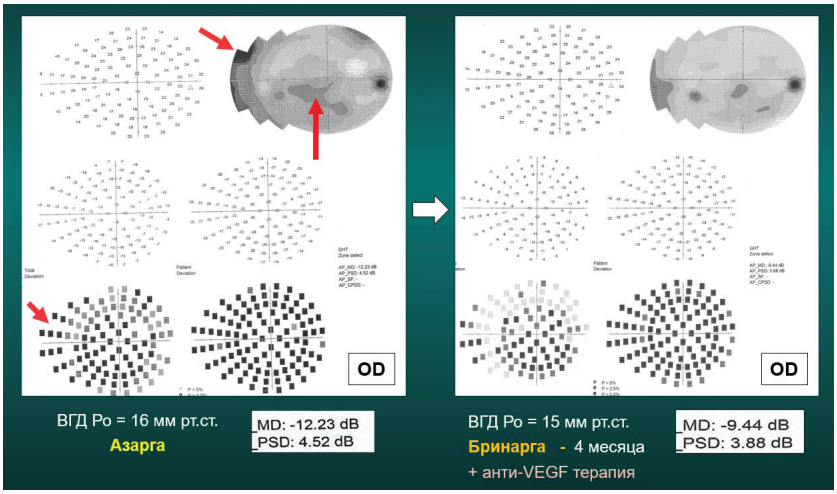



**Рис. 1.** Динамика поля зрения правого глаза пациентки К. в результате перехода с оригинальной ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола на препарат «Бринарга®» и трех загрузочных интравитреальных инъекций афлиберцепта

**Fig. 1.** The patient K. right eye visual field dynamics as a result of replacing the original 1.0 % brinzolamide and 0.5 % timolol with Brinarga® eye drops and three intravitreal injections of aflibercept

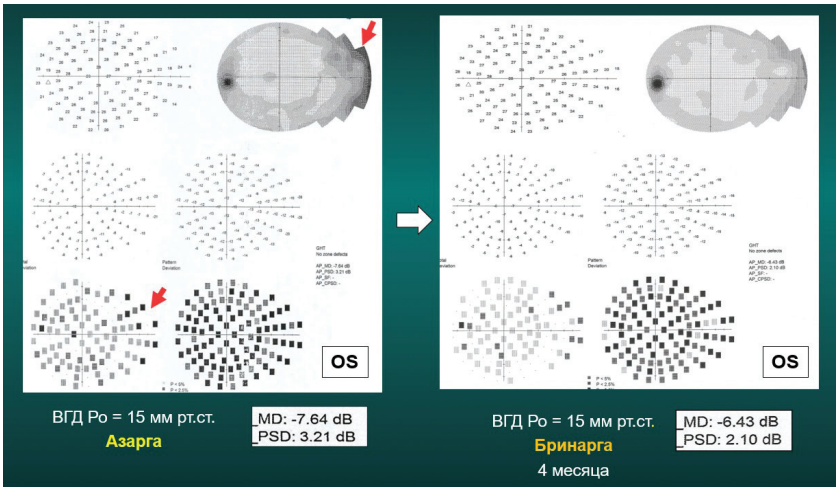



**Рис. 2.** Динамика поля зрения левого глаза пациентки К. в результате перехода с оригинальной ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола на препарат «Бринарга®»

**Fig. 2.** The patient K. left eye visual field dynamics as a result of replacing the original 1.0 % brinzolamide and 0.5 % timolol with Brinarga® eye drops

## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 1. ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕХОДА С ОРИГИНАЛЬНОЙ ФК ТИМОЛОЛ + БРИНЗОЛАМИД НА ВОСПРОИЗВЕДЕННЫЙ ПРЕПАРАТ

Пациентка К., 72 года, с диагнозом: развитая (II) «А» ПОУГ OU, посттромботическая ретинопатия OD, начальная сенильная катаракта OU.

Целевой уровень ВГД на обоих глазах (Ро OD = 15 мм рт. ст., Ро OS = 16 мм рт. ст.) был достигнут в результате проведения инстилляций ФК 0,5 % тимолола и 1,0 % бринзоламида (Азарга, по 1 капле 2 раза в сутки) [2, 30–32]. Острота зрения составляла: OD = 0,3 н/к; OS = 0,7 н/к. При САП выявлялась типичная «глаукомная ступенька» в верхне-назальном секторе на обоих глазах, парацентральная скотома в нижнем секторе справа и ухудшение периметрических индексов MD и PSD (рис. 1, 2). По данным ОКТ справа отмечалось увеличение толщины сетчатки в фовеолярной зоне до 550 мкм за счет типичного кистозного макулярного

отека (КМО). Изменения глазной поверхности у пациентки были представлены так называемым «фоновым» ССГ (preexisting dry eye, англ.) без выраженных субъективных симптомов (OSDI = 18 баллов), с начальными изменениями объективных признаков, характеризующих состояние глазной поверхности: снижение ВРСП (время разрыва слезной пленки) OD до 7 с, ВРСП OS до 8 с, уменьшение ВНСМ (высота нижнего слезного мениска) OD до 180 мкм, ВРСП OS до 190 мкм [18, 33].

В связи с возможностью снижения стоимости терапии пациентка была переведена с инстилляций оригинальной ФК 1,0 % бринзоламид + 0,5 % тимолол на инстилляции воспроизведенного препарата (Бринарга, по 1 капле 2 раза в сутки). Учитывая наличие КМО OD, было начато проведение анти-VEGF терапии (выполнены три загрузочные интравитреальные инъекции афлиберцепта ежемесячно с переходом к режиму «treat and extend»). Контроль эффективности снижения ВГД осуществляли через две недели после смены терапии, а в дальнейшем — ежемесячно.

В течение 4 месяцев наблюдения острота зрения левого глаза оставалась стабильной, правого глаза — повысилась до 0,5 (за счет практически полного купирования ретинального отека). Уровень ВГД был стабильным на обоих глазах, САП зафиксировала снижение периметрических индексов MD и PSD с обеих сторон (рис. 1, 2). Указанная положительная динамика периметрических индексов справа могла быть обусловлена влиянием анти-VEGF терапии. Что же касается положительной динамики MD и PSD слева, то, по-видимому, она была связана с продолжающимся непрямым нейропротекторным эффектом инстилляционной терапии как вследствие достижения давления цели, так и в результате положительного влияния на микроциркуляцию ингибитора карбоангидразы в составе глазных капель. Другое возможное объяснение — улучшение приверженности гипотензивной терапии вследствие снижения стоимости лечения. Необходимо отметить, что переносимость инстилляционной терапии была хорошей, смена гипотензивного препарата не привела к появлению дискомфорта и изменению OSDI, ВРСП и ВНСМ.

Таким образом, представленный пример, по нашему мнению, продемонстрировал сопоставимую эффективность и безопасность глазных капель «Бринарга®» в сравнении с оригинальным препаратом.

## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 2. СТАРТ ГИПОТЕНЗИВНОЙ ТЕРАПИИ С КОМБИНИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ

В соответствии с Федеральными клиническими рекомендациями РФ (Глаукома первичная открытоугольная, 2024) у пациентов с развитой (II) и далекозашедшей (III) стадиями ПОУГ и (или) при исходно очень высоком уровне давления возможен более быстрый переход к комбинированной терапии или старт с комбинированного лечения [32]. Целесообразность старта с комбинированной терапии, как было отмечено ранее, определяется тем фактом, что примерно у половины пациентов с ПОУГ для достижения давления цели необходимо использование двух и более гипотензивных средств, что подтверждается работами ряда авторов [4–6, 27]. Таким образом, в условиях развитой и далекозашедшей стадии ПОУГ, особенно при исходно высоком уровне ВГД, старт с монотерапии потенциально может быть связан с риском утраты зрительных функций. В связи с этим следующий пример, с нашей точки зрения, демонстрирует возможности быстрого старта с ФК бринзоламид + тимолол при II (развитой) «B» ПОУГ, а также старта с ФК бринзоламид + тимолол в сочетании с простагландином (0,03 % биматопрост) при III (далекозашедшей) «C» ПОУГ.

Пациент Н., 69 лет, с диагнозом: впервые выявленная далекозашедшая (III) «C» ПОУГ OD, развитая (II) «B» ПОУГ OS (рис. 3). Значительное снижение зрения правого глаза обнаружил случайно примерно один месяц назад (при попадании песчинки в лучше видящий левый глаз).

Как показано на рисунке 3, у пациента определялась краевая экскавация ДЗН правого глаза с критическим истончением нейроретинального пояска в верхнем сегменте, чему соответствовали выраженные изменения поля зрения, представленные концентрическим сужением его периферических границ (менее 15° от центра фиксации в нижней половине поля зрения), присутствием парацентральной скотомы в височном секторе, весьма значительным снижением средней светочувствительности (MD) и увеличением отклонения паттерна (PSD) относительно значений, характеризующих норму. Острота зрения правого глаза была снижена до одной десятой без коррекции, истинное ВГД было повышено до 35 мм рт. ст. (рис. 3). Истинное ВГД левого глаза было высоким — Ро = 25 мм рт. ст., острота зрения оказалась «сохранной» (0,9 н/к), поле зрения соответствовало развитой стадии глаукомы, а изменения ДЗН при офтальмоскопии могли быть охарактеризованы как умеренные: децентрация сосудистого пучка, истончение нейроретинального пояска в височном секторе (рис. 3), что резко контрастировало с данными ОКТ (рис. 4).

Как представлено на рисунке 4, ОКТ зрительного нерва позволила выявить критическое истончение слоя нервных волокон сетчатки (RNFL < 60 мкм), комплекса ганглиозных клеток сетчатки (GCC) с выраженной фокальной (FLV, %) и глобальной (GLV, %) потерей ганглиозных клеток. Необходимо отметить, что диски зрительных нервов по данным ОКТ-морфометрии имели площадь меньше 2,5 мм$^2$ (так называемый «малый» ДЗН), что определяло дополнительную необходимость достижения более низкого уровня целевого ВГД [2, 3].

Пациент отказался от предложенного ему хирургического лечения (непроникающая глубокая склерэктомия

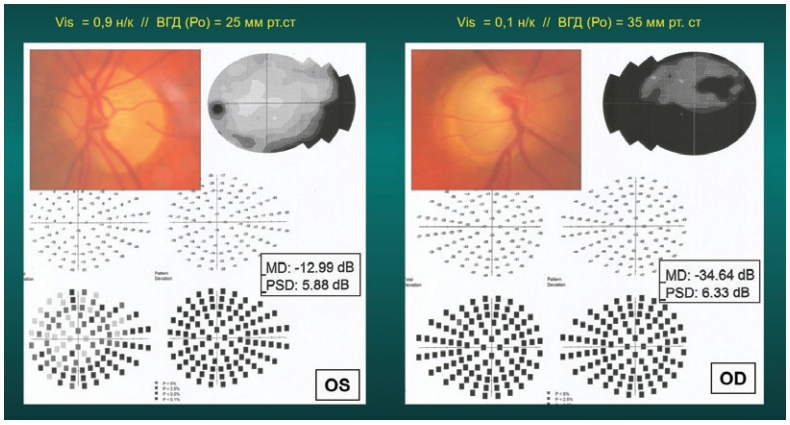



**Рис. 3.** Состояние зрительных функций (острота и поле зрения), картины зрительного нерва и ВГД у пациента Н.

**Fig. 3.** Visual functions (visual acuity and field of view), optic nerve image and IOP in patient N.

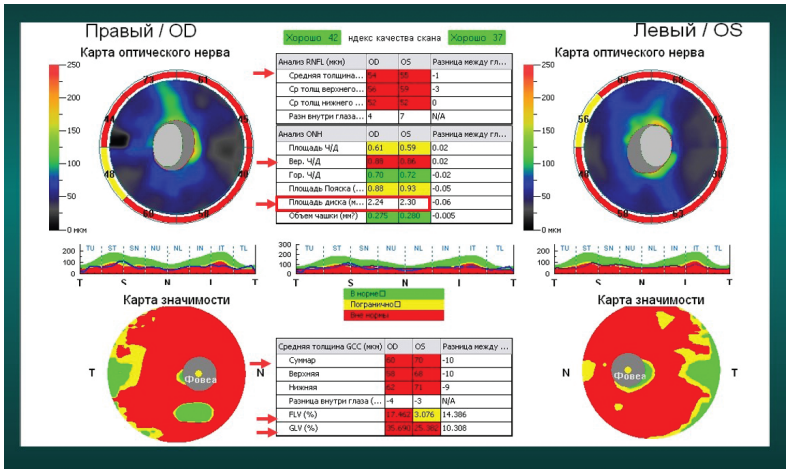



**Рис. 4.** Оптическая когерентная томография зрительного нерва пациента Н.

**Fig. 4.** The optic nerve optical coherence tomography in patient N.

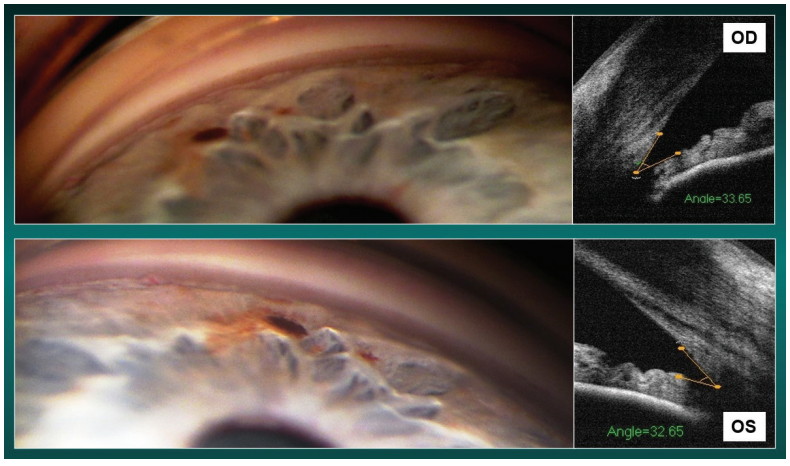



**Рис. 5.** Гониоскопическая картина и оптическая когерентная томография угла передней камеры пациента Н.

**Fig. 5.** Gonioscopy and optical coherence tomography of the anterior chamber angle in patient H

или микроинвазивная хирургия глаукомы), которое, с нашей точки зрения, представлялось целесообразным, учитывая высокие риски утраты зрительных функций, а возможности лазерного лечения (трабекулопластика) были ограничены в связи со слабой пигментацией трабекулы (рис. 5).

Учитывая приведенные обстоятельства, мы посчитали целесообразным начать гипотензивную терапию у данного пациента с комбинированного лечения: ему были рекомендованы инстилляции ФК 1,0 % бринзоламид + 0,5 % тимолол (Бринарга®, по 1 капле 2 раза в сутки) в оба глаза. Принимая во внимание крайне высокий уровень ВГД (Po = 35 мм рт. ст.), выраженное ухудшение зрительных функций, присутствие краевой глаукомной экскавации ДЗН, критическое истончение RNFL и GCC, а также малый размер ДЗН, в правый глаз дополнительно были назначены инстилляции 0,03 % биматопроста (Биматан®, по 1 капле 1 раз в сутки на ночь). Оценка состояния глазной поверхности перед началом гипотензивной терапии показала, что у пациента присутствовал фоновый ССГ, поскольку активные жалобы, характерные для ССГ, отсутствовали, OSDI = 16 баллов; ВРСП = 7 с, ВНСМ > 200 мкм [18, 33].

Результаты четырех месяцев комбинированной гипотензивной терапии представлены на рисунках 6, 7.

На протяжении наблюдения в течение 4 месяцев острота зрения обоих глаз была стабильной, ВГД достигло рекомендованного целевого уровня через две недели после начала терапии и оставалось в указанных границах в течение всего периода наблюдения (Po OD = 12 мм рт. ст., Po OS = 16 мм рт. ст.) [2, 3, 30, 32]. По данным САП было зафиксировано легкое снижение индекса MD обоих глаз и снижение индекса PSD слева, что, по-видимому, было обусловлено достижением целевого уровня ВГД и связанным с этим непрямым нейропротекторным эффектом лечения [2]. По результатам ОКТ зрительного нерва была выявлена стабилизация состояния RNFL и GCC с тенденцией к увеличению данных показателей, что, вероятно, может быть связано с эффектом «декомпрессии» в связи со снижением уровня ВГД. Необходимо отметить, что инстилляционная терапия в указанные сроки не привела к ухудшению состояния глазной поверхности и появлению субъективных

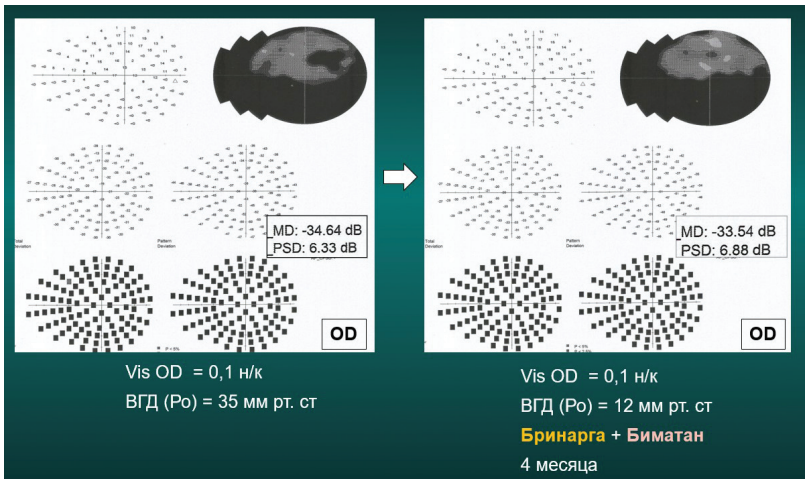



**Рис. 6.** Динамика ВГД и зрительных функций (острота зрения, поле зрения) правого глаза на фоне терапии у пациента Н.

**Fig. 6.** The right eye IOP and visual functions (visual acuity, visual field) dynamics during therapy in patient N.

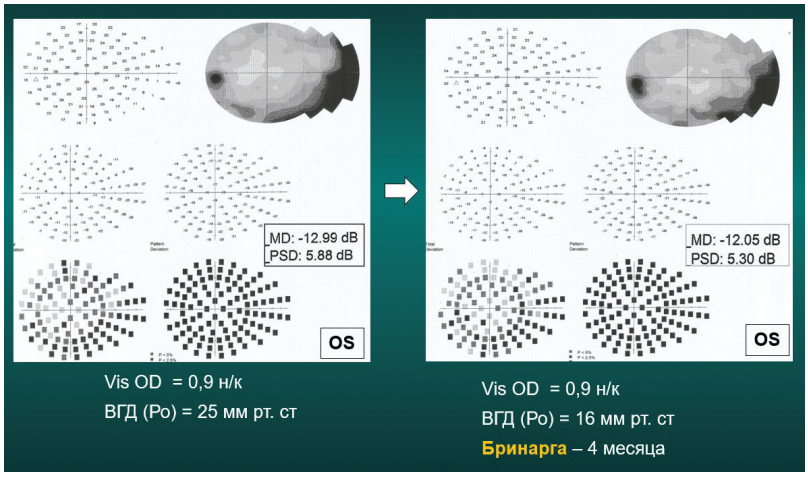



**Рис. 7.** Динамика ВГД и зрительных функций (острота зрения, поле зрения) левого глаза на фоне терапии у пациента Н

**Fig. 7.** The left eye IOP and visual functions (visual acuity, visual field) dynamics during therapy in patient N.

симптомов ССГ, что свидетельствует о хорошем профиле безопасности лечебного воздействия. Ожидаемым моментом был тот факт, что, к сожалению, пациент не почувствовал субъективного улучшения зрительных функций на фоне терапии, однако его приверженность к лечению, с его слов, оставалась высокой из-за опасений утратить зрение лучше видящего левого глаза и полностью потерять зрение правого глаза.

С нашей точки зрения, представленный клинический пример иллюстрирует возможность и эффективность старта с комбинированной гипотензивной терапии с применением препаратов «Бринарга®» (ФК бринзоламид 1 % + тимолол 0,5 %) и «Биматан®» (0,03 % биматопрост) у пациентов с развитой и далекозашедшей стадией ПОУГ с высоким и крайне высоким исходным уровнем ВГД.

## КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР 3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФК БРИНЗОЛАМИД + ТИМОЛОЛ В СОСТАВЕ МАКСИМАЛЬНОЙ МЕДИКАМЕНТОЗНОЙ ТЕРАПИИ

В отдельных случаях, а именно при неэффективности комбинированной гипотензивной терапии и невозможности проведения лазерного или хирургического лечения, а также при крайне высоком уровне ВГД, особенно при далекозашедшей стадии ПОУГ, может быть целесообразным проведение так называемой максимальной медикаментозной терапии («четыре препарата в трех флаконах») [2, 3]. Следующий клинический пример, на наш взгляд, демонстрирует возможности данного подхода на коротком временном отрезке.

Пациент Ш., 70 лет, с диагнозом: далекозашедшая (III) «С» впервые выявленная ПОУГ OU.

Пациента в течение нескольких месяцев (лет?) беспокоит «туннельное зрение», однако обратиться к офтальмологу его заставило значимое снижение остроты зрения левого глаза. При крайне выраженном сужении периферических границ полей зрения обоих глаз (менее 15° от центра фиксации во всех секторах за исключением височного; рис. 8, 9) у больного была выявлена достаточно сохранная острота зрения: Vis OD = 0,7 н/к, Vis OS = 0,4 н/к. Внутриглазное давление оказалось крайне высоким: Ро OD = 51 мм рт. ст., Ро OS = 34 мм рт. ст. При офтальмоскопии определялась краевая глаукомная экскавация ДЗН (с критическим истончением нейроретинального пояска) и деколорация диска с его серым оттенком. При гониоскопии угол передней камеры был открытым, широким (grade 4-3), хорошо пигментированным [2, 3]. Оптическая когерентная томография позволила выявить критическое истончение RNFL и GCC (суммарно <60 мкм), увеличение FLV > 8 % и GLV > 32 % в обоих глазах. Оценка состояния глазной поверхности показала присутствие фонового ССГ без активных жалоб с минимальными объективными проявлениями: OSDI = 18 баллов, ВРСП = 8 с, ВНСМ = 210 мкм [18, 33].

