

РОССИЙСКИЙ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Russian Ophthalmological Journal

**РОЖ 2025
Том 18 № 2**

**ROJ 2025
Vol. 18 No. 2**



Клинические исследования



Clinical studies

Экспериментально-лабораторные
исследования



Experimental and laboratory
studies

В помощь практическому врачу



For ophthalmology practitioners

Обзоры литературы



Reviews

Информация о конференциях,
выставках, курсах, конкурсах,
книжных новинках...



On conferences, exhibitions,
educational courses,
new books...

История офтальмологии



History of Ophthalmology



Российский офтальмологический журнал

Rossijskij oftal'mologičeskij žurnal

Научно-практический журнал

Центральное рецензируемое издание

РОЖ 2025 Том 18 № 2

Выходит ежеквартально с сентября 2008 года

ROJ 2025 Vol. 18 No. 2

Главный редактор

Владимир Владимирович НЕРОЕВ — академик РАН, профессор, д-р мед. наук, директор ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, зав. кафедрой глазных болезней факультета последипломного образования МГМСУ и кафедрой непрерывного медицинского образования ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия



Заместители главного редактора

Людмила Анатольевна КАТАРГИНА — профессор, д-р мед. наук, заместитель директора по научной работе ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия



Елена Наумовна ИОМДИНА — профессор, д-р биол. наук, главный научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия



Ответственный секретарь

Ольга Валентиновна ХРАМОВА — заведующая научно-медицинской библиотекой ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия

Редакционный совет

Аветисов Сергей Эдуардович — академик РАН, профессор, д-р мед. наук, научный руководитель ФГБНУ «НИИ глазных болезней», зав. кафедрой глазных болезней 1-го МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, Россия

Баранов Валерий Иванович — профессор, д-р мед. наук, зав. кафедрой глазных болезней Курского государственного медицинского университета, Курск, Россия

Бикбов Мухаррам Мухтарамович — профессор, д-р мед. наук, директор Уфимского НИИ глазных болезней АН Республики Башкортостан, Уфа, Россия

Бойко Эрнест Витальевич — профессор, д-р мед. наук, директор СПб филиала ФГБУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. С.Н. Федорова, Санкт-Петербург, Россия

Бровкина Алевтина Федоровна — академик РАН, д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии с курсом офтальмоонкологии и орбитальной патологии Российской академии последипломного образования, Минздрава России, Москва, Россия

Джеймс Волффсон — руководитель Высшей школы оптометрии факультета наук о жизни и здоровье Астонского университета, Бирмингем, Великобритания

Гусева Марина Раульевна — д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии педиатрического факультета ГБОУ ВПО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

Хельмут Закс — приват-доцент, д-р медицины, руководитель отдела глазной клиники Фридрихштадт, Дрезден, Германия

Золотарев Андрей Владимирович — профессор, д-р мед. наук, зав. кафедрой офтальмологии СамГМУ, директор НИИ глазных болезней СамГМУ, Самара, Россия

Лебедев Олег Иванович — профессор, д-р мед. наук, зав. кафедрой офтальмологии Омской государственной медицинской академии, Омск, Россия

Мошетова Лариса Константиновна — академик РАН, профессор, д-р мед. наук, президент Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО), зав. кафедрой офтальмологии РМАПО, Москва, Россия

Фредерик Райскуп — д-р медицины, отделение офтальмологии Университетской клиники им. Карла Густава Каруса, Дрезден, Германия

Рябцева Алла Алексеевна — профессор, д-р мед. наук, зав. курсом офтальмологии при кафедре хирургии ФУВ МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, руководитель отделения офтальмологии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, Москва, Россия

Саакян Светлана Владимировна — чл.-корр. РАН, профессор, д-р мед. наук, руководитель отдела офтальмоонкологии и радиологии ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия

Тарутта Елена Петровна — профессор, д-р мед. наук, руководитель отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия

Пол Т. Фингер — д-р медицины, профессор офтальмологии школы медицины университета Нью-Йорка и директор службы офтальмоонкологии, Нью-йоркский центр заболеваний глаза и уха, Нью-Йорк, США

Карл П. Херборт мл. — профессор, д-р медицины, Центр специализированной офтальмологической помощи, клиника Моншүзи и Лозаннский университет, Президент Европейского общества офтальмоиммуноинфектологии, Лозанна, Швейцария

Дамиан Чепита — д-р медицины, почетный профессор Поморского медицинского университета, Щецин, Польша

Чеснокова Наталья Борисовна — профессор, д-р биол. наук, руководитель отделения патофизиологии и биохимии ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, Москва, Россия

Шишкин Михаил Михайлович — профессор, д-р мед. наук, зав. кафедрой офтальмологии государственного учреждения «Национальный медицинский хирургический центр им. Н.И. Пирогова», Москва, Россия

Леопольд Шметтерер — профессор, д-р медицины, зав. подразделением офтальмологической фармакологии отделения клинической фармакологии и зав. отделением сосудистой визуализации Центра медицинской физики и биомедицинской техники Венского медицинского университета, Вена, Австрия

Карл Эрб — профессор, д-р медицины, медицинский директор глазной клиники Виттенбергплатц, директор Института прикладной офтальмологии, Берлин, Германия

Российский офтальмологический журнал — ведущее российское периодическое издание для офтальмологов и специалистов по зрению в России и за рубежом. Целью журнала является публикация новых результатов и научно-практических достижений как российского, так и международного офтальмологического сообщества, способствующих решению актуальных проблем офтальмологии. Российский офтальмологический журнал представляет вклад российских специалистов в мировой опыт изучения патогенеза заболеваний глаз, в разработку новых подходов к их диагностике и лечению, а также является открытой трибуной для специалистов других стран, работающих в области офтальмологии. В журнале публикуются оригинальные научные статьи, обзоры по всем разделам клинической и экспериментальной офтальмологии, клинические случаи, полезные для практикующих врачей.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия
П И Н ФС77-29898 от 12 октября 2007 г.

Под эгидой Общероссийской общественной организации «Ассоциация врачей-офтальмологов»

© Российский офтальмологический журнал, 2025

Периодичность издания 4 номера в год

Тираж 1000 экз. Свободная цена

Журнал входит в перечень периодических научных изданий РФ, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук (категория К1)

Префикс DOI: 10.21516

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)

Журнал включен в международную базу цитирования SCOPUS

Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

Индекс подписки на сайте интернет-каталога Почты России ПК581, в каталоге Пресса РФ 71618

<https://podpiska.pochta.ru/collection/populyarnye?ysclid=I598ayvab8231701108>

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только по письменному согласию редакции

Правила подачи публикаций размещены на странице: <https://roj.igb.ru/jour/about/submissions>

Учредитель: Нероев Владимир Владимирович — академик РАН, профессор, д-р мед. наук, директор ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России; 105062, Москва, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19

Редакция: ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России; 105062, Москва, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, тел.: 8 (495) 625-32-56, факс: 8 (495) 623-73-53, e-mail: roj@igb.ru, <https://roj.igb.ru>

Издательство: ООО «Реал Тайм»; 115432, Москва, ул. Трофимова, д. 29, тел.: 8 (901) 546-50-70, www.print-print.ru

Информационная поддержка: www.organum-visus.ru

Типография ООО «Реальное Время»

Russian Ophthalmological Journal

Scientific Practical Journal

Central Reviewed Journal

POЖ 2025 Tom 18 № 2

A Quarterly Edition. Published since Sept. 2008

ROJ 2025 Vol. 18 No. 2

Editor-in-Chief

Vladimir V. Neroev — Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Med. Sci., Professor, Director of Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases and Chair in Ophthalmology, Faculty of Postgraduate Education, Moscow State Medical Stomatological University, Moscow, Russia

Deputy Editors-in-Chief

Ludmila A. Katargina — Dr. of Med. Sci., Professor, Deputy Director of Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia

Elena N. Iomdina — Dr. of Biol. Sci., Professor, Principal Researcher, Department of Refraction Pathology, Binocular Vision and Ophthalmoeconomics, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia

Executive Secretary

Olga V. Khramova — Chief Librarian, Medical Research Library, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia

Editorial Board

Sergei E. Avetisov — Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Med. Sci., Professor, Scientific Chief of State Research Institute of Eye Diseases, Head of Chair of Ophthalmology, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Valery I. Baranov — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Chair of Ophthalmology, Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Mukharram M. Bikbov — Dr. of Med. Sci., Professor, Director of Ufa Research Institute of Eye Diseases, Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

Ernest V. Boiko — Dr. of Med. Sci., Professor, Director of St. Petersburg Branch of the S.N. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, St. Petersburg, Russia

Alevtina F. Brovkina — Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Med. Sci., Professor, Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

James Wolffsohn — Professor, Head of the School of Optometry, College of Health and Life Sciences, Aston University, Birmingham, United Kingdom

Marina R. Guseva — Dr. of Med. Sci., Professor, Department of Ophthalmology, Pediatric Faculty of N.I. Pirogov Moscow State Medical University, Moscow, Russia

Helmut Sachs — P.D., Dr. med., Head of the Department, Eye Clinic Friedrichstadt, Dresden, Germany

Andrey V. Zolotarev — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Chair of Ophthalmology, Samara State Medical University, Director of the Department of Ophthalmology, Director of the Research Institute of Eye Diseases Samara State Medical University, Samara, Russia

Oleg I. Lebedev — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Chair of Ophthalmology, Omsk, Russia

Larisa K. Moshetova — Dr. of Med. Sci., Professor, Academician of Russian Academy of Sciences (RAS), president of Russian Medical Academy of Postgraduate Education, Moscow, Russia

Frederik Raiskup — M.D., Ph.D., FEBO, Department of Ophthalmology, Carl Gustav Carus University Clinic, Dresden, Germany

Alla A. Ryabtseva — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Department of Ophthalmology of M.F. Vladimirovsky Moscow Region Research Clinical Institute, Moscow, Russia

Svetlana V. Saakyan — corresponding member of RAS, Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Department of Ocular Oncology and Radiology, Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

Elena P. Tarutta — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Department of Pathology of Refraction, Binocular Vision and Ophthalmoeconomics, Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, Moscow, Russia

Paul T. Finger — Professor of Ophthalmology at the New York University School of Medicine and Director of Ocular Oncology, The New York Eye Cancer Center, New York, USA

Carl P. Herbort — MD, PD, fMER, FEBOPhth, Centre for Specialized Ophthalmic Care, Clinic Montchoisi & University of Lausanne, President of Society for Ophthalmo-Immunoinfectiology in Europe (SOIE), Lausanne, Switzerland

Damian Czepita — M.D., Ph.D., Professor Emeritus, Pomeranian Medical University, Szczecin, Poland

Natalia B. Chesnokova — Dr. of Biol. Sci., Professor, Head of Department of Pathophysiology and Biochemistry, Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

Mikhail M. Shishkin — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of Department of Ophthalmology, N.I. Pirogov National Medical Surgical Centre, Moscow, Russia
Leopold Schmetterer — M.D., Ph.D., Head of Division of Ophthalmic Pharmacology at Department of Clinical Pharmacology and Head of Division of Vascular Imaging at the Centre of Medical Physics and Biomedical Engineering, Medical University of Vienna, Austria
Carl Erb — M.D., Professor, Medical Director of Eye Clinic Wittenbergplatz, Head of the Private Institute of Applied Ophthalmology, Berlin, Germany

Russian Ophthalmological Journal is a major Russian periodical for ophthalmologists and vision professionals in this country and abroad. The journal's objective is to publish new results and scientific and practical achievements of Russian and international ophthalmological community aimed at exchanging ideas, knowledge, and experience, which contribute to the solution of topical ophthalmological issues worldwide. Russian ophthalmological journal focuses on the contribution of Russian researchers and clinicians into the pathogenetic studies of eye diseases and the development of novel approaches to diagnosis and treatment of such diseases. Importantly, the journal is an open forum for ophthalmologist from other countries working in the ophthalmological field. The journal accepts for publication original scientific articles, analytical reviews in all fields of clinical and experimental ophthalmology, description of clinical cases.

Registration Certificate: SMI PI #FS77-29898, issued on October 12, 2007 by the Russian Federal Surveillance service for Compliance with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage protection

Under the auspices of All-Russian Public Organization "Association of Ophthalmologists"

© Russian ophthalmological journal, 2025

Publication Frequency: 4 times a year

Circulation: 1000 copies

The journal is included in the List of the leading reviewed scientific journals and editions published in the Russian Federation, as approved by the Higher Attestation Commission at the Russian Ministry of Education and Science (category K1). The authors pursuing doctoral degrees are officially required to publish the essential scientific results of their dissertations in journals appearing in this List

The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI), supported by the Scientific Electronic Library (www.elibrary.ru), and into the SCOPUS database

Each article has a DOI index. DOI-prefix: 10.21516

The content is accessible under Creative Commons Attribution 4.0 License

Subscription index on the website of the Internet catalog of the Russian Post PK581 and catalog Pressa RF 71618

<https://podpiska.pochta.ru/collection/populyarnye?ysclid=I598ayvab8231701108>

Reprinting of materials published in the journal is allowed only with the written consent of the publisher

Publication submission rules are to be found at <https://roj.igb.ru/jour/about/submissions#onlineSubmissions>

Founder: Vladimir Neroev, Academician of the Academy of Sciences of Russia, Dr. Med. Sci., Professor, Director of Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases; 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Editorial Board: Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases; 14/19, Sadovaya Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia, phone: +7 (495) 625-32-56,

fax: +7 (495) 623-73-53, e-mail: roj@igb.ru, <https://roj.igb.ru>

Publisher: Real Time Ltd, 29, Trofimova St., Moscow, 115432, Russia, phone +7 (901) 546-50-70, www.print-print.ru

Information Support: www.organum-visus.ru

Printing Office: Real Time Ltd

ОГЛАВЛЕНИЕ

СТАТЬЯ НОМЕРА

- Е.В. Бобыкин, Р.Р. Файзрахманов, С.Ю. Голубев,
Т.И. Дибаяв, О.В. Зайцева, В.Н. Казайкин, Е.А. Ларина,
Д.С. Мальцев, Н.В. Нероева, П.А. Нечипоренко,
И.Е. Панова, А.А. Плюхова, С.Н. Тульцева, А.Ж. Фурсова,
Ф.Е. Шадринцев, М.М. Шишкин
Результаты первого российского опроса врачей-ретинологов
«СЕТЧАТОЧКАRU» 7

КЛИНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Д.Э. Аракелян, С.Ю. Копяев, М.М. Качарава
Роль денситометрии и комбинированной терапии в
безультразвуковой фемтолазерной хирургии хрусталика у
пациентов с нарушениями рефракции 28
- А.А. Голяков, Р.Р. Файзрахманов, М.М. Шишкин,
Ю.С. Тимофеев
Эффективность и безопасность нового комбинированного
способа лечения кератоконуса с помощью ультрафиолетового
кроссликинга коллагена роговицы в сочетании с
персонализированной трансэпителиальной фоторефракционной
кератэктомией. Пироговский протокол 34
- Е.Н. Иомдина, Н.Ю. Кушнаревич, Т.Ю. Ларина,
А.Ю. Панова
Возможности использования транспальпебральной тонометрии
для скрининг-контроля внутриглазного давления у детей
младшего возраста 43
- А.Е. Копылов, Н.М. Азарков, Н.В. Попова, М.А. Неудухин
Жизнестойкость пациентов с саркопеническим ожирением и
возрастной патологией органа зрения 50
- Faisal Khurshid, Harshita Pandey, Ankit Singh
Understanding depression and role of rehabilitation among the
visually impaired: a pilot study 56
- А.В. Малышев, А.С. Апостолова, А.А. Сергиенко,
А.Ф. Тешев, Г.Ю. Каранетов, М.К. Аишхамахова,
Б.Н. Хацукова
Биомеханические показатели фиброзной капсулы глаза при
синдроме пигментной дисперсии и пигментной глаукоме и их
изменения после периферической иридэктомии 62
- Г.А. Маркосян, Е.П. Тарутта, Е.Н. Иомдина, В.Н. Папан,
Н.А. Тарасова, С.В. Милаш, Т.Ю. Ларина, К.А. Рамазанова
Влияние различных средств оптической коррекции на динамику
рефракции после малоинвазивного склероукрепляющего лечения
прогрессирующей миопии у детей 69
- А.В. Миронов, Ф.Т. Муртазалиева, И.М. Кутин
Эффективность воздушной и газозвушной тампонады при
оперативном лечении отслойки сетчатки, ассоциированной с ее
нижними разрывами 75
- Н.В. Нероева, М.В. Зуева, В.И. Котелин, И.В. Цапенко,
Л.А. Катаргина, Ю.С. Тимофеев
Влияние фрактальной фотостимуляции на электроретинограмму
у больных с сухой формой возрастной макулярной
дегенерации 80
- А.В. Плескова, В.Р. Гетадарян, А.Ю. Панова
Сравнительный анализ результатов хирургического лечения при
аномалии Петерса и склерокорнея у детей младшего
возраста 90

- Е.П. Тарутта, Н.А. Тарасова, С.В. Милаш,
С.Г. Арутюнян, Г.А. Маркосян
Влияние бифокальных мягких контактных линз и препарата
Мидримакс на периферическую рефракцию и аберрации у детей
с миопией 95

- Maryam Firdous, Muhammad Farooq Umer, Suriyakala
Perumal Chandran
Retinal nerve fiber layer in beta-thalassemia major:
a comparative study 102
- Л.С. Хамраева
Динамика структуры и регионального профиля повреждений
глаз у детей 108

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Е.В. Блинова, Е.А. Литвин, Д.С. Блинов, А.А. Галчин,
М.В. Ших, И.С. Струц, К.Д. Блинов, С.Д. Юдина,
О.В. Сергеева, С.Е. Зотов, Е.В. Ших
Сравнительная характеристика глазных капель, используемых
для лечения глаукомы, на экспериментальной модели сухого
глаза 116
- А.А. Кольбин, А.Н. Куликов, Р.Л. Трояновский
Синдром внутриглазного взаимного отягощения при
огнестрельном проникающем ранении глазного яблока в
эксперименте 123

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

- М.С. Аль-Асталь, Г.К. Жургумбаева, Д.Р. Кырыкбаев,
С.К. Самбет
Интраоперационная тактика удаления крупного внутриглазного
инородного тела в сочетании с отслойкой сетчатки.
Клинический случай 129
- В.В. Нероев, Н.В. Нероева, Т.Д. Охоцимская,
Т.Н. Киселева, Н.Е. Тарасевич
Гемодинамика глаза на фоне комбинированного лечения
тяжелой пролиферативной диабетической ретинопатии 134
- С.В. Саакян, Н.С. Измайлова, С.Ю. Петров,
В.Р. Алиханова, А.А. Жаров
Случай оксификации фильтрационной подушки при увеальной
меланоме 140

ОБЗОРЫ ЛИТЕРАТУРЫ

- А.С. Головин, С.А. Сай, А.В. Малышев, И.Г. Овечкин
Проведение витрэктомии при хирургическом лечении
регрессирующей отслойки сетчатки с позиции одномоментной или
отсроченной фактоэмульсификации катаракты. Систематический
обзор 146
- С.Ю. Петров, Е.В. Яни, О.М. Филиппова, А.Д. Епхиева
Избыточное рубцевание в хирургии глаукомы. Часть 3. Методы
предоперационной профилактики 153
- А.В. Трубилин, Е.Г. Полунина, Е.А. Серебрянникова,
А.Г. Иксанова, Т.Д. Устинова
Эффективность и безопасность ципрофлоксацина, мази глазной
и капель для глаз, 0,3 %, в современной терапии инфекционно-
воспалительных заболеваний глаз. Обзор литературы 160
- И.А. Филатова, С.А. Шеметов, О.В. Соколова
Современные методы устранения дефектов
конъюнктивы 168
- А.Ж. Фурсова, М.К. Артыкова
Актуальные аспекты изучения аккомодационных нарушений в
контексте автономной нервной регуляции 173

CONTENTS

LEADING ARTICLE

- E.V. Bobykin, R.R. Fayzrakhmanov, S.Yu. Golubev, T.I. Dibaev, O.V. Zaytseva, V.N. Kazaikin, E.A. Larina, D.S. Maltsev, N.V. Neroeva, P.A. Nechiporenko, I.E. Panova, A.A. Plyukhova, S.N. Tultseva, A.Zh. Fursova, F.E. Shadrichiev, M.M. Shishkin*
Results of the first Russian survey of retinologists
“SETCHAtochkaRU” 7

CLINICAL STUDIES

- D.E. Arakelyan, S.Yu. Kopaev, M.M. Kacharava*
Role of densitometry and combination therapy in ultrasound-free femtosecond laser lens surgery in patients with refractive disorders 28
- A.A. Golyakov, R.R. Fayzrakhmanov, M.M. Shishkin, Y.S. Timofeev*
Efficacy and safety of a new combined treatment method of ultraviolet corneal collagen crosslinking in combination with personalized transepithelial photorefractive keratectomy of keratoconus. Pirogovsky protocol 34
- E.N. Iomdina, N.Yu. Kushnarevich, T.Yu. Larina, A.Yu. Panova*
Possibilities of using transpalpebral tonometry for screening control of intraocular pressure in young children 43
- A.E. Kopylov, N.M. Agarkov, N.V. Popova, M.A. Neudakhin*
Resilience of patients with sarcopenic obesity and age-related ocular pathology 50
- Faisal Khurshid, Harshita Pandey, Ankit Singh*
Understanding depression and role of rehabilitation among the visually impaired: a pilot study 56
- A.V. Malyshev, A.S. Apostolova, A.A. Sergienko, A.F. Teshev, G.Yu. Karapetov, M.K. Ashkhamakhova, B.N. Hatsukova*
Biomechanical parameters of the eye fibrous capsule in pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma and their changes after peripheral iridectomy 62
- G.A. Markosyan, E.P. Tarutta, E.N. Iomdina, V.N. Papyan, N.A. Tarasova, S.V. Milash, T.Yu. Larina, K.A. Ramazanova*
The impact of different optical treatment strategies on the dynamics of refraction after minimally invasive sclero-strengthening treatment of progressive myopia in children 69
- A.V. Mironov, F.T. Murtazaliev, I.M. Kutin*
The effectiveness of air and gas-air tamponade in the surgical treatment of retinal detachment associated with inferior breaks 75
- N.V. Neroeva, M.V. Zueva, V.I. Kotelin, I.V. Tsapenko, L.A. Katargina, Y.S. Timofeev*
Influence of fractal photostimulation on electroretinogram in patients with dry age-related macular degeneration 80
- A.V. Pleskova, V.R. Getadaryan, A.Yu. Panova*
Comparative analysis of the results of surgical treatment for Peters anomaly and sclerocornea in young children 90
- E.P. Tarutta, N.A. Tarasova, S.V. Milash, S.G. Harutunyan, G.A. Markossian*
Impact of bifocal soft contact lenses and Midrimax on peripheral refraction and eye aberrations in children with myopia 95

- Maryam Firdous, Muhammad Farooq Umer, Suriyakala Perumal Chandran*
Retinal nerve fiber layer in beta-thalassemia major: a comparative study 102
- L.S. Khamraeva*
Dynamics of the structure and regional profile of eye damage in children 108