В качестве подготовки к селективной лазерной трабекулопластике пациенту было рекомендовано комплексное гипотензивное лечение — инстилляции в оба глаза: ФК 0,5 % тимолол + 1,0 % бринзоламид (Бринарга®, по 1 капле 2 раза в сутки), 0,03 % раствор биматопроста (Биматан®, по 1 капле 1 раз в сутки на ночь), 0,1 % раствор бримонидина (по 1 капле 2 раза в сутки).

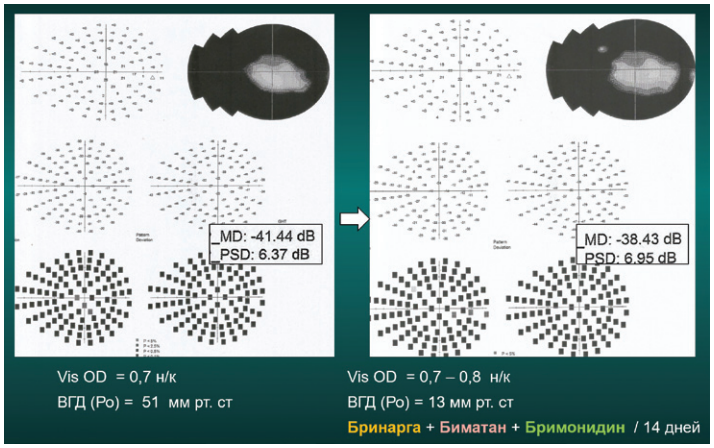



**Рис. 8.** Динамика ВГД и зрительных функций (острота зрения, поле зрения) правого глаза на фоне терапии у пациента Ш.

**Fig. 8.** The right eye IOP and visual functions (visual acuity, visual field) dynamics during therapy in patient Sh.

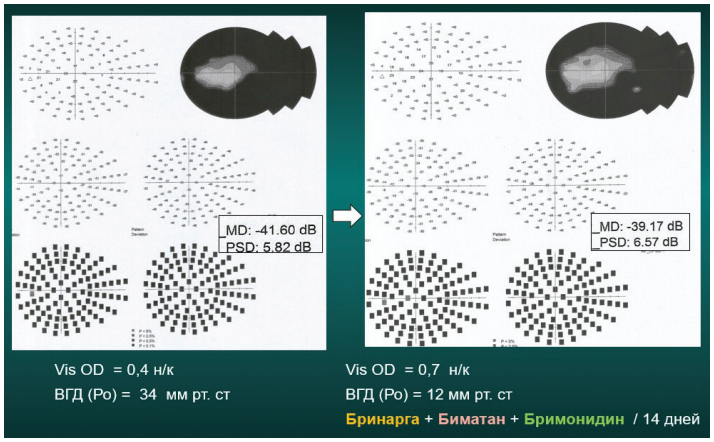



**Рис. 9.** Динамика ВГД и зрительных функций (острота зрения, поле зрения) левого глаза на фоне терапии у пациента Н.

**Fig. 9.** The left eye IOP and visual functions (visual acuity, visual field) dynamics during therapy in patient N.

На контрольном осмотре через две недели у пациента отмечено снижение ВГД до целевого уровня в обоих глазах (Po OD = 13 мм рт. ст.; Po OS = 12 мм рт. ст.). Снижение ВГД сопровождалось увеличением остроты зрения обоих глаз (Vis OD до 0,7 н/к; Vis OS до 0,8 н/к), которое больной ощутил субъективно как «повышение комфортности работы с документами и компьютером». Статическая автоматизированная периметрия продемонстрировала тенденцию к нормализации индекса MD и расширению периферических границ полей зрения обоих глаз (рис. 8, 9), что, вероятно, было связано с непрямым нейропротекторным эффектом снижения ВГД и, возможно, с улучшением микроциркуляции зрительного нерва и сетчатки вследствие воздействия ингибитора карбоангидразы и/или прямым нейропротекторным эффектом бримонидина [2, 3].

На момент явки на контрольный осмотр пациент категорически отказался от предложенного ему лазерного лечения, сославшись на чрезвычайную занятость и опасения, связанные с потенциальными рисками вмешательства. В указанные короткие сроки наблюдения у больного не отмечалось появления дискомфорта, типичного для ССГ, и ухудшения показателей, отражающих объективное состояние глазной поверхности (ВРСП, ВНСМ). Тем не менее хочется подчеркнуть, что данный вариант комбинированной терапии (инстилляции 4 препаратов в 3 флаконах, 5 инстилляций капель, содержащих консервант в течение дня), безусловно, не может считаться оптимальным выбором как с точки зрения комплаенса, так и с точки зрения влияния консерванта на глазную поверхность. Вместе с тем максимальная медикаментозная терапия может быть временным лечебным воздействием, позволяющим снизить ВГД до целевого уровня и тем самым уменьшить риски необратимого ухудшения зрительных функций, а также дающим возможность офтальмологу «выиграть» дополнительное время для выбора предпочтительной тактики лечебного воздействия.

Таким образом, данный пример, с нашей точки зрения, демонстрирует возможность включения ФК бринзоламид + тимолол в состав максимальной медикаментозной терапии у пациентов с ПОУГ.

## ВЫВОДЫ

1. Представленная в статье серия клинических случаев отражает возможности применения ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Бринарга®) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой.

2. Первый клинический пример демонстрирует сопоставимую эффективность и безопасность гипотензивной терапии на основе применения ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Бринарга®) в сравнении с оригинальным препаратом.

3. Второй клинический пример иллюстрирует возможность и эффективность старта с комбинированной гипотензивной терапии на основе инстилляций ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Бринарга®) при развитой стадии ПОУГ с высоким ВГД, а также при далекозашедшей стадии ПОУГ с крайне высоким исходным уровнем ВГД (Бринарга® + инстилляции простагландина).

4. Третий клинический пример показывает, что ФК 1,0 % бринзоламида и 0,5 % тимолола (Бринарга®) может эффективно использоваться в ходе максимальной медикаментозной терапии в сочетании с простагландином и бримонидином.

5. Рассматриваемая серия клинических примеров и данные литературы позволяют рекомендовать использование фармакологически и терапевтически эквивалентных дженериков у пациентов с ПОУГ для минимизации стоимости терапии и увеличения приверженности пациентов рекомендованному лечению.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Нероев ВВ, Егоров ЕА, Мошетова ЛК. Офтальмология. Национальное руководство: М.: ГЭОТАР-Медиа; 2025
Neroev VV, Egorov EA, Moshetova LK. Ophthalmology. National guide. Moscow: GEOTAR-Media; 2025 (In Russ.).
2. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. Изд. 4-е, испр. и доп. Под ред. ЕА Егорова, ВП Еричева. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 384 с.
National guidelines for glaucoma for practitioners. Ed. 4th, corrected and supplemented. Ed. by Egorov EA, Erichev VP. Moscow: GEOTAR-Media, 2019. 384 p. (In Russ.).
3. Terminology and guidelines for glaucoma. 5th edition. EGS. 2020. 168 p.
4. Kass MA, Heuer DK, Higginbotham EJ, Johnson CA, Keltner JL, Miller JP, Parrish RK 2nd, Wilson MR, Gordon MO. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. Arch Ophthalmol. 2002 Jun;120(6):701–713; discussion 829–830. doi: 10.1001/archopht.120.6.701.
5. Макогон СИ, Онищенко АЛ, Яценко ЛЛ, Карманова ОА. Стартовая терапия в лечении впервые выявленной первичной глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2018:17(2):28–37.
Makogon SI, Onishchenko AL, Yatsenko LL, Karmanova OA. Efficacy of first-choice therapy in the treatment of newly diagnosed primary glaucoma. Natsional'nyi zhurnal glaukoma. 2018;17(2):28–37 (In Russ.).
6. Онищенко АЛ, Исаков ИН, Колбаско АВ. «Стартовая» комбинированная терапия первичной открытоугольной глаукомы. Вестник офтальмологии. 2019:135(2):32–38.
Onishchenko AL, Isakov IN, Kolbasko AV. Initial combination therapy for primary open-angle glaucoma. Russian Annals of Ophthalmology. 2019:135(2):32–38 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma201913502132.
7. Olthoff CM, Schouten JS, van de Borne BW, Webers CA. Noncompliance with ocular hypotensive treatment in patients with glaucoma or ocular hypertension an evidencebased review. Ophthalmology. 2005 Jun;112(6):953–961. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.12.035.
8. Hoevenaars JGMM, Schouten JSAG, Van Den Borne Will improvement of knowledge lead to improvement of compliance with glaucoma medication? Acta Ophthalmologica. 2008:86:849–855. doi: 10.1111/j.1755-3768.2007.01161.x.
9. Zaharia AC, Dumitrescu OM, Radu M. Adherence to Therapy in Glaucoma Treatment — A Review. J Pers Med. 2022:12(4):514. doi: 10.3390/jpm12040514.
10. Traverso CE, Walt JG, Kelly SP. Direct costs of glaucoma and severity of the disease: a multinational long term study of resource utilisation in Europe. Br J Ophthalmol. 2005:89(10):1245–1249. doi: 10.1136/bjo.2005.067355.
11. Fiscella RG, Lee J, Davis EJ, Walt J. Cost of illness of glaucoma: a critical and systematic review. Pharmacoeconomics. 2009:27(3):189–198. doi: 10.2165/00019053-200927030-00002.
12. Kahook MY, Noecker R. Quantitative analysis of conjunctival goblet cells after chronic application of topical drops. Adv Ther. 2008:25(8):743–751. doi: 10.1007/s12325-008-0078-y.
13. Erb C. Glaucoma and Dry Eye. Bremen: UNI-MED Verlag AG, 2012. 102 p.
14. Бржеский ВВ, Егорова ГБ, Егоров ЕА. Синдром «сухого глаза» и заболевания глазной поверхности. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. 448 р.
Brzhesky VV, Egorova GV, Egorov EA. Dry eye and ocular surface diseases. Moscow: GEOTAR-Media, 2016. 448 p. (In Russ.).
15. Бржеский ВВ. Глаукома и синдром «сухого» глаза. М.: ООО «Компания БОРГЕС», 2018. 228 с.
Brzhesky VV. Glaucoma and dry eye syndrome. Moscow: Borges, 2018. 228 p. (In Russ.).
16. Li G, Akpek EK, Ahmad S. Glaucoma and Ocular Surface Disease: More than Meets the Eye. Clin Ophthalmol. 2022:4(16):3641–3649. doi: 10.2147/OPTH.S388886.
17. Янченко СВ, Малышев АВ, Сахнов СН. Эффективность и безопасность фармакологического сопровождения катарактальной хирургии у больных глаукомой. Офтальмология. 2018:15(3):330–338. doi: 18008/1816-5095-2018-3-330-338.
Yanchenko SV, Malyshev AV, Sakhnov SN. Effectiveness and Safety of Cataract Surgery Pharmacological Support in Glaucoma Patients. Ophthalmology in Russia. 2018:15(3):330–338. (In Russ). doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-330-338.
18. Сахнов СН, Янченко СВ, Малышев АВ, Дашина ВВ, Цеева АР, Петросян ЛМ. Эпидемиология синдрома «сухого глаза» у пациентов перед хирургией катаракты. Офтальмология. 2020:17(2):281–289. doi: 10/18008/1816-5095-2020-2-281-289.
Sakhnov SN, Yanchenko SV, Malyshev AV, Dashina VV, Ceeva AR, Petrosyan LM. Dry eye epidemiology in patients before cataract surgery. Ophthalmology in Russia 2020:17(2):281–289 (In Russ.). doi: 10/18008/1816-5095-2020-2-281-289.
19. Янченко СВ, Малышев АВ, Тешаев ШЖ. Возможности бесконсервантной терапии первичной открытоугольной глаукомы. Офтальмология. 2023:20(4):780–786. doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-780–786.
Yanchenko SV, Malyshev AV, Teshaev ShZh. Possibilities of Preservative-Free Therapy for Primary Open-Angle Glaucoma. Ophthalmology in Russia. 2023:20(4):780–786 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-780–786.
20. Sinha S, Lee D, Kolomeyer NN. Fixed combination netarsudil-latanoprost for the treatment of glaucoma and ocular hypertension. Expert Opin Pharmacother. 2020:21(1):39–45. doi: 10.1080/14656566.2019.1685499.
21. Shirai C, Matsuoka N, Nakazawa T. Comparison of adherence between fixed and unfixed topical combination glaucoma therapies using Japanese healthcare/pharmacy claims database: a retrospective non-interventional cohort study. BMC Ophthalmol. 2021:21(1):52. doi: 10.1186/s12886-021-01813-w.
22. Popovic M, Chan C, Lattanzio N. Comparative cost evaluation of brand name and generic ophthalmology medications in Ontario. Can J Ophthalmol. 2018:53(2):173–187. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.08.003.
23. Malvankar-Mehta MS, Feng L, Hutnik CM. North American cost analysis of brand name versus generic drugs for the treatment of glaucoma. Clinicoecon Outcomes Res. 2019:11:789-798. doi: 10.2147/CEOR.S156558.
24. Антонов АА, Витков АА Агаджанян ТМ. Эффективность и безопасность отечественного дженерика травопроста в различных режимах терапии первичной открытоугольной глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2021:20(4):50–56. doi: 10.53432/2078 4104-2021-20-4-50-56.
Antonov AA, Vitkov AA, Agadzhanyan TM. The efficacy and safety of the domestic travoprost generic in various modes of therapy for primary open-angle glaucoma. National Journal of Glaucoma. 2021;20(4):50–56 (In Russ). doi: 10.53432/2078 4104-2021-20-4-50-56.
25. Holló G, Bozkurt B, Irkec M. Brinzolamide/timolol fixed combination: a new ocular suspension for the treatment of open-angle glaucoma and ocular hypertension. Expert Opin Pharmacother. 2009:10(12):2015–2024. doi: 10.1517/14656560903124388.
26. Inatani M, Orii Y, Iwasaki K. Randomized Multicenter Clinical Trial Comparing 0.1 % Brimonidine/0.5 % Timolol Versus 1 % Dorzolamide/0.5 % Timolol as Adjuncts to Prostaglandin Analogues: Aibeta Crossover Study. Adv Ther. 2023:40(9):4074–4092. doi: 10.1007/s12325-023-02589-9.
27. Сидорова АВ, Старостина АВ, Бурлаков КС. Оценка эффективности и переносимости фиксированной комбинации бринзоламида 1 % и тимолола 0,5 % в лечении первичной открытоугольной глаукомы. Национальный журнал глаукома. 2023:22(1):85–91.
Sidorova AV, Starostina AV, Burlakov KS. Evaluation of the efficacy and tolerability of 1 % brinzolamide and 0.5 % timolol fixed combination in the treatment of primary open-angle glaucoma. Natsional'nyi zhurnal glaukoma. 2023;22(1):85–91 (In Russ.).
28. Januleviciene I. Brinzolamide 1 %/timolol 0.5 %: safety and efficacy of a new fixed-combination IOP-lowering product for glaucoma. Curr Med Res Opin. 2010:26(11):2575–2578. doi: 10.1185/03007995.2010.517718.
29. Doherty M, Fraser S, Phelan P. Brinzolamide-timolol suspension: acceptability and side effect profile. Clin Ophthalmol. 2011:5:419–423. doi: 10.2147/OPTH.S18251.
30. Абышева ЛД, Авдеев РВ, Александров АС. Оптимальные характеристики верхней границы офтальмотонуса у пациентов с развитой стадией первичной открытоугольной глаукомы с точки зрения доказательной медицины. Клиническая офтальмология. 2015:3:111–123
Abisheva LD, Avdeev RV, Alexandrov AS. Optimal characteristics of the upper limit of ophthalmotonus in patients with advanced stage of primary open-angle glaucoma in terms of evidence-based medicine. Clinical ophthalmology. 2015:3:111–123 (In Russ.).
31. Егоров ЕА, Еричев ВП, Куроедов АВ. Показатели офтальмотонометрии в здоровой популяции. Национальный журнал глаукома. 2018:17(2):91–98.
Egorov EA, Erichev VP, Kuroedov AV. Indicators of ophthalmotonometry in a healthy population. National Journal of Glaucoma. 2018:17(2):91–98 (In Russ).
32. Глаукома первичная открытоугольная. Клинические рекомендации РФ. 2024. 68 с.
Primary open-angle glaucoma. Clinical guidelines of the Russian Federation. 2024. 68 p. (In Russ.).
33. Craig JP, Nelson JD, Azar DT. TFOS DEWS II Report Executive Summary. The Ocular Surface. 2017:15:1–11. doi: 10.1016/j.jtos.2017.08.003.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ


Янченко Сергей Владимирович
доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-7371-689X

Тешаев Шухрат Жумаевич
доктор медицинских наук, профессор, ректор
https://orcid.org/0009-0002-1996-4275

Давлатов Салим Сулейманович
доктор медицинских наук, заведующий отделом контроля качества
https://orcid.org/0000-0002-3268-7156

Худдиева Наргиз Юлдашевна
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры офтальмологии


## ABOUT THE AUTHOR


Yanchenko Sergei V.
PhD, MD, associate professor, professor of Ophthalmology Department
https://orcid.org/0000-0002-7371-689X

Teshaev Shuhrat J.
PhD, MD, professor, rector
https://orcid.org/0009-0002-1996-4275

Davlatov Salim S.
PhD, MD, head of Quality Control Department
https://orcid.org/0000-0002-3268-7156

Khuddieva Nargiz Yu
PhD, assistant of Ophthalmology Department

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-443-448*

*поступила 13.03.25*
*was received 13.03.25*

# Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности и возможности реабилитации больных и инвалидов с возрастной катарактой






Ю.А. Коровянский[1] А.М. Разумовская[2] В.С. Спиридонова[2] С.Р. Кидралеева[3]

[1] Центр медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению
пер. Джамбула, 3, Санкт-Петербург, 191180, Российская Федерация

[2] Институт дополнительного профессионального образования
Федерального научно-образовательного центра медико-социальной экспертизы и реабилитации
им. Г. А. Альбрехта Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации
ул. Бестужевская, 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

[3] ООО «ПРОФИТ-ФАРМ»
Карамышевская набережная, 44, Москва, 123423, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):443–448**

**Целью** исследования было проанализировать лечебный эффект препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 6 месяцев больным с начальной возрастной катарактой. **Пациенты и методы.** Лечение было проведено 80 пациентам со средним возрастом 63 ± 2 года, страдающих начальной возрастной катарактой. При этом основную группу составили 40 пациентов, которым вводили препарат «Квинакс» методом трехкратных инстилляций в течение 6 месяцев, группа сравнения — 40 человек, которым лечение возрастной катаракты проводилось другими консервативными методами. Каждому пациенту было проведено офтальмологическое исследование, которое включало визометрию, периметрию, рефрактометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, исследование зрительной работоспособности, темновую адаптацию, а также анализировались предъявляемые жалобы с целью установления влияния их на качество жизни больных и инвалидов с катарактой. Результаты исследования показали эффективность применения препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 6 месяцев и выявили стабилизацию зрительных функций: остроты зрения и поля зрения на белый, красный и зеленый цвета, снижение зрительной утомляемости за счет уменьшения бликов, стабилизации темновой адаптации и рефракции. **Заключение.** Оценка эффективности применения препарата «Квинакс» при введении его методом трехкратных инстилляций в течение 6 месяцев больным с начальной возрастной катарактой показала статистически достоверный положительный лечебный эффект (89 %) в виде стабилизации зрительных функций, а также отмечен положительный эргономический эффект в виде улучшения зрительной работоспособности. Среди пациентов, которым проводили инстилляции препарата «Квинакс», побочных эффектов не наблюдалось.

**Ключевые слова:** возрастная катаракта, Квинакс, инстилляции, эргономические показатели

**Для цитирования:** Коровянский Ю.А., Разумовская А.М., Спиридонова В.С., Кидралеева С.Р. Клинические и функциональные критерии состояния жизнедеятельности и возможности реабилитации больных и инвалидов с возрастной катарактой. *Офтальмология.* 2025;22(2):443–448. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-443-448

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Clinical and Functional Criteria for the State of Vital Activity and the Possibility of Rehabilitation of Patients and Disabled People with Age-related Cataracts

Yu.A. Korovyansky[1], A.M. Razumovskaya[2], V.S. Spiridonova[2], S.R. Kidraleeva[3]

[1] Center for Medical and Social Rehabilitation of the Visually Impaired
Dzhambul lane, 3, St. Petersburg, 191180, Russian Federation

[2] Institute of Additional Professional Education of the Federal Scientific and Educational Center for Medical and Social Expertise and Rehabilitation named after G.A. Albrecht
Bestuzhevskaya str., 50, St. Petersburg, 195067, Russian Federation

[3] PROFIT-PHARM LLC
Karamyshevskaya emb., 44, Moscow, 123423, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):443–448**

**The purpose** of the study was to evaluate the therapeutic effect of the drug Quinax when administered by the method of three instillations for 6 months to patients with initial age-related cataracts. **Patients and methods.** Treatment was given to 80 patients with an average age of 63 ± 2 years suffering from initial age-related cataracts. At the same time, the main group consisted of 40 patients who were injected with Quinax when it was administered by triplicate instillations for 6 months, the comparison group was 40 people who were treated with age-related cataracts using other conservative methods. Each patient underwent an ophthalmological study, which included: visometry, perimetry, refractometry, biomicroscopy, ophthalmoscopy, visual performance study, dark adaptation, and also analyzed the complaints presented in order to establish their impact on the quality of life of patients and disabled people with cataracts. **Results.** The results of the study showed the effectiveness of the use of the drug Quinax when administered by the method of three instillations for 6 months and revealed stabilization of visual functions: visual acuity and visual field to white, red and green colors, a decrease in visual fatigue, due to a decrease in glare, stabilization of dark adaptation and refraction. **Conclusion.** Assessment of the effectiveness of the use of the drug Quinax when administered by the method of three instillations for 6 months to patients with initial age-related cataracts showed a statistically significant positive therapeutic effect (89 %) in the form of stabilization of visual functions, and a positive ergonomic effect in the form of increased visual performance was noted. No side effects were observed among patients who received Quinax instillations.