EXPERIMENTAL AND LABORATORY STUDIES

- E.V. Blinova, E.A. Litvin, D.S. Blinov, A.A. Galchin, M.V. Shikh, I.S. Struts, K.D. Blinov, S.D. Yudina, O.V. Sergeeva, S.E. Zotov, E.V. Shikh*
Comparative characteristics of eye drops used for the treatment of glaucoma in an experimental model of dry eye 116
- A.A. Kol'bin, A.N. Kulikov, R.L. Troyanovsky*
Intraocular mutual burden syndrome in case of a gunshot penetrating injury of the eyeball in an experiment 123

FOR OPHTHALMOLOGY PRACTITIONERS

- M.S. Al-Astal, G.K. Zhurgumbayeva, D.R. Kyrykbaev, S.K. Sambet*
Intraoperative tactics for the removal of a large intraocular foreign body in combination with retinal detachment. Clinical case 129
- V.V. Neroev, N.V. Neroeva, T.D. Okhotsimskaya, T.N. Kiseleva, N.E. Tarasevich*
Hemodynamics of the eye during combined treatment of severe proliferative diabetic retinopathy 134
- S.V. Saakyan, N.S. Izmailova, S.Yu. Petrov, V.R. Alikhanova, A.A. Zharov*
Clinical case of bleb ossification in uveal melanoma 140

REVIEWS

- A.S. Golovin, S.A. Sai, A.V. Malyshev, I.G. Ovechkin*
Vitrectomy in the surgical treatment of rhegmatogenic retinal detachment from the position of immediate or delayed cataract phacoemulsification. Systematic review 146
- S.Yu. Petrov, E.V. Yani, O.M. Filippova, A.D. Epkhieva*
Wound healing in glaucoma surgery. Part 3. Methods of preoperative prevention 153
- A.V. Trubilin, E.G. Polunina, E.A. Serebryannikova, A.G. Iksanova, T.D. Ustinova*
Efficacy and safety of ciprofloxacin, eye ointment and eye drops, 0.3 %, in modern therapy of infectious and inflammatory eye diseases. A review 160
- I.A. Filatova, S.A. Shemetov, O.V. Sokolova*
Modern methods of eliminating conjunctival defects 168
- A.Zh. Fursova, M.K. Artykova*
Current aspects of studying accommodation disorders in the context of autonomic nervous regulation 173

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-7-27>



Результаты первого российского опроса врачей-ретинологов «СЕТЧАточкаRU»

Е.В. Бобыкин¹, Р.Р. Файзрахманов², С.Ю. Голубев³, Т.И. Дибаяев⁴, О.В. Зайцева⁵, В.Н. Казайкин⁶, Е.А. Ларина², Д.С. Мальцев⁷, Н.В. Нероева⁵, П.А. Нечипоренко⁸, И.Е. Панова⁹, А.А. Плюхова¹⁰, С.Н. Тульцева⁸, А.Ж. Фурсова¹¹, Ф.Е. Шадричев¹², М.М. Шишкин²

¹ ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Репина, д. 3, Екатеринбург, 620028, Россия

² ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, Москва, 105203, Россия

³ Электронное средство массовой информации «Офтальмологический портал «Орган зрения»», <https://ovis.ru/ru/>

⁴ ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Ленина, д. 3, г. Уфа, 450008, Россия

⁵ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

⁶ АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза», ул. Бардина, д. 4а, Екатеринбург, 620149, Россия

⁷ ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», ул. Боткинская, д. 21, Санкт-Петербург, 194044, Россия

⁸ ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6–8, Санкт-Петербург, 197022, Россия

⁹ Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России, ул. Ярослава Гашека, д. 21, Санкт-Петербург, 192283, Россия

¹⁰ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова», ул. Россолимо, д. 11а, Москва, 123098, Россия

¹¹ ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный проспект, д. 52, Новосибирск, 630091, Россия

¹² Региональный эндокринологический центр СПб ГБУЗ «Городской консультативно-диагностический центр № 1», ул. Сикейроса, д. 10а, Санкт-Петербург, 194354, Россия

Заболевания заднего отрезка глаза традиционно являются важнейшей медико-социальной проблемой. Бурное развитие офтальмологии в XX и XXI вв. привело к значительному расширению познаний в физиологии и патологии световоспринимающих структур глаза, революционным достижениям в диагностике и лечении широкого спектра заболеваний сетчатки, зрительного нерва, сосудистой оболочки и стекловидного тела. Потребность в высококвалифицированных врачах, имеющих современное понимание данной проблемы, обусловила появление офтальмологической специализации, получившей название «ретинология». Современная ретинология включает в себя различные направления диагностики (в том числе визуализацию структур глаза, электрофизиологические и генетические методы), а также медикаментозного, лазерного и микрохирургического лечения и реабилитации пациентов. В интенсивно меняющейся медицине чрезвычайно велико значение социологических исследований, позволяющих организаторам здравоохранения оценивать имеющиеся тенденции и принимать решения, определяющие направления развития службы, а специалистам — обмениваться мнениями и анализировать свою профессиональную деятельность. Ретинология не является исключением. За рубежом успешно проводятся имеющие большое научно-практическое значение опросы профессиональных организаций ретинологов, наиболее известными из которых являются EURETINA Clinical Trends Survey и ASRS Preferences and Trends (PAT) Survey. В России до настоящего времени такие опросы не проводились. При этом возможность узнать мнение российских специалистов, а также сравнить отечественные и зарубежные данные представляет несомненный интерес.

В 2024 г. нами был организован и проведен первый независимый российский опрос ретинологов «СЕТЧАточкаRU», в котором приняли участие 585 врачей-офтальмологов из всех федеральных округов Российской Федерации, а также наши коллеги из Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Латвии, Ливана, Таджикистана, Туркменистана, Турции и Узбекистана. Основные результаты опроса представлены в настоящей публикации.

Ключевые слова: ретинология; офтальмология; опрос; заболевания сетчатки; диагностика; лечение

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Бобыкин Е.В., Файзрахманов Р.Р., Голубев С.Ю., Дибаяев Т.И., Зайцева О.В., Казайкин В.Н., Ларина Е.А., Мальцев Д.С., Нероева Н.В., Нечипоренко П.А., Панова И.Е., Плюхова А.А., Тульцева С.Н., Фурсова А.Ж., Шадричев Ф.Е., Шишкин М.М. Результаты первого российского опроса врачей-ретинологов «СЕТЧАточкаRU». Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 7-27. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-7-27>

Results of the first Russian survey of retinologists “SETCHAtochkaRU”

Evgeny V. Bobykin¹, Rinat R. Fayzrakhmanov², Sergey Yu. Golubev³, Tagir I. Dibaev⁴, Ol'ga V. Zaytseva⁵, Victor N. Kazaikin⁶, Evgeniya A. Larina², Dmitrii S. Maltsev⁷, Natalia V. Neroeva⁵, Pavel A. Nechiporenko⁸, Irina E. Panova⁹, Anna A. Plyukhova¹⁰, Svetlana N. Tultseva⁸, Anzhella Zh. Fursova¹¹, Fedor E. Shadrichiev¹², Michail M. Shishkin²

¹ Ural State Medical University, 3, Repina St., Yekaterinburg, 620028, Russia

² N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center, 70, Nizhnyaya Pervomayskaya St., Moscow, 105203, Russia

³ Electronic media “Ophthalmological portal “Organum-visus”, <https://ovis.ru/ru/>

⁴ Bashkir State Medical University, 3, Lenina St., Ufa, 450008, Russia

⁵ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

⁶ Ekaterinburg Center IRTC “Eye Microsurgery”, 4a, Bardin St., Yekaterinburg, 620149, Russia

⁷ S.M. Kirov Military Medical Academy, 21, Botkinskaya Str., St.Petersburg, 194044, Russia

⁸ First Saint Petersburg State Medical University named after I.P. Pavlov, 6–8, Lev Tolstoy St., Saint Petersburg, 197022, Russia

⁹ S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Saint Petersburg Branch, 21, Yaroslav Gashek St., Saint Petersburg, 192283, Russia

¹⁰ M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Rossolimo St., 11A, Moscow, 123098, Russia

¹¹ Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia

¹² Regional Endocrinological Center “City Consultative and Diagnostic Center No. 1”, 10A, Sikeyros St., Saint-Petersburg, 194354, Russia

oculist.ev@gmail.com

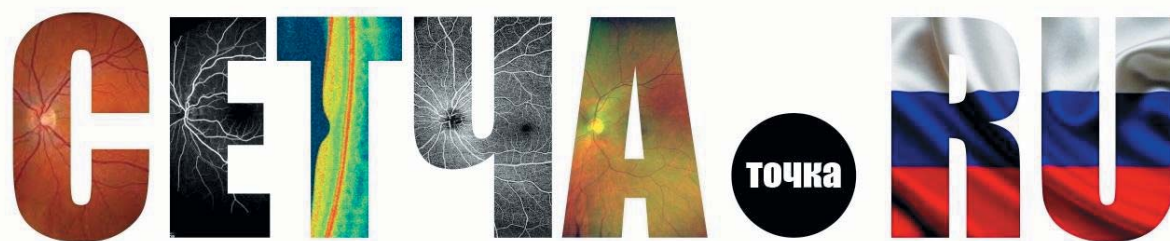
Disorders of the posterior segment of the eye are traditionally one of the most important medical and social problem. The rapid development in the ophthalmology field in the 20th and 21st centuries has led to a significant improvement in the knowledge on the physiology and pathology of the light-perceiving eye structures, revolutionary achievements in the diagnosis and treatment of a wide range of retinal diseases, optic nerve, choroid and vitreous body pathology. The need for highly qualified physicians with a modern understanding of this problem led to the emergence of an ophthalmological specialization called “retinology”. Modern retinology includes various areas of diagnostics (including visualization of eye structures, electrophysiological and genetic methods), as well as drug, laser and microsurgical treatment and rehabilitation of the patients. In the rapidly developing medicine, sociological research is extremely important, allowing health care organizers to assess existing trends and make decisions determining the development direction in the field, and specialists to exchange opinions and analyze their professional activities. Retinology is no exception. Surveys of professional organizations of retinologists that have great scientific and practical significance are successfully conducted abroad, the most famous of which are the EURETINA Clinical Trends Survey and the ASRS Preferences and Trends (PAT) Survey. In Russia, such surveys have not been conducted to date. At the same time, the opportunity to learn the opinions of Russian specialists, as well as to compare domestic and foreign data is of undoubted interest. In 2024, we organized and conducted the first independent Russian survey of retinologists “SETCHAtochkaRU”, in which 585 ophthalmologists from all federal districts of the Russian Federation took part, as well as our colleagues from Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lebanon, Tajikistan, Turkmenistan, Turkey and Uzbekistan. The main results of the survey are presented in this publication.

Keywords: retinology; ophthalmology; survey; retinal diseases; diagnostics; treatment

Conflict of interest: none.

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

For citation: Bobykin E.V., Fayzrakhmanov R.R., Golubev S.Yu., Dibaev T.I., Zaytseva O.V., Kazaikin V.N., Larina E.A., Maltsev D.S., Neroeva N.V., Nechiporenko P.A., Panova I.E., Plyukhova A.A., Tultseva S.N., Fursova A.Zh., Shadrichiev F.E., Shishkin M.M. Results of the first Russian survey of retinologists “SETCHAtochkaRU”. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 7-27 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-7-27>



Russian Retinologists Survey

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСА 2024

Уважаемый читатель!

Dear reader!

Перед Вами результаты первого независимого анонимного российского опроса врачей-офтальмологов, занимающихся диагностикой и лечением заболеваний сетчатки. Инициаторами проведения опроса стала группа единомышленников-офтальмологов из разных городов России, составивших его Редакционный Совет и являющихся авторами данной публикации.

Интерес к социологическим исследованиям – одна из характерных черт современной медицины, а опросы являются основным методом получения социологических данных. Основными целями опроса, который мы надеемся проводить ежегодно, являются: анализ выявленных тенденций (трендов) для прогнозирования и решения различных проблем; определение образовательных потребностей российских офтальмологов; получение дополнительной информации для разработки политики и распределения ресурсов в сфере организации здравоохранения.

«СЕТЧАТОЧКА RU – 2024» был проведён онлайн с помощью опросника, составленного в приложении «Google Forms», содержавшего 40 вопросов, и включавшего разделы «Данные о респонденте», «Диагностика», «Лечение (общие вопросы)», «Интравитреальное введение лекарственных препаратов», «Лазерное лечение», «Витреоретинальная хирургия» и «Обратная связь». За период с 22 ноября по 17 декабря 2024 года были получены ответы 585 ретинологов из России, Беларуси, Казахстана, Кыргызстана, Латвии, Ливана, Таджикистана, Туркменистана, Турции и Узбекистана, обзор которых мы и представляем Вашему вниманию.

Here are the results of the first independent anonymous Russian survey of ophthalmologists involved in the diagnosis and treatment of retinal diseases. The survey was initiated by a group of like-minded ophthalmologists from different cities of Russia, who formed its Editorial Board and are the authors of this publication.

Interest in sociological research is one of the characteristic features of modern medicine, and surveys are the main method of obtaining sociological data. The main goals of the survey, which we hope to conduct annually, are: analysis of the identified trends for forecasting and solving various problems; determination of the educational needs of Russian ophthalmologists; obtaining additional information for developing policy and resource allocation in the field of healthcare organization.

"SETKHATOKHKA RU - 2024" was conducted online using a questionnaire compiled in the "Google Forms" application, containing 40 questions and including the sections "Respondents' data", "Diagnostics", "Treatment (general questions)", "Intravitreal drug administration", "Laser treatment", "Vitreoretinal surgery" and "Feedback". For the period from November 22 to December 17, 2024, responses were received from 585 retinologists from Russia, Belarus, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lebanon, Tajikistan, Turkmenistan, Turkey and Uzbekistan, a overview of which we present to your attention.

ДАННЫЕ О РЕСПОНДЕНТАХ

RESPONDENTS' DATA

Ответы на все вопросы данного раздела являлись обязательными
Answers to all questions in this section were mandatory

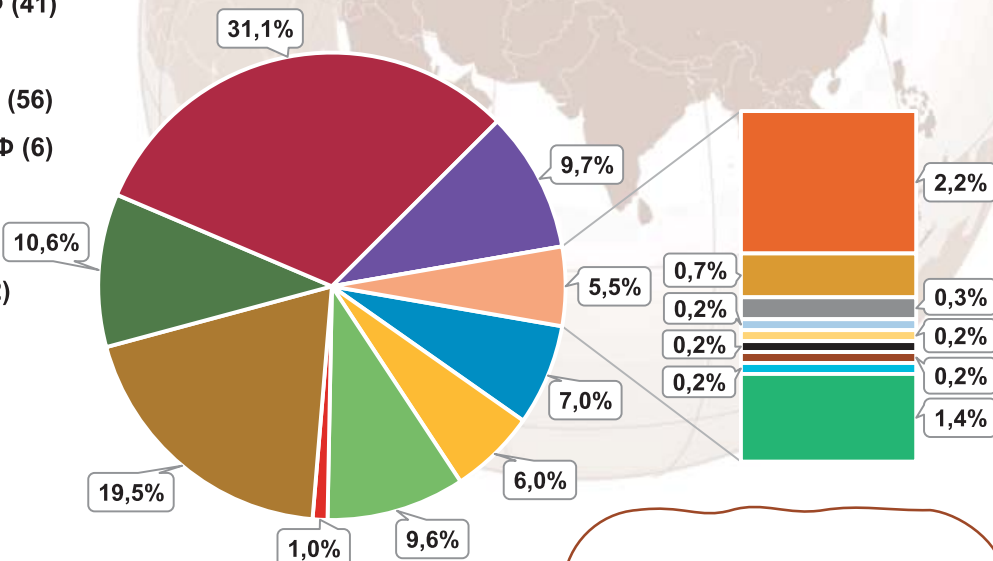


Где Вы проживаете/работаете? (585 ответов)

Where do you live/work? (585 answers)

- Дальневосточный ФО РФ (41)
Far Eastern Federal District (41)
- Приволжский ФО РФ (35)
Volga Federal District (35)
- Северо-Западный ФО РФ (56)
Northwestern Federal District (56)
- Северо-Кавказский ФО РФ (6)
North Caucasian Federal District (6)
- Сибирский ФО РФ (114)
Siberian Federal District (114)
- Уральский ФО РФ (62)
Ural Federal District (62)
- Центральный ФО РФ (182)
Central Federal District (182)
- Южный ФО РФ (57)
Southern Federal District (57)
- Другие государства (32)
Other countries (32)
- Беларусь (13)
Belarus (13)
- Казахстан (4)
Kazakhstan (4)
- Кыргызстан (2)
Kyrgyzstan (2)
- Латвия (1)
Latvia (1)
- Ливан (1)
Lebanon (1)
- Таджикистан (1)
Tajikistan (1)
- Туркменистан (1)
Turkmenistan (1)
- Турция (1)
Turkey (1)
- Узбекистан (8)
Uzbekistan (8)

* ФО РФ – Федеральный округ Российской Федерации



69%

респондентов имеют
стаж работы по
специальности более
7 лет

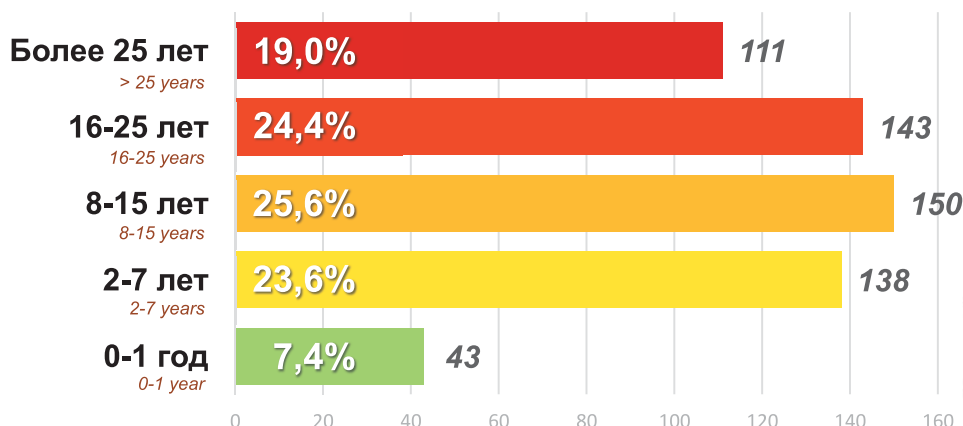
of respondents have
more than 7 years of work
experience in their
specialty



Пожалуйста, укажите Ваш стаж работы

в качестве врача-офтальмолога (585 ответов)

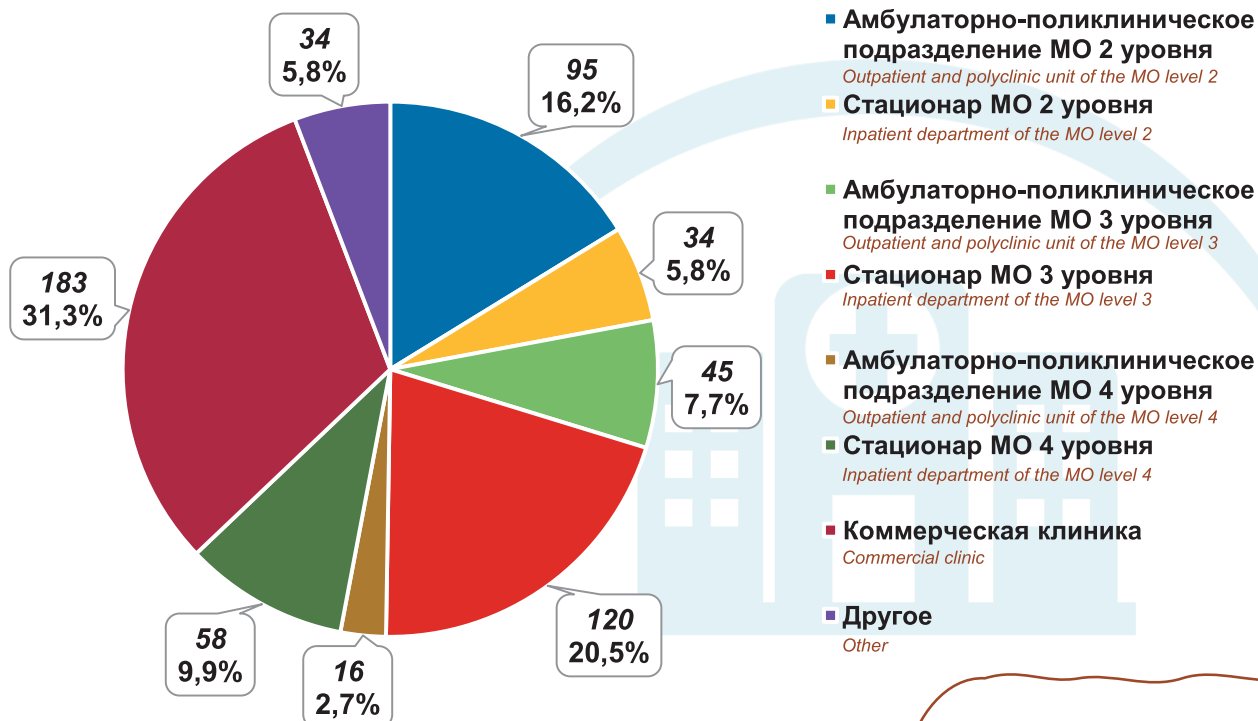
How long have you been in practice? (585 answers)





**Какая медицинская организация (МО) является
Вашим основным местом работы? (585 ответов)**

What medical organization (MO) is your main place of work? (585 answers)



**Перечислите, пожалуйста, «сопутствующие»
направления Вашей работы (585 ответов)**

Please list the related areas of your work? (585 answers)



34%

**опрошенных
совмещают
клиническую практику
в двух (или более)
организациях**
*of respondents combine
clinical practice in two (or
more) organizations*

В вопросах, обозначенных знаком "#", подразумевались самостоятельное выполнение исследований или возможность направления пациентов для их проведения в пределах МО/региона, не оказывающая значительного негативного влияния на скорость и качество диагностики

Questions marked with "#" implied exam performance by the doctor himself, or the possibility of referral within the MO/region, which does not have a significant negative impact on the speed and quality of diagnostics

?

Какие методы визуализации Вы используете у пациентов с ретиальной патологией, в частности, с неоваскулярной возрастной макулярной дегенерацией (нВМД) и диабетическим макулярным отёком (ДМО)? (выберите все подходящие варианты) (585 ответов)

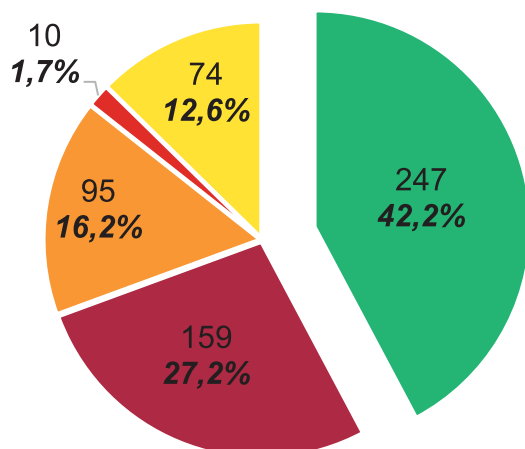
What imaging techniques do you use in patients with retinal pathology, particularly neovascular age-related macular degeneration (nAMD) and diabetic macular edema (DME)? (select all that apply) (585 answers)



?