**Keywords:** age cataract, Quinax, instillations, ergonomic indicators

**For citation:** Korovyansky Yu.A., Razumovskaya A.M., Spiridonova V.S., Kidraleeva S.R. Clinical and Functional Criteria for the State of Vital Activity and the Possibility of Rehabilitation of Patients and Disabled People with Age-related Cataracts. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2): 443–448. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-443-448

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

**There is no conflict of interests.**

Заболевания хрусталика являются частой причиной значительного снижения зрительных функций, а 13–17 % больных и инвалидов с катарактой имеют тяжелые неизлечимые заболевания глаз и других органов и систем организма. Около 50 % инвалидов нуждаются в медицинской или профессиональной реабилитации. Более 60 % инвалидов — лица в возрасте от 30 до 59 лет. Этим объясняется социальная значимость проблемы, касающейся патологии хрусталика [1–4].

Катаракта представляет собой помутнение хрусталика, рассеивающее видимый свет, проходящий через хрусталик, что приводит к снижению зрительных функций. Степень снижения зрения при этом зависит от интенсивности и локализации помутнения в хрусталике.

Наиболее частые жалобы, встречающиеся у больных, страдающих катарактой, — снижение остроты зрения, появление бликов, снижение темновой адаптации, различные цветоаномалии и необходимость в частой замене коррекции (очков или контактных линз).

При катаракте человек не может выполнять широкий спектр задач и чаще попадает в автомобильные аварии и сталкивается с социальными проблемами. Различными авторами отмечено, что около 40 % случаев нарушений зрения, обусловленных катарактой, можно было предотвратить. Прогрессирование помутнений хрусталика приводит к развитию депрессии, снижению трудоспособности, в некоторых случаях даже к потере профессии, когда работа становится недоступной или противопоказанной, снижению экономической независимости и качества жизни [5, 6]. Вопрос о состоянии трудоспособности при односторонней слепоте решается в зависимости от профессии больного и состояния его зрения.

По данным Всемирной организации здравоохранения, катаракта является причиной более 40 % случаев слепоты. По мере старения населения распространенность катаракты будет быстро расти. Хотя операция по удалению катаракты считается эффективной, но все еще сопряжена с осложнениями и высокой стоимостью

и не может удовлетворить растущий спрос на хирургическое вмешательство. Операция по поводу экстракции катаракты имеет ряд противопоказаний, таких как общие противопоказания, исключающие хирургическое лечение, кроме как по жизненным показаниям, все болезни глаз в острой стадии, а также стадии обострения, острые инфекционные заболевания придатков глаз, злокачественные новообразования органа зрения и его придатков, последствия тяжелых контузий и проникающих ранений глаз (в течение года после травмы), острые расстройства кровообращения в сетчатке и зрительном нерве: тромбозы и эмболии центральной артерии или вены сетчатки и их ветвей, тяжелые поражения сетчатки и зрительного нерва при общих заболеваниях организма (гипертоническая болезнь, вторичная гипертония, выраженный атеросклероз, сахарный диабет, болезни крови и др.) с наличием кровоизлияний, экссудативных очагов, выраженного отека сетчатки и зрительного нерва, дегенеративные процессы в сетчатке и сосудистой оболочке, сопровождающиеся кровоизлияниями, свежая отслойка сетчатки (неоперированная) и др.

Таким образом, медикаментозное лечение катаракты является более дешевым и доступным вариантом для пациентов, поэтому эта тема является актуальной на протяжении многих лет [7].

Прозрачность хрусталика глаза зависит от сохранения нативной третичной структуры и растворимости белков хрусталика на протяжении всей жизни. Катаракта возникает из-за агрегации белков в защищенной среде хрусталика. С возрастом накапливаются ковалентные повреждения белков, которые, как считается, возникают в результате их последующего окисления из-за ультрафиолетового излучения.

Хрусталик состоит из белков, называемых кристаллинами, они расположены послойно и в норме прозрачны. Ядро каждого домена обладает высокой гидрофобностью, а последовательность необычайно богата ароматическими аминокислотами (триптофаном и тирозином — природными светофильтрами) и серосодержащими остатками [8].

Кристаллины по своей природе устойчивы к фотоповреждению из-за присутствия в их составе триптофана (Trp), тирозина (Tyr), фенилаланина (Phe) и их остатков, способных поглощать ультрафиолетовое излучение и свободные радикалы [9, 10]. Триптофан обладает самой высокой способностью рассеивать ультрафиолетовое излучение с длиной волны 280 нм, защищая структуры глазного яблока, находящиеся за хрусталиком, в частности сетчатку, от повреждения ультрафиолетовым излучением.

Белки-кристаллины, особенно в ядре хрусталика, присутствуют с рождения, и с возрастом человека их изменения увеличиваются. Это приводит к дестабилизации и частичному развертыванию полипептидных цепей и образованию промежуточных продуктов, склонных к агрегации. В молодых хрусталиках α-кристаллин эффективно распознает и изолирует эти дестабилизированные промежуточные соединения (верхний путь). Однако с возрастом комплексы α-кристаллина утрачивают шаперонную активность, и белки хрусталика начинают агрегироваться, что приводит к рассеянию света и снижению остроты зрения (нижний путь) (рис. 1) [11].

Окислительные процессы в здоровом хрусталике контролируются как белками α-кристаллинами, так и водорастворимыми антиоксидантами. Глутатион и аскорбиновая кислота представляют собой мощные эндогенные антиоксиданты в клетках волокон хрусталика. Глутатион является наиболее распространенным, его концентрация в хрусталике достигает примерно 10 мМ [12].

В хрусталике глутатион (GSH) подвергается самоокислению с образованием окисленного глутатиона (GSSG), преобразуя супероксид ($O_2$•–) в пероксид ($H_2O_2$). С помощью каталазы или глутатионпероксидазы пероксид ($H_2O_2$) затем будет преобразован в воду. Наконец, GSSG перерабатывается в GSH с помощью глутатионредуктазы в присутствии NADPH в качестве донора электронов (рис. 2). Этот окислительно-восстановительный цикл защищает белки хрусталика от действия активных форм кислорода.

Одной из теорий развития возрастной катаракты является хиноидная теория, которая рассматривает катарактогенное воздействие хиноидных соединений, образующихся

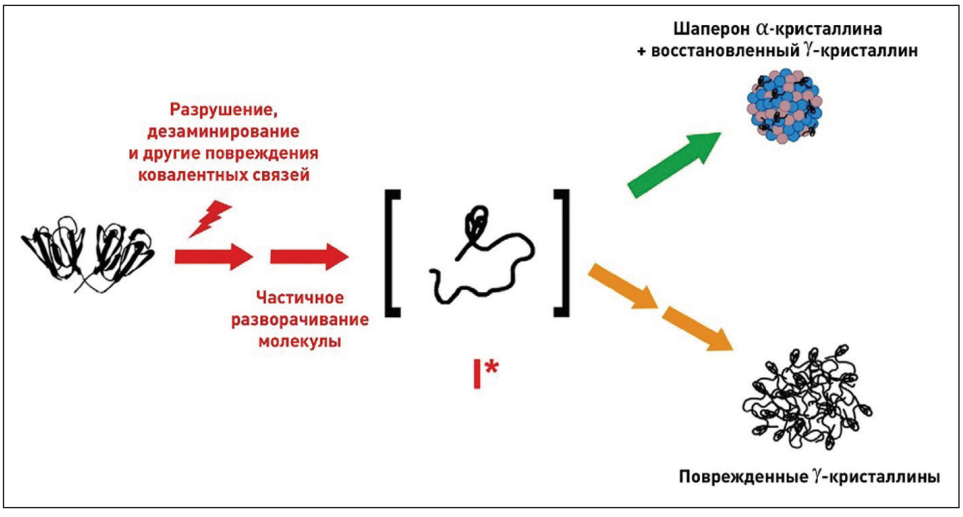



**Рис. 1.** Принцип работы α-кристаллина в хрусталике [11]

**Fig. 1.** The principle of α-crystallin mechanism in the lens [11]

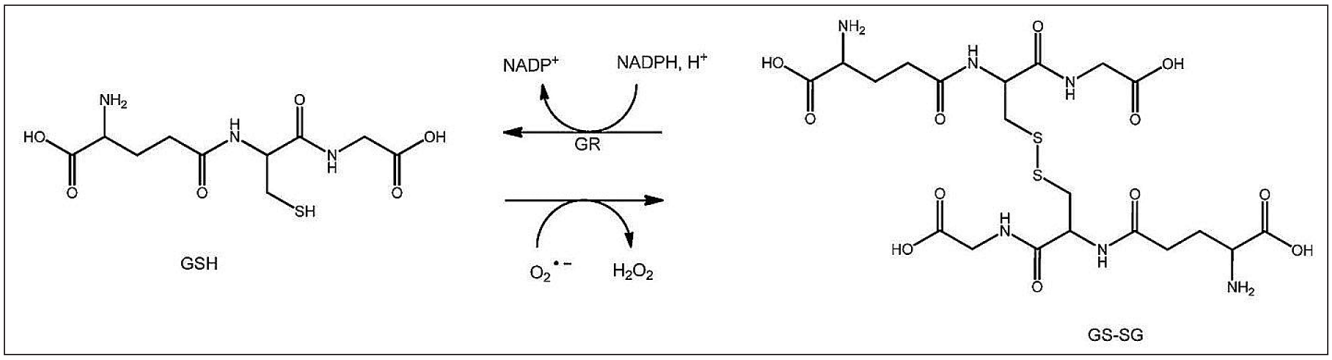



**Рис. 2.** Окисление и восстановление глутатиона

**Fig. 2.** Oxidation and reduction of glutathione

в результате нарушения метаболизма ароматических аминокислот (триптофана, тирозина и др.). Под действием хиноидных продуктов начинается денатурация водорастворимых белков и превращение их в непрозрачные субстанции.

Действующим веществом лекарственного препарата «Квинакс» является азапентацен. Структурно фрагменты азапентацена имеют большое сходство с тирозином и триптофаном, пятичленный гетероцикл — конденсированное производное хиноксалина и феназина (рис. 3).

Квинакс предохраняет сульфгидрильные группы растворимых протеинов хрусталика от окисления и дальнейшей деградации [13]. В центре молекулы азапентацена — особая хиноидная структура. В отличие от других хиноидных соединений молекула азапентацена способна обратимо связываться с тиоловыми

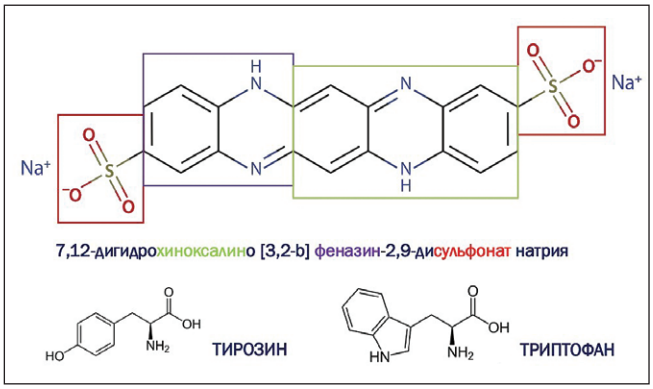



**Рис. 3.** Химическая формула натрия 5,12-дигидрозапентацендисульфонат азапентацена

**Fig. 3.** Chemical formula of sodium 5,12-dihydrozapentacene disulfonate azapentacene

группами белков с образованием прозрачных аддуктов, обеспечивая функциональную защиту сульфгидрильной группы от окисления. (рис. 4).

Молекулы азапентацена взаимодействуют с активными формами кислорода (рис. 5 п. 1) с образованием «семихинон»-радикалов (рис. 5 п. 2). Активные «семихинон»-радикалы способны восстанавливать SH-связи в окисленном глутатионе и окисленных белках хрусталика (рис. 5 п. 3), замедляя развитие катаракты и предотвращая ее появление.

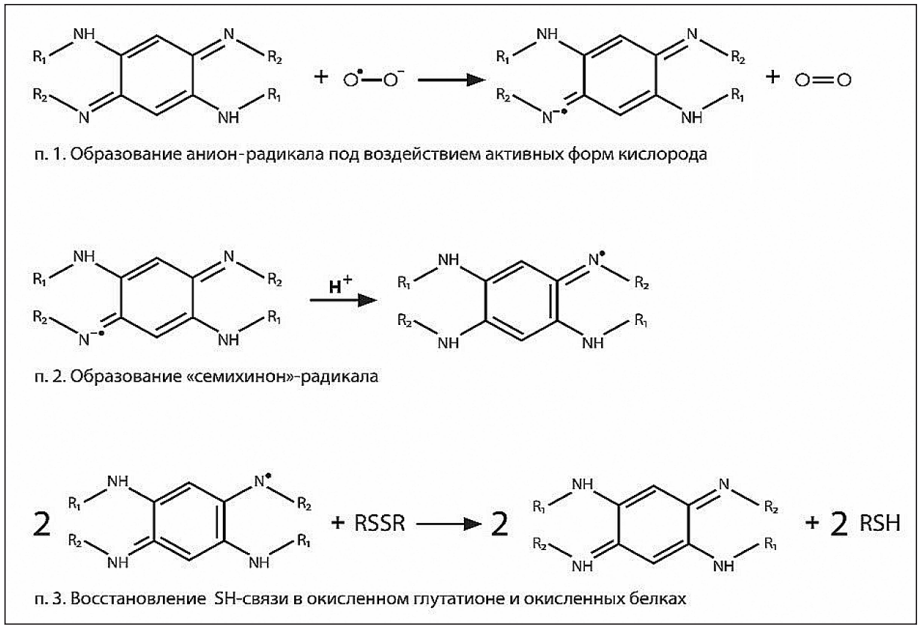



**Рис. 5.** Механизм действия азапентацена

**Fig. 5.** Mechanism of azapentacene action

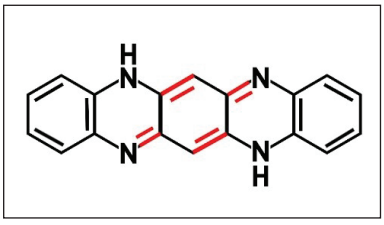


**Рис. 4.** Хиноидная структура азапентацена

**Fig. 4.** Quinoid structure of azapentacene

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

На базе офтальмологического кабинета центра медико-социальной реабилитации инвалидов по зрению (г. Санкт-Петербург) в 2024 году наблюдались 80 пациентов с начальной возрастной катарактой. Все пациенты были разделены на 2 группы (табл. 1).

В основной группе 40 пациентам (80 глаз) с установленным диагнозом «начальная возрастная катаракта» был назначен Квинакс по 2 капли в конъюнктивальный мешок 3 раза в день в оба глаза в течение 6 месяцев. Контрольную группу составили 40 пациентов (80 глаз) с установленным диагнозом «начальная возрастная катаракта», которым назначались другие капли, являющиеся средством лечения катаракты.

Офтальмологическое обследование остроты и поля зрения проводилось традиционными и контрольными методами. Использовался опросник: если жалобы на появление бликов, нарушение темновой адаптации. Если изменения рефракции не наблюдались, ответ «нет»; если все или некоторые из перечисленных жалобы наблюдались — ответ «да».

Острота зрения без коррекции у пациентов основной группы в течение всего срока наблюдения практически не изменилась и составляла от 0,3 до 0,6, в среднем 0,5 ± 0,1, тогда как у пациентов контрольной группы острота несколько снизилась. Так, если до начала наблюдения она составляла 0,3–0,6, в среднем 0,5 ± 0,1, то через полгода — от 0,2 до 0,6, в среднем 0,4 ± 0,1.

У пациентов контрольной группой также отмечалось сужение суммарных полей зрения, что мы связываем с возможным прогрессированием патологического процесса, приводящего к помутнению хрусталика. У пациентов основной группы сужение суммарного поля зрения не наблюдалось.

**Таблица 1.** Клиническая характеристика пациентов, страдающих возрастной катарактой

**Table 1.** Clinical characteristics of patients suffering from age-related cataract

| | Основная группа / Main group | Контрольная группа / Control group |
|---|---|---|
| Количество пациентов / Number of patients | 40 | 40 |
| Количество глаз / Number of eyes | 80 | 80 |
| Средний возраст / Average age | 62,3 ± 6,7 | 63,1 ± 6,5 |
| Длительность заболевания / Duration of disease | 1,1 ± 0,5 | 2,1 ± 1,3 |

По данным анкетирования в основной группе из 40 пациентов отмечали появление бликов до начала лечения 24 человека (60 %), после полугода закапывания препарата «Квинакс» появление бликов наблюдали у 14 человек (35 %), в контрольной группе за это же время появление бликов отмечали 22 человека (55 %) до начала лечения и 26 человек (65 %) через 6 месяцев.

По данным анкетирования в основной группе снижение темновой адаптации до начала лечения имелось у 12 человек (30 %), а 28 человек (70 %) не отмечали ухудшения состояния. Через 6 месяцев наблюдения отрицательной динамики не было. В контрольной группе снижение темновой адаптации до начала лечения отмечали 10 человек (25 %), 30 человек (75 %) не отмечали ухудшения состояния. Через 6 месяцев наблюдения снижение темновой адаптации отмечали 12 пациентов (30 %), 28 человек (70 %) изменений не наблюдали.

Изменение рефракции в течение полугода до начала лечения имело место у 28 пациентов основной группы и 28 — контрольной группы.

Изменение рефракции через 6 месяцев лечения представлено в таблице 3.

**Таблица 2.** Результаты лечения пациентов с катарактой

**Table 2.** Treatment results for patients with cataracts

| | Основная группа до лечения / Main group before treatment | | Основная группа через 6 месяцев / Main group after 6 months | | Контрольная группа до лечения / Control group before treatment | | Контрольная группа через 6 месяцев / Control group after 6 months | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Количество пациентов / Number of patients | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | |
| Количество глаз / Number of eyes | 40 | | 40 | | 40 | | 40 | |
| Острота зрения без коррекции / Visual acuity without correction | 0,5 ± 0,1 | | 0,5 ± 0,1 | | 0,5 ± 0,1 | | 0,4 ± 0,1 | |
| Суммарное поле зрения / Total visual field | 525 ± 15 | | 525 ± 15 | | 525 ± 15 | | 520 ± 15 | |
| Появление бликов / Appearance of glare | ДА | НЕТ | ДА | НЕТ | ДА | НЕТ | ДА | НЕТ |
| | 60 % | 40 % | 35 % | 65 % | 55 % | 45 % | 65 % | 35 % |
| Снижение темновой адаптации / Decreased dark adaptation | ДА | НЕТ | ДА | НЕТ | ДА | НЕТ | ДА | НЕТ |
| | 30 % | 70 % | 30 % | 70 % | 25 % | 75 % | 30 % | 70 % |

**Таблица 3.** Изменение рефракции через 6 месяцев

**Table 3.** Change in refraction after 6 months

| | Основная группа / Main group | | | Контрольная группа / Control group | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Изменение характера рефракции / Change in the nature of refraction | Усиление / Increased refraction | Ослабление / Weakening refraction | Без изменений / No change | Усиление / Increased refraction | Ослабление / Weakening refraction | Без изменений/ No change |
| | 30 % | 20 % | 50 % | 40 % | 40 % | 20 % |
| Средняя величина изменения рефракции, дптр / Average value of change in refraction, D | 2,1 ± 0,3 | 1,3 ± 0,1 | 0 | 2,2 ± 0,4 | 1,5 ± 0,3 | 0 |

На 24 глазах в основной группе произошло усиление рефракции от 0,5 до 3,5 дптр, в среднем на 2,1 ± 0,3 дптр, ослабление рефракции было замечено на 16 глазах от 0,75 до 2,5 дптр, в среднем 1,3 ± 0,1 дптр, на 40 глазах рефракция не изменилась. В контрольной группе усиление рефракции через полгода отмечалось на 32 глазах от 0,5 до 3,75 дптр, ослабление рефракции от 0,5 до 3 дптр — на 32 глазах, на 16 глазах рефракция не изменилась.