Используете ли Вы в своей практике мультимодальную визуализацию? (выберите один из предложенных вариантов) (585 ответов)

Do you use multimodal visualization in your practice? (select one of the options) (585 answers)



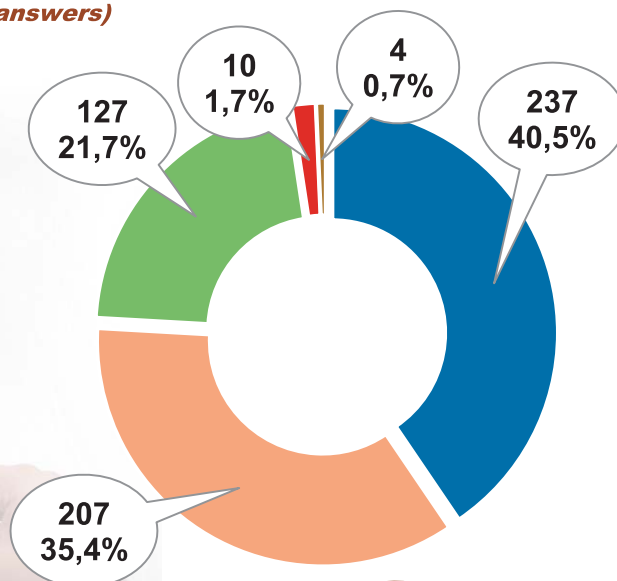
- Да
Yes
- Нет, поскольку нет экономической возможности
No, because there is no economic opportunity
- Нет, из-за организационных сложностей
No, because of organizational difficulties
- Нет, поскольку не считаю, что это целесообразно
No, because I don't think it's advisable
- Нет, по другой причине
No, for another reason



Как организовано обследование пациентов с патологией сетчатки в Вашей практике?» (выберите один из предложенных вариантов) (585 ответов)

How is the examination of patients with retinal pathology organized in your practice? (select one of the suggested options) (585 answers)

- **Самостоятельно провожу все исследования**
I conduct all exams myself
- **Часть исследований проводится другими специалистами в пределах МО**
Some of the exams is conducted by other specialists within the MO
- **Часть исследований проводится другими специалистами в пределах региона**
Some of the exams is conducted by other specialists within the region
- **Часть исследований проводится другими специалистами в других регионах**
Some of the exams is conducted by other specialists in other regions
- **Другое**
Other

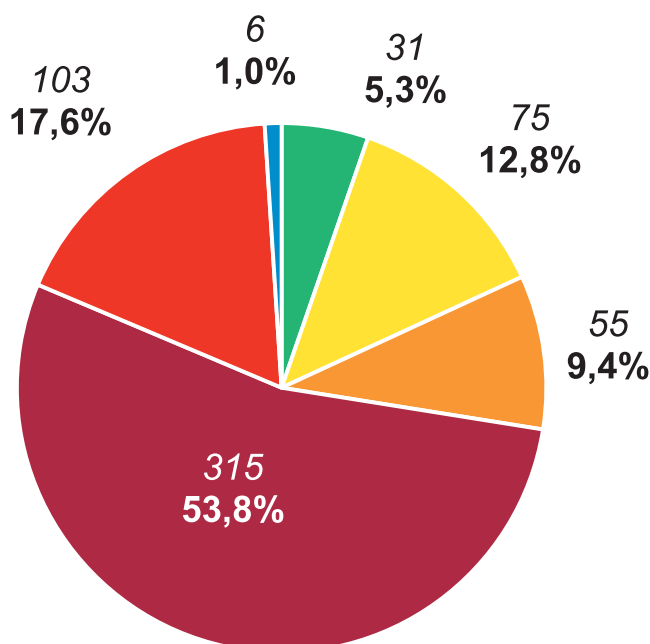


Как Вы обычно используете фундус-аутофлуоресценцию (ФАФ) у пациентов с географической атрофией? (выберите один из предложенных вариантов) (585 ответов)

How do you usually use fundus autofluorescence (FAF) in patients with geographic atrophy? (select one of the options) (585 answers)

40%

участников опроса самостоятельно выполняют все исследования
of survey participants conduct all exams by themselves



- **Выполняю ФАФ на большинстве визитов**
Perform FAF on most visits
- **Иногда провожу ФАФ**
Sometimes perform FAF
- **Выполняю редко**
Rarely perform
- **Никогда не выполняю (из-за недоступности технологии)**
Never perform (due to unavailability of technology)
- **Никогда не выполняю (по другим причинам)**
Never perform (for other reasons)
- **Другое**
Other



Каков Ваш опыт использования искусственного интеллекта (ИИ)? (выберите все подходящие варианты) (585 ответов)

What is your experience with artificial intelligence (AI)? (select all that apply) (585 answers)

У меня нет опыта работы с ИИ для любых целей (личных или профессиональных)
I have no experience using AI for any purpose (personal or professional)

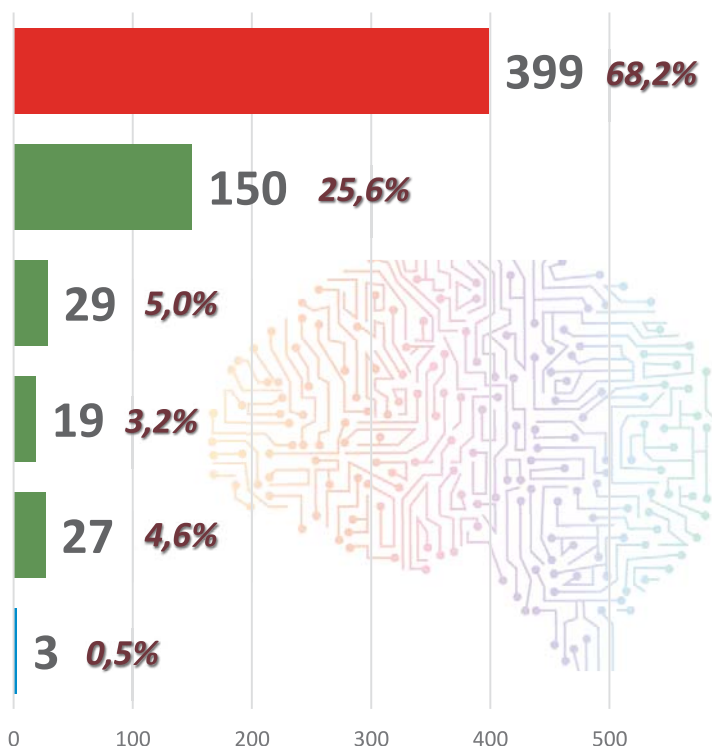
У меня есть опыт работы с ИИ для личного/непрофессионального использования
I have experience using AI for personal/non-professional use

У меня есть опыт работы с ИИ для исследовательских целей
I have experience using AI for research purposes

У меня есть клинический опыт работы с ИИ для обработки изображений сетчатки
I have clinical experience using AI for retinal imaging

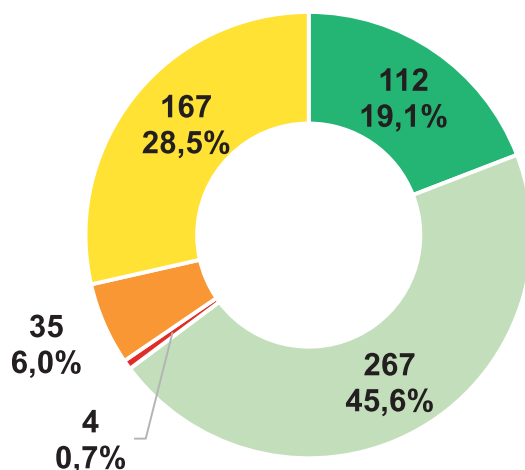
У меня есть клинический опыт применения генеративного ИИ (например, ChatGPT) для работы с документацией
I have clinical experience using generative AI (e.g. ChatGPT) for documentation

Другое
Other



Вы рекомендуете проведение генетической диагностики пациентам с наследственными заболеваниями сетчатки? (выберите один из предложенных вариантов) (585 ответов)

Do you recommend genetic testing for patients with hereditary retinal diseases? (select one of the options) (585 answers)



■ Да, каждому пациенту
Yes, for every patient

■ Да, в некоторых случаях
Yes, in some cases

■ Нет, я никогда не буду проводить генетический тест у пациентов с заболеваниями сетчатки
No, I will never perform genetic testing on patients with retinal diseases

■ Нет, пока не будет предложено эффективных способов лечения этих заболеваний
No, until effective treatments for these diseases are available

■ Нет, у меня нет доступа к этой технологии
No, I do not have access to this technology

ЛЕЧЕНИЕ (ОБЩИЕ ВОПРОСЫ)

TREATMENT (GENERAL QUESTIONS)

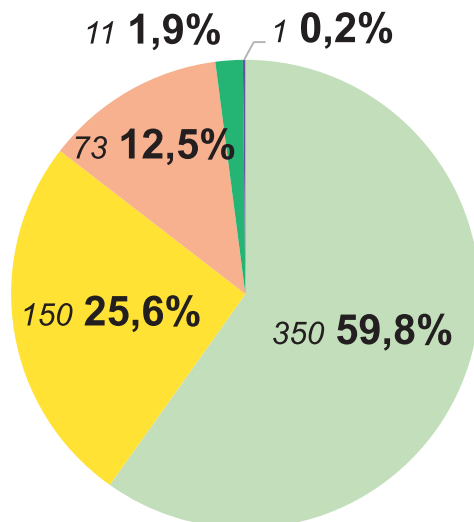
Ответы на все вопросы данного раздела являлись обязательными

Answers to all questions in this section were mandatory

?

Рекомендуете ли Вы обычно витаминно-минеральные комплексы пациентам с «сухой» ВМД и отсутствием системных противопоказаний? (выберите один из предложенных вариантов) (585 ответов)

Do you usually recommend vitamin and mineral complexes to patients with "dry" AMD and the absence of systemic contraindications? (select one of the suggested options) (585 answers)

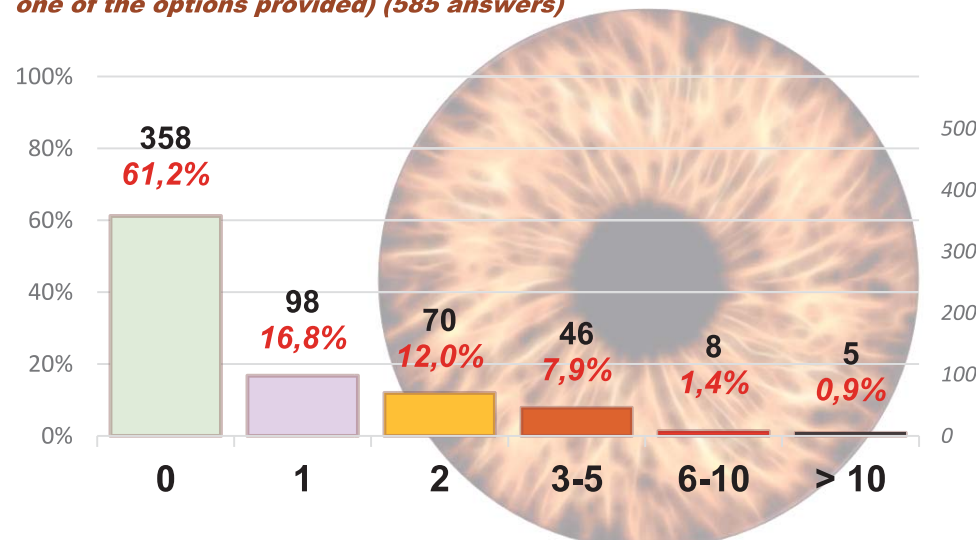


- Да, исключительно соответствующие формуле AREDS/AREDS2
Yes, only those that meet the AREDS/AREDS2 formula
- Да, безотносительно соответствия формуле AREDS/AREDS2
Yes, regardless of whether they meet the AREDS/AREDS2 formula
- Нет
No
- Рекомендую добавки на основании данных генетического тестирования
I recommend supplements based on genetic testing
- Другое
Other

?

За последние 2 года сколько случаев внутриглазного воспаления (включая инфекционные эндофтальмиты, асептическое воспаление и ретиноваскулиты) после интравитреального введения лекарственных препаратов Вы наблюдали? (выберите один из предложенных вариантов) (585 ответов)

Over the past 2 years, how many cases of intraocular inflammation (including infectious endophthalmitis, aseptic inflammation and retinovasculitis) after intravitreal injections have you observed? (select one of the options provided) (585 answers)



61%

респондентов не сталкивались с внутриглазным воспалением при интравитреальном введении лекарственных препаратов
of respondents did not observe cases of intraocular inflammation after intravitreal injections

Респонденты имели возможность пропустить не обязательные для заполнения вопросы, касающиеся аспектов, находящихся за пределами их компетенции

Respondents had the opportunity to skip optional questions concerning aspects outside their competence

?

Выполняете ли Вы интравитреальное введение лекарственных препаратов? (585 ответов)

Do you perform intravitreal injections of drugs? (585 answers)

■ Да, я выполняю интравитреальные инъекции лично

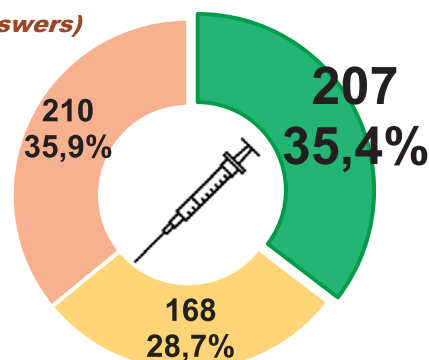
Yes, I perform intravitreal injections personally

■ Нет (лично не выполняю, но выражаю готовность ответить на вопросы данного раздела)

No. I do not perform them personally, but I am willing to answer the questions in this section

■ Нет. Хочу перейти к следующему разделу

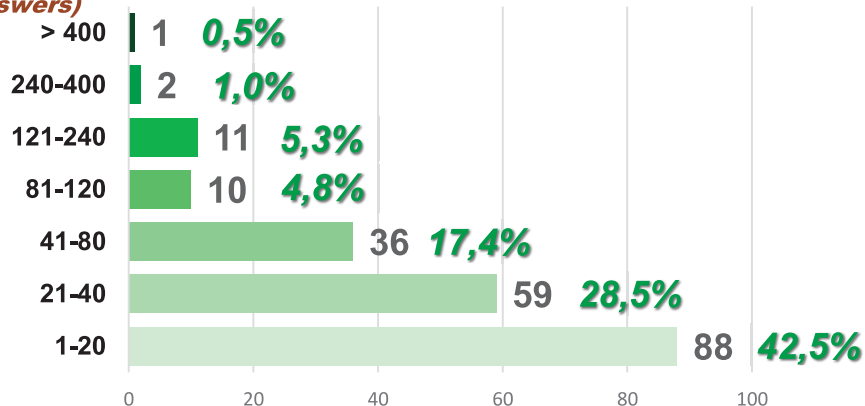
No. I would like to move on to the next section



?

Сколько процедур интравитреального введения (интравитреальных инъекций) лекарственных препаратов Вы в среднем выполняете за месяц? (выберите один из предложенных вариантов) (207 ответов)

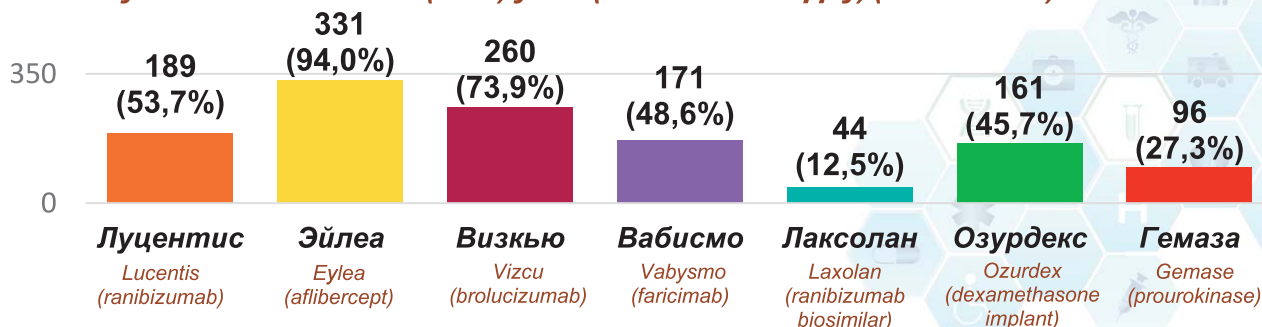
How many intravitreal injections do you perform on average per month? (select one of the options provided) (207 answers)



?

Какие из лекарственных препаратов, зарегистрированных для интравитреального введения в РФ, Вы применяли в текущем (2024) году? (выберите все подходящие варианты) (352 ответа)

Which of the drugs registered for intravitreal administration in the Russian Federation have you used in the current (2024) year? (select all that apply) (352 answers)

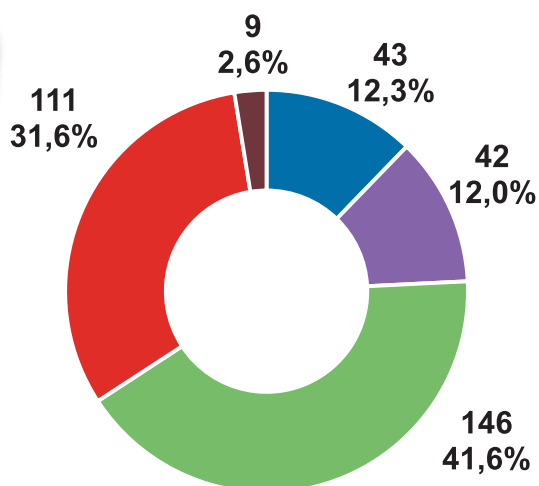


?

Какой режим антиангиогенной терапии вы применяете у большинства своих пациентов с нВМД? (выберите один из предложенных вариантов) (351 ответ)

What anti-VEGF therapy regimen do you use in most of your nAMD patients? (select one of the options provided) (351 answers)

- **Фиксированный ежемесячный**
Fixed monthly
- **PRN (Pro re nata; «по потребности»)**
PRN (Pro re nata; "as needed")
- **T&E («лечить и увеличивать интервал»)**
T&E (Treat and extend; "treat and extend the interval")
- **Комбинированный (гибрид T&E и PRN)**
Combined (hybrid of T&E and PRN)
- **Другой**
Other



42 %

**респондентов отдают предпочтение режиму
"лечить и увеличивать интервал"**
of respondents prefer the "treat and extend" regimen

?

Каким пациентам по Вашему мнению целесообразно назначать вновь зарегистрированный анти-VEGF агент в первую очередь? (выберите все подходящие варианты) (356 ответов)

In your opinion, which patients should be prescribed the newly registered anti-VEGF agent first? (select all that apply) (356 answers)

Пациентам, ранее не получавшим лечения («наивным»)

Treatment-naïve patients

Получающим терапию пациентам с нестабильным зрением и персистенцией жидкости

Previously treated patients with unstable vision and fluid persistence

Получающим терапию пациентам со стабильным зрением и персистенцией жидкости

Treatment-experienced patients with stable vision and fluid persistence

Получающим терапию пациентам со стабильным зрением и без жидкости

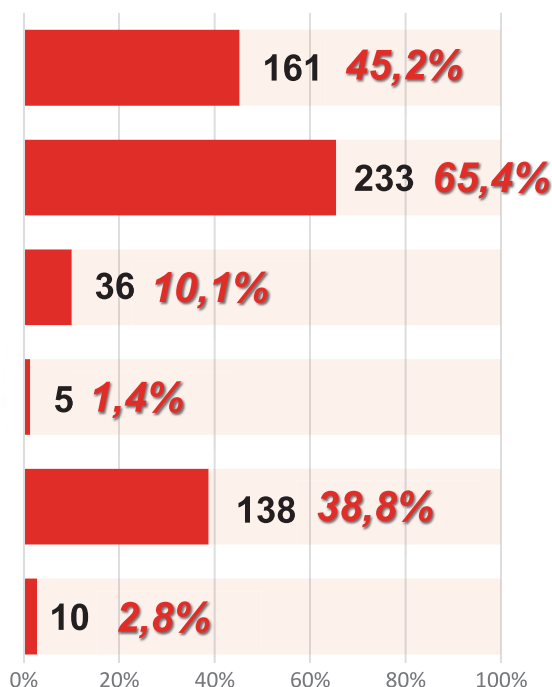
Treatment-experienced patients with stable vision and no fluid

Пациентам с потребностью в частых (каждые 4-6 недель, q4-q6) инъекциях

Patients requiring frequent (every 4-6 weeks, q4-q6) injections

Другое

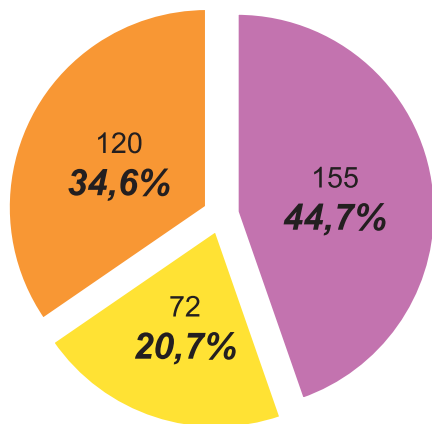
Other



?

Какой «порог» персистенции патологических жидкостей Вы допускаете при лечении пациентов с нВМД? (выберите один из предложенных вариантов) (347 ответов)

What "threshold" of pathological fluid persistence do you allow when treating patients with nAMD? (select one of the suggested options) (347 answers)



■ Я стараюсь не допускать никаких патологических жидкостей
I do not accept any pathological fluids

■ Я допускаю персистенцию небольшого количества субретинальной жидкости, потому что считаю, что она безвредна или может быть полезна, но не допускаю интравитреальной жидкости
I accept a small amount of subretinal fluid to persist because I think it is harmless or may be useful, but I do not allow intravitreal fluid

■ Я допускаю персистенцию небольшого количества субретинальной или интравитреальной жидкости, но только если картина ОКТ и острота зрения стабильны
I accept a small amount of subretinal or intravitreal fluid to persist, but only if the OCT image and visual acuity are stable

45 %

участников опроса придерживаются принципа «нулевой толерантности» к патологическим жидкостям при лечении нВМД
of survey participants adhere to the principle of "zero tolerance" to pathological fluids in nAMD

?

Какие факторы наиболее важны для вас при выборе анти-VEGF-препарата? (выберите все подходящие варианты) (351 ответ)

What factors are most important to you when choosing an anti-VEGF drug? (select all that apply) (351 answers)

Долгосрочный профиль безопасности по данным реальной практики

Long-term safety profile based on real-world data

Возможность достижения более быстрой резорбции жидкостей, чем при стандартном лечении

Possibility of achieving faster fluid resolution than standard treatment

Возможность достижения более полной резорбции жидкостей, чем при стандартном лечении

Possibility of achieving more complete fluid resolution than standard treatment

Возможность повышения остроты зрения и его поддержания

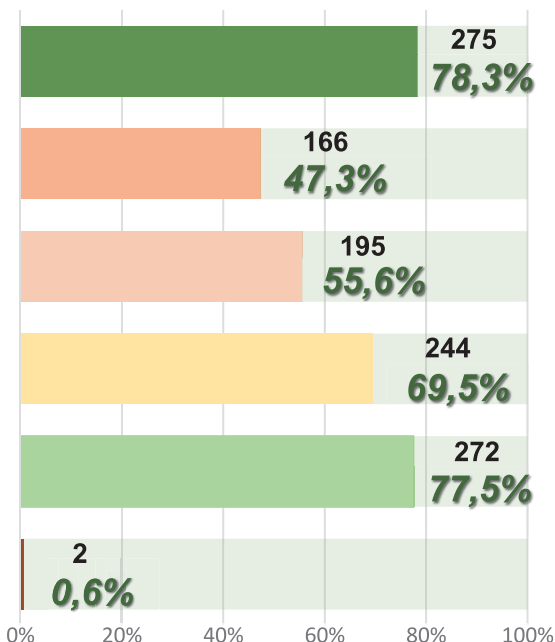
Possibility of improving and maintaining visual acuity

Повышенная продолжительность действия / снижение бремени лечения

Increased duration of action/reduced treatment burden

Ни один из этих факторов не важен для меня

None of these factors are important to me



?

Как Вы лечите снижение зрения вследствие макулярного отёка, вызванного окклюзией вен сетчатки (ОВС)? (выберите один из предложенных вариантов) (353 ответа)

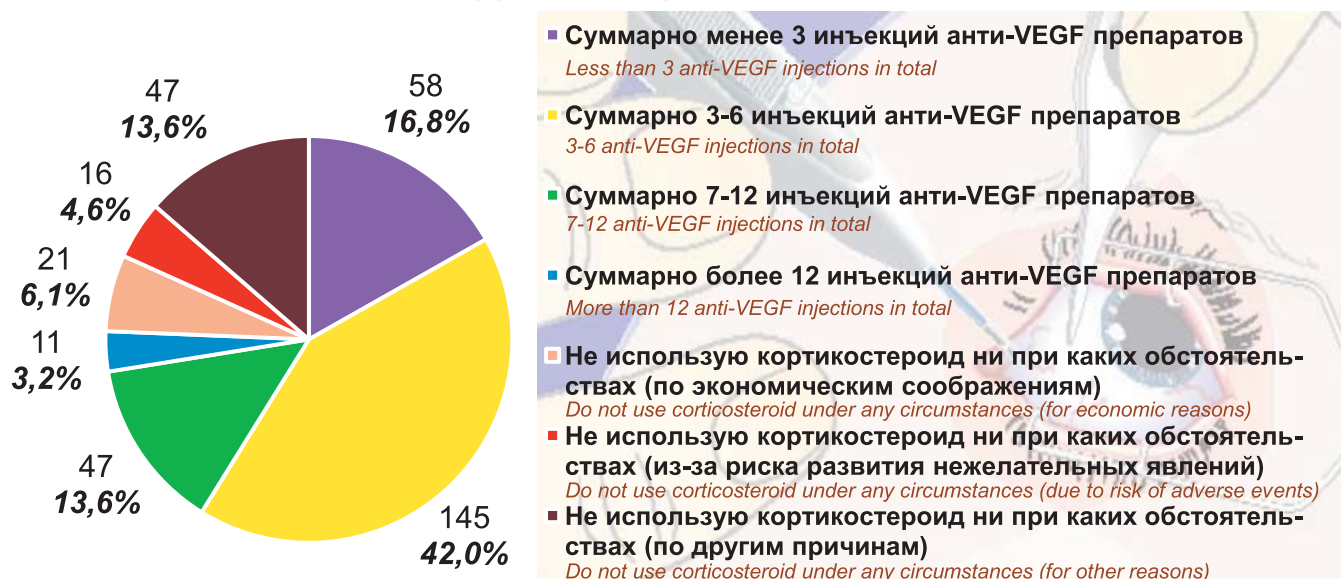
How do you treat decreased vision caused by macular edema due to retinal vein occlusion (RVO)? (select one of the options) (353 answers)



?

После какого суммарного числа инъекций различных анти-VEGF препаратов Вы принимаете решение о применении интравитреального кортикостероида при лечении ДМО или макулярного отёка вследствие ОВС? (выберите один из предложенных вариантов) (345 ответов)

After what total number of injections of different anti-VEGF drugs do you decide to use intravitreal corticosteroid in the treatment of DME or macular edema due to RVO? (select one of the options provided) (345 answers)



60 %

респондентов готовы начать применять ингибиторы комплемента для лечения «географической» атрофии в случае их регистрации
respondents are ready to start using complement inhibitors to treat geographic atrophy if those will be registered

Респонденты имели возможность пропустить не обязательные для заполнения вопросы, касающиеся аспектов, находящихся за пределами их компетенции

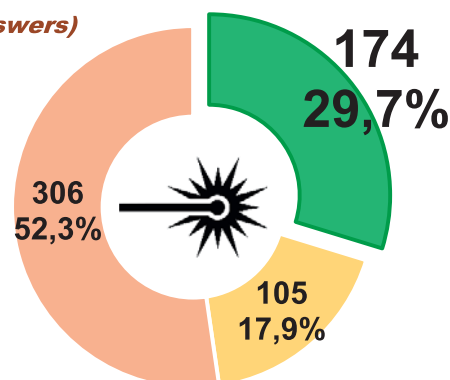
Respondents had the opportunity to skip optional questions concerning aspects outside their competence

?

Выполняете ли Вы лазерные витреоретинальные вмешательства?
(585 ответов)

Do you perform laser vitreoretinal procedures? (585 answers)

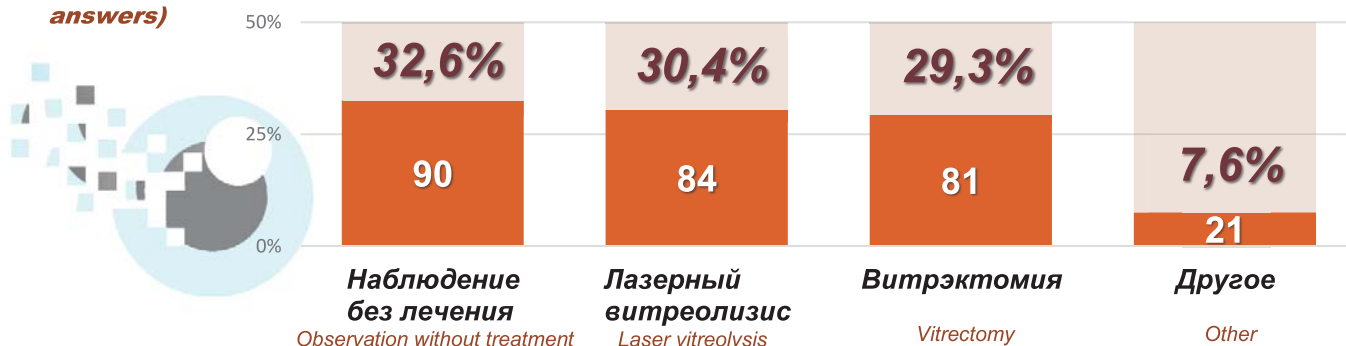
- Да, я выполняю лазерные операции лично
Yes, I perform laser surgeries personally
- Нет. Лично не выполняю, но выражаю готовность ответить на вопросы данного раздела
No. I do not perform them personally, but I am willing to answer the questions in this section
- Нет. Хочу перейти к следующему разделу
No. I would like to move on to the next section



?

Какова Ваша основная тактика при лечении пациентов с выраженными (негеморрагическими) помутнениями стекловидного тела, вызывающими значительные субъективные жалобы у пациента? (выберите один из предложенных вариантов) (276 ответов)

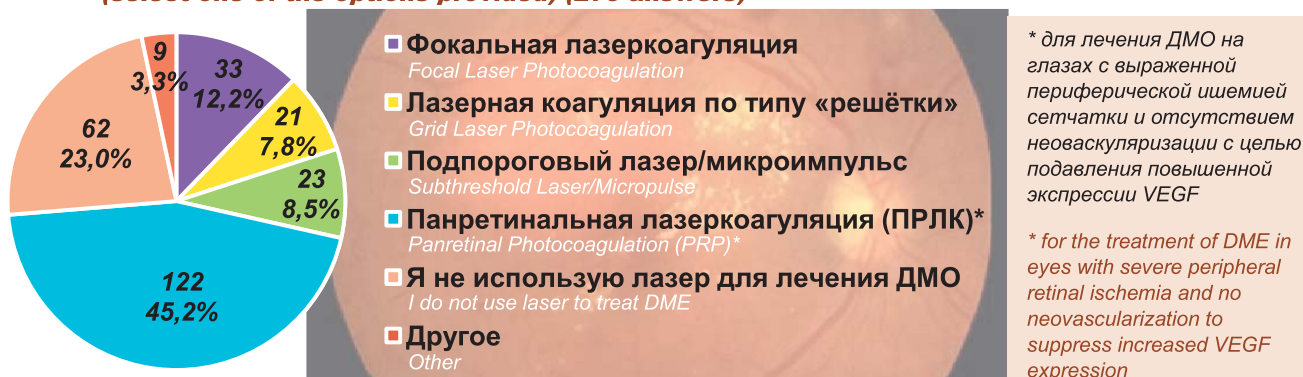
What is your main tactic in treating patients with severe (non-hemorrhagic) vitreous opacities that cause significant subjective complaints in the patient? (select one of the suggested options) (276 answers)



?

Какую из стратегий лазерного лечения ДМО Вы чаще всего используете в своей практике? (выберите один из вариантов ответа) (270 ответов)

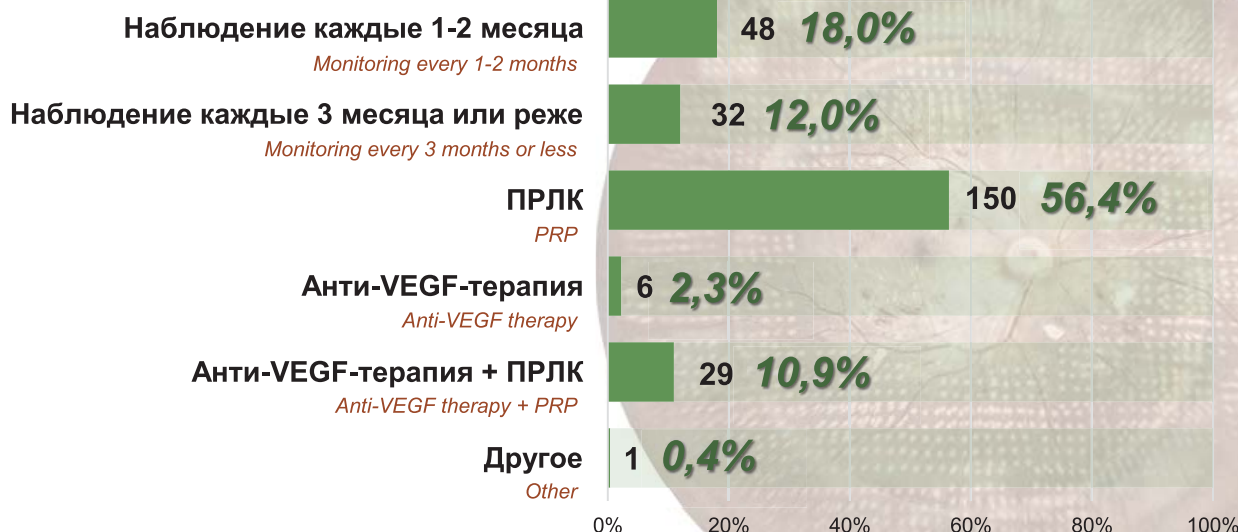
Which of the laser treatment strategies for DME do you most often use in your practice? (select one of the options provided) (270 answers)





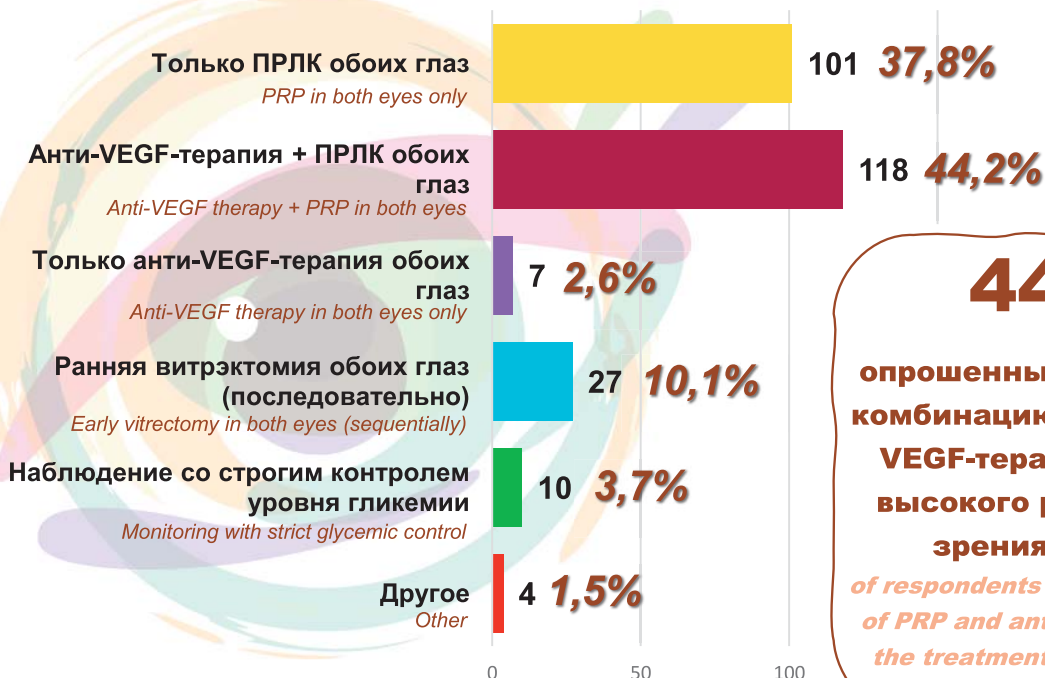
Какова Ваша тактика при диабетической ретинопатии (ДР) с обширной периферической неперфузией по данным ФАГ/ОКТ-А, но без явной неоваскуляризации и без ДМО? (выберите один из предложенных вариантов) (266 ответов)

What is your management of diabetic retinopathy (DR) with extensive peripheral nonperfusion on FA/OCT-A but without obvious neovascularization and without DME? (select one of the options provided) (266 answers)



Как бы Вы лечили пролиферативную ДР высокого риска обоих глаз при отсутствии ДМО? (выберите один из предложенных вариантов) (267 ответов)

How would you treat high-risk proliferative DR in both eyes without DME? (select one of the options provided) (267 answers)



44 %

опрошенных используют комбинацию ПРЛК и анти-VEGF-терапии при ПДР высокого риска потери зрения без ДМО
of respondents use a combination of PRP and anti-VEGF therapy in the treatment of high-risk PDR without DME

Респонденты имели возможность пропустить не обязательные для заполнения вопросы, касающиеся аспектов, находящихся за пределами их компетенции

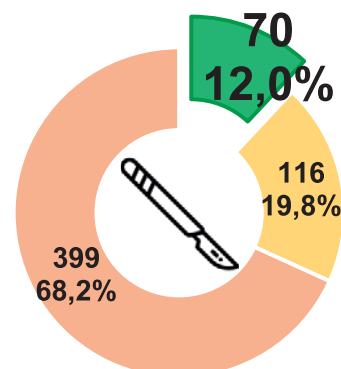
Respondents had the opportunity to skip optional questions concerning aspects outside their competence

?

Выполняете ли Вы витреоретинальные операции? (585 ответов)

Do you perform vitreoretinal surgeries? (585 answers)

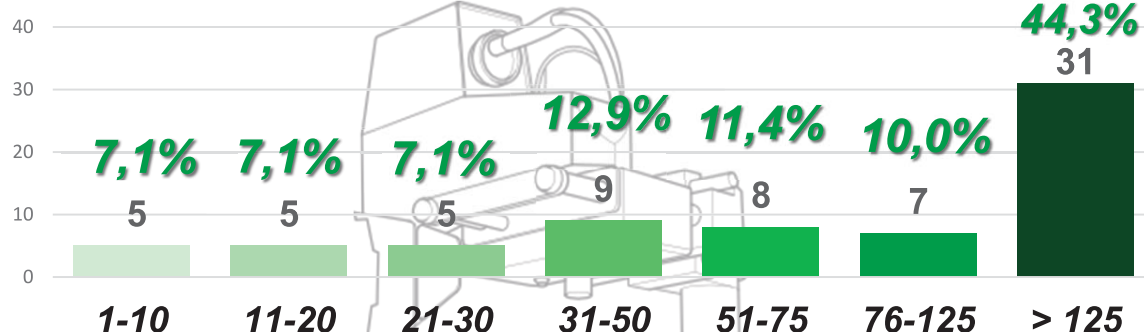
- Да, я выполняю витреоретинальные операции лично
Yes, I perform vitreoretinal surgeries personally
- Нет. Лично не выполняю, но выражаю готовность ответить на вопросы данного раздела
No. I do not perform them personally, but I am willing to answer the questions in this section
- Нет. Хочу перейти к следующему разделу
No. I would like to move on to the next section



?

Сколько операций витрэктомии Вы провели за последний год? (выберите один из предложенных вариантов) (70 ответов)

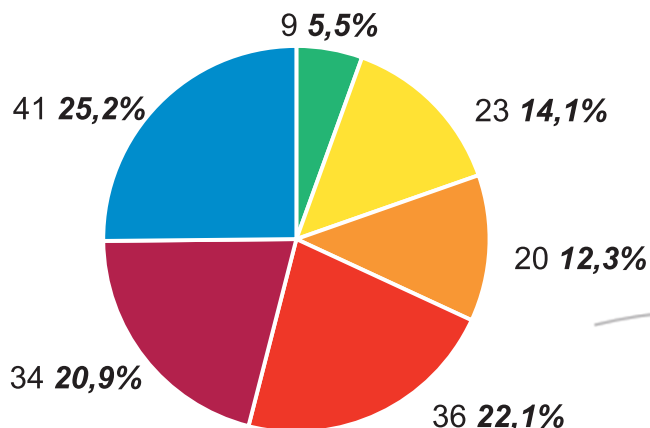
How many vitrectomy surgeries have you performed in the last year? (select one of the options) (70 answers)



?

В какие сроки Вы оперируете пациентов с отслойкой сетчатки с вовлечением макулы (macula-off)? (выберите один из предложенных вариантов) (163 ответа)

When do you operate on patients with macula-off retinal detachment? (select one of the options) (163 answers)

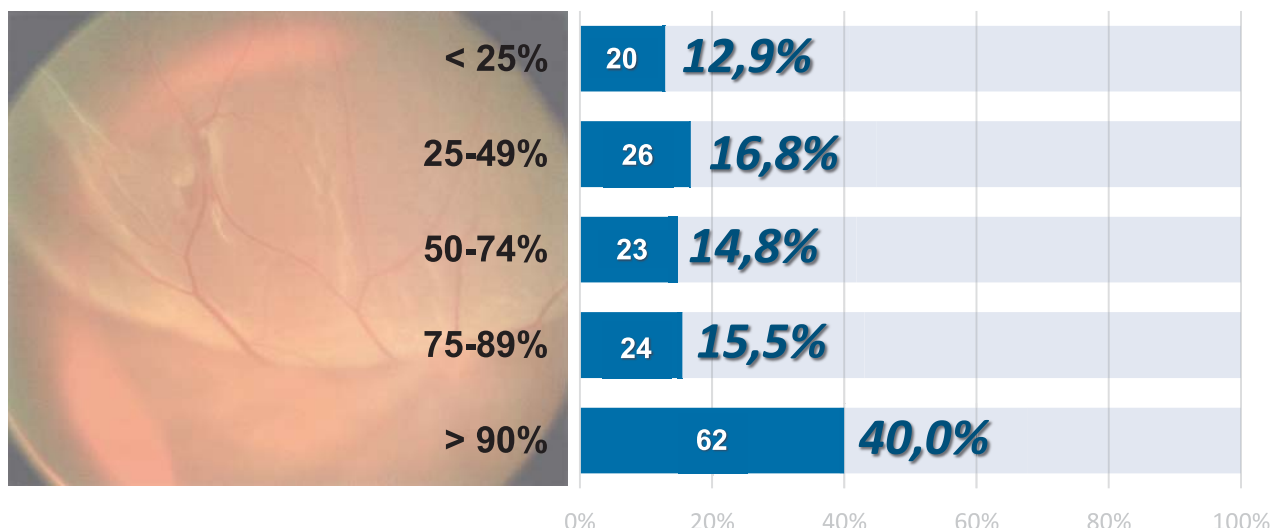


- В день обращения
Same day
- В течение суток
Within 24 hours
- В течение 3 дней
Within 3 days
- В течение 1 недели
Within 1 week
- Позже, чем через неделю
Later than a week
- Если возможно, в течение 72 часов после вовлечения макулы
If possible, within 72 hours of macular involvement



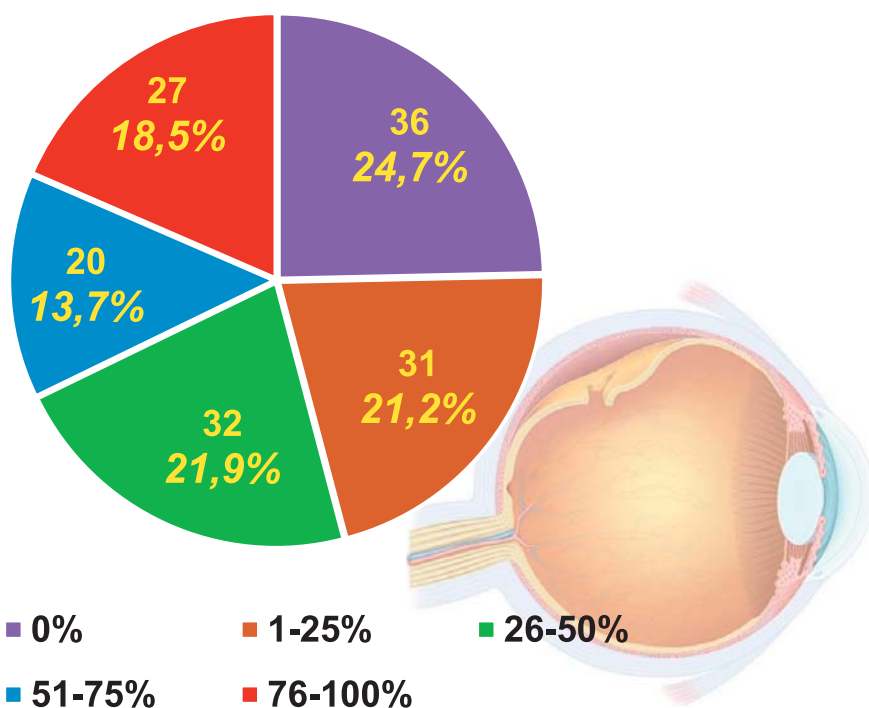
В каком проценте случаев первичной отслойки сетчатки Вы применяете первичную витрэктомию? (выберите один из предложенных вариантов) (155 ответов)

In what percentage of cases of primary retinal detachment do you use primary vitrectomy? (select one of the options provided) (155 answers)



В каком проценте случаев Вы выполняете пилинг внутренней пограничной мембраны во время витрэктомии по поводу тракционной отслойки сетчатки на фоне диабета (при отсутствии макулярных кист или отверстия)? (выберите один из предложенных вариантов) (146 ответов)

In what percentage of cases do you perform internal limiting membrane peeling during vitrectomy for tractional retinal detachment due to diabetes (in the absence of macular cysts or holes)? (select one of the options provided) (146 answers)



70%

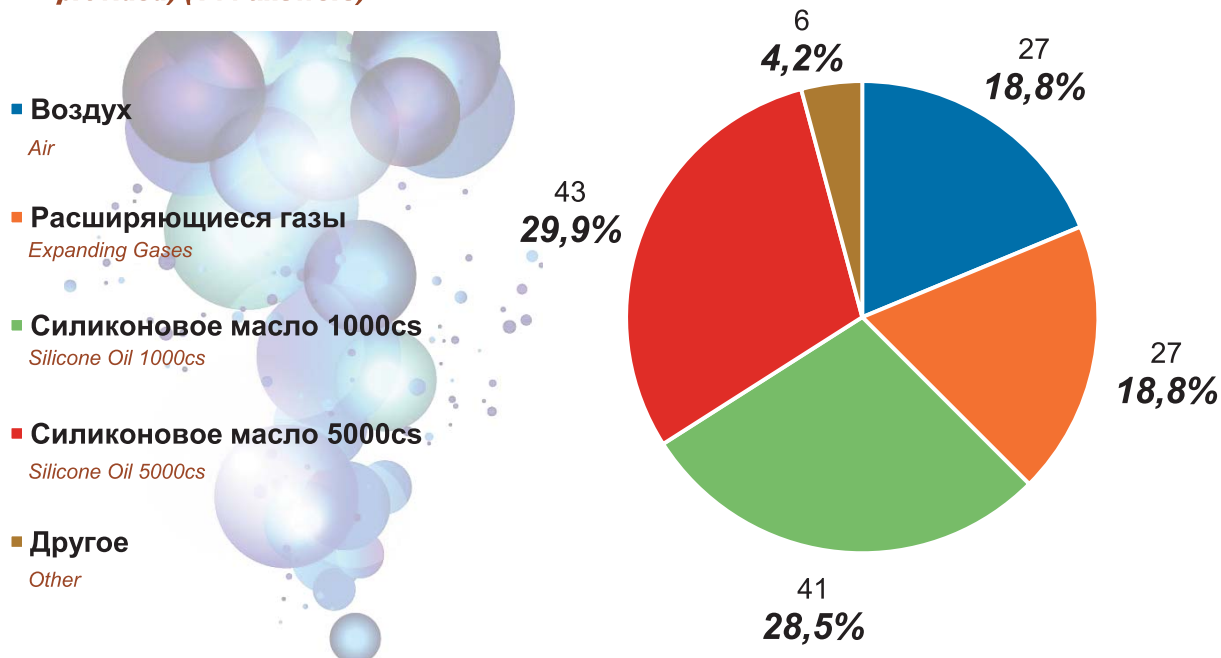
**респондентов
выполняют
витрэктомию
более, чем в
половине
случаев
первичной
отслойки
сетчатки**

*of respondents
perform vitrectomy
in more than half
of primary retinal
detachment cases*

?