Из приведенных данных следует, что лечение с помощью капель «Квинакс» дает положительные результаты как в функциональном, так и в субъективном отношении. Ни у одного пациента, которым для лечения применялось данное медикаментозное средство, не было отмечено каких-либо нежелательных побочных эффектов. Результаты, полученные в ходе проведенного исследования, дают основание для рекомендации препарата «Квинакс» всем пациентам, страдающим от помутнения хрусталика.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Разумовская А.М. — разработка и дизайн исследования, написание текста, клиническая часть;
Коровянский Ю.А. — сбор и обработка материала, получение и анализ данных;
Кидралеева С.Р. — написание текста, раздел «Фармакокинетика»; подготовка иллюстраций;
Спиридонова В.С. — редактирование текста, окончательное утверждение рукописи.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Бранчевский СЛ, Малюгин БЭ. Распространенность нарушения зрения вследствие катаракты по данным исследования RAAB в Самаре. Офтальмохирургия. 2013;3:82–85.
   Branchevskiy SL, Malyugin BE. The prevalence of visual impairment due to cataracts according to the RAAB study in Samara. Fyodorov journal of ophthalmic surgery. 2013;3:82–85 (In Russ.).
2. 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 metaanalysis. Lancet Glob Health. 2017 Dec;5(12): e1221–e1234. doi: 10.1016/S2214-109X(17)30393-5.
3. Universal eye health: a global action plan 2014–2019. Geneva: World Health Organization; 2013. https://www.who.int/publications/i/item/universal-eye-health-aglobal-action-plan-2014-2019
4. Brian G, Taylor H. Cataract blindness — challenges for the 21 century. Bulletin of the World Health Organization. 2001;79:249–256.
5. Hong T, Mitchell P, Burlutsky G, Gopinath B, Liew G, Wang JJ. Visual impairment and depressive symptoms in an older Australian cohort: longitudinal findings from the Blue Mountains Eye Study. Br J Ophthalmol. 2015 Aug;99(8):1017–1021. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-306308.
6. Thomas BJ, Sanders DS, Oliva MS, Orrs MS, Glick P, Ruit S, Chen W, Luoto J, Tasfaw AK, Tabin GC. Blindness, cataract surgery and mortality in Ethiopia. Br J Ophthalmol. 2016 Sep;100(9):1157–1162. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-308328.
7. Skinner C, Miraldi Utz V. Pharmacological approaches to restoring lens transparency: Real world applications. Ophthalmic Genet 2017;38:201–205. doi: 10.1080/13816810.2016.1214971.
8. Serebryany E, King JA. The βγ-crystallins: native state stability and pathways to aggregation. Prog Biophys Mol Biol. 2014 Jul;115(1):32–41. doi: 10.1016/j.pbiomolbio.2014.05.002.
9. Schafheimer N, Wang Z, Schey K, King J. Tyrosine/cysteine cluster sensitizing human γD-crystallin to ultraviolet radiation-induced photoaggregation in vitro. Biochemistry 2014;53:979–990. doi: 10.1021/bi401397g.
10. Schafheimer N, King J. Tryptophan cluster protects human γD-crystallin from ultraviolet radiation-induced photoaggregation in vitro. Photochem. Photobiol. 2013;89;1106–1115. doi: 10.1111/php.12096.
11. Acosta-Sampson L, King J. Partially folded aggregation intermediates of human gammaD-, gammaC-, and gammaS-crystallin are recognized and bound by human alphaB-crystallin chaperone. J Mol Biol. 2010;401:134–152. doi: 10.1016/j.jmb.2010.05.067.
12. Li B, Kim J-Y, Martis RM, Donaldson PJ, Lim JC. Characterisation of Glutathione Export from Human Donor Lenses. Transl. Vis. Sci. Technol. 2020 Jul 28;9(8):37. doi: 10.1167/tvst.9.8.37.
13. Инструкция к лекарственному препарату Квинакс ЛП-008536. URL: https://www.vidal.ru/drugs/quinax


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Коровянский Юрий Алексеевич
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог

Разумовская Анна Михайловна
доктор медицинских наук, профессор

Спиридонова Вера Семеновна
кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой хирургии

Кидралеева Светлана Римовна
кандидат медицинских наук, медицинский советник


## ABOUT THE AUTHORS


Korovyansky Yuri A.
PhD, ophthalmologist

Razumovskaya Anna M.
MD, Professor

Spiridonova Vera S.
PhD, Associate Professor, head of the Department of surgery

Kidraleeva Svetlana R.
PhD, medical adviser

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-449-457*

*поступила 30.03.25*
*was received 30.03.25*

# Ретроспективный анализ структуры, причин и вариантов тяжести офтальмогерпеса





Г.М. Чернакова[1] Г.Ш. Аржиматова[1,2]
Е.В. Ширшова[1], А.В. Андрианова[1], Е.А. Клещева[1,2], Н.В. Мельникова[1,2]

[1] ГБУЗ «Московский многопрофильный научно-клинический центр имени С.П. Боткина»
Департамента здравоохранения города Москвы
2-й Боткинский пр-д, 5, 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(2):449–457**

**Цель**: определение вариантов тяжести течения офтальмогерпеса на обширном ретроспективном материале. **Материал и методы**. Ретроспективное когортное мультицентровое исследование проводилось в период с 2010 по 2020 год включительно. Изучались медицинские амбулаторные карты и истории болезни стационарных пациентов, в ретроспективный анализ были включены 1142 документа, содержащих полноценную информацию об обстоятельствах развития и течения заболевания, со следующими диагнозами: «герпетический кератит», «рецидивирующая эрозия роговицы», «герпетический кератоувеит», «герпетическая язва роговицы», «герпетический иридоциклит». Из больных 470 (41 %) мужчин и 672 (59 %) женщины, средний возраст 44,1 ± 1,3 года. Предметом анализа были: клиническая форма офтальмогерпеса; учет первичного случая офтальмогерпеса или рецидива, а также общих сроков наличия жалоб, доз системной терапии аналогами нуклеозидов; общие сроки лечения эпизода и учет исходов офтальмогерпеса в завершенных случаях; наличие/отсутствие триггерных факторов; наличие/отсутствие манифестных коморбидных заболеваний/состояний/событий. Регистрировали локализацию и частоту внеглазного герпеса. Отмечали вариант лабораторного подтверждения герпетической этиологии глазного воспаления при его наличии. **Результаты**. Удельный вес клинических форм офтальмогерпеса (по результатам ретроспективного анализа): эпителиальные формы — 263 пациента, стромальные формы — 650, передний увеит — 229. В большинстве случаев ($n$ = 799; 70 %) к моменту первичного осмотра пациенты имели стаж рецидивирующего течения кератита (кератоувеита), тогда как впервые выявленный офтальмогерпес отмечали в 343 (30 %) случаях. В зависимости от давности активных жалоб пациенты распределены следующим образом: с жалобами от 1 дня до 1 месяца — 113 (10 %), от 2 до 3 месяцев — 517 (45 %), от 3 до 6 месяцев — 272 (24 %), от 6 месяцев и более — 240 (21 %). Средние сроки существования жалоб составили 64,5 ± 6,5 дня. Эпителиальный кератит имеет наименьшую тенденцию к формированию затяжного течения: более чем в половине случаев (192 пациента из 263) сроки наличия жалоб не превышали 3 месяцев. Среди 1142 пациентов было зафиксировано 235 законченных случаев кератита и кератоувеита (20,5 %) с констатацией ремиссии. Наиболее часто (422 случая) провоцировали офтальмогерпес разные системные инфекционные процессы. На втором месте по частоте провоцирующих факторов находится группа причин, связанных с повреждением роговицы различного генеза (285 пациентов). На третьем месте по частоте стоят эмоциональные или физиологические стрессы. Далее по частоте провокации офтальмогерпеса следуют проблемы средней зоны лица — 240 случаев. Среди фоновых состояний лидируют манифестные инфекционно-воспалительные заболевания носоглотки и дыхательных путей (753 пациента). Второе место среди причин коморбидности занимает совокупная иммуносупрессия ($n$ = 217). На третьем месте по частоте коморбидной патологии стоят заболевания желудочно-кишечного тракта — 126 пациентов (11 %). Герпесвирусная этиология была исследована методом ИФА у 546 (48 %), у прочих 52 % — не подтверждена никаким лабораторным методом. **Заключение**. В результате проведенного исследования выявлена значительная когорта пациентов, имеющая характеристики офтальмогерпеса тяжелого течения: глубокие формы поражения тканей глаза, длительные сроки существования жалоб, рецидивирующие формы. Изложенные характеристики сопровождались применением низких (не более 1,5 г) суточных доз пероральных аналогов нуклеозидов. Разделение пациентов по тяжести течения офтальмогерпеса на легкие и тяжелые формы позволит выделить когорту пациентов, требующих более глубокого диагностического обследования, консультаций смежных

CC BY 4.0

специалистов, а также более высоких суточных доз системной противовирусной терапии. Учитывая, что герпесвирусная этиология не была подтверждена или была исследована методом ИФА, необходима разработка четких диагностических критериев с помощью использования молекулярно-биологических методов. Доминирование таких коморбидных заболеваний, как синусит и тонзиллит (66 %), диктует необходимость изучения состояния околоносовых пазух при офтальмогерпесе тяжелого течения.

**Ключевые слова:** офтальмогерпес, герпетический кератит, эпителиальный кератит, стромальный кератит, тяжелое течение герпетического кератита, легкое течение герпетического кератита, триггеры офтальмогерпеса, синусит, хронический синусит

**Для цитирования:** Чернакова Г.М., Аржиматова Г.Ш., Ширшова Е.В., Андрианова А.В., Клещева Е.А., Мельникова Н.В. Ретроспективный анализ структуры, причин и вариантов тяжести офтальмогерпеса. *Офтальмология.* 2025;22(2):449–457. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-449-457

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

# Retrospective Analysis of the Pattern, Causes and Variants of Ocular Herpes Severity

G.M. Chernakova[1], G.Sh. Arzhimatova[1,2], E.V. Shirshova[1], A.V. Andrianova[1], E.A. Kleshcheva[1,2], N.V. Mel'nikova[1,2]

[1] Botkin Hospital
2nd Botkinsky travel, 5, Moscow, 125284, Russian Federation

[2] Russian Medical Academy of Continuous Professional Education
2/1, Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russian Federation

## ABSTRACT

**Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):449–457**

**Purpose:** to determine the variants of the severity of the course of ophthalmic herpes on the extensive retrospective material. **Material and methods.** A retrospective cohort multicenter study was conducted from 2010 to 2020 inclusive. Medical outpatient records and case histories of inpatients were studied. 1142 patients with the following diagnoses were included in the retrospective analysis: "herpetic keratitis", "recurrent corneal erosion", "herpetic keratoveitis", "herpetic corneal ulcer", "herpetic iridocyclitis", of which 470 (41 %) were men and 672 (59 %) were women. The mean age was 44.1 ± 1.3 years. Subjects analyzed were: clinical form of ophthalmic herpes; record of primary ophthalmic herpes case or relapse, total timing of complaints, doses of systemic therapy with nucleoside analogs; total timing of episode treatment and record of ophthalmic herpes outcomes in completed cases; presence/absence of trigger factors; presence/absence of manifest comorbid diseases/conditions/events. The localization and frequency of extraocular herpes were recorded. The variant of laboratory confirmation of herpetic etiology of ocular inflammation, if present, was noted. **Results.** The specific weight of clinical forms of ophthalmic herpes (according to the results of retrospective analysis): epithelial forms — 263 patients, stromal forms — 650, anterior uveitis — 229. In the majority of cases ($n$ = 799; 70 %) patients had a history of recurrent course of keratitis (keratouveitis) by the time of initial examination, whereas first detected ophthalmic herpes was noted in 343 (30 %) cases. Depending on the duration of active complaints the patients were distributed as follows: with complaints from 1 day to 1 month — 113 (10 %), from 2 to 3 months — 517 (45 %), from 3 to 6 months — 272 (24 %), from 6 months and more — 240 (21 %). The mean duration of complaints was 64.5 ± 6.5 days. Epithelial keratitis has the least tendency to form a protracted course: in more than a half of cases (192 patients out of 263) the period of complaints did not exceed 3 months. Among 1142 patients there were 235 completed cases of keratitis and keratouveitis (20.5 %) with remission. The most frequent (422 cases) provoked ophthalmic herpes was different systemic infectious processes. The second place by the frequency of provoking factors is occupied by a group of causes related to corneal damage of different genesis (285 patients). In the third place by frequency are emotional or physiologic stresses. Next in frequency of ophthalmic herpes provocation are problems of the middle zone of the face — 240 cases. Manifest infectious-inflammatory diseases of the nasopharynx and respiratory tract are leading among background conditions (753 patients). The second place among the causes of comorbidity is occupied by cumulative immunosuppression ($n$ = 217). In the third place by the frequency of comorbid pathology are gastrointestinal diseases — 126 patients (11 %). Herpesvirus etiology was investigated by ELISA in 546 (48 %), in the other 52 % — not confirmed by any laboratory method. **Conclusion.** As a result of the conducted study, a significant cohort of patients with characteristics of ophthalmic herpes of severe course was identified: deep forms of ocular tissue lesions, prolonged duration of complaints, recurrent forms. These characteristics were accompanied by the use of low (not more than 1.5 g) daily doses of oral nucleoside analogs. Division of patients by severity of ophthalmic herpes course into mild and severe forms may allow to distinguish a cohort of patients requiring deeper diagnostic examination, consultations of related specialists, as well as higher daily doses of systemic antiviral therapy. Given that herpesvirus etiology has not been confirmed or investigated by ELISA, the development of clear diagnostic criteria through the use of molecular biological methods is necessary. The dominance of such comorbid diseases as sinusitis and tonsillitis (66 %) dictates the need to study the state of the paranasal sinuses in ophthalmic herpes of severe course.

**Keywords:** ocular herpes, herpetic keratitis, epithelial keratitis, stromal keratitis, severe herpetic keratitis, mild herpetic keratitis, triggers of ocular herpes, paranasal sinusitis, chronic paranasal sinusitis

**For citation:** Chernakova G.M., Arzhimatova G.Sh., Shirshova E.V., Andrianova A.V., Kleshcheva E.A., Mel'nikova N.V. Retrospective Analysis of the Pattern, Causes and Variants of Ocular Herpes Severity. *Ophthalmology in Russia.* 2025;22(2):449–457. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-449-457

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

**There is no conflict of interests.**

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Офтальмогерпес — клиническая манифестация системной герпетической инфекции в пределах тканей глаза — является потенциально инвалидизирующим заболеванием. Основываясь на том факте, что все герпетические вирусы, в том числе и вирус простого герпеса (ВПГ), попадают в организм в детском возрасте с установлением состояния персистенции и определенного баланса сил между вирусом и иммунной системой, даже первичный эпизод герпетического кератита у взрослых можно рассматривать как рецидив герпетической инфекции, однако принципиально новой локализации. Мишенями воспаления и последующей деструкции при офтальмогерпесе являются роговица и структуры сосудистой оболочки, доминирующей клинической формой — герпетический кератит [1–3]. Определенные в работах предыдущих лет закономерности течения офтальмогерпеса (пусковые факторы, коморбидный фон) требуют нового этапа изучения и актуализации с учетом достижений современной лабораторной диагностики и терапии[1] [1–5]. Резюмируя литературные данные в отношении разнообразия клинико-лабораторных вариантов герпетических кератитов, нельзя не отметить отсутствие четких дефиниций в отношении степени тяжести течения офтальмогерпеса [6–9].

**Целью** публикации является определение вариантов тяжести течения офтальмогерпеса на обширном ретроспективном материале.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Ретроспективное когортное мультицентровое исследование проводилось в период с 2010 по 2020 год включительно. Изучались медицинские амбулаторные карты и истории болезни стационарных пациентов в клинических базах Московской офтальмологической клинической больницы (в настоящее время МГОЦ) в составе ГБУЗ ММНКЦ Боткинская больница ДЗМ, НМИЦ ФГАУ «МНТК "Микрохирургия глаза" имени академика С.Н. Федорова» МЗ РФ. Из общего массива свыше 10 000 единиц медицинских документов (амбулаторных карт / историй болезни стационарных пациентов) случаев воспалительных заболеваний глаз в ретроспективный анализ были включены 1142, содержащие полноценную информацию об обстоятельствах развития и течения заболевания, со следующими диагнозами: «герпетический кератит» (древовидный, стромальный, географический, кератит с изъязвлением), «рецидивирующая эрозия роговицы», «герпетический кератоувеит» (в том числе с изъязвлением), «герпетическая язва роговицы», «герпетический иридоциклит» (в том числе на фоне *Herpes Zoster Ophthalmicus*), из больных 470 (41 %) мужчин и 672 (59 %) женщины, средний возраст 44,1 ± 1,3 года (минимум 18 лет, максимум 87 лет).

*Критерии включения:* случаи впервые выявленного и рецидивирующего герпетического кератита/кератоувеита с поражением кожи параорбитальной области и без такового; минимальный возраст участников исследования 18 лет. *Критерии невключения*: случаи кератита/кератоувеита ревматической, акантамебной этиологии, кератопатия на фоне ношения контактных линз, хламидийный кератит, герпетический кератит/кератоувеит в стадии ремиссии; язва роговицы с угрозой перфорации/перфорацией.

Предметом анализа были: клиническая форма офтальмогерпеса (при определении клинических форм офтальмогерпеса пользовались классификацией Ю.Ф. Майчука, 1981); учет первичного случая офтальмогерпеса или рецидива, общих сроков наличия жалоб, доз системной терапии аналогами нуклеозидов (если такая терапия проводилась, дозы, длительность курса); общие сроки лечения эпизода (при возможности) и учет исходов офтальмогерпеса в завершенных случаях; наличие/отсутствие запускающих (триггерных) факторов; наличие/отсутствие манифестных коморбидных заболеваний/состояний/событий. Регистрировали локализацию (фасциальный, генитальный, ягодичный, иной) и частоту внеглазного герпеса (частый, редкий, отсутствует). Отмечали вариант лабораторного подтверждения герпетической этиологии глазного воспаления при его наличии (полимеразная цепная реакция (ПЦР) или иммуноферментный анализ (ИФА)).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ретроспективный анализ отразил следующий удельный вес клинических форм офтальмогерпеса: эпителиальные формы имели 263 пациента, стромальные формы — 650, передний увеит — 229 (табл. 1).

В таблице 1 обращает на себя внимание доминирование стромальных форм воспаления роговицы (654 пациента; 57 %). Таким образом, по совокупности данных можно сделать вывод о преобладании глубоких форм герпетического поражения — с заинтересованностью

[1] Мальханов ВБ. Офтальмогерпес хронического течения: автореф. дис. … д-ра. мед. наук: 14.00.08; Самара: Уфимский НИИ глазных болезней, 1997.

**Таблица 1.** Распределение частоты клинических форм герпетического кератита (*n* = 1142)

**Table 1.** The frequency distribution of clinical forms of herpetic keratitis (*n* = 1142)

| Формы кератита / Forms of keratitis | Число пациентов, абс. (%) / Number of patients, abs. (%) |
|---|---|
| Эпителиальный / Epithelial keratitis | 263 (23) |
| Стромальный кератит: / Stromal keratitis: | |
| • без изъязвления / without ulceration | 354 (31) |
| • с изъязвлением / with ulceration | 296 (26) |
| Увеит / Uveitis | 229 (20) |
| Всего / Total | 1142 (100) |

**Таблица 2.** Распределение впервые развившихся и рецидивирующих случаев в зависимости от клинической формы офтальмогерпеса

**Table 2.** Distribution of initial and recurrent cases according to the clinical form of ocular herpes

| Клиническая форма / Clinical form | Впервые развившийся / Initial | Рецидивирующий / Recurrent | Всего / Total |
|---|---|---|---|
| Эпителиальный кератит / Epithelial keratitis | 63 | 200 | 263 |
| Стромальный кератит / Stromal keratitis | 200 | 450 | 650 |
| Увеит / Uveitis | 80 | 149 | 229 |
| Итого / Total | 343 | 799 | 1142 |

стромы и структур сосудистой оболочки. К очевидным недостаткам разделения случаев исключительно по клиническим формам можно отнести отсутствие «кодирования» в клинических формах подходов к терапии в зависимости от других параметров течения офтальмогерпеса: длительности эпизода, наличия рецидивирования.

В подавляющем большинстве случаев (*n* = 799; 70 %) к моменту первичного осмотра у пациентов имелся тот или иной стаж рецидивирующего течения кератита (кератоувеита), тогда как впервые выявленный офтальмогерпес отмечался в 343 (30 %) случаев (табл. 2).

В зависимости от давности активных жалоб пациенты распределены следующим образом: с жалобами от 1 дня до 1 месяца — 113 (10 %), от 2 до 3 месяцев — 517 (45 %), от 3 до 6 месяцев — 272 (24 %), от 6 месяцев и более — 240 (21 %). Средние сроки существования жалоб составили 64,5 ± 6,5 дня (минимум 7 дней, максимум 3 года) (табл. 3).

Из данных, показанных в таблице 3, обращает на себя внимание массив пациентов с затяжным течением процесса, отмечаются значительные сроки наличия жалоб: в 90 % случаев эти сроки превышают 2 месяца, из этого количества почти 1/3 пациентов получала лечение в рамках стационара. Этот факт свидетельствует о том, что применяемые схемы лечения у данных пациентов оказались безрезультатными.

В 86 % случаев (982 пациента) в медицинских документах отмечались факты многократных курсов суб- и периокулярных инъекций глюкокортикоидов, что при воспалении тканей глаза герпесвирусной природы является вынужденной и небезопасной мерой, из них в 255 случаях последующий рецидив протекал тяжелее предыдущего (увеличивались площадь и глубина поражения). В 94 % случаев в медицинских документах отражалась картина пролонгированной полипрагмазии (более 2 месяцев): использовались более 5 различных видов местных препаратов без значительного эффекта. В 31,9 % случаев (365 пациентов) применялось местное противовирусное лечение (мазь, содержащая ацикловир 3 %). В 57,3 % случаев (655 пациентов) предшествующая обращению системная противовирусная терапия состояла из перорального приема аналогов нуклеозидов в суточных дозировках, не превышающих 1–1,5 г ацикловира или валацикловира сроком от 3 до 10 дней. По медицинским документам можно заключить, что данная терапия приводила лишь к снижению интенсивности жалоб, но не к стабильной ремиссии.

При анализе характера течения офтальмогерпеса в зависимости от клинических форм можно сделать вывод о том, что из всех клинических форм эпителиальный кератит имеет наименьшую тенденцию к формированию затяжного течения: более чем в половине случаев (192 случая из 263) сроки наличия жалоб не превышали 3 месяцев. Эпителиальный кератит абсолютно доминировал среди форм со сроками наличия жалоб не более 1 месяца, что позволило в дальнейшем отнести впервые развившийся эпителиальный кератит к легкому варианту течения офтальмогерпеса.

Среди 1142 пациентов было зафиксировано лишь 235 законченных случаев кератита и кератоувеита (20,5 %) с констатацией ремиссии, т.е. отсутствием значимых жалоб и симптомов. Иными словами, согласно медицинской документации лишь у каждого пятого пациента можно

**Таблица 3.** Распределение пациентов с офтальмогерпесом в зависимости от срока давности наличия активных жалоб (*n* = 1142)

**Table 3.** Distribution of patients with ocular herpes according to the duration of active complaints (*n* = 1142)

| Давность жалоб / Duration of complaints | Клинические формы / Clinical forms | | | Пациенты, абс. (%) / Patients, abs. (%) |
|---|---|---|---|---|
| | Эпителиальный кератит / Epithelial keratitis | Стромальный кератит / Stromal keratitis | Увеит / Uveitis | |
| От 1 дня до 1 месяца / From 1 day to 1 month | 98 | 6 | 9 | 113 (10) |
| От 2 до 3 месяцев/ From 2 to 3 months | 94 | 275 | 148 | 517 (45) |
| От 3 до 6 месяцев/ From 3 to 6 months | 47 | 184 | 41 | 272 (24) |
| От 6 месяцев и более/ From 6 months and more | 24 | 185 | 31 | 240 (21) |
| Итого / Total | 263 | 650 | 229 | 1142 (100) |

было судить об окончательном зрительном исходе и анатомическом состоянии структур переднего отдела глаза. Из 235 случаев в подавляющем большинстве ($n$ = 197) отмечали формирование помутнений роговицы в параоптической зоне различной степени интенсивности (от облаковидных до плотных стромальных), а у прочих 38 было сформировано помутнение или в центральной оптической зоне, или субтотального характера. Выраженную васкуляризацию наблюдали в 112 случаях из 235. Следы спаечного процесса в переднем отделе глаза по медицинским документам фиксировались у 98 пациентов из 235. Средняя максимальная корригируемая острота зрения (МКОЗ) в данной когорте составила 0,2 ± 0,08. Прочие 79,5 % представляли собой либо случаи фиксированной реконвалесценции, либо кратковременного улучшения с последующим возвратом клинической картины.