Какую тампонаду Вы чаще всего используете при витрэктомии? (выберите один из предложенных вариантов) (144 ответа)

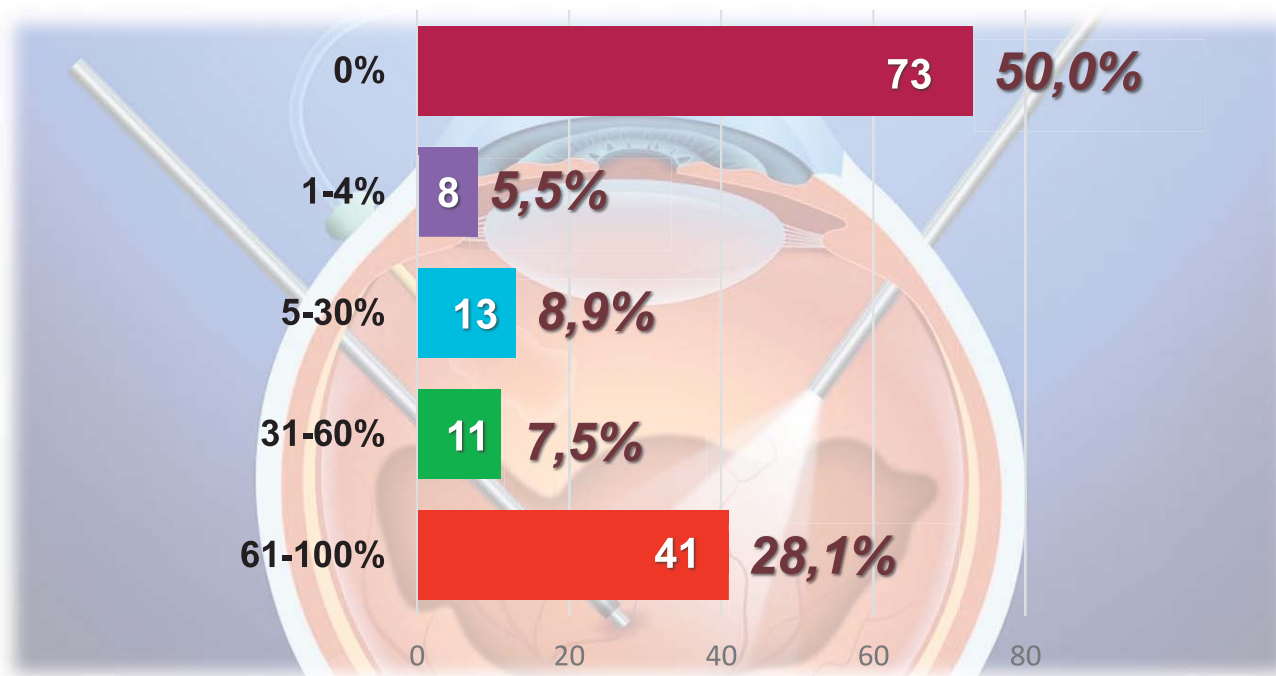
What tamponade do you most often use during vitrectomy? (select one of the options provided) (144 answers)



?

В каком проценте витрэктомий, выполненных за последние 12 месяцев, Вы использовали микроинвазивную (27-гейдж) технику? (выберите один из предложенных вариантов) (146 ответов)

In what percentage of vitrectomies performed in the last 12 months did you use a microinvasive (27-gauge) technique? (select one of the options provided) (146 answers)



Ответы на все вопросы данного раздела являлись обязательными

Answers to all questions in this section were mandatory

?

Какие источники информации об инновациях в офтальмологии являются для Вас наиболее полезными и авторитетными (выберите несколько наиболее важных вариантов, которыми Вы действительно пользуетесь)? (585 ответов)

Which sources of information about innovations in ophthalmology do you find most useful and authoritative (select the most important options that you actually use)? (585 answers)



64 % респондентов сочли продолжительность опроса оптимальной
of respondents considered the survey duration to be optimal

?

Сообщите, пожалуйста, Ваше мнение о данном опросе (выберите все подходящие варианты) (585 ответов)

Please let us know your opinion about this survey (select all that apply) (585 answers)



Большинство участников опроса «СЕТЧАТОЧКА.RU – 2024» сообщили о своём интересе к проекту и его результатам

Most of the survey participants reported their interest in the project and its results

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведение опросов является наиболее распространенным способом получения научных данных в социологии, включая социологию медицины. В рамках настоящего исследования нам удалось получить уникальные сведения, касающиеся мнений специалистов-ретинологов из разных регионов России, а также нескольких десятков иностранных коллег по широкому спектру профессиональных вопросов. К достоинствам проведенного опроса следует отнести то, что информация была получена от большого числа респондентов за короткий промежуток времени, а его анонимный характер позволяет надеяться, что большинство высказываний были правдивыми и открытыми. Любой опрос сопряжен с потенциальным влиянием субъективных факторов, среди которых возможное нежелание респондентов давать правдивые ответы, а также поспешность и необдуманность при выборе вариантов. Проконтролировать данный аспект не представляется возможным, что, однако, не умаляет важности проведения социологических исследований. Другим ограничением является неоднородность исследуемой группы по различным характеристикам, включая регион/страну про-

живания респондентов, стаж работы и спектр выполняемых ими работ, уровень медицинской организации. Для устранения этого недостатка нами начата работа по сопоставлению результатов опроса в подгруппах, выделенных в зависимости от перечисленных параметров, которая будет отражена в отдельных публикациях. Учитывая проявленный интерес к опросу и положительную оценку большинства респондентов, мы считаем целесообразным его проведение на регулярной основе с обновлением перечня обсуждаемых вопросов в соответствии с актуальным состоянием офтальмологической науки и практики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты первого российского опроса врачей-ретинологов «СЕТЧАточкаRU» могут быть полезны организаторам здравоохранения для анализа тенденций в диагностике и лечении пациентов с заболеваниями сетчатки, а также для практикующих врачей-офтальмологов, поскольку открывают им новые возможности для самоанализа и выявления звеньев профессиональной компетенции, требующих развития и совершенствования.

Вклад авторов в работу: Е.В. Бобыкин, Р.Р. Файзрахманов — разработка концепции и дизайна исследования; Е.В. Бобыкин, Р.Р. Файзрахманов, С.Ю. Голубев, Т.И. Дибеев, О.В. Зайцева, В.Н. Казайкин, Е.А. Ларина, Д.С. Мальцев, Н.В. Нероева, П.А. Нечипоренко, И.Е. Панова, А.А. Плюхова, С.Н. Тульцева, А.Ж. Фурсова, Ф.Е. Шадричев, М.М. Шишкин — сбор и интерпретация данных, редактирование статьи; Е.В. Бобыкин, П.А. Нечипоренко — финальная подготовка статьи к публикации.

Author's contribution: E.V. Bobykin, R.R. Faizrahmanov — concept and design of the study; E.V. Bobykin, R.R. Faizrahmanov, S.Yu. Golubev, T.I. Dibaev, O.V. Zaytseva, V.N. Kazaikin, E.A. Larina, D.S. Maltsev, N.V. Neroeva, P.A. Nechiporenko, I.E. Panova, A.A. Plyukhova, S.N. Tultseva, A.Zh. Fursova, F.E. Shadrichiev, M.M. Shishkin — data collection and interpretation, editing the article; E.V. Bobykin, P.A. Nechiporenko — final preparation of the article for publication.

Поступила: 16.03.2025. Переработана: 14.04.2025. Принята к печати: 16.04.2025
Originally received: 16.03.2025. Final revision: 14.04.2025. Accepted: 16.04.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Репина, д. 3, Екатеринбург, 620028, Россия

Евгений Валерьевич Бобыкин — д-р мед. наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии, заместитель директора Института хирургии, ORCID 0000-0001-5752-8883

ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, Москва, 105203, Россия

Ринат Рустамович Файзрахманов — д-р мед. наук, профессор, заведующий Центром офтальмологии, заведующий кафедрой глазных болезней Института усовершенствования врачей, ORCID 0000-0002-4341-3572

Евгения Артемовна Ларина — канд. мед. наук, доцент кафедры глазных болезней Института усовершенствования врачей, ORCID 0000-0001-5343-3350

Михаил Михайлович Шишкин — д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры глазных болезней Института усовершенствования врачей, главный офтальмолог Центра офтальмологии, ORCID 0000-0002-5917-6153

Электронное средство массовой информации «Офтальмологический портал «Орган зрения»», <https://ovis.ru/ru/>

Сергей Юрьевич Голубев — канд. мед. наук, руководитель, ORCID 0000-0002-2570-2784

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Ленина, д. 3, г. Уфа, 450008, Россия

Тагир Ильдорович Дибеев — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии, ORCID 0000-0002-7448-6037

Ural State Medical University, 3, Repin St., Yekaterinburg, 620028, Russia
Evgeny V. Bobykin — Dr. of Med. Sci., assistant professor of the department of ophthalmology, deputy director of the Institute of surgery, ORCID 0000-0001-5752-8883

N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center, 70, Nizhnyaya Pervomayskaya St., Moscow, 105203, Russia

Rinat R. Fayzrahmanov — Dr. of Med. Sci., Professor, Head of the Ophthalmology center, Head of the department of eye diseases at the Institute for advanced training of physicians, ORCID 0000-0002-4341-3572

Evgeniya A. Larina — Cand. of Med. Sci., assistant professor of the department of eye diseases at the Institute for advanced training of physicians, ORCID 0000-0001-5343-3350

Michail M. Shishkin — Dr. of Med. Sci., Professor, professor of the department of eye diseases at the Institute for advanced training of physicians, the main ophthalmologist of Ophthalmology center, ORCID 0000-0002-5917-6153

Electronic media "Ophthalmological portal "Organum-visus", <https://ovis.ru/ru/>

Sergey Yu. Golubev — Cand. of Med. Sci., head of the electronic media, ORCID 0000-0002-2570-2784

Bashkir State Medical University, 3, Lenina St., Ufa, 450008, Russia

Tagir I. Dibaev — Cand. of Med. Sci., assistant professor of the department of ophthalmology, ORCID 0000-0002-7448-6037

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Ольга Владимировна Зайцева — канд. мед. наук, заместитель директора, ведущий научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, ORCID 0000-0003-4530-553X

Наталья Владимировна Нероева — канд. мед. наук, руководитель отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, ORCID 0000-0002-8480-0894

АО «Екатеринбургский центр МНТК «Микрохирургия глаза», ул. Бардина, д. 4а, Екатеринбург, 620149, Россия

Виктор Николаевич Казайкин — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, ORCID 0000-0001-9569-5906

ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», ул. Боткинская, д. 21, Санкт-Петербург, 194044, Россия

Дмитрий Сергеевич Мальцев — д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии, ORCID 0000-0001-6598-3982

ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И.П. Павлова» Минздрава России, ул. Льва Толстого, д. 6–8, Санкт-Петербург, 197022, Россия

Павел Андреевич Нечипоренко — доцент кафедры офтальмологии с клиникой им. профессора Ю.С. Астахова, ORCID 0000-0002-1604-2569

Светлана Николаевна Тульцева — д-р мед. наук, доцент, профессор кафедры офтальмологии с клиникой им. профессора Ю.С. Астахова, ORCID 0000-0002-9423-6772

Санкт-Петербургский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России, ул. Ярослава Гашека, д. 21, Санкт-Петербург, 192283, Россия

Ирина Евгеньевна Панова — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, ORCID 0000-0001-7443-4555

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней им. М.М. Краснова», ул. Россолимо, д. 11а, Москва, 123098, Россия

Анна Анатольевна Плюхова — д-р мед. наук, заведующая отделением патологии сетчатки и зрительного нерва, ORCID 0000-0002-7390-759X

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный проспект, д. 52, Новосибирск, 630091, Россия

Анжелла Жановна Фурсова — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой офтальмологии, ORCID 0000-0001-6311-5452

Региональный эндокринологический центр СПб ГБУЗ «Городской консультативно-диагностический центр № 1», ул. Сикеяроса, д. 10а, Санкт-Петербург, 194354, Россия

Федор Евгеньевич Шадричев — канд. мед. наук, заведующий офтальмологическим отделением, ORCID 0000-0002-7790-9242

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Ol'ga V. Zaytseva — Cand. of Med. Sci., deputy director, leading researcher of the department of retina and optic nerve pathology, ORCID 0000-0003-4530-553X

Natalia V. Neroeva — Cand. of Med. Sci., head of the department of pathology of the retina and optic nerve, ORCID 0000-0002-8480-0894
Ekaterinburg Center IRTC "Eye Microsurgery", 4a, Bardin St., Yekaterinburg, 620149, Russia

Victor N. Kazaikin — Dr. of Med. Sci., leading researcher, ORCID 0000-0001-9569-5906

S.M. Kirov Military Medical Academy, 21, Botkinskaya St., St. Petersburg, 194044, Russia

Dmitrii S. Maltsev — Dr. of Med. Sci., professor of the department of ophthalmology, ORCID 0000-0001-6598-3982

First Saint Petersburg State Medical University named after I.P. Pavlov, 6–8, Lev Tolstoy St., Saint Petersburg, 197022, Russia

Pavel A. Nechiporenko — Cand. of Med. Sci., assistant professor of the clinical ophthalmology department n. a. professor Y.S. Astkhov, ORCID 0000-0002-1604-2569

Svetlana N. Tultseva — Dr. of Med. Sci., professor of the clinical ophthalmology department n. a. professor Y.S. Astkhov, ORCID 0000-0002-9423-6772

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Saint Petersburg Branch, 21, Yaroslav Gashek St., Saint Petersburg, 192283, Russia

Irina E. Panova — Dr. of Med. Sci., professor, Deputy Director for scientific work, ORCID 0000-0001-7443-4555

M.M. Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Rossolimo St., 11A, Moscow, 123098, Russia

Anna A. Plyukhova — Dr. of Med. Sci., Head of the retina and optic nerve department, ORCID 0000-0002-7390-759X

Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia

Anzhella Zh. Fursova — Dr. of Med. Sci., Professor, head of chair of ophthalmology, ORCID 0000-0001-6311-5452

Regional Endocrinological Center "City Consultative and Diagnostic Center No. 1", 10A, Sikeyros St., Saint-Petersburg, 194354, Russia

Fedor E. Shadrichiev — Cand. of Med. Sci., Head of the Ophthalmology Department, ORCID 0000-0002-7790-9242

For contacts: Evgeny V. Bobykin,
oculist.ev@gmail.com

Для контактов: Евгений Валерьевич Бобыкин,
oculist.ev@gmail.com,

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-28-33>



Роль денситометрии и комбинированной терапии в безультразвуковой фемтолазерной хирургии хрусталика у пациентов с нарушениями рефракции

Д.Э. Аракелян¹✉, С.Ю. Копаев^{1,2}, М.М. Качарава²

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. С.Н. Федорова» Минздрава России, Бескудниковский бульвар, д. 59а, Москва, 127486, Россия

² ФГАОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Вучетича, д. 9а, Москва, 127473, Россия

Цель работы — оценка эффективности персонализированного подхода к фемтолазерной фрагментации ядра хрусталика на основе денситометрии, а также анализ влияния комбинированного препарата (кеторолак + левофлоксацин) на периоперационное ведение пациентов. **Материал и методы.** В исследование включены 64 пациента (64 глаза) в возрасте 52 ± 10 лет с аметропиями различных степеней и видов, а также с катарактой I–III степени плотности ядра хрусталика по классификации по PNS и Буратто. Предоперационная денситометрия проводилась на Pentacam и Galilei G6. Данные использовались для персонализированного подбора энергии фемтолазера и паттерна фрагментации ядра. Пациенты 1-й группы ($n = 33$) получали комбинированный препарат (нестероидное противовоспалительное средство (НПВС) и антибиотик), во 2-й группе ($n = 31$) — отдельно НПВС и антибиотик. **Результаты.** Персонализированные параметры фемтолазера обеспечили эффективную фрагментацию ядра во всех случаях. Комбинированная терапия показала преимущества перед отдельной в отношении стабильности миопии, профилактики воспаления и приверженности лечению. **Заключение.** Исследование подтверждает важность денситометрической оценки плотности хрусталика и комбинированной медикаментозной терапии для повышения эффективности и безопасности рефракционной хирургии хрусталика с фемтолазерным сопровождением.

Ключевые слова: денситометрия; фемтосекундный лазер; рефракционная хирургия хрусталика; НПВС; фторхинолон; антибиотики; миопия; приверженность терапии

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Аракелян Д.Э., Копаев С.Ю., Качарава М.М. Роль денситометрии и комбинированной терапии в безультразвуковой фемтолазерной хирургии хрусталика у пациентов с нарушениями рефракции. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 28–33. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-28-33>

Role of densitometry and combination therapy in ultrasound-free femtosecond laser lens surgery in patients with refractive disorders

David E. Arakelyan¹✉, Sergei Yu. Kopaev^{1,2}, Marina M. Kacharava²

¹S.N. Fedorov NMRC MNTK "Eye Microsurgery", 59a, Beskudnikovskii Blvd. Moscow, 127486, Russia

²A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 9a, Vucheticha St., Moscow, 127473, Russia
dr.arakelian@icloud.com

Purpose the study — to evaluate the effectiveness of a personalized approach to femtosecond laser fragmentation of the lens nucleus based on densitometry, as well as to analyze the effect of a combination drug (ketorolac + levofloxacin) on perioperative patient management. **Material and methods.** The study included 64 patients (64 eyes) aged 52 ± 10 with ametropia of various degrees and types, as well as with cataracts of I–III degrees of lens nucleus density according to the PNS and Buratto classification. Preoperative densitometry was performed on Pentacam and Galilei G6. The data were used for personalized selection of femtosecond laser energy and nuclear fragmentation pattern. Patients of group 1 ($n = 33$) received a combination drug (non-steroidal anti-inflammatory drug (NSAID) and antibiotic), in group 2 ($n = 31$) — NSAID and antibiotic separately. **Results.** Personalized femtolaser parameters provided effective fragmentation of the nucleus in all cases. Combined therapy showed advantages over separate therapy in terms of mydriasis stability, inflammation prevention, and treatment adherence. **Conclusion.** The study confirms the importance of densitometric assessment of lens density and combined drug therapy to improve the efficacy and safety of femtolaser-assisted refractive lens surgery.

Keywords: densitometry; femtosecond laser; refractive lens surgery; NSAIDs; antibiotics; mydriasis; therapy adherence

Conflict of interest: there is no conflict of interest.

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

For citation: Arakelyan D.E., Kopaev S.Yu., Kacharava M.M. Role of densitometry and combination therapy in ultrasound-free femtosecond laser lens surgery in patients with refractive disorders. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 28-33 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-28-33>

Рефракционная хирургия хрусталика, направленная на достижение высоких функциональных результатов и максимальную очковую независимость пациентов, в последние годы приобретает все большую популярность [1, 2]. Одним из важнейших аспектов данного направления является использование фемтосекундного лазера (ФСЛ), обеспечивающего высокую точность и безопасность ключевых этапов операции — переднего капсулорексиса и фрагментации ядра [3, 4]. Ключевым фактором, влияющим на эффективность фемтолазерной фрагментации, является степень плотности ядра хрусталика, характеризующая выраженность катаракты [5, 6]. Так, для адекватной сегментации плотного ядра требуются относительно высокие энергетические параметры ФСЛ и более «агрессивные» паттерны фрагментации, чем при «мягких» катарактах [7, 8]. В этой связи существенное значение приобретают методы предоперационной оценки прозрачности хрусталика, позволяющие количественно и объективно охарактеризовать плотность помутнений.

Одним из наиболее перспективных методов прижизненной оценки оптической плотности хрусталика является оптическая денситометрия с помощью шаймпфлюг-камеры [9, 10]. Принцип данного метода заключается в количественной оценке светорассеяния в оптических срезах хрусталика с последующим построением карты плотности, характеризующей выраженность и распространенность помутнений. Наиболее распространенными устройствами для денситометрической оценки хрусталика являются Pentacam (Oculus, Германия), Galilei (Ziemer, Швейцария),

а также специализированный денситометр OCLR (Catalys, США). Результаты данных исследований позволяют осуществлять индивидуальный подбор параметров лазерного воздействия, исходя из степени зрелости катаракты.

Следующим компонентом успеха рефракционной хирургии хрусталика является адекватная противовоспалительная и антибактериальная защита глаза как в ходе операции, так и в послеоперационном периоде [11, 12]. Традиционно для профилактики воспаления и инфекций применяются отдельные инстилляции нестероидного противовоспалительного средства (НПВС) и антибактериального препарата, что может негативно сказываться на приверженности пациентов лечению. В последние годы на офтальмологическом рынке появились комбинированные препараты, содержащие в одном флаконе НПВС и антибактериальный препарат (фторхинолон), что упрощает схему инстилляций и потенциально повышает комплаентность пациентов [13, 14].