В законченных случаях клинические формы распределились следующим образом: эпителиальный кератит — 143 случая, стромальный кератит — 79 случаев и увеит — 13 случаев. Общие сроки лечения не могли быть оценены исключительно по срокам госпитализации, определяемой медицинскими стандартами: часть пациентов выписывали на долечивание под наблюдение врача по месту жительства. Общие сроки лечения по медицинским документам варьировали в широком диапазоне в зависимости от клинических форм и первичного эпизода или рецидива: при впервые выявленном эпителиальном кератите они составляли от 14 дней до 1 месяца, при рецидивирующем эпителиальном кератите — от 1 до 2 месяцев, при стромальном кератите и увеите — от 1 до 6 месяцев совокупно. Доминирование среди завершенных случаев такой клинической формы, как эпителиальный кератит, и наименьшие сроки лечения пациентов при первичном эпителиальном кератите — факты, дающие основание разделить заболевание на офтальмогерпес легкого и тяжелого течения.

По медицинским документам удалось проследить временную связь (в пределах 1 года до первичного эпизода кератита) с провоцирующими кератит факторами (триггерами) в 100 % случаев. Выявленные триггерные факторы распределены по 5 укрупненным группам (рис. 1).

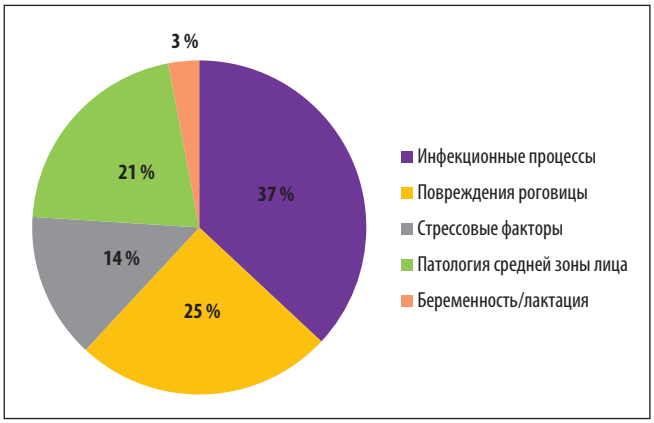



**Рис. 1.** Триггерные факторы при герпесвирусных поражениях глаза ($n$ = 1142)

**Fig. 1.** Trigger factors in herpesvirus eye lesions ($n$ = 1142)

Наиболее часто (422 случая) провоцировали офтальмогерпес разные системные инфекционные процессы. Указание именно на системные (а не только острые респираторные) инфекции в качестве триггера дало основание объединить в данной работе в одну группу триггеров такие разные, на первый взгляд, острые системные инфекционные процессы, как рожистое воспаление, состояние после вакцинации (против гриппа и коронавируса), кишечные инфекции и острые респираторные вирусные инфекции [5]. В качестве триггерных факторов нами определены респираторные вирусные инфекции или переохлаждение (363 пациента, в том числе 36 случаев после коронавирусной инфекции), кишечные инфекции (12 пациентов). Реактивация герпетического процесса в тканях глаза после вакцинации (против гриппа и коронавирусной инфекции) — закономерный клинический ответ организма, который наблюдался в данном исследовании у 35 пациентов. Кератит, связанный во времени с рожистым воспалением разной локализации, определили в 6 случаях, кератит вскоре после ветряной оспы — у 6 пациентов.

На втором месте по частоте провоцирующих факторов находится группа причин, связанных с повреждением роговицы различного генеза (285 пациентов). Старая или свежая травма роговицы различного генеза (травма ногтем, веткой, насекомым и прочими органическими предметами, окалиной; один случай развития офтальмогерпеса в результате кератопатии на фоне эндокринной офтальмопатии) определялась в 189 случаях. Травматическое воздействие контактной линзой, определенное нами как триггер, выявлено в 28 случаях. Ятрогенную травму роговицы в результате офтальмохирургического лечения, применения аналогов простагландинов, травматизации роговицы при лазеркоагуляции сетчатки как фактор провокации кератита определили совокупно в 68 случаях (рис. 2).

На третьем месте по частоте стоят эмоциональные или физиологические стрессы — инсоляция, перемена климатического пояса, эмоциональное перенапряжение, связанное с общим хирургическим воздействием или длительной тяжелой трудовой деятельностью: указания на подобные состояния выявлены у 161 пациента. Далее по частоте провокации офтальмогерпеса следуют проблемы средней зоны лица (стоматологические вмешательства, кариес, челюстно-лицевые операции, травмы лица, периорбитальные инъекции ботулотоксина) — 240 случаев. Среди стоматологических факторов можно отметить как очаги фокальной инфекции полости рта (кариес, периодонтит, кисты, гранулемы), так и, напротив, лечебные вмешательства (пломбирование кариозных полостей и постановка дентальных имплантов). Не исключено также, что активная провокация

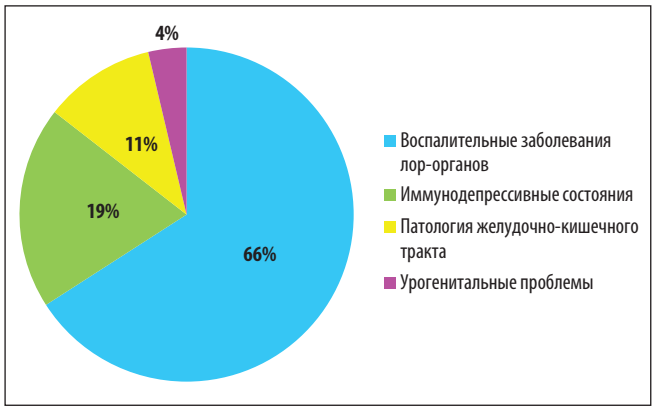



**Рис. 2.** Коморбидные заболевания/состояния у пациентов с клинической картиной офтальмогерпеса (*n* = 1142)

**Fig. 2.** Comorbid diseases/conditions in patients with clinical picture of ocular herpes (*n* = 1142)

продукции герпетических вирусов происходит при инъекциях анестетиков в слизистую десен.

Заслуживает внимания такой новый триггер, как операция, затрагивающая зону носовой перегородки и раковин (септопластика, полипотомия), — у 24 пациентов. Травмы кожи параорбитальной области (в том числе введение ботулотоксина, филлеров) отмечались в 69 случаях. Периоды беременности/лактации явились непосредственной причиной офтальмогерпеса в 34 случаях, в 1 случае из 34 наблюдали развитие острого некроза сетчатки. Беременность и лактация также отнесены нами к триггерным факторам, поскольку именно данные состояния, связанные с резкими колебаниями фона гормонов, спровоцировали развитие инфекции в переднем отделе глаза. Таким образом, наиболее значимыми провоцирующими факторами развития офтальмогерпеса на современном этапе являются системные инфекционные процессы (острые респираторные вирусные инфекции, в том числе коронавирусная инфекция, кишечная вирусная инфекция, поствакцинальные состояния) — 37 % случаев.

Анализ фона сопутствующих заболеваний выявил разнообразие длительно воздействующих на иммунитет заболеваний как естественного, так и ятрогенного характера (например, состояние после проведенных системных хирургических вмешательств, химиотерапии при онкологических заболеваниях). Всего коморбидные заболевания/состояния удалось выявить при офтальмогерпесе в 1142 случаях, что составляет 100 % пациентов. Выявленные коморбидные состояния и заболевания систематизированы по 4 группам причин (табл. 5). Среди фоновых состояний лидируют манифестные инфекционно-воспалительные заболевания носоглотки и дыхательных путей (753 пациента). Эта группа сопутствующих заболеваний весьма разнообразна. К ней были отнесены все воспалительные заболевания лор-органов (тонзиллит, риносинусит, фарингит), хронический бронхит, регионарный лимфаденит. Немаловажен тот факт, что пациенты к моменту развития офтальмогерпеса уже имели длительный стаж иммунопатологического состояния. Распределение коморбидных заболеваний в зависимости от клинической формы офтальмогерпеса представлено в таблице 4.

Мукозоассоциированная ткань слизистых оболочек рта, носа, верхних дыхательных путей является мощным иммунным барьером, ресурсом иммунной защиты, поэтому любое хроническое воспаление в этой области создает предпосылки для субклинической активации герпетических вирусов, что при сочетании с триггерными факторами может приводить к развитию офтальмогерпеса переднего отдела глаза. Пациенты с офтальмогерпесом и данной коморбидной патологией составили значимую долю — 66 %, в основном за счет глубоких форм поражения глаза, которые выявили в 682 случаях (90,5 %). Обращает на себя внимание тот факт, что при эпителиальной форме поражения на первый план среди коморбидной патологии выступили заболевания ЖКТ и иммуносупрессивные состояния, что может свидетельствовать о ситуативной роли данных состояний в патогенезе эпителиального кератита.

Второе место среди причин коморбидности занимает совокупная иммуносупрессия (*n* = 217). Часть пациентов в данной подгруппе подверглась непосредственному

**Таблица 4.** Коморбидные заболевания/состояния у пациентов с офтальмогерпесом (*n* = 1142)

**Table 4.** Comorbid diseases/conditions in patients with ocular herpes (*n* = 1142)

| Коморбидные состояния / Comorbid conditions | Клинические формы абс., (%) / Clinical forms abs, (%) | | | Число случаев, абс. (%) / Number of cases, abs. ( %) | *p* |
|---|---|---|---|---|---|
| | Эпителиальный кератит / Epithelial keratitis | Стромальный кератит / Stromal keratitis | Увеит / Uveitis | | |
| Воспалительные заболевания лор-органов / Inflammatory diseases of the ENT organs | 71 (27) | 501 (77)** | 181 (79)** | 753 (66)* | ≤0,05 |
| Иммунодепрессивные состояния / Immunosuppressive conditions | 110 (42)** | 107 (16) | 0 | 217 (19) | ≤0,05 |
| Заболевания ЖКТ / Gastrointestinal diseases | 51 (19) | 39 (6) | 36 (16) | 126 (11) | ≤0,05 |
| Урогенитальная патология / Urogenital pathology | 31 (12) | 3 (1) | 12 (5) | 46 (4) | ≤0,05 |
| Итого / Total | 263 | 650 | 229 | 1142 (100) | — |

Примечание: * между группами заболеваний, ** между клиническими формами, одновыборочный критерий Колмогорова — Смирнова, попарное сравнение.
Note: *between disease groups, ** between clinical forms, one-sample Kolmogorov–Smirnov test, pairwise comparison.

**Таблица 5.** Распределение частоты и локализации рецидивов простого герпеса у пациентов с офтальмогерпесом переднего отдела глаза ($n$ = 1142)

**Table 5.** Distribution of frequency and localization of herpes simplex virus recurrences in patients with anterior ocular herpes ($n$ = 1142)

| Частота рецидивов / Frequency of recurrence | Фациальный / Facial | Генитальный / Genital | Перемежающаяся локализация / Intermittent localization | Итого / Total | $p$* |
|---|---|---|---|---|---|
| 1–6 раз в год / 1–6 times a year | 499 | 87 | 31 | 617 | ≤0,05 |
| 1 раз в 2 года / 1 every 2 years | 69 | 25 | 8 | 102 | |
| Всего с проявлениями / Total with manifestations | 568 | 112 | 39 | 719 (63 %)* | |
| Не бывает / No cases | | | | 423 (37 %)* | ≤0,05 |
| Итого / Total | | | | 1142 | — |

Примечание: * между группами, одновыборочный критерий χ-квадрат.
Note: *Between disease groups, ** between clinical forms, one-sample Kolmogorov–Smirnov test, pairwise comparison.

иммуносупрессивному воздействию лекарственными веществами — системными глюкокортикоидами, системной антибиотикотерапией по поводу хирургических вмешательств (например, при замене коленного сустава, стентировании, протезировании сердечного клапана). К этой же группе отнесена иммуносупрессия, обусловленная наличием у пациента либо самого онкологического заболевания, либо химиотерапией / лучевой терапией данного заболевания. К этой же группе отнесены пациенты с сахарным диабетом, ВИЧ-инфекцией и носительством HLA-B27.

На третьем месте по частоте коморбидной патологии стоят заболевания желудочно-кишечного тракта — 126 пациентов (11 %). Пациенты в этой подгруппе страдали такими заболеваниями, как синдром Жильбера, хронический гастрит, хронический гепатит В (2 пациента), хронический панкреатит, спастический колит, дисфункция желчных путей, глистные инвазии. У 46 пациентов (4 %) выявлены воспалительные заболевания урогенитального тракта (простатит, уретрит, цистит, пиелонефрит), из них у 15 (все женщины) обнаружены воспалительные и дисфункциональные проблемы урогенитального тракта (невынашивание плода, бесплодие).

Данные герпетического анамнеза собраны у всех ($n$ = 1142, 100 %) пациентов с офтальмогерпесом переднего отдела глаза, из них 423 (37 %) не имели никаких проявлений герпеса кожи, у остальных 719 (63 %) отмечались рецидивы *Herpes simplex* разной локализации и частоты. Герпес кожи лица и слизистых оболочек (носа, полости рта, губ) отмечался у 568 пациентов; генитальный герпес (кожа поясницы, ягодиц, половых органов, бедер) — у 112; перемежающаяся локализация — в 39 случаях. Рецидивы *Herpes labialis/nasalis* с частотой 1–6 раз в год имели место у 499 пациентов, более редкие рецидивы (реже одного раза в год) — у 69, из них 38 имели высыпания на коже век. Таким образом, более чем в половине случаев (719 пациентов) герпетическая инфекция отличалась очевидной манифестацией на коже и слизистых оболочках (табл. 5).

Анализ частых рецидивов кожно-слизистого герпеса отразил явное доминирование глубоких форм поражения глаза (табл. 6).

Герпесвирусная этиология была исследована методом ИФА (многократное превышение референтных значений оптической плотности антител к одному или нескольким типам герпесвирусов) у 546 (48 %), у прочих 52 % — не подтверждена никаким лабораторным методом.

Анализ всей вышеприведенной информации отразил, в целом, два типа течения офтальмогерпеса — легкого и тяжелого течения, что можно определить в рутинной амбулаторной практике.

*Офтальмогерпес легкого течения* может характеризоваться однократным, впервые развившимся краткосрочным рецидивом эпителиального кератита на глазу (в том числе после воздействия офтальмохирургического вмешательства), имеющим полный регресс симптомов воспаления в течение 1 месяца при условии *полного завершения* местной противовоспалительной и антибактериальной терапии, при этом в анамнезе у пациентов не отмечалось воспалительной патологии ротоносоглотки. В ретроспективной группе таких пациентов (с впервые развившимся рецидивом) было 63 из общего числа ($n$ = 263) с эпителиальной формой герпетического кератита. Офтальмогерпес легкого течения может быть результатом однократного сочетания патологических

**Таблица 6.** Распределение частоты рецидивов простого герпеса у пациентов с офтальмогерпесом переднего отдела глаза в зависимости от клинических форм ($n$ = 1142)

**Table 6**. Distribution of herpes simplex virus recurrence rate in patients with anterior ocular herpes depending on clinical forms ($n$ = 1142)

| Частота кожного герпеса / Frequency of cutaneous herpes | Клинические формы / Clinical forms | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Эпителиальный / Epithelial keratitis | Стромальный кератит / Stromal keratitis | Увеит / Uveitis | Итого / Total |
| 1–6 раз в год / 1–6 times a year | 23 (9) | 397 (61)* | 197 (86)* | 617 |
| 1 раз в 2 года / Once in 2 years | 35 (13) | 55 (8) | 12 (5) | 102 |
| Не бывает / Without manifestation | 205 (78)* | 198 (30) | 20 (9) | 423 |
| Всего / Total | 263 | 650 | 229 | 1142 |

Примечание: * между клиническими формами, одновыборочный критерий Колмогорова — Смирнова, попарное сравнение.
Note: * between clinical forms, one-sample Kolmogorov–Smirnov test, pairwise comparison.

факторов, приведших к клинической манифестации кератита, который в случае эпителиальной формы может полностью регрессировать без ущерба для прозрачности роговицы.

Все остальные случаи целесообразно рассматривать как *офтальмогерпес тяжелого течения*, который характеризуется как минимум двумя рецидивами глазного воспаления (включая эпителиальный кератит) либо одним рецидивом кератита любой формы длительностью более 1 месяца с возобновлением жалоб и симптомов при попытке отмены местной противовоспалительной и антибактериальной терапии; у пациентов имеется скрытая или манифестная воспалительная лор-патология (хронический тонзиллит, хронический синусит), и наблюдаются частые рецидивы кожно-слизистого герпеса.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате ретроспективного анализа стало понятно, что есть значительная когорта пациентов, имеющая характеристики офтальмогерпеса тяжелого течения, а именно, глубокие формы поражения тканей глаза (стромальный кератит и увеит у 77 % пациентов), длительные сроки существования жалоб (64,5 ± 6,5 дня), рецидивирующие формы (70 %). Изложенные характеристики сопровождались применением в 57,3 % случаев стандартных (низкие, не более 1,5 г) суточных дозировок пероральных аналогов нуклеозидов — ацикловира или валацикловира.

Значительная разница в характеристиках течения офтальмогерпеса должна закономерно обусловливать разные подходы к тактике, поскольку клиническая манифестация офтальмогерпеса тяжелого течения представляет собой результат не только текущего эпизода, но и предшествующих рецидивов офтальмогерпеса. Стратификация пациентов по тяжести течения офтальмогерпеса на легкие и тяжелые формы может позволить выделить когорту пациентов, требующих более глубокого диагностического обследования, консультаций смежных специалистов, а также более высоких суточных доз системной противовирусной терапии.

С учетом того факта, что герпесвирусная этиология при ретроспективном анализе не была подтверждена или была исследована методом ИФА (48 %), разработка четких диагностических критериев с помощью использования молекулярно-биологических методов (например, ПЦР) представляется весьма актуальной. Ведущая роль «системных сбоев» иммунной системы, таких как любые системные инфекционные процессы в 37 % случаев, отражает прежде всего системный характер самого герпетического кератита. Доминирование таких коморбидных заболеваний, как синусит и тонзиллит (66 %), диктует необходимость изучения состояния околоносовых пазух при офтальмогерпесе легкого и тяжелого течения (включая высокоинформативные лучевые методы исследования).

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ

Чернакова Г.М. – концепция, дизайн исследования, написание статьи;
Аржиматова Г.Ш. – редактирование;
Ширшова Е.В. – сбор материала;
Андрианова А.В. – обработка материала;
Клещева Е.А. – редактирование;
Мельникова Н.В. – анализ материала, редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Майчук ЮФ. Вирусные заболевания глаз. М.: Медицина; 1981.
   Maychuk YuF. Viral eye diseases. Moscow: Medicine; 1981 (In Russ.).
2. Каспаров АА. Офтальмогерпес. М.: Медицина; 1994.
   Kasparov AA. Ophthalmoherpes. Moscow: Medicine; 1994 (In Russ.).
3. Майчук ЮФ. Герпесвирусные заболевания глаз. Гл. 5 «Неизвестная эпидемия: герпес (патогенез, диагностика, клиника, лечение)». Смоленск: Фармаграфикс, 1997. С. 62–74.
   Maychuk YuF. Herpesvirus diseases of the eye. Chap. 5 in "Unknown epidemic: herpes (pathogenesis, diagnosis, clinic, treatment)". Smolensk: Pharmagraphics, 1997. P. 62–74 (In Russ.).
4. Каспарова ЕА, Каспаров АА, Левицкий ЮВ, Ципурская ОИ. Роль фокальных очагов инфекции в возникновении и поддержании воспалительных заболеваний глаз. Вестник офтальмологии. 2019;135(6):124–133. doi: 10.17116/oftalma2019135061124.
   Kasparova EA, Kasparov AA, Levitsky YuV, Tsipurskaya OI. The role of infection foci in the onset and sustenance of inflammatory diseases of the eye. Russian Annals of Ophthalmology. 2019;135(6):124–133 (In Russ.).
5. White ML, Chodosh J. Reviewed and endorsed by the Ocular Microbiology and Immunology Group. Herpes Simplex Virus Keratitis: A Treatment Guideline 2014. URL: https://www.aao.org/clinical-statement/herpes-simplex-virus-keratitis-treatment-guideline (accessed 23.03.2025).
6. Азнабаев МТ, Мальханов ВБ, Марванова ЗР, Шевчук НЕ, Зайнутдинова ГХ. Способ прогноза офтальмогерпеса. Патент RU 2248755, 27.03.2005.
   Aznabaev MT, Mal'khanov VB, Marvanova ZR, Shevchuk NE, Zainutdinova GKh. Method for predicting ophthalmoherpes. Patent RU 2248755, 27.03.2005 (In Russ.).
7. Аксенова СВ, Малькина МВ, Седойкина АВ. Исходы герпетических кератитов в зависимости от иммунного статуса пациентов. Вестник Мордовского университета. 2016; 26(2):160–167. doi: 10.15507/0236-2910.026.201602.160-167.
   Aksenova SV, Malkina MV, Sedoykina AV. Herpetic keratitis outcomes depending on immune status of patients. Mordovia University Bulletin. 2016;2(26):160–167 (In Russ.).
8. Каспаров АА, Войцеховская АА, Фадеева ЛЛ, Хавинсон ВХ, Морозов ВГ. Способ лечения офтальмогерпеса. Авторское свидетельство SU 1470290, 07.04.1989.
   Kasparov AA, Voytsekhovskaya AA, Fadeeva LL, Khavinson VKh, Morozov VG. Method of treating ohthalmoherpes. Patent SU 1470290, 07.04.1989 (In Russ.).
9. Майчук ЮФ, Арион ВЯ, Микули СГ, Казаченко МА, Барышков ЮА. Способ лечения офтальмогерпеса. Авторское свидетельство SU 1326265, 30.07.1987.
   Majchuk YuF, Arion VYa, Mikuli SG, Kazachenko MA, Baryshkov YuA. Method of treatment of ophthalmoherpes. Patent SU 1326265, 30.07.1987 (In Russ.).


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Чернакова Галина Мэлсовна
кандидат медицинских наук, доцент, научный сотрудник, офтальмолог, заведующий поликлиническим отделением № 2.
https://orcid.org/0000-0002-9630-6076

Аржиматова Гульжиян Шевкетовна
кандидат медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник, офтальмолог, руководитель Московского городского офтальмологического центра; доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0001-9080-3170


## ABOUT THE AUTHORS


Chernakova Galina M.
PhD, Associate Professor, ophthalmologist; researcher, head of Polyclinic Department No. 2
https://orcid.org/0000-0002-9630-6076

Arzhimatova Gulzhiyan Sh.
PhD, leading researcher, head of Moscow City Ophthalmological Centre
https://orcid.org/0000-0001-9080-3170

Ширшова Елена Васильевна
офтальмолог, заведующий офтальмологическим отделением № 64
https://orcid.org/0009-0006-0189-8600

Андрианова Анна Владимировна
кандидат медицинских наук, офтальмолог
https://orcid.org/0009-0003-5516-8337

Клещева Елена Александровна
кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0002-1392-3432

Мельникова Наталья Владимировна
кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии
https://orcid.org/0000-0003-3917-0691

Shirshova Elena V.
ophthalmologist, head of ophthalmology department No. 64
https://orcid.org/0009-0006-0189-8600

Andrianova Anna V.
PhD, ophthalmologist of the 60th ophthalmology department
https://orcid.org/0009-0003-5516-8337

Kleshcheva Elena A.
PhD, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0002-1392-3432

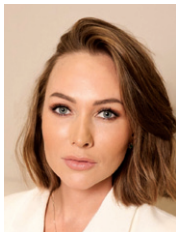
Mel'nikova Natal'ya V.
PhD, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, ophthalmologist
https://orcid.org/0000-0003-3917-0691

*ISSN 1816-5095 (print); ISSN 2500-0845 (online)*
*https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-458-464*

*поступила 08.04.25*
*was received 08.04.25*

# Сравнение эффективности препаратов моксифлоксацина в терапии конъюнктивита





А.Ю. Малыгин[1] А.Б. Лисицын[1] О.М. Селина[2]

[1] ГУЗ Ярославской области «Клиническая больница № 2»
Суздальское шоссе, 39, Ярославль, 150030, Российская Федерация

[2] ООО «ОфтальНова»
1-й Нагатинский проезд, 11, корп. 1, Москва 115533, Российская Федерация

**РЕЗЮМЕ** **Офтальмология. 2025;22(2):458–464**

**Цель:** оценить эффективность и безопасность терапии у пациентов с бактериальным конъюнктивитом препаратами «Моксиофтан®», капли глазные, 5 мг/мл, 5 мл, («ЯДРАН-ГАЛЕНСКИ ЛАБОРАТОРИЙ» а.о., Хорватия), и «Вигамокс®», капли глазные, 5 мг/мл, 5 мл («Алкон Лабораториз Инк.», США). **Пациенты и методы.** В открытое сравнительное рандомизированное многоцентровое клиническое исследование были включены 220 пациентов, рандомизированных в группу препарата «Моксиофтан®» (моксифлоксацин) (*n* = 110) — основную группу или препарата сравнения «Вигамокс®» (моксифлоксацин) (*n* = 110) — контрольную группу. Конечная первичная точка эффективности: частота случаев клинического выздоровления, определяемого как исчезновение клинических признаков бактериального конъюнктивита на последнем визите исследования (визит 5, день 9 ± 1). Вторичными конечными точками эффективности являлись степень подавления бактерий, определяемая как отсутствие к 9 ± 1 дню роста штамма основного возбудителя, выявленного в конъюнктивальном мазке на исходном уровне, динамика клинических симптомов бактериального конъюнктивита, оценка эффективности терапии исследователями и пациентами. Изучение безопасности проводимой терапии включало оценку частоты встречаемости нежелательных явлений (НЯ), серьезных нежелательных явлений (СНЯ), их возможной связи с применением исследуемого препарата и препарата сравнения. Статистический анализ проведен с использованием статистического пакета R v. 3.2.1 и Statistica 10. **Результаты.** Частота случаев клинического выздоровления к 9 ± 1 дню исследования (визит 5) составила 100 % в основной и контрольной группах. Выраженность клинических симптомов бактериального конъюнктивита снизилась к последнему визиту исследования в обеих группах в равной степени: –5,32 ± 1,71 и –5,55 ± 1,40 балла — в основной группе и группе сравнения соответственно ($p > 0,05$). Итоговая оценка «хорошо» к 9 ± 1 дню исследования эффективности преобладала в обеих группах. По мнению пациентов, хорошая эффективность отмечена у 97,27 и 94,55 % пациентов в основной и контрольной группах соответственно. По мнению исследователей, хорошая эффективность отмечена у 96,36 и 94,55 % пациентов в основной и контрольной группах соответственно. Анализ безопасности показал схожий профиль безопасности препаратов «Моксиофтан®» и «Вигамокс®». Отмечена схожая частота возникновения и характер НЯ. **Заключение.** В рамках исследования была продемонстрирована сопоставимая эффективность и сопоставимый профиль безопасности глазных капель «Моксиофтан®» в сравнении с препаратом «Вигамокс®» при терапии пациентов с бактериальным конъюнктивитом.

**Ключевые слова:** Моксиофтан®, конъюнктивит, моксифлоксацин, фторхинолоны, эффективность, безопасность, переносимость

**Для цитирования:** Малыгин А.Ю., Лисицын А.Б., Селина О.М. Сравнение эффективности препаратов моксифлоксацина в терапии конъюнктивита. *Офтальмология.* 2025;22(2):458–464. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-458-464

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

**Конфликт интересов отсутствует.**

CC BY 4.0

# Comparison of the Efficacy of Moxifloxacin Preparations in the Conjunctivitis Therapy

A.Yu. Malygin[1], A.B. Lisitsyn[1], O.M. Selina[2]

[1] Clinical Hospital No 2
Suzdal highway, 39, Yaroslavl, 150030, Russian Federation

[2] OptalNova LLC
1st Nagatinsky travel, 11/1, Moscow 115533, Russian Federation

**ABSTRACT** **Ophthalmology in Russia. 2025;22(2):458–464**

**Purpose.** To evaluate the efficacy and safety of therapy in patients with bacterial conjunctivitis using Moxioftan® eye drops, 5 mg/mL, 5 mL (JADRAN-GALENSHI LABORATORIJ, Croatia), and Vigamox® eye drops, 5 mg/mL, 5 mL (Alcon Laboratories, Inc., USA). **Patients and methods.** A multicenter, open-label, randomized, comparative clinical trial included 220 patients who were randomized into the Moxioftan® (moxifloxacin) group ($n$ = 110) as the main group or the Vigamox® (moxifloxacin) group ($n$ = 110) as the control group. The primary efficacy endpoint was the frequency of clinical cure, defined as the disappearance of clinical signs of bacterial conjunctivitis at the final study visit (visit 5, day 9 ± 1). Secondary efficacy endpoints included the degree of bacterial eradication, defined as the absence of growth of the primary pathogen identified in the baseline conjunctival smear by day 9 ± 1, dynamics of clinical symptoms of bacterial conjunctivitis, treatment efficacy assessed by both investigators and patients. The safety evaluation included an assessment of the incidence of adverse events, serious adverse events, and their potential relationship to the investigational and comparator drugs. Statistical analysis was performed using the R statistical package v. 3.2.1 and Statistica 10**. Results**. The clinical cure rate by day 9 ± 1 of the study (visit 5) was 100 % in both the main and control groups. The severity of clinical symptoms of bacterial conjunctivitis decreased equally in both groups by the final study visit: –5.32 ± 1.71 and –5.55 ± 1.40 points in the main and control groups, respectively ($p$ > 0.05). By day 9 ± 1 of the study, the overall efficacy rating of "good" prevailed in both groups. According to patients, good efficacy was noted in 97.27 % and 94.55 % of cases in the main and control groups, respectively. According to investigators, good efficacy was observed in 96.36 % and 94.55 % of patients in the main and control groups, respectively. The safety analysis demonstrated a comparable safety profile for Moxioftan® and Vigamox®. The incidence and nature of adverse events were similar between the groups. Conclusion: The study demonstrated comparable efficacy and a similar safety profile of Moxioftan® eye drops compared to Vigamox® in the treatment of patients with bacterial conjunctivitis.

**Keywords:** Moxioftan®, conjunctivitis, moxifloxacin, fluoroquinolones, efficacy, safety, tolerability

**For citation:** Malygin A.Yu., Lisitsyn A.B., Selina O.M. Comparison of the Efficacy of Moxifloxacin Preparations in the Therapy of Conjunctivitis. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(2): 458–464. https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-2-458-464

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

**There is no conflict of interests.**

## ВВЕДЕНИЕ

Более половины (66,1 %) случаев всех офтальмологических заболеваний приходится на конъюнктивит [1]. Конъюнктивит может возникнуть у пациентов с различными демографическими характеристиками и с любым социально-экономическим статусом. Частота встречаемости конъюнктивита варьирует в зависимости от возраста и пола пациента. Первый подъем заболеваемости отмечается у детей младше 7 лет (с максимальной частотой у детей до 4-х лет), второй — в 22 года у женщин и в 28 лет — у мужчин [2]. По данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), в Российской Федерации в 2023 г. было зарегистрировано 926 459 случаев заболевания среди взрослого населения и 404 112 случаев среди детей [3].

В зависимости от этиологического фактора выделяют инфекционную и неинфекционную формы конъюнктивита [4]. Инфекционный конъюнктивит может вызываться бактериями, вирусами, хламидиями и, крайне редко, простейшими и грибами [5]. Основными возбудителями острого бактериального конъюнктивита являются *Staphylococcus spp*., *Streptococcus spp*., *Haemophilus influenzae*., *Moraxella catarrhalis*, а также грамотрицательные энтеробактерии. У детей младшего возраста небольшие эпидемические вспышки нередко связаны с *H. influenzae* или *S. pneumoniae* [4].

При отсутствии лечения или его неэффективности конъюнктивит может привести к осложнениям. К наиболее распространенным относят кератит, иридоциклит, блефарит и рубцовые изменения [1].

Эффективность антибактериальных средств при бактериальном конъюнктивите у взрослых и детей подтверждена данными как отдельных рандомизированных исследований, так и метаанализов. Обновляемый Кокрейновский обзор оценки эффективности и безопасности антибактериальных препаратов при бактериальном конъюнктивите в своей последней версии от 2022 г. включил данные 21 рандомизированного клинического исследования (8805 пациентов с бактериальным конъюнктивитом). Анализ объединенных данных подтвердил, что местные антибактериальные средства улучшили показатель клинического излечения (разрешение клинических симптомов)

на 26 % [ОР 1,26, 95 % ДИ 1,09–1,46] и показатель микробиологического излечения (ОР 1,53, 95 % ДИ 1,34–1,74) в сравнении с плацебо. Серьезных системных нежелательных реакций не было зарегистрировано ни в группе терапии, ни в группе плацебо [6].

Согласно актуальным клиническим рекомендациям Российской Федерации 2024 г. для лечения инфекционного (бактериального, хламидийного) конъюнктивита или при подозрении/профилактике вторичной бактериальной инфекции при конъюнктивите другой этиологии с антибактериальной целью в качестве этиотропной терапии рекомендуется местная терапия антибиотиками или противомикробными препаратами [3]. Учитывая, что микробиологическое исследование при конъюнктивите относится к дополнительным методам лабораторной диагностики [3], в подавляющем большинстве случаев антибактериальная терапия назначается эмпирически.

К препаратам первой линии терапии бактериальных конъюнктивитов относятся фторхинолоны, обладающие высокой активностью против широкого спектра грамположительных и грамотрицательных возбудителей инфекций глаз. Фторхинолоны характеризуются наиболее широким спектром действия и высоким уровнем чувствительности к ним микроорганизмов, достигающим 90 % [7].

Согласно обзору V. Aramă и соавт., при выборе местного антибактериального средства для лечения офтальмологических бактериальных инфекций необходимо, чтобы препарат соответствовал следующим характеристикам: широкий спектр действия; выраженное бактерицидное или бактериостатическое действие; низкая вероятность возникновения резистентных штаммов вследствие мутаций; способность достигать высоких концентраций в тканях глаза; минимальная системная абсорбция; хорошая переносимость; возможность использования у детей [8].

Таким требованиям полностью соответствует моксифлоксацин — фторхинолон IV поколения. Моксифлоксацин активен в отношении широкого спектра грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, анаэробных, кислотоустойчивых и атипичных бактерий (включая хламидии и микоплазмы), его бактерицидное действие достигается путем ингибирования ферментов ДНК-гиразы (топоизомеразы II) и топоизомеразы IV. Двойной механизм действия моксифлоксацина обусловливает активность против широкого спектра микроорганизмов, а особая химическая структура — наличие метокси-группы в положении 8 — обеспечивает дополнительную повышенную активность против грамположительных микроорганизмов.

Эффективность монотерапии фторхинолонами сравнима с лечением комбинацией беталактамов и аминогликозидов, цефазолина и тобрамицина [9]. *In vitro* продемонстрировано, что моксифлоксацин превосходил тобрамицин и гентамицин, быстрее и эффективнее уничтожая изоляты бактериального конъюнктивита *S. pneumoniae* и *H. influenzae* [10].

Недавние исследования свидетельствуют о том, что терапия современными фторхинолонами актуальна ввиду того, что большинство бактериальных возбудителей глазных инфекций высоко восприимчивы к монотерапии препаратами этого класса. В исследовании 2020 г., проводившемся в Москве, уровни микробиологической чувствительности изолятов, полученных у детей с бактериальным конъюнктивитом или дакриоциститом, составили 87 % для моксифлоксацина против 84 % для левофлоксацина и 79 % для ципрофлоксацина [11]. Риск развития бактериальной устойчивости к моксифлоксацину меньше, чем к фторхинолонам других поколений, это связано с его структурными отличиями от более ранних поколений фторхинолонов. Для возникновения устойчивости к моксифлоксацину необходимы две мутации, кодирующие ДНК-гиразу (топоизомеразу II) и топоизомеразу IV [7]. Моксифлоксацин с оксиметильной группой в положении C8 также разрушает бактериальные клетки в неделящемся состоянии, что снижает вероятность последующей селекции мутантных устойчивых форм микроорганизмов [9, 12].

Уникальная структура моксифлоксацина обеспечивает лучшее проникновение терапевтического агента в роговицу. Это приводит к более высоким максимальным концентрациям действующего вещества по сравнению с другими фторхинолонами в тканях глаза, значительно превышающим минимальные ингибирующие концентрации (МИК) препарата в отношении инфекционных агентов [13]. Моксифлоксацин проникает в глазные ткани в несколько раз лучше, чем гатифлоксацин, ципрофлоксацин, офлоксацин или левофлоксацин [13]. В исследовании 2005 г. показано, что спустя 20 минут после закапывания 1 капли препаратов, содержащих антибиотики, здоровым добровольцам концентрация моксифлоксацина в конъюнктиве была в 6,8–7,7 раза выше ($p < 0{,}001$), чем концентрация левофлоксацина, ципрофлоксацина, гатифлоксацина или офлоксацина, при этом статистически значимые различия между концентрациями других фторхинолонов (отличных от моксифлоксацина) отсутствовали [14].

Минимальная системная абсорбция моксифлоксацина при его местном применении снижает риск развития системных нежелательных реакций, что соответствует принципам рационального использования противомикробных препаратов. Терапия моксифлоксацином для местного применения безопасна и хорошо переносится как взрослыми, так и детьми [9]. Глазные капли препарата «Моксиофтан®» в РФ разрешены к применению у детей, начиная с 1 года жизни [15].

Моксифлоксацин указан в клинических рекомендациях Российской Федерации 2024 г. «Конъюнктивиты» для лечения конъюнктивита [3].

Для подтверждения эффективности препарата «Моксиофтан®» («ЯДРАН-ГАЛЕНСКИ ЛАБОРАТОРИЙ») было проведено открытое сравнительное рандомизированное

многоцентровое клиническое исследование не меньшей эффективности и безопасности в сравнении с ранее зарегистрированным оригинальным препаратом «Вигамокс®» («Алкон Лабораториз Инк.», США) в терапии пациентов с бактериальным конъюнктивитом.

Цель исследования — оценить эффективность и безопасность терапии пациентов с бактериальным конъюнктивитом препаратами «Моксиофтан®» (моксифлоксацин), капли глазные, 5 мг/мл, 5 мл, («ЯДРАН-ГАЛЕНСКИ ЛАБОРАТОРИЙ» а.о., Хорватия), и «Вигамокс®» (моксифлоксацин), капли глазные, 5 мг/мл, 5 мл («Алкон Лабораториз Инк.», США).

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 220 пациентов с бактериальным конъюнктивитом в фазе обострения, все были рандомизированы 1:1 для применения исследуемого препарата «Моксиофтан®» (моксифлоксацин) — основная группа или препарата сравнения «Вигамокс®» (моксифлоксацин) — контрольная группа. Исследование проводилось на базе двух клинических центров в период с 20 февраля 2017 г. по 19 апреля 2018 г. В каждую группу было набрано по 110 пациентов. Завершили исследование по протоколу 220 пациентов.

Препараты применялись по аналогичной схеме: в течение 7 ± 1 дней путем инстилляции в конъюнктивальный мешок по 1 капле 3 раза в сутки. Графическая схема дизайна исследования представлена на рисунке 1.

Основные демографические и базовые характеристики включенных субъектов представлены в таблице 1.

Группы были сопоставимы по половому признаку, расовой принадлежности, возрасту, росту, массе тела и индексу массы тела.

Конечной первичной точкой эффективности в исследовании являлась частота случаев клинического выздоровления, определяемого как исчезновение клинических признаков бактериального конъюнктивита на последнем визите исследования (визит 5, день 9 ± 1). Вторичными конечными точками эффективности являлись степень подавления бактерий, определяемая как отсутствие к 9 ± 1 дню роста штамма основного возбудителя, выявленного в конъюнктивальном мазке на исходном уровне, и динамика клинических симптомов бактериального конъюнктивита: конъюнктивального отделяемого, конъюнктивальной инъекции глазного яблока и гиперемии век. Перечисленные признаки оценивались врачом по трехбалльной шкале: (0 — признак отсутствует, 1 — легкая степень выраженности, 2 — умеренная степень выраженности, 3 — сильная степень выраженности). Конъюнктивальный мазок был взят до начала, а также после окончания

**Таблица 1.** Демографические и базовые характеристики включенных субъектов

**Table 1.** Demographic and baseline characteristics of included subjects

| Параметр / Parameter | Группа / Group | |
|---|---|---|
| | Основная / Main group | Контрольная / Control group |
| Количество пациентов / Number of patients | 110 | 110 |
| Распределение по полу абс. / Gender distribution abs. (%) | | |
| Женщины / Women | 69 (62,73 %) | 82 (74,55 %) |
| Мужчины / Men | 41 (37,27 %) | 28 (25,45 %) |
| Различия между группами / Differences between groups (*p*) | 0,0589[a] | |
| Расовая принадлежность, абс. (%) / Race, abs. (%) | | |
| Европеоидная раса / Caucasian | 107 (97,27 %) | 108 (98,18 %) |
| Монголоидная раса / Mongoloid | 3 (2,73 %) | 2 (1,82 %) |
| Различия между группами / Differences between groups (*p*) | 1,0000[b] | |
| Возраст / Age | | |
| Медиана [25-й и 75-й процентили], годы / Median [25th and 75th percentiles], years | 42,00 [32,00; 52,00] | 41,50 [30,00; 49,00] |
| Различия между группами / Differences between groups (*p*) | 0,4489[c] | |
| Рост / Height | | |
| Медиана [25-й и 75-й процентили], см / Median [25th and 75th percentiles], cm | 170,00 [164,00; 176,00] | 168,50 [164,00; 172,00] |
| Различия между группами / Differences between groups (*p*) | 0,3082[c] | |
| Масса тела / Body weight | | |
| Медиана [25-й и 75-й процентили], кг / Median [25th and 75th percentiles], kg | 70,00 [64,00; 80,00] | 71,00 [65,00; 74,00] |
| Различия между группами / Differences between groups (*p*) | 0,9535[c] | |
| Индекс массы тела/Body mass index | | |
| Медиана [25-й и 75-й процентили], кг/м$^2$ / Median [25th and 75th percentiles], kg/m$^2$ | 24,35 [22,70; 26,30] | 24,20 [22,70; 26,70] |
| Различия между группами / Differences between groups (*p*) | 0,7386[c] | |

Примечание: [a] — критерий $\chi^2$ Пирсона, [b] — точный критерий Фишера, [c] — критерий Манна — Уитни.
Note: [a] — Pearson's $\chi^2$ test, [b] — Fisher's exact test, [c] — Mann — Whitney test.