Несмотря на значимость перечисленных аспектов, в литературе недостаточно сведений о комплексном применении денситометрического анализа, фемтолазерных технологий, ИОЛ с различными светофильтрами, а также комбинированных противовоспалительных препаратов при рефракционной хирургии хрусталика.

ЦЕЛЬ работы — оценка роли предоперационной денситометрии в выборе оптимальных параметров фемтолазерной фрагментации ядра хрусталика и сравнение эффективности периоперационного применения комбинированного препарата НПВС и фторхинолона (кеторолак + левофлоксацин) при рефракционной замене хрусталика.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 64 пациента (33 глаза), в том числе 30 мужчин и 34 женщины, возраст которых составил в среднем 52 ± 10 лет, с аметропиями различных степеней и видов, а также с катарактой I–III степени плотности ядра хрусталика по классификации Буратто. Начальная катаракта (PNS 0–1) диагностирована у 30 человек, умеренная (PNS 2) — у 24, выраженная (PNS 3) — у 10 (табл. 1). Исходная рефракция варьировала от $-5,0$ до $+2,0$ дптр и в среднем составила $-2,5 \pm 3,0$ дптр.

Всем пациентам проводили стандартную предоперационную диагностику, включавшую визометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, тонометрию, кераторефрактометрию, оптическую биометрию, оптическую когерентную томографию сетчатки, эндотелиальную микроскопию.

Денситометрическое исследование выполнялось на приборах Pentacam HR (Oculus, Германия) и Galilei G6

Таблица 1. Демографические и клинические характеристики пациентов

Table 1. Demographic and clinical characteristics of patients

Параметры Parameters	Количество пациентов Number of patients n = 64
Мужчины/женщины Male/Female	30/34
Возраст, лет Age, years	52 ± 10
Начальная Initial (PNS 0–1)	30
Умеренная Moderate (PNS 2)	24
Выраженная Severe (PNS 3)	10
Миопия Myopia	14
Гиперметропия Hyperopia	12
Исходная рефракция, дптр Base refraction, D	$-2,5 \pm 3,0$

Примечание. Данные представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение или количество. Различия между группами по возрасту и рефракции статистически незначимы ($p > 0,05$).

Note. Data are presented as mean $\pm$ standard deviation or number. Differences between groups in age and refraction were not statistically significant ($p > 0.05$).

(Ziemer, Швейцария). Для стандартизации все значения переводили в 100-балльную шкалу. На Pentacam измерялись зоны 1×1 , 2×2 , 3×3 мм в центре хрусталика. Линейная плотность оценивалась по следующему алгоритму на обоих приборах: отступая на 1000 мкм от касательной по передней поверхности капсулы хрусталика, делали первый замер, следующие два замера производились с шагом 500 мкм от предыдущей точки. Это позволило стандартизировать измерения по 3 точкам на Pentacam и Galilei G6.

Полученные значения денситометрии соотносили с клиническими классификациями катаракт PNS (Pentacam Nuclear Staging) и Буратто, на основании которых проводился индивидуальный подбор параметров фемтолазерного воздействия (табл. 2).

Хирургическое лечение осуществлялось одним хирургом по методике аспирации фрагментированного хрусталика с использованием коаксиальной ирригационно-аспирационной рукоятки на аппарате Centurion (Alcon, США) с предварительной фемтолазерной подготовкой на установке Catalys (J & J, США). В некоторых случаях, при удалении хрусталиков с твердым ядром, для прочистки аспирационной иглы применяли единичные короткие импульсы ультразвука. Энергетические параметры фемтолазерного воздействия и паттерн фрагментации ядра подбирались индивидуально по данным предоперационной денситометрии. У пациентов с начальной катарактой (PNS 0–1) применялся «крестовой фемточоп» (1 вертикальный и 1 горизонтальный разрез), с умеренной (PNS 2) — «расширенный решетчатый паттерн» ($d = 1200$ мкм), с выраженной (PNS 3) — «гибридный крестово-решетчатый паттерн» ($d = 1000$ мкм + 2 горизонтальных разреза). В зависимости от рефракционной цели проводилась имплантация монофокальных, торических, мультифокальных или EDOF ИОЛ.

Протоколы медикаментозной поддержки и методы оценки терапевтического комфорта. В 1-й группе применяли комбинированную терапию: инстилляции препарата, содержащего кеторолак 0,5 % и левофлуксацин 0,5 % (Сигницеф Плюс), по 1 капле 4 раза в день в течение 2 нед. Дополнительно назначался фторметолон 0,1 % по убывающей схеме: 1-я неделя — 4 раза в день, 2-я неделя — 3 раза в день, 3-я неделя — 2 раза в день, 4-я неделя — 1 раз в день. Затем, после отмены комбинированного препарата, в течение следующих 4 нед применялся бромфенак 0,09 % (Броксинак) по 1 капле 1 раз в день.

Во 2-й группе использовали раздельную терапию: левофлуксацин 0,5% — по 1 капле 4 раза в день в течение 2 нед, бромфенак 0,09 % — по 1 капле 1 раз в день в течение 6 нед, фторметолон 0,1 % — по той же убывающей схеме, как в 1-й группе.

Таблица 2. Соотношение плотности хрусталика по классификациям PNS и Буратто с параметрами фемтолазерного воздействия

Table 2. Correspondence between lens nucleus density (PNS and Buratto classifications) and femtosecond laser parameters

Плотность хрусталика Lens density	Буратто Buratto	PNS	Паттерн фрагментации Fragmentation pattern	Энергия, Дж Energy, J
Начальная Initial	1–2	0–1	Крестовой фемточоп (1 верт. + 1 гор.) Cross FemtoChop (1 vert. + 1 hor.)	$0,9 \pm 0,4$
Умеренная Moderate	3	2	Расширенный решетчатый паттерн ($d = 1200$ мкм) Extended Lattice Pattern ($d = 1200 \mu\text{m}$)	$2,3 \pm 0,3$
Выраженная Severe	4	3	Гибридный крестово-решетчатый паттерн ($d = 1000$ мкм) Hybrid Cross-Lattice Pattern ($d = 1000 \mu\text{m}$)	$4,2 \pm 0,4$

Примечание. Энергия фемтофрагментации подбиралась индивидуально по данным предоперационной денситометрии. Различия между группами по энергии статистически значимы, $p < 0,05$.

Note. Femtosecond fragmentation energy was selected individually based on preoperative densitometry data. Differences between groups in energy settings were statistically significant, $p < 0.05$.

Таблица 3. Результаты опроса удовлетворенности пациентов периоперационным ведением
Table 3. Survey results of patients satisfaction on perioperative management

Параметр Parameter	Группа 1. Комбинированный препарат Group 1. Combination drug n = 33	Группа 2. Раздельные инстилляций Group 2. Separate instillations n = 31	p
Удобство закапывания (0–10) Ease of dropping (0–10)	8,9 ± 1,1	7,5 ± 1,6	< 0,05
Простота соблюдения режима (0–100 %) Ease of compliance (0–100 %)	94 %	79 %	< 0,05
Общая удовлетворенность лечением (0–10) Overall satisfaction with treatment (0–10)	9,3 ± 0,7	8,1 ± 1,2	< 0,05
Ощущение побочных эффектов (0–10, выше — хуже) Perception of side effects (0–10, higher — worse)	1,2 ± 0,9	2,6 ± 1,4	< 0,05

Примечание. Статистически значимые различия наблюдались между группами по всем параметрам, $p < 0,05$. Значения представлены как среднее ± стандартное отклонение или процент.

Note. Statistically significant differences were observed between groups across all parameters, $p < 0.05$. Values are presented as mean ± standard deviation or percentage.

Оценку удобства применения назначенной терапии и приверженности пациентов режиму лечения проводили с использованием адаптированного опросника, разработанного на основе международных методик TSQM-9 (Treatment Satisfaction Questionnaire for Medication) и MMAS-8 (Morisky Medication Adherence Scale).

Пациенты оценивали удобство закапывания, простоту соблюдения режима, общую удовлетворенность терапией, а также наличие субъективных побочных эффектов. Результаты анкетирования (табл. 3) показали, что в группе пациентов, использовавших комбинированный препарат (кеторолак + левофлоксацин), уровень комфорта, приверженности и удовлетворенности лечением был статистически значимо выше ($p < 0,05$), чем в группе раздельных инстилляций. Кроме того, пациенты в группе раздельных инстилляций чаще отмечали дискомфорт и субъективные побочные эффекты.

Для оценки качества жизни пациентов и их субъективного восприятия изменений в цветоощущении после имплантации ИОЛ использовался опросник VF-14 (Visual Function Questionnaire-14), который является валидированным инструментом для анализа функционального зрения и удовлетворенности пациентов после замены хрусталика.

Пациенты заполняли анкету через 1 мес после операции, оценивая различные аспекты функционального зрения, включая различение цветов, контрастность и общее качество зрения. Так как в задачи исследования входил анализ влияния цвета ИОЛ, для оценки корреляции этого показателя с плотностью хрусталика до операции пациенты не разделялись на группы в зависимости от метода периоперационного ведения.

Таблица 4. Средние значения денситометрии хрусталика в трех точках ($M \pm \sigma$)

Table 4. Mean lens densitometry values at three measurement points ($M \pm SD$)

Прибор Device	Точка 1 Point 1	Точка 2 Point 2	Точка 3 Point 3
Pentacam	14,8 ± 5,2	16,2 ± 4,9	15,1 ± 5,4
Galilei G6	18,6 ± 8,5	20,4 ± 10,7	17,5 ± 9,3

Примечание. Прибор Galilei G6 показал систематически более высокие показатели плотности линз по сравнению с Pentacam во всех точках измерения.

Note. The Galilei G6 device showed systematically higher lens density readings compared to Pentacam at all measurement points.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для объективной оценки плотности хрусталика и стандартизации последующего выбора параметров фемтолазерного воздействия проводили сравнительный анализ показателей денситометрии, полученных на двух приборах с использованием технологии шеймпфлюг-камеры (Pentacam HR, Oculus, Германия) и Galilei G6 (Ziemer, Швейцария).

Результаты денситометрического исследования, представленные в таблице 4, демонстрируют более высокие абсолютные значения оптической плотности хрусталика, измеренные на Galilei G6, чем на Pentacam HR. Кроме того, разброс показателей в группе Galilei, оцениваемый по величине стандартного отклонения, практически в два раза превышал таковой в группе Pentacam.

Для более детального сравнительного анализа результатов, полученных на двух приборах, использовали методику J. Bland и D. Altman. График Бланда — Альтмана (рисунок),

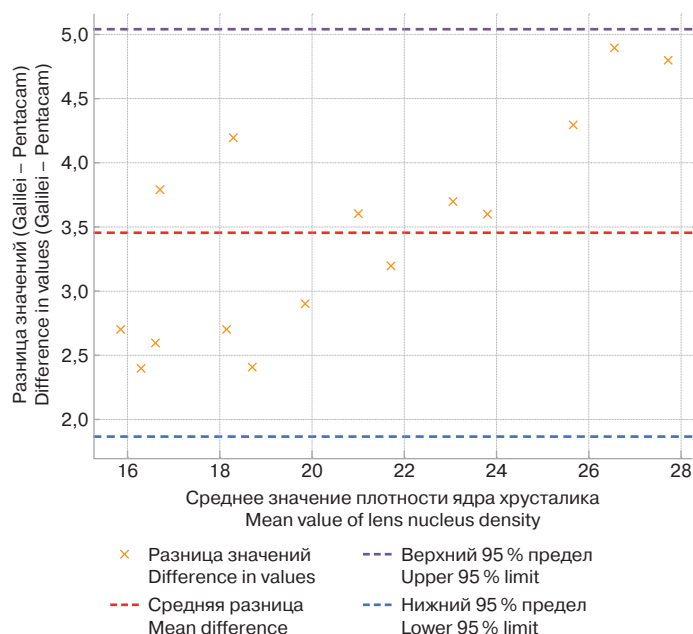


Рисунок. График Бланда — Альтмана для сравнения денситометрии хрусталика, выполненной на приборах Galilei и Pentacam

Figure. Bland — Altman plot for comparison of lens densitometry on Galilei and Pentacam devices

демонстрирует довольно значительный разброс разницы значений денситометрии, особенно при нарастании плотности хрусталика.

Результаты сравнительного анализа двух методов денситометрии с использованием техники шаймпфлюг-фотографии показали высокую корреляцию значений, полученных на приборах Pentacam и Galilei G6. Однако, учитывая меньшую вариабельность показателей и более удобный пользовательский интерфейс, в качестве референтной методики для объективизации предоперационной оценки степени помутнения хрусталика выбрали прибор Pentacam.

Систематизация клинико-функциональных результатов рефракционной замены хрусталика проводилась на основании сравнительного анализа данных двух групп пациентов, сформированных в зависимости от режима периоперационной фармакотерапии. В группе 1 ($n = 33$) применялся комбинированный препарат (кеторолак + левофloxацин), в группе 2 ($n = 31$) — отдельные инстилляций НПВС и антибактериального препарата. Оценка исследуемых параметров выполнялась до хирургического вмешательства и через 1 мес после него (табл. 5). Значимых различий между группами по показателям МКОЗ, толщины сетчатки в центральной зоне, плотности эндотелия и толщины роговицы не выявлено ($p > 0,05$). В обеих группах наблюдалось статистически значимое улучшение МКОЗ через месяц после операции по сравнению с исходными значениями ($p < 0,05$ внутри каждой группы), что подтверждает эффективность выполненного вмешательства.

Результаты анкетирования (см. табл. 3) показали, что пациенты, использовавшие комбинированный препарат (кеторолак + левофloxацин), демонстрировали статистически значимо более высокий уровень комфорта при инстилляциях ($p < 0,05$), лучшую приверженность режиму ($p < 0,05$) и общую удовлетворенность терапией ($p < 0,05$),

чем пациенты, использовавшие отдельные инстилляций. Кроме того, частота субъективных побочных эффектов была ниже в группе комбинированной терапии.

ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящее исследование подтвердило значимость денситометрии хрусталика для персонализации параметров фемтофрагментации. Индивидуальный подбор паттернов и энергии лазера на основе классификаций PNS и Буратто позволил достичь стабильной эффективности при всех степенях плотности ядра. Сравнение приборов Pentacam и Galilei G6 выявило высокую корреляцию между результатами, при этом меньшая вариабельность показателей у Pentacam обусловила его выбор в качестве референтного инструмента. Комбинированная терапия (кеторолак + левофloxацин) обеспечила лучший терапевтический комфорт и приверженность лечению по сравнению с отдельными схемами. Отдельного внимания заслуживает возможность корреляции между биомикроскопической оценкой плотности ядра и данными денситометрии. Представляется перспективным в дальнейшем выделить этот аспект в отдельное исследование и определить, можно ли на основании стандартного осмотра предсказать подходящий протокол фемтофрагментации без дополнительного оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Денситометрия с использованием Pentacam и Galilei G6 позволяет объективно оценить плотность ядра хрусталика и эффективно персонализировать параметры фемтосекундного воздействия. Pentacam продемонстрировал более стабильные и воспроизводимые результаты, что делает его предпочтительным инструментом в клинической практике. Комбинированная терапия (кеторолак + левофloxацин) обеспечивает лучший терапевтический комфорт и при-

Таблица 5. Клинико-функциональные результаты рефракционной замены хрусталика
Table 5. Clinical and functional outcomes of refractive lens exchange

Показатель Parameter	Группа 1. Комбинированный препарат Group 1. Combination drug $n = 33$	Группа 2. Раздельные инстилляций Group 2. Separate instillations $n = 31$	p
МКОЗ до операции BCVA before surgery	$0,55 \pm 0,16$	$0,52 \pm 0,18$	$> 0,05$
МКОЗ через 1 мес BCVA in 1 month	$0,98 \pm 0,06$	$0,96 \pm 0,08$	$> 0,05$
Толщина сетчатки в центр. зоне, мкм: до операции Retinal thickness in the central zone, μm : before surgery	252 ± 14	248 ± 16	$> 0,05$
Толщина сетчатки в центр. зоне, мкм: через 1 мес Retinal thickness in the central zone, μm : in 1 month	258 ± 12	256 ± 14	$> 0,05$
Плотность эндотелия, кл/мм ² : до операции Endothelial cell count, cells/mm ² : before surgery	2580 ± 196	2602 ± 184	$> 0,05$
Плотность эндотелия, кл/мм ² : через 1 мес Endothelial cell count, cells/mm ² : in 1 month	2504 ± 176	2514 ± 168	$> 0,05$
Толщина роговицы в центре, мкм: до операции Corneal thickness in the center, μm : before surgery	546 ± 38	552 ± 42	$> 0,05$
Толщина роговицы в центре, мкм: через 1 мес Corneal thickness in the center, μm : in 1 month	552 ± 34	560 ± 40	$> 0,05$

Примечание. Статистически значимых различий между группами не обнаружено ($p > 0,05$). Все значения представлены как среднее $\pm$ стандартное отклонение.

Note. No statistically significant differences were found between the groups ($p > 0.05$). All values are presented as mean $\pm$ standard deviation.

верженность лечению по сравнению с отдельной схемой. Интеграция объективной предоперационной диагностики и рациональной фармакотерапии повышает эффективность и безопасность хирургии катаракты.

Литература/References

1. Азнабаев Б.М., Дибаяев Т.И., Мунасыпова В.В., Хамидов У.Б., Мухамедеева О.Р. Денситометрия хрусталика при ультразвуковой фактоэмульсификации катаракты. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2018; 14 (4): 815–7. [Aznabaev B.M., Dibaev T.I., Munasypova V.V., Hamidov U.B., Muhamadeeva O.R. Densitometry of the lens during ultrasound phacoemulsification of cataract. *Saratov Sci Med J*. 2018; 14 (4): 815–7 (In Russ.)].
2. Егоров А.Е., Мовсисян А.Б., Глазко Н.Г. Современная хирургия катаракты. Нюансы и решения. *Клиническая офтальмология*. 2020; 20 (3): 142–7. [Egorov A.E., Movsisyan A.B., Glazko N.G. Modern cataract surgery: nuances and solutions. *Klinicheskaya oftalmologiya*. 2020; 20 (3): 142–7 (In Russ.)]. doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-3-142-147
3. Reddy KP, Kandulla J, Auffarth GU. Effectiveness and safety of femtosecond laser-assisted lens fragmentation and anterior capsulotomy versus manual technique. *J Cataract Refract Surg*. 2013; 39 (9): 1297–306. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.05.035
4. Mastropasqua L, Toto L, Mattei PA, et al. OCT-guided femtosecond laser capsulotomy versus manual capsulorhexis: effect on IOL centration and axial position. *J Cataract Refract Surg*. 2014; 40 (12): 2035–43. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.05.032
5. Assaf AH, Aziz BF. Comparison of ultrasound energy across cataract densities in femtoaspiration. *Clin Ophthalmol*. 2020; 14: 2829–35. doi: 10.2147/OPTH.S257813
6. Aly MG, Zaki RG, Shaaban YM, et al. FLACS in soft vs. hard cataracts: effect on phaco time. *Clin Ophthalmol*. 2021; 15: 1095–100. doi: 10.2147/OPTH.S300145
7. Chee SP, Wong MHY, Yang Y. Randomized controlled trial comparing femtosecond laser-assisted with conventional phacoemulsification on dense cataracts. *Am J Ophthalmol*. 2021; 229: 1–7. doi: 10.1016/j.ajo.2020.12.024
8. Lin HY, Kao ST, Chuang YJ, et al. Comparison of two laser patterns in FLACS. *Lasers Med Sci*. 2022; 37 (2): 843–8. doi: 10.1007/s10103-021-03321-1
9. Lim DH, Kim TH, Chung ES, Chung TY. Measurement of lens density using Scheimpflug imaging system as a screening test in the field of health examination for age-related cataract. *Br J Ophthalmol*. 2015; 99 (2): 184–91. doi:10.1136/bjophthalmol-2014-305632
10. Al-Khateeb G, Shajari M, Vunnavu K, et al. Impact of lens densitometry on ultrasound energy in FLACS. *Can J Ophthalmol*. 2017; 52 (4): 331–7. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.01.004
11. Wielders LHP, Schouten JSAG, Winkens B, et al. Prevention of cystoid macular edema after cataract surgery in nondiabetic and diabetic patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Ophthalmol*. 2015; 160 (5): 968–81.e33. doi: 10.1016/j.ajo.2015.07.032
12. ESCRS Endophthalmitis Study Group. Prophylaxis of postoperative endophthalmitis following cataract surgery: results of the ESCRS multicenter study and identification of risk factors. *J Cataract Refract Surg*. 2007; 33 (6): 978–88. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.02.032
13. Solomon KD, Sandoval HP, Potvin R. Comparing combination drop therapy to a standard drop regimen after routine cataract surgery. *Clin Ophthalmol*. 2020; 14: 1959–65. doi: 10.2147/OPTH.S260926
14. Cunha PAF, Shinzato FA, Tecchio GT, et al. Efficacy and tolerability of a gatifloxacin/prednisolone fixed combination for prophylaxis and inflammation control after phacoemulsification. *Clinics (Sao Paulo)*. 2013; 68 (6): 834–9. doi: 10.6061/clinics/2013(06)18

Вклад авторов в работу: Д.Э. Аракелян — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста, редактирование; С.Ю. Копяев — существенный вклад в концепцию и дизайн работы, окончательное утверждение текста для публикации; М.М. Качарова — обработка данных, написание текста.

Authors' contribution: D.E. Arakelyan — concept and design of the research, data collection and analysis, writing and editing of the article; S.Yu. Kopaev — significant contribution to the concept and design of the study, editing and final approval of the version to be published; M.M. Kacharava — data analysis, writing of the article.