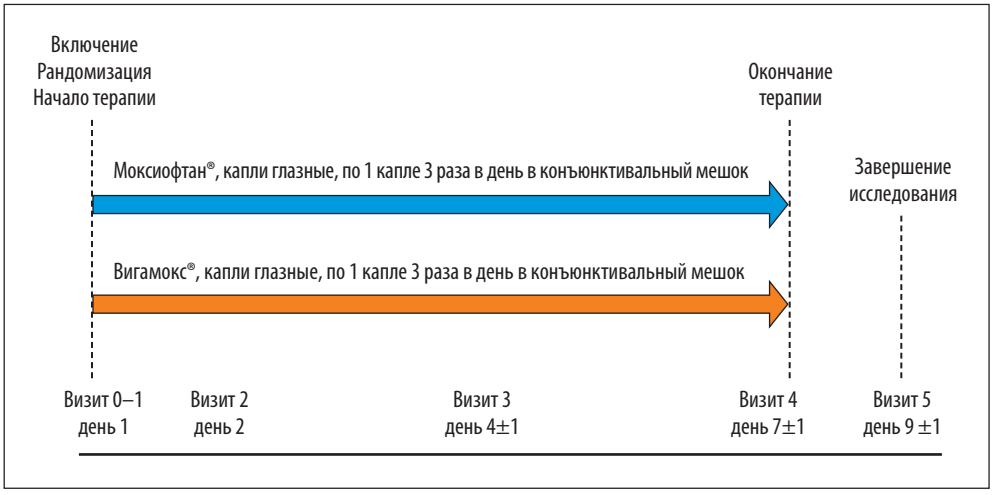



**Рис. 1.** Графическая схема дизайна исследования

**Fig. 1.** Graphical representation of the study design

терапии. Дополнительно была проведена оценка эффективности терапии исследователями и пациентами. Эффективность оценивалась как «хорошая», «удовлетворительная» и «плохая».

Изучение безопасности проводимой терапии включало оценку частоты встречаемости нежелательных явлений, серьезных нежелательных явлений, их возможной связи с применением исследуемого препарата и препарата сравнения.

Статистический анализ проведен с использованием статистического пакета R v. 3.2.1 и Statistica 10. Анализ эффективности произведен для популяции всех пациентов, завершивших исследование в соответствии с протоколом (PP), и для популяции всех включенных пациентов (ITT), анализ безопасности — для популяции безопасности. Состав популяций ITT и PP был одинаковым.

Исследование проводилось в соответствии с принципами, изложенными в Хельсинкской декларации всемирной медицинской ассоциации (принята на 18-й Ассамблее BMA в Хельсинки в июне 1964 г., последняя редакция принята на 60-й Ассамблее в Форталезе в 2013 г.) и принципами Надлежащей клинической практики (государственный стандарт [ГОСТ] Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика»). Информированное согласие было одобрено Локальным этическим комитетом до предоставления участникам исследования и подписано всеми участниками настоящего исследования.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Эффективность

Все включенные пациенты закончили исследование. В основной группе в анализ эффективности включены показатели, полученные при оценке 188 глаз у 110 пациентов, в группе сравнения — 193 глаз у 110 пациентов.

При анализе первичного параметра эффективности частота случаев клинического выздоровления, определенная по исчезновению клинических признаков бактериального конъюнктивита в пораженном глазу, в обеих группах пациентов достигла 100 % ($p$ = 1,0). Частота случаев клинического выздоровления, определенная по исчезновению клинических признаков бактериального конъюнктивита у пациентов, также составила 100 % для обеих групп ($p$ = 1,0). Эти данные свидетельствуют о сопоставимой эффективности исследуемого препарата «Моксиофтан®» по отношению к эффективности препарата «Вигамокс®».

При оценке вторичных параметров эффективности были получены следующие результаты. По данным микробиологического обследования, проведенного до начала терапии, в обеих группа выявлено преобладание *Staphylococcus aureus*: 40,00 и 50,00 % в основной группе и группе сравнения соответственно. К визиту 5 (9 ± 1 день исследования) при оценке частот микробиологического ответа показатель эрадикации основного возбудителя в группе препарата «Моксиофтан®» составил 100 %, в группе препарата «Вигамокс®» — 99,09 % ($p$ > 0,05). Анализ типов выявленных микроорганизмов представлен в таблице 2.

Динамика клинических симптомов бактериального конъюнктивита между визитами 5 и 0 (по сумме баллов) была равна –5,32 ± 1,71 и –5,55 ± 1,40 в основной группе и группе сравнения соответственно ($p$ = 0,2946).

Итоговая оценка (визит 5) эффективности терапии как «хорошая» по мнению пациентов, отмечена у 97,27 и 94,55 % в группе препарата «Моксиофтан®» и в группе препарата «Вигамокс®» соответственно. По мнению исследователей, хорошая эффективность определена у 96,36 и 94,55 % пациентов в группе препарата «Моксиофтан®» и в группе препарата «Вигамокс®» соответственно (табл. 3).

**Таблица 2.** Анализ типов выявленных микроорганизмов

**Table 2.** Analysis of identified microorganism types

| Выявленные микроорганизмы, абс. (%) / Identified microorganisms, abs. (%) | Препарат / Medicine | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Моксиофтан® / Moxioftan® | | Вигамокс® / Vigamox® | |
| | Визит 0–1 / Visit 0–1 | Визит 5 / Visit 5 | Визит 0–1 / Visit 0–1 | Визит 5 / Visit 5 |
| *Candida spp.* | 2 (1,82 %) | 0 (0,00 %) | 0 (0,00 %) | 0 (0,00 %) |
| *Citrobacter freundii* | 1 (0,91 %) | 0 (0,00 %) | 0 (0,00 %) | 0 (0,00 %) |
| *Haemophilus spp.* | 9 (8,18 %) | 0 (0,00 %) | 5 (4,55 %) | 0 (0,00 %) |
| *Klebsiella spp.* | 1 (0,91 %) | 0 (0,00 %) | 0 (0,00 %) | 0 (0,00 %) |
| *Staphylococcus aureus* | 44 (40,00 %) | 0 (0,00 %) | 55 (50,00 %) | 0 (0,00 %) |
| *Staphylococcus spp.* | 20 (18,18 %) | 0 (0,00 %) | 23 (20,91 %) | 1 (0,91 %) |
| *Streptococcus spp.* | 18 (16,36 %) | 0 (0,00 %) | 12 (10,91 %) | 0 (0,00 %) |
| Ассоциация нескольких микроорганизмов / Association of microorganisms | 15 (13,64 %) | 0 (0,00 %) | 15 (13, 64%) | 0 (0,00 %) |
| Не обнаружены / Not found | 0 (0,00 %) | 110 (100,00 %) | 0 (0,00 %) | 109 (99,09 %) |
| Различия между группами / Differences between groups ($p$) | 0,3529[a] / 1,0000[b] | | | |

Примечание: [a] — критерий $\chi^2$ Пирсона, [b] — точный критерий Фишера.
Note: [a] — Pearson's $\chi^2$ test; [b] — Fisher's exact test.

**Таблица 3.** Итоговая оценка эффективности терапии по мнению пациентов и исследователей (визит 5)

**Table 3.** Patient and investigator assessment of treatment efficacy

| Оценка эффективности абс. (%) / Assessment of efficacy abs. (%) | Препарат / Medicine | |
|---|---|---|
| | Моксиофтан® / Moxioftan® | Вигамокс®/ Vigamox® |
| Оценка пациентом / Patient's assessment | | |
| Хорошая / Good | 107 (97,27 %) | 104 (94,55%) |
| Удовлетворительная / Satisfactory | 3 (2,73 %) | 5 (4,55 %) |
| Плохая / Bad | 0 (0,00 %) | 1 (0,91 %) |
| Различия между группами / Differences between groups ($p$) | 0,4624[a] | |
| Оценка исследователем / Researcher's assessment | | |
| Хорошая / Good | 106 (96,36 %) | 104 (94,55%) |
| Удовлетворительная / Satisfactory | 4 (3,64 %) | 5 (4,55%) |
| Плохая / Bad | 0 (0,00 %) | 1 (0,91 %) |
| Различия между группами / Differences between groups ($p$) | 0,5683[a] | |

Примечание: [a] — критерий $\chi^2$ Пирсона.
Note: [a] — Pearson's $\chi^2$ test.

**Безопасность**

В анализ безопасности вошли данные всех включенных (220) пациентов. За период исследования было зарегистрировано 33 НЯ у 29 пациентов. Из них 16 НЯ возникли у 14 пациентов (12,73 %) основной группы, в группе сравнения 17 НЯ — у 15 пациентов (13,64 %). Различия между группами по данному показателю статистически незначимы ($p > 0,05$) (табл. 4).

Преобладающее число НЯ было легкой степени — 93,75 и 94,12 % от общего числа НЯ в основной группе и группе сравнения соответственно ($p = 1,0$). Ни в группе препарата «Моксиофтан®», ни в группе препарата «Вигамокс®» не было выявлено серьезных нежелательных явлений. Таким образом, основная и контрольная группы не различались по общему числу зарегистрированных НЯ, частоте выявления, степени тяжести НЯ. Результаты статического анализа показателей параметров физикального осмотра, лабораторных показателей ($p > 0,05$; критерий $\chi^2$ Пирсона) продемонстрировали одинаковый характер профиля безопасности исследуемого препарата «Моксиофтан®» и препарата сравнения «Вигамокс®».

**Таблица 4.** Частота и виды нежелательных явлений в группах исследования

**Table 4.** Frequency and types of adverse events in study groups

| Нежелательное явление абс. (%) / Adverse event abs. (%) | Препарат / Medicine | |
|---|---|---|
| | Моксиофтан® / Moxioftan® | Вигамокс®/ Vigamox® |
| Дискомфорт при закапывании / Discomfort when instilling | 11 (68,75 %) | 8 (47,06 %) |
| Жжение при закапывании / Burning when instilled | 1 (6,25 %) | 5 (29,41 %) |
| Жжение после закапывания / Burning sensation after instillation | 0 (0,00 %) | 1 (5,88 %) |
| Зуд после закапывания / Itching after instillation | 1 (6,25 %) | 0 (0,00 %) |
| Головная боль / Headache | 1 (6,25 %) | 1 (5,88 %) |
| Повышение показателя СОЭ / Increased ESR | 2 (12,50 %) | 2 (11,76 %) |
| Всего НЯ / Total AEs | 16 | 17 |
| Различия между группами / Differences between groups (p) | 0,4020[a] | |

Примечание: a — критерий $\chi^2$ Пирсона.
Note: a — Pearson's $\chi^2$ test.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках открытого сравнительного рандомизированного многоцентрового клинического исследования эффективности и безопасности была доказана сопоставимая эффективность исследуемого лекарственного препарата «Моксиофтан®» в сравнении с препаратом «Вигамокс®» в терапии бактериального конъюнктивита.

Анализ эффективности продемонстрировал, что оба препарата обладают схожей эффективностью: частота случаев клинического выздоровления, определяемого как исчезновение клинических признаков бактериального конъюнктивита к 9 ± 1 дню исследования (визит 5), составила 100 % в основной и контрольной группах. Выраженность клинических симптомов бактериального конъюнктивита снизилась к последнему визиту в обеих группах исследования в равной степени. Субъективные оценки эффективности пациентами и исследователями также были схожи между группами. Полученные результаты позволили подтвердить гипотезу не меньшей эффективности препарата «Моксиофтан®» в сравнении с препаратом «Вигамокс®».

Результаты настоящего исследования по оцениваемым параметрам эффективности согласуются с ранее опубликованными исследованиями. В рандомизированном плацебо-контролируемом исследовании R.D. Gross и соавт. [16] клиническое излечение было достигнуто у 93 % пациентов, получавших местную терапию моксифлоксацином. Полная элиминация возбудителя отмечена у 78 % пациентов. В исследовании D.B. Granet и соавт. [17] полное разрешение симптомов бактериального конъюнктивита наблюдалось у 81 % пациентов, получавших моксифлоксацин, уже через 48 часов после первого применения. Клиническая эффективность моксифлоксацина при остром бактериальном конъюнктивите продемонстрирована в метаанализе 2010 г.: частота клинического излечения в группе моксифлоксацина статистически значимо превосходила плацебо (ОШ 1,59; [1,21–2,04]; $p = 0,001$) [18].

По результатам анализа данных по безопасности, полученных в исследовании, был сделан вывод, что препарат «Моксиофтан®» имеет профиль безопасности, схожий с препаратом сравнения «Вигамокс®».

Результаты по безопасности в настоящем исследовании также согласуются с ранее опубликованными данными. Офтальмологический раствор моксифлоксацина хорошо переносится пациентами с бактериальным конъюнктивитом. В обзоре G.M. Keating [19] отмечается, что в рассматриваемых исследованиях терапия препаратом моксифлоксацин для офтальмологического применения не приводила к развитию серьезных или системных НЯ [19].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в рамках настоящего исследования была продемонстрирована сопоставимая эффективность препарата «Моксиофтан®», капли глазные, 5 мг/мл, 5 мл («ЯДРАН-ГАЛЕНСКИ ЛАБОРАТОРИЙ» а.о., Хорватия) в сравнении с препаратом «Вигамокс®», капли глазные, 5 мг/мл, 5 мл («Алкон Лабораториз Инк.», США) при терапии пациентов с бактериальным конъюнктивитом. Схожая эффективность исследуемого препарата и препарата сравнения была подтверждена по частоте клинического выздоровления, результатам микробиологического обследования (показатель эрадикации основного возбудителя), динамики клинической симптоматики, а также по оценке эффективности терапии пациентами и исследователями.

Анализ безопасности показал сопоставимый профиль безопасности препаратов «Моксиофтан®» и «Вигамокс®».

Результаты исследования подтверждают высокую эффективность эмпирической терапии препаратом

«Моксиофтан®» при бактериальном конъюнктивите и значимую роль этого антибиотика в улучшении исходов лечения у пациентов, страдающих этим заболеванием.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Малыгин А.Ю. — сбор материала, написание статьи;
Лисицын А.Б. — сбор материала, написание статьи;
Селина О.М. — написание статьи, редактирование.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES


1. Абдувахобова М. Распространенные офтальмологические заболевания. Академические исследования в современной науке. 2024;3(50):138–142.
   Abduvakhobova M. Common ophthalmological diseases. Academic research in modern science. 2024;3(50):138–142 (In Russ.).
2. Hashmi MF, Gurnani B, Benson S. Conjunctivitis. [Updated 2024 Jan 26]. In: StatPearls Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: URL:https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541034/
3. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации. Конъюнктивиты. 2024. URL:https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/629_2 (дата обращения 27.01.2025).
   Ministry of Health of the Russian Federation. Clinical recommendations. Conjunctivitis. URL:https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/629_2 (accessed 27.01.2025) (In Russ.).
4. Azari AA, Arabi A. Conjunctivitis: A Systematic Review. J Ophthalmic Vis Res. 2020 Aug 6;15(3):372–395. doi: 10.18502/jovr.v15i3.7456
5. Prost M. Antibiotic therapy of bacterial conjunctivitis — a practical approach. Ophthatherapy. 2021;8(4):240–246. https://www.journalsmededu.pl/index.php/ophthatherapy/article/view/1728 (accessed 05.04.2025).
6. Chen YY, Liu SH, Nurmatov U, van Schayck OC, Kuo IC. Antibiotics versus placebo for acute bacterial conjunctivitis. Cochrane Database Syst Rev. 2023 Mar 13;3(3):CD001211. doi: 10.1002/14651858.CD001211.pub4.
7. Бабушкин АЭ, Шевчук НЕ. Бактериальные конъюнктивиты (обзор литературы). Точка зрения Восток–Запад. 2021;3:87–90.
   Babushkin AE, Shevchuk NE. Bacterial conjunctivitis (literature review). The East–West viewpoint. 2021;3:87–90 (In Russ.).
8. Aramă V. Topical antibiotic therapy in eye infections — myths and certainties in the era of bacterial resistance to antibiotics. Rom J Ophthalmol. 2020;64(3):245–260.
9. Drago L. Topical Antibiotic Therapy in the Ocular Environment: The Benefits of Using Moxifloxacin Eyedrops. Microorganisms. 2024 Mar 25;12(4):649. doi: 10.3390/microorganisms12040649.
10. Wagner RS, Granet DB, Lichtenstein SJ, Jamison T, Dajcs JJ, Gross RD, Cockrum P. Kinetics of kill of bacterial conjunctivitis isolates with moxifloxacin, a fluoroquinolone, compared with the aminoglycosides tobramycin and gentamicin. Clin Ophthalmol. 2010 Feb 2;4:41–45. doi: 10.2147/opth.s9244.
11. Butylchenko O, Ermakov D, Babaskin D. Pharmacokinetic properties of Fluoroquinolones in Comparative Aspect of their effect on Pathogenic microflora. Research Journal of Pharmacy and Technology 2022;15(12):5800–5806. doi: 10.52711/0974-360X.2022.00979.
12. Scoper SV. Review of third-and fourth-generation fluoroquinolones in ophthalmology: in-vitro and in-vivo efficacy. Adv Ther. 2008;25(10):979–994. doi: 10.1007/s12325-008-0107-x.
13. Robertson SM, Curtis MA, Schlech BA, Rusinko A, Owen GR, Dembinska O, Liao J, Dahlin DC. Ocular pharmacokinetics of moxifloxacin after topical treatment of animals and humans. Surv Ophthalmol. 2005 Nov;50 Suppl 1:S32–45. doi: 10.1016/j.survophthal.2005.07.001.
14. Wagner RS, Abelson MB, Shapiro A, Torkildsen G. Evaluation of moxifloxacin, ciprofloxacin, gatifloxacin, ofloxacin, and levofloxacin concentrations in human conjunctival tissue. Arch Ophthalmol. 2005 Sep;123(9):1282–1283. doi: 10.1001/archopht.123.9.1282.
15. Листок-вкладыш — информация для пациента. Моксиофтан®, 5 мг/мл, капли глазные. URL:https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=8709026f-aea3-4e90-9ed2-c61e8f94b0c9. (дата обращения 05.04.2025).
    The leaflet is information for the patient. Moxiophtan®, 5 mg/ml, eye drops. URL:https://grls.minzdrav.gov.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=8709026f-aea3-4e90-9ed2-c61e8f94b0c9 (accessed 05.04.2025) (In Russ.).
16. Gross RD, Schlech BA, Gower LA, Potts SL. Early clinical and microbiological responses in the treatment of bacterial conjunctivitis with moxifloxacin ophthalmic solution 0.5% (Vigamox™) using B.I.D. dosing. Today's Therapeutic Trends. 2003;21:227–237.
17. Granet DB, Dorfman M, Stroman D, Cockrum P. A multicenter comparison of polymyxin B sulfate/trimethoprim ophthalmic solution and moxifloxacin in the speed of clinical efficacy for the treatment of bacterial conjunctivitis. J Pediatr Ophthalmol Strabismus. 2008 Nov-Dec;45(6):340–349. doi: 10.3928/01913913-20081101-07.
18. Kodjikian L, Lafuma A, Khoshnood B, Laurendeau C, Berdeaux G. Efficacité de la moxifloxacine dans le traitement de la conjonctivite bactérienne aiguë : une méta-analyse [Efficacy of moxifloxacin in treating bacterial conjunctivitis: a meta-analysis]. J Fr Ophtalmol. 2010;33(4):227–233. French. doi: 10.1016/j.jfo.2010.02.001.
19. Keating GM. Moxifloxacin 0.5% ophthalmic solution: in bacterial conjunctivitis. Drugs. 2011 Jan 1;71(1):89–99. doi: 10.2165/11205840-000000000-00000.


## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ


Малыгин Александр Юрьевич
доктор медицинских наук, заведующий отделением реанимации и интенсивной терапии

Лисицын Алексей Борисович
врач-офтальмолог

Селина Ольга Михайловна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог


## ABOUT THE AUTHORS


Malygin Alexandr Y.
MD, head of the Resuscitation and Intensive Care Department

Lisitsyn Alexey B.
ophthalmologist

Selina Olga M.
PhD, ophthalmologist

# КОМПЛЕКСНОЕ ЛЕЧЕНИЕ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА

DELPHANTO®

## Дельфанто® 60мг* капсулы для приема внутрь

Содержит экстракт **MAQUIBRIGHT®**, который:

- Способствует восстановлению нормальной слезопродукции пациента[1,2,3,4]
- Способствует уменьшению испаряемости слезной жидкости за счет нормализации функции мейбомиевых желез[3]










## Дельфанто® салфетки влажные стерильные для ухода за веками

Содержат масло чайного дерева[6]

## Дельфанто® теплый аппликатор для глаз (многоразовое медицинское изделие)

Нагревается до безопасной температуры +43°С и держит тепло в течение 10-15 минут[5]


1. S. Hitoe, J. Tfnaka, H. Shimoda MaquiBright rM standardized maqui berry extractsignificantly increases tear fluid production and ameliorates dry eye-related symptoms in a clinical pilot trial, PANMINERVAMED 2014;56(Supp1.1 to No.3 2014):1-6
2. Yamashita Si, Suzuki N, Yamamoto K, Iio Si, Yamada T, Effects of MaquiBright® on improving eye dryness and fatigue in humans: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial, Journal of Traditional and Complementary Medicine (2018)
3. Бржеский В.В., Голубев С.Ю., Лебедев О.И., Милюдин Е.С., Апостолова А.С., Суров А.В., Ефимова Е.Л., Варлашина Е.В., Горбачевская И.Н., Кириченко В.О. Новые возможности комплексной терапии больных с синдромом сухого глаза различной этиологии. Офтальмология. 2020;17(3):481–489
4. Майчук Д.Ю., Лошкарева А.О., Тарханова А.А. Оценка эффективности применения антиоксиданта в комплексной терапии для снижения степени выраженности синдрома сухого глаза у пациентов с сопутствующим токсико-аллергическим компонентом и тяжёлой формой роговично-конъюнктивального ксероза. Офтальмология. 2021; 18(4): 938–945
5. Инструкция к Дельфанто® теплый аппликатор для глаз
6. Упаковка Дельфанто® салфетки влажные стерильные для гигиены век


РЕКЛАМА

delphanto.ru

*БАД. НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВОМ

# 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 воспаления[1]




РУ: ЛП-№(004146)-(РГ-RU) ОТ 26.12.2023

**Кеторолак,** нестероидный противовоспалительный препарат, обеспечивает адекватный противовоспалительный эффект[2] и уменьшает боль в послеоперационном периоде[3], не повышая внутриглазное давление[4]

**Левофлоксацин,** фторхинолон III поколения, рекомендован для периоперационной профилактики инфекционных осложнений[5]

**Гидроксипропилбетадекс** увеличивает биодоступность активных компонентов, предотвращая раздражающее действие и снижая токсичность[6]


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/recomend/284_1
6. Кедик С.А., Панов А.В., Тюкова 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


SENTISS
Ясный взгляд в будущее

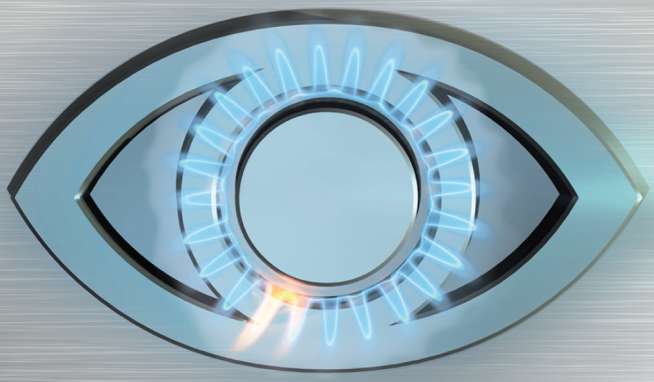
115432 МОСКВА, ПРОЕКТИРУЕМЫЙ 4062-Й ПРОЕЗД, Д. 6, СТР. 16, ЭТАЖ 4, КОМ. 12
WWW.SENTISS.RU ТЕЛ.: +7 (495) 229-7663 E-MAIL: SENTISS@SENTISS.RU



РЕКЛАМА
03-24-RUS-001-RED

# БРОКСИНАК®

*бромфенак 0,09%*









ЛСР-006467/09-031 ПУСК ПО РЕЦЕПТУ

## Одно надежное касание для лечения послеоперационного воспаления[1]

**Действие в заднем отрезке глаза в течение 24 часов[2]**

**Уменьшает развитие макулярного отека, в том числе и у пациентов с диабетической ретинопатией[3,4,5]**

**Не снижает чувствительность роговицы[6]**


1. Инструкция по медицинскому применению препарата Броксинак®.
2. Baklayan GA, Patterson HM, Song CK, et al., 24-hour evaluation of the ocular distribution of (14)C-labeled bromfenac following topical instillation into the eyes of New Zealand White rabbits, J Ocul Pharmacol Ther, 2008;24:392–8.
3. Sheppard John, Topical bromfenac for prevention and treatment of cystoid macular edema following cataract surgery: a review. Clinical Ophthalmol. 2016;10:2099–2111.
4. Walter Keith A et al. Management of Ocular Inflammation following Routine Cataract Surgery—Topical Corticosteroid (Prednisolone) versus Topical Non-steroidal (Bromfenac). US Ophthlmic reviw. 2011;4(2):97–100.
5. Pinna Antonio et al. Bromfenac eyedrops in the treatment of diabetic macular edema: a pilot study. Eur J Ophthalmol. 2016.
6. Yanai K. et al. Corneal sensitivity after topical bromfenac sodium eye-drop instillation. Clin Ophthalmol. 2013;7:741-744.


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
WWW.SENTISS.RU ТЕЛ.: +7 (495) 229-7663 E-MAIL: SENTISS@SENTISS.RU


РЕКЛАМА

Гранд Оптикс

# ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И РАСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ



BAUSCH+LOMB

**Офтальмологическая хирургическая система Stellaris**



TOPCON

**Офтальмологический трехмерный оптический когерентный томограф DRI OCT Triton**




**Лазерный фотодеструктор «Q-Las»**



TOPCON

**Операционный микроскоп OMS-800**

Интраокулярная линза ENVISTA® / ENVISTA® TORIC

Линза Akreos AO

LuxSmart/LuxSmart Toric

ООО «ГРАНД ОПТИКС»
РФ, 127055, г. Москва, ул. Образцова, д. 3
www.grand-optics.ru

info@grand-optics.ru
тел.: +7 (495) 737-08-40
факс: +7 (495) 737-08-41

РЕКЛАМА




# ПОЛИПЕПТИДНАЯ СИСТЕМА-

## СПАСАЕТ СЕТЧАТКУ НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ.

# РЕТИНАЛАМИН

- **Имеет уникальный состав - систему тканеспецифичных полипептидных фракций[1,2]**
- **Доказанно проникает в ткани глаза[3]**
- **Эффективно взаимодействует с рецепторами сетчатки на молекулярном уровне[4]**
- **Влияет на ключевые механизмы дегенерации и функциональных нарушений при любой патологии сетчатки[5]**

ГЕРОФАРМ

gerophar m.ru

ОТПУСКАЕТСЯ ПО РЕЦЕПТУ ВРАЧА. ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ

1. Инструкция по применению лекарственного препарата для медицинского применения РЕТИНАЛАМИН®. Рег. уд. ЛС-000684 от 05.02.2016.
2. Хавинсон В.Х., Малинин В.В., Трофимова С.В. Земчихина В.Н. Индукционная активность пептидов сетчатки//Бюлл. Эксп.биол. Мед. 2002. Т. 134,№11. - С. 560-563.
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Экспериментальное доклиническое исследование биораспределения Ретиналамина на лабораторных животных с применением метода радиоактивной метки йодом 125», 2021 г.
4. Отчет о научно-исследовательской работе «Лиганд-рецепторное взаимодействие Ретиналамина (In Vitro)». 2021 г.
5. Отчет о научно-исследовательской работе «Экспериментальное изучение фармакологической активности препарата Ретиналамин на модели ретинопатии», Anna Pobeda, Anna Kalatanova, НИИ Фармакологии живых систем НИУ «БелГУ», 2021 г.

РЕКЛАМА

# ЭПИНЕПТА®

## Эпинастин 0,05%



Единственный в России антигистаминный препарат на основе эпинастина, обладающий высоким сродством к Н1-гистаминовым рецепторам по сравнению с другими распространенными антигистаминными средствами и не влияющий на развитие или усугубление синдрома сухого глаза[1,2].

С 3-ей минуты купируеет симптомы САК[3].

Подходит для пациентов из группы риска развития ССГ[2].

**ЭПИНЕПТА®**

эпинастин 0,05%, глазные капли

**Оригинальный препарат для современной терапии сезонного аллергического конъюнктивита**




## БЫСТРЕЕ АЛЛЕРГИИ НЕЖНЕЕ К ГЛАЗАМ

Реклама
Ophthalmo-HCP-12-06/25

1. Brubaker K., et.al. In vitro analysis of the antagonism of the histamine H1 receptor by epinastine: a kinetic comparison with other marketed compounds //Investigative Ophthalmology & Visual Science. 2006 ( 47)13: 4975-4975. 2. Майчук Д.Ю., соавт. Результаты наблюдательного исследования и интеграция лекарственного средства эпинастин 0,05% в схемы терапии пациентов с сезонным аллергическим конъюнктивитом. Офтальмология. 2024;21(2):386–392. 3. Abelson M. B. et al. Efficacy and tolerability of ophthalmic epinastine assessed using the conjunctival antigen challenge model in patients with a history of allergic conjunctivitis. Clinical therapeutics. – 2004. – Т. 26. – №. 1. – С. 35-47. 4. ОХЛП Эпинепта® ЛП-№(003674)-(РГ-RU) от 14.11.2023.

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ТОЛЬКО ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

# ЛЕЧЕНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО КОНЪЮНКТИВИТА[1]




Глазные капли, 5 мл
Отпускается по рецепту

НЕ СОДЕРЖИТ КОНСЕРВАНТОВ[1]

## МОКСИОФТАН®

**Антибиотик широкого спектра действия фторхинолонового ряда**

Моксифлоксацина гидрохлорид 5 мг/мл

- **Показания к применению[1]:**
  бактериальный конъюнктивит, вызванный чувствительными к моксифлоксацину микроорганизмами
- **Способ применения и дозы[1]:**
  Взрослым и детям старше 1-го года.
  Местно.
  По 1 капле 3 раза в день в конъюнктивальный мешок пораженного глаза в течение 7 дней

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Широкий спектр антибактериальной активности: в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, анаэробных, кислотоустойчивых и атипичных бактерий[1]
- Обладает бактерицидным действием[1]
- Отсутствие перекрестной резистентности с макролидами, аминогликозидами и тетрациклинами[1]
- Быстрый клинический эффект (на 5 день терапии)[1]
- Средняя продолжительность терапии 7 дней[1]
- Высокая проникающая способность в ткани глаза[2]
- Удобная схема применения: по 1 капле 3 раза в день[1]
- Хорошая переносимость[3]
- Включен в клинические рекомендации по конъюнктивиту[4]

lechenieglaz.ru


1. Инструкция по применению препарата Моксиофтан®, РУ: ЛП-№(004446)-(РГ-RU)
2. Robertson SM et al. Ocular pharmacokinetics of moxifloxacin after topical treatment of animals and humans. Surv Ophthalmol. 2005 Nov; 50 Suppl 1:S32-45 // Стелла М Робертсон / Фармакокинетика моксифлоксацина при офтальмологическом применении у животных и людей/Обзор офтальмологии 2005
3. Drago, L. Microorganisms 2024; 12(4):649. https://www.mdpi.com/journal/microorganisms / Драго, Л. Микроорганизмы 2024; 12, 649.
4. МЗРФ, Клинические рекомендации. Конъюнкивиты, 2024

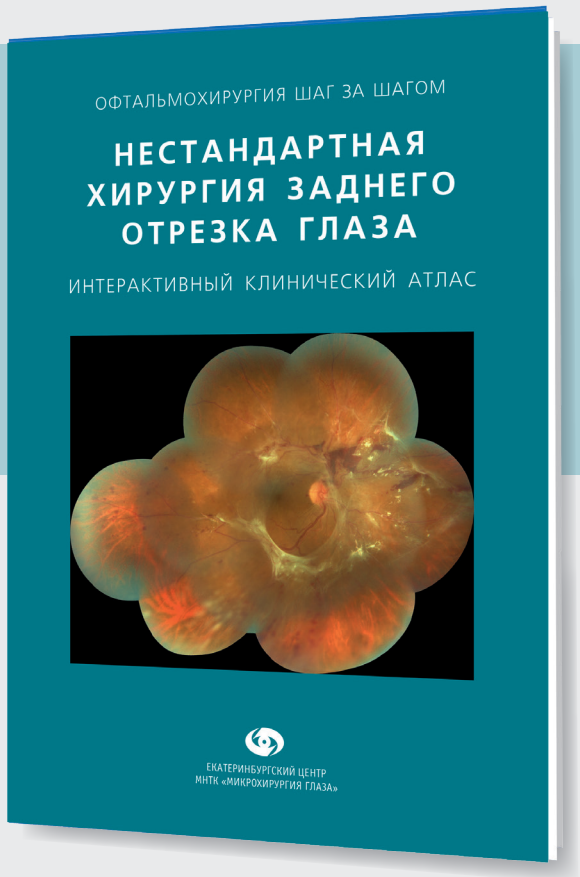

РЕКЛАМА

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ 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

РЕКЛАМА

# КВИНАКС

## СРЕДСТВО ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ КАТАРАКТЫ
## КАПЛИ ГЛАЗНЫЕ 0,015%

**Основные показания к применению**

Катаракты: старческая, травматическая, врожденная, вторичная.

**Условия отпуска препарата в аптеках**

По рецепту

**Фармакотерапевтическая группа**

Средство для лечения катаракты

**Документ о регистрации**

ЛП-№(007560)-(РГ-RU)

КВИНАКС.РФ




Квинакс 0,015% капли глазные 5 мл с крышкой-капельницей

Квинакс 0,015% капли глазные 10 мл с дозатором

РЕКЛАМА

**КВИНАКС** - российский лекарственный препарат в форме глазных капель, содержащих 0,015% Азапентацена, разработанный для лечения катаракты.
**КВИНАКС** обеспечивает защиту белков хрусталика от окисления и деградации[1], препятствуя образованию непрозрачных комплексов, вызывающих помутнение хрусталика.
**КВИНАКС** активирует протеолитические ферменты водянистой влаги[1].

*[1]- ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕДИЦИНСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА КВИНАКС*

pph.group ПРОФИТ-ФАРМ

ООО "ПРОФИТ-ФАРМ" 123423, Москва, Карамышевская набережная, дом 44, 8 этаж

www.pph.group

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

R-OPTICS

Реклама
ООО «Эр Оптикс» – официальный представитель компании Quantel Medical в России

Quantel medical

# easyret®

## 577 нм желтый лазер




## Уникальная комбинация паттерн-системы и субпорогового лазерного воздействия

**Виды паттернов:**

- Единичный
- Квадратный
- Круглый
- Тройная дуга
- Макулярная сетка

info@r-optics.ru
**WWW.R-OPTICS.RU**

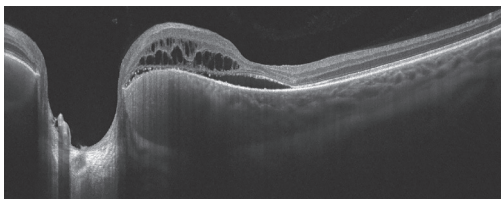
TRADOMED INVEST

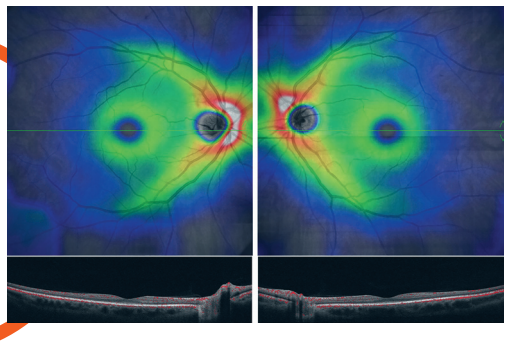
# Оптический когерентный томограф нового поколения

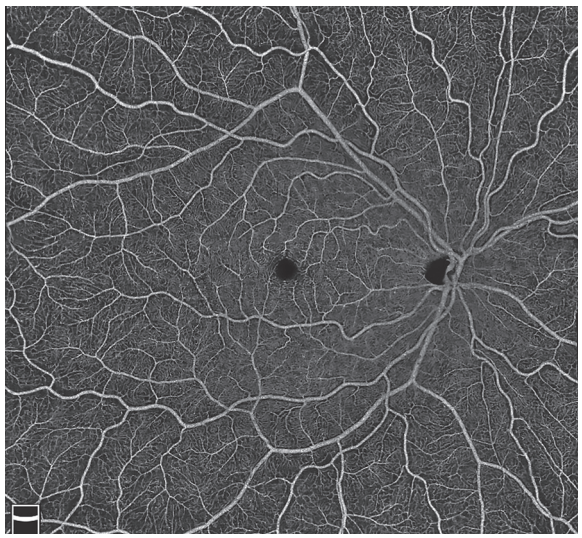
# OPTOVUE SOLIX

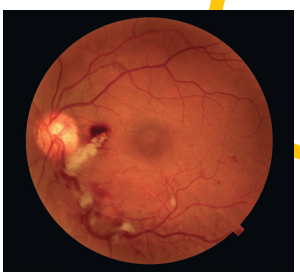


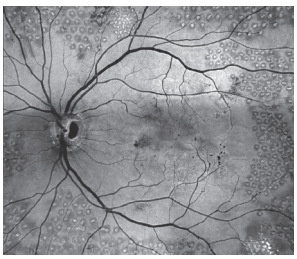

- Повышенная скорость сканирования — 120 000 A-сканов в секунду
- Встроенная фундус-камера
- Программное обеспечение MCT (Motion Correction Technology) — алгоритмы сканирования для пациентов с плохой фиксацией взора
- Диапазон сканирования в режиме ангио-ОКТ — от 3×3 до 18×18 мм
- Размер зоны сканирования в аксиальном направлении — 6,25 мм
- Программа AngioAnalitics™ для количественного анализа сосудов сетчатки
- Полноразмерное сканирование передней камеры
- Оптическая пахиметрия, картирование эпителия и стромы роговицы в зоне диаметром 10 мм
- 3D сканирование роговицы и переднего отрезка
- Функция топографии СКОРО











VISIONIX
INNOVATION TO UNLOCK YOUR POTENTIAL

Эксклюзивный дистрибьютор «Visionix» (США) в России и странах СНГ — фирма «Трейдомед Инвест»
Информация предназначена для медицинских работников

РЕКЛАМА

109147, Москва, ул. Марксистская, д. 3, стр. 1, офис 412. Тел.: +7 (495) 662-78-66
E-mail: publication@tradomed-invest.ru www.tradomed-invest.ru

# FEMTO LDV Z-серия

ziemer OPHTHALMOLOGY

## Уникальные мобильные платформы с широким спектром приложения в офтальмохирургии: для хирургии роговицы (Femtocornea) и катаракты (Femtocataract)

- **Эффективность**
- **Мобильность**
- **Универсальность**

Экстракция Лентикулы **New: CE marked**




### Femtocornea – хирургия роговицы с возможностью проведения следующих процедур:

- CLEAR – экстракция лентикулы роговицы
- Z-LASIK – стандартные лоскуты с программируемым положением ножки
- Z-LASIK-Z – персонализированные лоскуты
- SIM-LASIK – сочетание Z-LASIK и коррекции пресбиопии
- Создание персонализированных интрастромальных тоннелей (одного, двух отдельных тоннелей на различной глубине или одного кругового тоннеля 360°)
- Создание персонализированных интрастромальных карманов
- Послойная и сквозная кератопластика
- Создание ультратонких (70 – 100 мкм) трансплантатов ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА для проведения эндотелиальной кератопластики UT-DSEK
- При сквозной кератопластике создание трансплантатов с различным профилем для оптимальной адаптации и уменьшения степени посткератопластического астигматизма

### FLACS – (femtolaser assisted cataract surgery) фемтоассистированная хирургия катаракты

- Основной туннельный разрез и парацентезы
- Фемтосекундный капсулорексис (возможно проведение заднего капсулорексиса)
- Фемтосекундная фрагментация ядра хрусталика любой степени плотности
- Профилированные тоннельные послабляющие и дугообразные разрезы

**ВРЕМЯ ДЕЙСТВОВАТЬ!**

ООО «ФЕМТОМЕД»
инновационные медицинские технологии
117335, г. Москва, ул. Вавилова,
д. 69/75, этаж 10, офис № 1005
Телефон: +7 (915) 352-66-88
E-mail: office@femtomed.ru

FEMTOMED
инновационные медицинские технологии

РЕКЛАМА

# ПРАВИЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ЛЮБОЙ СТЕПЕНИ СУХОСТИ ГЛАЗ

HYLO®

В НОВОМ ДИЗАЙНЕ




| | | |
|---|---|---|
| **ХИЛО-КОМОД®** | **Выбор офтальмологов России*** | |
| Гиалуроновая кислота 0,1% | Эффективное и длительное увлажнение, проверенное миллионами глаз. При легких и среднетяжелых видах сухости. Вплоть до IIб степени. | 💧💧💧 |
| **ХИЛОМАКС-КОМОД®** | **Стандарт лечения хронических симптомов** | |
| Гиалуроновая кислота 0,2% | Особенно интенсивное и длительное увлажнение благодаря двойной концентрации гиалуроновой кислоты высокой вязкости. При тяжелых формах сухости глаз и в послеоперационном периоде. Вплоть до III степени. | 💧💧💧 |
| **ВитА-ПОС®** | **Защита и увлажнение в ночное время** | |
| Витамин А | Улучшает свойства слёзной плёнки. Все стадии сухости глаз в ночное время. Вплоть до III степени. | — |
| **ХИЛОЗАР-КОМОД®** | **Интенсивный ежедневный уход** | |
| Гиалуроновая кислота 0,1% + декспантенол | Защита и интенсивный уход при ежедневной зрительной нагрузке. Легкие и среднетяжелые виды сухости глаз, а также профилактическое увлажнение напряженных глаз. Вплоть до IIб степени. | 💧💧💧+ |
| **ХИЛОПАРИН-КОМОД®** | **Увлажнение для раздраженных глаз** | |
| Гиалуроновая кислота 0,1% + гепарин | Увлажнение и уход за раздраженной роговицей и конъюнктивой. Легкие и среднетяжелые виды сухости глаз, в том числе сочетающиеся с хроническими заболеваниями роговицы. Вплоть до IIб степени. | 💧💧💧+ |

*ХИЛО-КОМОД® – Победитель премии Russian Pharma Awards® 2024 в номинации “Выбор офтальмолога: капли для профилактики и лечения синдрома «сухого глаза»” по результатам голосования практикующих врачей-офтальмологов из России.

Капли линейки продуктов **HYLO®** отвечают всем требованиям по оптимальной переносимости и эффекту:

✓ Более продолжительный увлажняющий эффект благодаря длинным цепочкам гиалуроновой кислоты

✓ Без консервантов и фосфатов ✓ Содержат цитратный буфер ✓ Могут использоваться с контактными линзами

URSAPHARM

**УРСАФАРМ** Арцнаймиттель ГмбХ · 107996, Москва, ул. Гиляровского, д. 57, стр. 4
Тел.: +7 (495) 684-34-43 · E-mail: ursapharm@ursapharm.ru · www.ursapharm.ru · hylo.ru

РЕКЛАМА

# ГИГИЕНА ВЕК – ОСНОВА ЛЕЧЕНИЯ СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА И БЛЕФАРИТОВ!

# ВЕКИНГЕЛЬ® VEKINGEL®

## НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ГЕЛЕЙ ДЛЯ ВЕК

- при блефаритах разной этиологии, включая демодекоз
- при синдроме сухого глаза
- при дисфункции мейбомиевых желез
- при ношении контактных линз
- при подготовке к офтальмохирургическому вмешательству

Ag+ Содержат серебро и гиалуроновую кислоту






Дексапантенол – увлажнение и питание кожи век




Препарат серы – при лечении демодекоза

**ГИПОАЛЛЕРГЕННЫЙ СОСТАВ**

айбифарм®

Реклама.
Больше информации на сайте.

www.vekingel.ru