Поступила: 22.04.2025. Переработана: 30.04.2025. Принята к печати: 01.05.2025

Originally received: 22.04.2025. Final revision: 30.04.2025. Accepted: 01.05.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. С.Н. Федорова» Минздрава России, Бескудниковский бульвар, д. 59а, Москва, 127486, Россия

² ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Вучетича, д. 9а, Москва, 127473, Россия

Давид Эдуардович Аракелян — аспирант отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции, врач-офтальмолог¹, ORCID 0009-0003-2181-2358

Сергей Юрьевич Копяев — д-р мед. наук, старший научный сотрудник отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции¹, профессор кафедры глазных болезней², ORCID 0000-0001-5085-6788

Марина Мамиевна Качарова — аспирант отдела хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции, врач-офтальмолог², ORCID 0000-0002-5123-8639

Для контактов: Давид Эдуардович Аракелян,
dr.arakelian@icloud.com

¹ S.N. Fedorov NMRC MNTK “Eye Microsurgery”, 59a, Beskudnikovskii Blvd. Moscow, 127486, Russia

² A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 9a, Vucheticha St., Moscow, 127473, Russia

David E. Arakelyan — PhD student, ophthalmologist, department of lens surgery and intraocular correction¹, ORCID 0009-0003-2181-2358

Sergei Yu. Kopaev — Dr. of Med. Sci., senior researcher, department of lens surgery and intraocular correction¹, professor, chair of eye diseases², ORCID 0000-0001-5085-6788

Marina M. Kacharava — PhD student, ophthalmologist, department of lens surgery and intraocular correction², ORCID 0000-0002-5123-8639

For contacts: David E. Arakelyan,
dr.arakelian@icloud.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-34-42>



Эффективность и безопасность нового комбинированного способа лечения кератоконуса с помощью ультрафиолетового кросслинкинга коллагена роговицы в сочетании с персонализированной трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомией. Пироговский протокол

А.А. Голяков¹✉, Р.Р. Файзрахманов^{1,2}, М.М. Шишкин¹, Ю.С. Тимофеев³

¹ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Центр офтальмологии, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, Москва, 105203, Россия

² ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, кафедра глазных болезней, ул. Нижняя Первомайская, д. 65, Москва, 105203, Россия

³ ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Петроверигский пер., д. 10, стр. 3, Москва, 101990, Россия

Цель работы — оценить эффективность и безопасность способа лечения кератоконуса (пироговский протокол), в том числе у пациентов с толщиной роговицы менее 450 мкм, включающего УФ-кросслиндинг коллагена роговицы в сочетании с персонализированной трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомией (ФРК). **Материал и методы.** Пациенты (60 чел., 60 глаз) в возрасте $30,6 \pm 9,5$ года с прогрессирующим кератоконусом I–II стадий были разделены на две группы: в 1-й группе (30 пациентов, 30 глаз) использовали стандартный дрезденский протокол УФ-кросслинкинга, во 2-й (30 пациентов, 30 глаз) лечение проводили по пироговскому протоколу (одномоментный УФ-кросслиндинг роговицы и персонализированная ФРК на эксимерном лазере «Микроскан Визум»). Всем пациентам до, сразу после лечения и через 1, 3, 6, 12 и 24 мес проводили визометрию, рефрактометрию, кератометрию, кератопахиметрию, кератотопографию и оптическую когерентную томографию роговицы. **Результаты.** В группе пациентов, оперированных по пироговскому протоколу, через 1 мес после лечения наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) увеличение относительно исходных значений некорригированной и максимальной корригированной остроты зрения (до операции — $0,11 \pm 0,10$ и $0,53 \pm 0,22$; через 1 мес — $0,48 \pm 0,27$ и $0,75 \pm 0,20$ соответственно), улучшение показателей рефракции (сферозэквивалент рефракции уменьшился с $-5,08 \pm 0,20$ до $-1,04 \pm 1,56$ дптр) и кератотопографических роговичных индексов (KCI, KSI, ESI передней поверхности роговицы, SAI, SRI), значения которых оставались стабильными в течение 2 лет наблюдений. Аналогичные параметры контрольной группы в течение всего срока наблюдения значимо не изменялись. **Заключение.** Разработанный пироговский протокол лечения прогрессирующего кератоконуса I–II стадии показал безопасность и высокую эффективность.

Ключевые слова: кератоконус; фоторефракционная кератэктомия; кросслиндинг; «Микроскан»

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Голяков А.А., Файзрахманов Р.Р., Шишкин М.М., Тимофеев Ю.С. Эффективность и безопасность нового комбинированного способа лечения кератоконуса с помощью ультрафиолетового кросслинкинга коллагена роговицы в сочетании с персонализированной трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомией. Пироговский протокол. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 34–42. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-34-42>

Efficacy and safety of a new combined treatment method of ultraviolet corneal collagen crosslinking in combination with personalized transepithelial photorefractive keratectomy of keratoconus. Pirogovsky protocol

Aleksei A. Golyakov¹✉, Rinat R. Fayzrakhmanov^{1,2}, Mikhail M. Shishkin¹, Yury S. Timofeev³

¹ N.I. Pirogov Russian National Medical Surgical Center, 70, Nizhnyaya Pervomayskaya St., Moscow, 105203, Russia

² N.I. Pirogov National Medical Surgical Center, Institute of Advanced Training of Physicians, Chair of Eye Diseases, 65, Nizhnyaya Pervomayskaya St., Moscow, 105203, Russia

³ National Medical Research Center of Therapy and Preventive Medicine, Petroverigsky Lane, 10, 101990, Moscow, Russia
dr.alex.07@mail.ru

Purpose. To evaluate the efficacy and safety of our proposed method for treating keratoconus (Pirogov protocol), including patients with a corneal thickness of less than 450 μ m, providing for corneal collagen UV crosslinking in combination with personalized transepithelial photorefractive keratectomy (PRK). **Material and methods.** Sixty patients (60 eyes) aged 30.6 ± 9.5 with progressive keratoconus stages I–II were divided into two groups: group 1 (30 patients, 30 eyes) received the standard Dresden UV crosslinking protocol, while group 2 (30 patients, 30 eyes) received the Pirogov protocol (one-time corneal UV crosslinking and personalized PRK on the Microscan Visum excimer laser). All patients underwent visometry, refractometry, keratometry, keratopachymetry, keratotopography and optical coherence tomography of the cornea before, immediately after treatment and after 1, 3, 6, 12 and 24 months. **Results.** In the group of patients operated on according to the Pirogov protocol, after 1 month there was a significant ($p < 0.05$) increase in uncorrected and best-corrected visual acuity relative to baseline values (before surgery 0.11 ± 0.1 and 0.53 ± 0.22 ; after 1 month 0.48 ± 0.27 and 0.75 ± 0.2 , respectively), improvement in refractive indices (spherical equivalent of refraction decreased from -5.08 ± 0.20 D to -1.04 ± 1.56 D) and keratotopographic corneal indices (KCI, KSI, ESI of the anterior corneal surface, SAI, SRI), the values of which remained stable during 2 years of observation. Similar parameters of the control group did not change significantly during the entire observation period. **Conclusion.** The developed Pirogov protocol for the treatment of progressive keratoconus stages I–II showed safety and high efficiency.

Keywords: keratoconus, photorefractive keratectomy, crosslinking, Microscan

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Golyakov A.A., Fayzrakhmanov R.R., Shishkin M. M., Timofeev Yu.S. Efficacy and safety of a new combined treatment method of ultraviolet corneal collagen crosslinking in combination with personalized transepithelial photorefractive keratectomy of keratoconus. Pirogovsky protocol. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 34–42 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-34-42>

Кератоконус — медленно прогрессирующее, чаще двустороннее заболевание роговицы, при котором происходит ее истончение из-за нарушения связей между волокнами коллагена, что приводит к появлению асферичности роговицы, развитию нерегулярного астигматизма, ее эктазии и в конечном итоге значительному снижению остроты зрения и инвалидности. По актуальным эпидемиологическим данным, распространенность кератоконуса варьирует в пределах от 200 до 4800 на 100 тыс. населения, причем заболевание преимущественно дебютирует у работоспособных молодых лиц в третьей и четвертой декаде жизни, что делает кератоконус социально значимой патологией зрения [1].

Важной задачей для офтальмологического сообщества является разработка лечебных стратегий, способных на ранних стадиях максимально затормозить прогрессию патологических изменений в роговице пациента. В настоящее время в клинической практике применяется два метода лечения прогрессирующего кератоконуса: интрастромальная кератопластика с имплантацией роговичных сегментов [2]

и УФ-кросслинкинг коллагена роговицы, который патогенетически обоснован и признается сегодня золотым стандартом лечения начальных (I–II) стадий заболевания. Интрастромальная кератопластика обладает более выраженным рефракционным эффектом, но не оказывает патогенетически обоснованного воздействия на коллаген роговицы, а также может вызывать усиление роговичных аберраций, что снижает качество зрения. Имплантация интрастромальных сегментов оправдана при III стадии кератоконуса.

Мы используем комбинированное лечение кератоконуса начальных (I–II) стадий — УФ-кросслинкинг и фоторефракционную кератэктомию (ФРК), что позволяет получать хорошие рефракционные результаты и стабилизировать прогрессирование болезни. Сочетание нескольких технологических подходов в такой операции дает преимущество синергичного воздействия, благодаря чему повышается эффективность лечения.

Сегодня используют несколько протоколов (методов) УФ-кросслинкинга, в том числе дрезденский [3], афин-

ский [4], критский [5] протоколы. Дрезденский протокол наиболее широко распространен, так как имеет максимальную эффективность в плане стабилизации эктазии. Выполняется он следующим образом: в условиях операционной роговицу дезэпителизируют, на обнаженную строму роговицы в течение 30 мин капают изотоничный раствор рибофлавина. Затем пропитанную рибофлавином роговицу облучают ультрафиолетом с длиной волны 365 нм, в результате в строме роговицы происходит реакция фотосенсибилизации, и через несколько месяцев между волокнами коллагена роговицы образуются дополнительные связи, укрепляющие роговицу и останавливающие прогрессирование эктазии. Перечисленные протоколы можно применять у пациентов с достаточной толщиной роговицы (более 450 мкм), но для проведения комбинированной операции (с топографически ориентированной ФРК) толщина роговицы менее 450 мкм является противопоказанием. Кроме того, вышеперечисленные методы хирургии выполняются с помощью импортного оборудования, которое имеет высокую рыночную стоимость, что увеличивает затраты пациента на лечение, снижая его доступность.

Актуальность разработки и внедрения в офтальмологическую практику эффективных и доступных технологий комбинированных методов лечения, которые реализуются на отечественном оборудовании, для пациентов с начальными стадиями кератоконуса определяется высокой социальной и экономической значимостью, повышением качества жизни пациента и сохранением трудоспособности.

Нами была предложена новая комбинированная технология (пироговский протокол), включающая в себя УФ-кросслинкинг тонких роговиц с персонализированной ФРК на отечественном эксимерном лазере «Микроскан Визум» (патент РФ № 2814093).

ЦЕЛЬ исследования — оценка эффективности и безопасности предложенного нами способа лечения кератоконуса, в том числе у пациентов с толщиной роговицы менее 450 мкм, включающего УФ-кросслинкинг коллагена роговицы в сочетании с персонализированной трансэпителиальной ФРК (пироговский протокол).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе Центра офтальмологии ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. В исследование были включены 60 пациентов (60 глаз) в возрасте $30,6 \pm 9,5$ года с прогрессирующим кератоконусом I–II степени (по М. Amsler), из них 24 женщины и 36 мужчин.

Пациенты были разделены на две группы. В I-ю группу (контрольную) были включены 30 пациентов (30 глаз), которым выполнили стандартный дрезденский протокол УФ-кросслинкинга. Во 2-ю группу (исследуемую) вошли 30 пациентов (30 глаз), которым провели лечение по предложенному нами способу — одновременная персонализированная ФРК с УФ-кросслинкингом (пироговский протокол).

Критерии включения: мужчины и женщины в возрасте от 18 до 45 лет с диагнозом «прогрессирующий кератоконус I–II степени (по М. Amsler)». Допустимая сопутствующая общесоматическая патология: ишемическая болезнь сердца, системный атеросклероз, гипертоническая болезнь I–II степени, остеохондроз позвоночника.

Критерии исключения: воспалительные заболевания глаз в стадии обострения, наличие тяжелой сопутствующей офтальмопатологии и соматических заболеваний.

Всем пациентам проводили визометрию, рефрактометрию, кератометрию, кератопахиметрию, кератотопографию и оптическую когерентную томографию (ОКТ) роговицы.

Пациентам обеих групп оценивали некорректированную остроту зрения (НКОЗ), максимальную корректированную остроту зрения (МКОЗ), показатели рефракции (сферический компонент, цилиндрический компонент, сферический эквивалент рефракции), преломляющую силу роговицы, роговичный астигматизм, кератометрию задней поверхности роговицы, кератопахиметрию и данные кератотопографии роговицы (с индексами корнеальной статистики), полученные в течение двух лет после проведенного лечения — одновременной топографически ориентированной ФРК по персонализированному протоколу абляции в сочетании с УФ-кросслинкингом коллагена роговицы на эксимерном лазере «Микроскан Визум». С помощью кератотопографа Tomeu TSM-5 с шаймпфлюг-камерой для оценки динамики эктазии роговицы получали и учитывали следующие индексы корнеальной статистики: индекс регулярности поверхности (SRI), индекс асимметрии поверхности (SAI), индекс вероятности наличия кератоконуса Клайса/Маеды (KCI), индекс степени тяжести кератоконуса (KSI), а также индекс Ectasia Suspect Interpreted (ESI) передней и задней поверхности роговицы, получаемые с помощью шаймпфлюг-камеры. Всем пациентам обеих групп проводили ОКТ роговицы: в предоперационном периоде для построения эпителиальной карты роговицы [6], а в послеоперационном периоде — с целью оценки наличия и глубины залегания демаркационной линии.

Обследование выполняли перед операцией и через 1, 3, 6, 12 и 24 мес после нее.

Одномоментное двухэтапное оперативное лечение в исследуемой группе выполняли по предложенной нами технологии (патент РФ № 2814093). На первом этапе проводили персонализированную ФРК на отечественном лазере «Микроскан Визум» с помощью программного обеспечения «Кераскан» и данных кератотопограмм, полученных с помощью кератотопографа Tomeu TMS-5. Рациональное предложение заключается в том, что для программирования оптимального профиля абляции на этапе планирования операции необходимо уменьшить параметр «диаметр оптической зоны» с 6,0–6,5 до 4,0 мм, параметр «диаметр зоны абляции» оставить в пределах 7,9–8,4 мм. При программировании параметров операции необходимо также учитывать данные субъективной коррекции. С помощью параметра «неполная абляция» регулировали глубину абляции от 100 до 33 % от возможного, благодаря чему достоверно аблировали строму до допустимых значений. По данным литературы, для безопасного проведения УФ-кросслинкинга коллагена роговицы остаточная толщина стромы должна составлять не менее 350 мкм [7]. Нами рекомендовано не выходить за пределы указанных значений. Для этого мы использовали 0,25%-ный гипоосмолярный раствор рибофлавина, который за счет отека стромы (дополнительные 50–70 мкм) позволял получать безопасные 400 мкм минимальной толщины стромы перед УФ-излучением [8, 9].

На втором этапе выполняли УФ-кросслинкинг роговичного коллагена. Использовали систему УФ-излучения «УфаЛинк» (Россия) с длиной волны 365 ± 5 нм и плотностью излучения $3,0 \text{ мВт/см}^2$ с экспозицией в 30 мин. После операции на поверхность роговицы накладывали мягкую контактную линзу. В послеоперационном периоде местно назначали антибактериальные, кортикостероидные, репаративные препараты в каплях.

Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 10 (Statsoft) с использованием непараметрического метода анализа связанных переменных с применением критерия Уилкоксона. Значимость различий

для проверяемых гипотез установлена на уровне $p < 0,05$ (с учетом поправки Холма — Бонферрони при проведении 5 попарных множественных сравнений различия считаются статистически значимыми при $p < 0,01$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительные до- и послеоперационные данные в 1-й и 2-й группах представлены в таблицах 1–3.

У пациентов обеих групп полная эпителизация наблюдалась через 2–3 дня после операции. Через 1 мес после операции получено статистически значимое увеличение НКОЗ до $0,48 \pm 0,27$ ($p < 0,05$) в исследуемой группе (НКОЗ до лечения — $0,11 \pm 0,10$). На последующих контрольных осмотрах зафиксировано постепенное улучшение данного показателя в группе исследования, и через 2 года наблюдений НКОЗ составляла $0,51 \pm 0,35$. В группе комбинированного лечения также отмечалось статистически значимое увеличение МКОЗ через 1 мес после операции до $0,75 \pm 0,20$ ($p < 0,05$) по сравнению с исходным показателем — $0,53 \pm 0,22$ ($p < 0,05$). Ко второму году наблюдения значения МКОЗ во 2-й группе продолжали прогрессивно нарастать и составили $0,85 \pm 0,21$.

В группе стандартного кросслинкинга показатели остроты зрения существенно не менялись в течение всего периода наблюдения (табл. 1).

Полученные данные демонстрирует большую эффективность предложенной нами операции, что, вероятно, ока-

жет положительное влияние на качество жизни пациентов с кератоконусом.

Сферический компонент рефракции в группе комбинированного лечения через 1 мес достоверно ($p < 0,05$) уменьшился относительно исходных значений на 71,89 %. В этой группе отмечалось постепенное незначительное увеличение данного показателя в течение всего периода наблюдения. Через два года он составил $-1,72 \pm 1,69$ дптр, что было достоверно ниже ($p < 0,05$) значений до операции. В группе контроля не выявлено значимого улучшения аналогичного показателя: $-3,0 \pm 0,25$ дптр до и $-2,75 \pm 0,25$ дптр через 2 года после лечения.

Цилиндрический компонент рефракции через 1 мес после операции снизился в группе исследования на 1,12 дптр ($p < 0,05$). Далее в течение 2 лет наблюдалась стабилизация данного показателя, значения которого к концу срока наблюдения составляли $-1,54 \pm 1,15$ дптр ($p < 0,05$). Цилиндрический компонент рефракции в группе контроля в течение 2 лет достоверно не изменился: с $-2,5 \pm 0,25$ дптр до операции до $-2,25 \pm 0,25$ дптр после хирургии (табл. 1).

Сферозэквивалент рефракции в группе комбинированного лечения через 1 мес после операции был достоверно меньше (на 171,1 %, $p < 0,05$) исходного уровня и составлял $-1,87 \pm 1,55$ дптр. При последующем наблюдении значение этого показателя незначительно возросло и через 24 мес составило $-2,50 \pm 1,74$ дптр. Данный показатель в группе контроля достоверно не изменился.

Таблица 1. Динамика показателей визометрии и рефракции у пациентов с кератоконусом I–II стадии (M $\pm$ SD)

Table 1. Dynamics of visometry and refractive data in patients with keratoconus stage I–II (M $\pm$ SD)

Параметр Parameter	Группа Group	До операции Before surgery	1 мес 1 month	3 мес 3 months	6 мес 6 months	1 год 1 year	2 года 2 years
НКОЗ UCVA	1	$0,23 \pm 0,15$	$0,2 \pm 0,1$	$0,25 \pm 0,10$	$0,35 \pm 0,10$	$0,3 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$
	2	$0,11 \pm 0,10$	$0,48 \pm 0,27^*$	$0,48 \pm 0,31^*$	$0,52 \pm 0,36^*$	$0,50 \pm 0,36^*$	$0,51 \pm 0,35^*$
МКОЗ BCVA	1	$0,45 \pm 0,07$	$0,4 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,1$	$0,55 \pm 0,10$	$0,55 \pm 0,20$	$0,5 \pm 0,2$
	2	$0,53 \pm 0,22$	$0,75 \pm 0,20^*$	$0,77 \pm 0,21^*$	$0,80 \pm 0,24^*$	$0,85 \pm 0,21^*$	$0,85 \pm 0,21^*$
Сферический компонент, дптр Spherical component, D	1	$-3,00 \pm 0,25$	$-3,25 \pm 0,25$	$-3,00 \pm 0,25$	$-2,75 \pm 0,25$	$-2,75 \pm 0,25$	$-2,75 \pm 0,25$
	2	$-3,70 \pm 2,18$	$-1,04 \pm 1,56^*$	$-1,43 \pm 1,70^*$	$-1,70 \pm 1,68^*$	$-1,73 \pm 1,69^*$	$-1,72 \pm 1,69^*$
Цилиндрический компонент, дптр Cylinder component, D	1	$-2,50 \pm 0,25$	$-2,50 \pm 0,25$	$-2,50 \pm 0,25$	$-2,25 \pm 0,25$	$-2,25 \pm 0,25$	$-2,25 \pm 0,25$
	2	$-2,67 \pm 2,14$	$-1,55 \pm 1,05^*$	$-1,54 \pm 1,11^*$	$-1,55 \pm 1,18^*$	$-1,52 \pm 1,15^*$	$-1,54 \pm 1,15^*$
Сферозэквивалент, дптр Spherical equivalent, D	1	$-4,25 \pm 0,25$	$-4,50 \pm 0,25$	$-4,25 \pm 0,25$	$-4,00 \pm 0,25$	$-4,00 \pm 0,25$	$-4,00 \pm 0,25$
	2	$-5,08 \pm 0,20$	$-1,87 \pm 1,55^*$	$-2,21 \pm 1,79^*$	$-2,44 \pm 1,71^*$	$-2,49 \pm 1,72^*$	$-2,50 \pm 1,74^*$
Преломляющая сила роговицы R1, дптр Refractive power of the cornea R1, D	1	$45,96 \pm 2,50$	$45,74 \pm 2,24$	$45,55 \pm 2,33$	$45,61 \pm 2,21$	$45,65 \pm 2,24$	$45,66 \pm 2,22$
	2	$45,92 \pm 2,18$	$43,60 \pm 1,99^*$	$43,75 \pm 1,90^*$	$43,84 \pm 1,83^*$	$43,85 \pm 1,83^*$	$43,90 \pm 1,80^*$
Преломляющая сила роговицы R2, дптр Refractive power of cornea R2, D	1	$48,20 \pm 2,76$	$47,50 \pm 2,64$	$47,00 \pm 2,55$	$47,20 \pm 2,71$	$47,32 \pm 2,73$	$47,3 \pm 2,7$
	2	$48,75 \pm 2,98$	$45,79 \pm 3,14^*$	$45,63 \pm 2,46^*$	$45,72 \pm 2,39^*$	$45,73 \pm 2,33^*$	$45,79 \pm 2,34^*$
Преломляющая сила роговицы (средние значения), дптр Refractive power of cornea (average), D	1	$46,95 \pm 1,50$	$46,6 \pm 1,0$	$46,2 \pm 1,5$	$46,50 \pm 1,75$	$46,4 \pm 2,0$	$46,48 \pm 2,00$
	2	$47,38 \pm 2,32$	$44,76 \pm 2,53^*$	$44,77 \pm 2,12^*$	$44,86 \pm 2,03^*$	$44,88 \pm 2,00^*$	$44,9 \pm 1,99^*$
Роговичный астигматизм, дптр Cornea astigmatism, D	1	$-2,25 \pm 2,10$	$-1,81 \pm 1,75$	$-1,75 \pm 1,33$	$-1,77 \pm 1,30$	$-1,76 \pm 1,28$	$-1,77 \pm 1,31$
	2	$-2,84 \pm 2,33$	$-2,2 \pm 1,6^*$	$-1,9 \pm 1,3^*$	$-1,92 \pm 1,29^*$	$-1,90 \pm 1,29^*$	$-1,90 \pm 1,29^*$

Примечание. Здесь и в таблицах 2, 3: 1 — группа контроля; 2 — группа исследования; * — значимые изменения по сравнению с исходными значениями, $p < 0,05$.

Note. Here and in the tables 2, 3: 1 — control group; 2 — study group; * — significant changes as compared to the initial values, $p < 0.05$.

Средняя оптическая сила роговицы в группе исследования через 1 мес после операции снизилась на 2,62 дптр от исходных значений ($p < 0,05$). Ко второму году наблюдения этот показатель не претерпевал значимых изменений и оставался равным $44,9 \pm 1,99$ дптр, в то время как в группе стандартного кросслинкинга он достоверно не отличался от дооперационного уровня в течение всего периода наблюдений. Показатели роговичного астигматизма во 2-й группе также были значимо ($p < 0,05$) ниже исходных данных (на 2,62 дптр) уже через 1 мес после операции, оставаясь практически на одном уровне в течение 24 мес наблюдений (табл. 1). В группе контроля значимых изменений данного показателя не выявлено.

Показатели кератометрии и астигматизма задней поверхности роговицы в обеих исследуемых группах за 2 года наблюдений не показали значимых изменений в сравнении с данными до операции (табл. 2). Толщина роговицы в самом тонком месте по данным пахиметрии во 2-й группе с рефракционным вмешательством через 1 мес статистически значимо ($p < 0,05$) уменьшилась на 56,26 мкм в сравнении с исходными данными (табл. 2). В последующем показатель минимальной пахиметрии изменялся незначительно:

через 6 мес он составлял $422,30 \pm 27,57$ мкм, через 2 года — $427,52 \pm 24,75$ мкм. Показатели пахиметрии в центре роговицы продемонстрировали схожую закономерность во 2-й группе: к 1 мес наблюдений происходило истончение ($p < 0,05$) роговой оболочки глаза на 10 % от исходных данных, в течение дальнейшего наблюдения центральная толщина незначительно увеличилась и через 2 года была равна $451,00 \pm 23,75$ мкм (исходное значение — $478,70 \pm 21,21$ мкм).

В контрольной группе со стандартным протоколом лечения отмечена тенденция к уменьшению данных пахиметрии к концу 2-летнего периода наблюдений. Небольшое уменьшение толщины роговицы объясняется уплотнением коллагеновых волокон роговицы после УФ-кросслинкинга.

Для оценки динамики оптических свойств роговицы мы проанализировали кератотопографические индексы (KCI, KSI, ESI задней и передней кривизны роговицы, SAI, SRI), которые продемонстрировали выраженное снижение признаков, характерных для кератоконуса, в группе исследования (табл. 3).

В этой группе нами зафиксировано достоверное уменьшение индексов KCI, KSI, ESI anterior (индекс передней кривизны роговицы), SAI через 1 мес наблюдений,

Таблица 2. Динамика показателей кератометрии задней поверхности роговицы и кератопахиметрии у пациентов с кератоконусом I–II стадии (M $\pm$ SD)

Table 2. Dynamics of posterior corneal keratometry and keratopachymetry parameters in patients with stage I–II keratoconus (M $\pm$ SD)

Параметр Parameter	Группа Group	До операции Before surgery	1 мес 1 month	3 мес 3 months	6 мес 6 months	1 год 1 year	2 года 2 years
Кератометрия задней поверхности роговицы, слабый меридиан, дптр Keratometry of the posterior corneal surface, weak meridian, D	1	$-6,78 \pm 0,51$	$-6,76 \pm 0,53$	$-6,78 \pm 0,55$	$-6,77 \pm 0,49$	$-6,74 \pm 0,50$	$-6,75 \pm 0,52$
	2	$-6,81 \pm 0,45$	$-6,85 \pm 0,54$	$-6,82 \pm 0,57$	$-6,78 \pm 0,50$	$-6,77 \pm 0,50$	$-6,76 \pm 0,50$
Кератометрия задней поверхности роговицы, сильный меридиан, дптр Keratometry of the posterior corneal surface, strong meridian, D	1	$-7,15 \pm 0,55$	$-7,21 \pm 0,57$	$-7,19 \pm 0,56$	$-7,17 \pm 0,60$	$-7,15 \pm 0,58$	$-7,16 \pm 0,53$
	2	$-7,28 \pm 0,54$	$-7,33 \pm 0,60$	$-7,31 \pm 0,60$	$-7,29 \pm 0,56$	$-7,30 \pm 0,56$	$-7,29 \pm 0,56$
Кератометрия задней поверхности роговицы (средние значения), дптр Keratometry of the posterior corneal surface (average values), D	1	$-6,97 \pm 0,50$	$-6,99 \pm 0,48$	$-6,98 \pm 0,53$	$-6,97 \pm 0,52$	$-6,95 \pm 0,50$	$-6,95 \pm 0,49$
	2	$-7,05 \pm 0,48$	$-7,09 \pm 0,56$	$-7,06 \pm 0,57$	$-7,08 \pm 0,51$	$-7,04 \pm 0,51$	$-7,03 \pm 0,51$
Астигматизм задней поверхности роговицы, дптр Astigmatism of the posterior corneal surface, D	1	$0,39 \pm 0,28$	$0,45 \pm 0,29$	$0,41 \pm 0,25$	$0,4 \pm 0,31$	$0,41 \pm 0,29$	$0,41 \pm 0,3$
	2	$0,51 \pm 0,37$	$0,51 \pm 0,31$	$0,49 \pm 0,29$	$0,50 \pm 0,3$	$0,53 \pm 0,30$	$0,52 \pm 0,31$
Пахиметрия в центре, мкм Pachymetry in the center, μ m	1	$476,8 \pm 20,19$	$466,5 \pm 20,6$	$468,0 \pm 21,2$	$458,80 \pm 22,55$	$464,40 \pm 21,78$	$462,00 \pm 22,15$
	2	$478,70 \pm 21,21$	$430,92 \pm 21,74^*$	$438,70 \pm 23,14^*$	$446,44 \pm 24,63^*$	$450,04 \pm 23,24^*$	$451,00 \pm 23,75^*$
Пахиметрия минимальная, мкм Minimum pachymetry, μ m	1	$456,4 \pm 20,2$	$447,3 \pm 23,4$	$450,00 \pm 25,55$	$437,20 \pm 25,37$	$436,20 \pm 22,25$	$441,00 \pm 22,56$
	2	$462,59 \pm 20,85$	$406,33 \pm 26,50^*$	$414,96 \pm 27,43^*$	$422,30 \pm 27,57^*$	$426,55 \pm 24,39^*$	$427,52 \pm 24,75^*$

Таблица 3. Динамика кератотопографических роговичных индексов у пациентов с кератоконусом I–II стадии (M ± SD)
Table 3. Dynamics of corneal keratotopographic indices in patients with stage I–II keratoconus (M ± SD)

Параметр Parameter	Группа Group	До операции Before surgery	1 мес 1 month	3 мес 3 months	6 мес 6 months	1 год 1 year	2 года 2 years
Роговичный индекс KCI, % Corneal indices KCI, %	1	71,2 ± 12,7	65,3 ± 11,5	63,3 ± 10,2	62,5 ± 10,6	61,5 ± 10,1	61,7 ± 11,3
	2	79,40 ± 21,81	33,46 ± 34,01*	33,65 ± 34,46*	35,87 ± 34,08*	38,50 ± 32,82*	40,25 ± 32,02*
Роговичный индекс KSI, % Corneal indices KSI, %	1	45,2 ± 33,3	44,1 ± 12,3	42,3 ± 15,5	40,2 ± 11,7	39,7 ± 12,5	40,0 ± 13,5
	2	49,27 ± 23,86	32,64 ± 24,08*	33,14 ± 25,02*	35,63 ± 23,04*	33,12 ± 24,19*	34,91 ± 22,73*
Роговичный индекс ESI передней кривизны, % Corneal indices ESI anterior, %	1	66,9 ± 15,2	67,8 ± 11,3	64,4 ± 15,7	66,2 ± 13,7	65,3 ± 12,6	65,7 ± 11,7
	2	69,74 ± 23,98	29,35 ± 30,56*	33,11 ± 31,03*	33,59 ± 31,19*	34,63 ± 30,76*	34,30 ± 30,73*
Роговичный индекс ESI задней кривизны, % Corneal indices ESI posterior, %	1	57,80 ± 15,55	59,10 ± 11,71	60,20 ± 15,32	60,10 ± 13,72	60,15 ± 12,7	60,10 ± 11,53
	2	58,48 ± 23,60	49,88 ± 30,22	57,85 ± 26,51	58,48 ± 25,12	58,48 ± 25,19	58,07 ± 25,24
Роговичный индекс SAI, % Corneal indices SAI, %	1	2,75 ± 1,75	2,80 ± 1,66	2,50 ± 1,75	2,80 ± 1,66	2,70 ± 0,98	2,74 ± 0,50
	2	2,52 ± 1,36	1,55 ± 1,34*	1,38 ± 1,44*	1,42 ± 1,36*	1,37 ± 1,12*	1,34 ± 1,13*
Роговичный индекс SRI, % Corneal indices SRI, %	1	0,77 ± 0,25	0,75 ± 0,33	0,76 ± 0,3	0,80 ± 0,25	0,78 ± 0,23	0,76 ± 0,3
	2	0,86 ± 0,33	0,73 ± 0,43	0,55 ± 0,45*	0,61 ± 0,43*	0,63 ± 0,41*	0,62 ± 0,42*

SRI — через 3 мес относительно данных до операции. Через 24 мес индекс KCI уменьшился на 49,29 % от исходных значений ($p < 0,05$), KSI — на 29,05 % ($p < 0,05$), ESI anterior — на 50,83 % ($p < 0,05$), SAI — на 46,83 % ($p < 0,05$) и SRI — на 27,91 % ($p < 0,05$). Индекс ESI posterior (индекс задней кривизны роговицы) во 2-й группе оставался стабильным, что говорит о безопасности предложенного нами протокола. Анализ изменения кератотопографических индексов в группе контроля не выявил значимых изменений (табл. 3).

По данным ОКТ через 1 мес после операции в группе исследования в 100 % случаев (30 глаз) была выявлена классическая демаркационная линия с глубиной залегания в центре 303 ± 40 мкм. В группе контроля демаркационная линия к первому месяцу была выявлена только в 77,6 % случаев (23 глаз) с глубиной залегания в центре 282 ± 35 мкм. Через 3 мес в обеих группах демаркационная линия по данным ОКТ была выявлена в 40 % случаев (по 12 глаз в группе) и располагалась более поверхностно (275 ± 20 мкм в группе исследования и 254 ± 22 мкм в группе контроля). В период с 3-го по 6-й месяц демаркационная линия исчезла и к полугодю после операции, по мере восстановления популяции кератоцитов и ткани роговицы, исчезла полностью.

Появление классической интрастромальной демаркационной линии роговицы, по данным ОКТ переднего отдела глаза, и отсутствие ухудшения роговичных показателей через два года после операции позволяют говорить о биомеханической стабилизации кератоконуса с хорошим рефракционным эффектом. Использование 0,25%-ного гипосмолярного раствора рибофлавина позволяет оперировать пациентов с тонкой роговицей (остаточная толщина роговицы > 350 мкм после абляции).

Стабильные показатели остроты зрения, рефракции, кератометрии, пахиметрии и кератотопографические индексы после проведенного лечения также свидетельствуют о биомеханической стабилизации кератоконуса. Ни у одного пациента не зафиксировано ухудшения параметров зрения и состояния роговицы за период наблюдения. Все операции прошли без осложнений и нежелательных явлений.

Нами обнаружено статистически значимое улучшение показателей в исследуемой группе через 2 года наблюдений, что согласуется с результатами других исследований [4, 7, 10]. Выявлено постепенное увеличение НКОЗ, МКОЗ, улучшение кератотопографических индексов и уменьшение сфероэквивалента рефракции, преломляющей силы роговицы, сферического и цилиндрического компонентов рефракции, толщины роговицы у пациентов исследуемой группы в течение первого года после комбинированной операции. Установлено, что показатели кератометрии задней поверхности роговицы и ESI задней кривизны в течение 2 лет наблюдений во 2-й группе не менялись, что свидетельствует об эффективности и безопасности разработанного нами метода и соответствует исследованиями G. Kontadakis и соавт. [7], A. Kanellopoulos [11], G. de Rosa и соавт. [12].

Существует несколько протоколов выполнения УФ-кросслинкинга роговичного коллагена. Первым был разработан «стандартный» дрезденский протокол [3], включающий удаление эпителия в центральной зоне (8–9 мм) и инстилляцию раствора рибофлавина на поверхность роговицы за 30 мин до облучения УФ, а также с интервалом в 2 мин в течение полчасового воздействия. Метод позволяет с высокой достоверностью остановить прогрессирование кератоконуса на начальных стадиях [3, 13, 14]. Результаты применения дрезденского протокола показали, что процедура является высокоэффективной [15], однако, несмотря на достоверную остановку прогрессирования кератэктазии после УФ-кросслинкинга, у пациентов остается неудовлетворенность рефракционным результатом. Наряду со «стандартным» методом широко применяется ускоренная процедура УФ-кросслинкинга, при которой укорочение экспозиции компенсируется пропорциональным увеличением мощности УФ-облучения. Доказана безопасность применения ускоренного протокола, однако в отдаленные сроки наблюдения была установлена более низкая эффективность этого протокола по сравнению со стандартным [16], а также выявлена поверхностная демаркационная линия [17].

По данным некоторых исследователей, рефракционные показатели у пациентов с кератоконусом могут быть улучше-

ны после проведения эксимер-лазерной хирургии [18, 19]. В 1998 г. в Швеции, еще до появления «стандартного» дрезденского протокола, сообщали о проведении ФРК у больных с кератоконусом [20].

Ввиду того, что хороший рефракционный результат является важной составляющей качества жизни пациентов, внимание ученых впоследствии было сосредоточено на разработке комбинированных методов лечения кератэктазии, в том числе с применением УФ-кросслинкинга вместе с рефракционным вмешательством.

Еще в 2000 г. В.В. Куренков и Е.А. Каспарова предложили способ лечения кератоконуса (патент РФ № 2146119С1), заключающийся в том, что пациентам с I–II стадией кератоконуса проводили фоторефракционный кератомилез. Операцию выполняли в два этапа. На первом этапе выполняли ФРК с зоной абляции 5,8–7,0 мм и с недокоррекцией 1–2 дптр по сферическому компоненту и до 0,5–1,0 дптр по цилиндрическому компоненту. Вторым этапом проводили фототерапевтическую кератэктомию (ФТК) с зоной абляции диаметром 8 мм и переходной зоной диаметром 9 мм. Данная технология способствует улучшению рефракционного результата у больных кератоконусом, однако не имеет патогенетической направленности из-за отсутствия этапа УФ-кросслинкинга коллагена роговицы в алгоритме лечения, поэтому не способна останавливать прогрессирование эктазии роговицы.

Другой способ комбинированного лечения кератоконуса, именуемый критским протоколом [5], представляет собой методику, альтернативную механическому удалению эпителия с последующим УФ-кросслинкингом коллагена роговицы. Операцию выполняют в два этапа: сначала методом фототерапевтического кератомилеза производят удаление эпителия роговицы, затем выполняют УФ-кросслиндинг. Так как толщина эпителия роговицы при кератоконусе неоднородна (в месте наибольшей эктазии эпителий компенсаторно становится тоньше), в режиме ФТК происходит эксимер-лазерное воздействие на строму роговицы в самом тонком месте, что минимально улучшает рефракционные показатели роговицы. Установлено, что критский протокол превосходит визуальные и кератометрические результаты «стандартного» УФ-кросслинкинга в сроки до 4 лет [21], но недостатком способа является отсутствие персонализированного кератотопографически ориентированного алгоритма абляции, что приводит к сохранению нерегулярности и асимметрии роговицы.

А. Kanellopoulos и Р. Binder [22] впервые продемонстрировали преимущества выполнения комбинированного УФ-кросслинкинга в сочетании с последующей ФРК с топографическим контролем. В этой работе через год после первого этапа УФ-кросслинкинга выполнялась ФРК при условии стабилизации эктазии роговицы [21]. При дальнейшей оптимизации комбинированного метода лечения был предложен вариант одномоментной хирургии. Такая техника преодолела недостатки первоначальной двухэтапной процедуры кросслинкинга с ФРК за счет того, что лазерная абляция не затрагивает уже сшитую ткань роговицы [4, 11].

При афинском протоколе абляцию роговицы выполняют на эксимерном лазере Alcon Allegretto (США) с помощью WaveLight customized platform с использованием кератотопографа Topolyzer (США). Фоторефракционный кератомилез с топографическим контролем и зоной эксимер-лазерной абляции 5,5 мм проводят для уменьшения нерегулярного астигматизма и частичного устранения аномалии рефракции. Переходная зона составляет 1,5 мм. При учете субъективной рефракции программируют глубину абляции 70 %

от цилиндра и 70 % от сферы, не превышая 50 мкм абляции. Недостатками данного способа являются дезэпителизация роговицы с помощью спиртового раствора, что увеличивает риск субэпителиальной фиброплазии, а также невозможность выполнения протокола на роговице с толщиной менее 450 мкм, а также отсутствие учета роговичных aberrаций при планировании операции [4].

Примечательно, что перечисленные протоколы (дрезденский, афинский, критский) получали свои названия в честь медицинских организаций, где они были придуманы, а не в честь географических объектов (названий городов и стран).

В 2019 г. А.В. Ивановой и соавт. [23] была опубликована статья с описанием одномоментной топографически ориентированной ФРК в сочетании с ускоренным кросслинкингом роговичного коллагена в лечении пациентов с кератоконусом I стадии. Анализ кератотопографических карт и волнового фронта проводился с помощью aberrometra. Персонализированную эксимер-лазерную абляцию с учетом aberrаций выполняли лазером Nidek Navex Quest (Япония). Этап дезэпителизации роговицы выполнялся в режиме ФТК на 50 мкм. Насыщение стромы роговицы проводили нормотоническим раствором рибофлавина (0,1 % рибофлавин и 20 % декстран), затем выполняли акселерированное УФ-облучение. Показано безопасное и эффективное моделирование формы роговицы за счет уменьшения зоны ее иррегулярности, улучшения зрительных функций и стабилизация эктазии.

Отметим, что вышеперечисленные методы имеют ряд ограничений: невозможность их использования в комбинации с топографически ориентированной ФРК у пациентов с тонкими роговицами (менее 450 мкм), низкую эффективность сшивки коллагена из-за выполнения акселерированного протокола УФ-кросслинкинга [24], потерю прочности укрепленной роговицы при выполнении ФРК через год после УФ-кросслинкинга и др.

Напротив, в отличие от вышеописанных протоколов, предложенный нами способ лечения [25, 26] за счет использования гипоосмолярного (0,25 %) раствора рибофлавина позволяет сдвинуть границы минимально допустимой толщины роговицы до 450 мкм (400 мкм после дезэпителизации, 350 мкм после абляции), что существенно расширяет возможности лечения пациентов и повышает доступность метода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ лечения кератоконуса (пироговский протокол), включающий УФ-кросслиндинг коллагена роговицы и персонализированную трансэпителиальную ФРК с использованием отечественного эксимерного лазера «Микроскан Визум», показал высокую эффективность и безопасность. Он улучшает функциональные показатели зрения, уменьшает иррегулярность роговицы, стабилизирует эктазию. За весь период наблюдения ни у одного пациента после применения пироговского протокола не зафиксировано ухудшения параметров зрения и состояния роговицы. Стоит отметить, что для более полной оценки влияния метода на качество зрения пролеченных пациентов требуется исследование роговичных aberrаций до и после применения пироговского протокола, что будет выполнено в дальнейших научных работах. Требуются также дальнейшие исследования на большей выборке пациентов и с увеличением периода наблюдения с целью подтверждения эффективности и безопасности метода в отдаленные сроки после операции (более 3 лет).

Литература/References

1. Santodomingo-Rubido J, Carracedo G, Suzuki A, et al. Keratoconus: An updated review. *Cont Lens Anterior Eye*. 2022; 45 (3): 101559. doi: 10.1016/j.clae.2021.101559
2. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg*. 2000; 26 (8): 1117–22. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00451-x
3. Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2003; 135 (5): 620–7. doi: 10.1016/S0002-9394(02)02220-1
4. Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg*. 2009; 25 (9): 812–8. doi: 10.3928/1081597X-20090813-10
5. Kymionis GD, Grentzelos MA, Kounis GA, et al. Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Ophthalmology*. 2012; 119 (9): 1777–84. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.03.038
6. Корниловский И.М., Шишкин М.М., Голяков А.А., Бурцев А.А., Гиля А.П. ОКТ роговицы в оптимизации новой технологии трансэпителиальной ФРК с рибофлавином. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2018; 1: 81–5. [Kornilovsky I.M., Shishkin M.M., Golyakov A.A., Burcev A.A., Gilja A.P. Corneal OCT in optimization of new technology of transepithelial PRK with riboflavin. *Tochka zreniya. Vostok — Zapad*. 2018; 1: 81–5 (In Russ.)]. doi: 10.2527/2410-1257-2018-1-81-85
7. Kontadakis GA, Kankariya VP, Tsoularas K, et al. Long-term comparison of simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy followed by corneal cross-linking versus corneal cross-linking alone. *Ophthalmology*. 2016; 123 (5): 974–83. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.010
8. Hafezi F, Mrochen M, Iseli HP, Seiler T. Collagen crosslinking with ultraviolet-A and hypoosmolar riboflavin solution in thin corneas. *J Cataract Refract Surg*. 2009; 35 (4): 621–4. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.10.060
9. Бикбов М.М., Русакова Ю.А., Усубов Э.Л., Рахимова Э.М. Кросслинкинг тонких роговиц: современное видение проблемы. Обзор литературы. *Acta Biomedica Scientifica*. 2020; 5 (5): 73–80. [Bikbov M.M., Rusakova I.A., Usubov E.L., Rakhimova E.M. Crosslinking of thin corneas: a modern vision of the problem. Literature Review. *Acta Biomedica Scientifica*. 2020; 5 (5): 73–80 (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2020-5.5.10
10. Grentzelos MA, Kounis GA, Diakonis VF, et al. Combined transepithelial phototherapeutic keratectomy and conventional photorefractive keratectomy followed simultaneously by corneal crosslinking for keratoconus: Cretan protocol plus. *J Cataract Refract Surg*. 2017; 43 (10): 1257–62. doi: 10.1016/j.jcrs.2017.06.047
11. Kanellopoulos AJ. Ten-year outcomes of progressive keratoconus management with the Athens protocol (topography-guided partial-refraction PRK combined with CXL). *J Refract Surg*. 2019; 35: 478–83. doi: 10.3928/1081597X-20190627-01
12. De Rosa G, Rossi S, Santamaria C, et al. Combined photorefractive keratectomy and corneal collagen cross-linking for treatment of keratoconus: a 2-year follow-up study. *Ther Adv Ophthalmol*. 2022; 14: 25158414221083362. doi: 10.1177/25158414221083362
13. Raiskup F, Theuring A, Pillunat LE, Spoerl E. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet-A light in progressive keratoconus: ten-year results. *J Cataract Refract Surg*. 2015; 41 (1): 41–6. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.09.033
14. Caporossi A, Mazzotta C, Baiocchi S, Caporossi T. Long-term results of riboflavin ultraviolet A corneal collagen cross-linking for keratoconus in Italy: the Siena Eye Cross Study. *Am J Ophthalmol*. 2010; 149: 585–93. doi: 10.1016/j.ajo.2009.10.021
15. Hersh PS, Stulting RD, Muller D, Durrie DS, Rajpal RK. United States Crosslinking Study Group United States. Multicenter clinical trial of corneal collagen crosslinking for keratoconus treatment. *Ophthalmology*. 2017; 124 (9): 1259–70. doi: 10.1016/j.ophtha.2017.03.052
16. Wen D, Li Q, Song B, Tu R, et al. Comparison of standard versus accelerated corneal collagen cross-linking for keratoconus: a meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018; 59 (10): 3920–31. doi: 10.1167/iovs.18-24656
17. Ng ALK, Chan TCY, Cheng ACK. Conventional versus accelerated corneal collagen cross-linking in the treatment of keratoconus. *Clin Exp Ophthalmol*. 2016; 44 (1): 8–14. doi: 10.1111/ceo.12571
18. Braun E, Kanellopoulos J, Pe L, Jankov M. Riboflavin/Ultraviolet-A-induced collagen crosslinking in the management of keratoconus. *ARVO*. 2005; 46 (13): 4964 <https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2404374>
19. Бурцев А.А., Корниловский И.М., Голяков А.А. Кросслинкинг в фоторефракционной хирургии роговицы (обзор литературы). *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2017; 17(3): 4–8. [Burcev A.A., Kornilovskiy I.M., Golyakov A.A. Crosslinking in photorefractive corneal surgery (literature review). *Kataraktal'naja i refrakcionnaja khirurgiya*. 2017; 17 (3): 4–8 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2410-1257-2018-1-81-85
20. Mortensen J, Carlsson K, Ohrström A. Excimer laser surgery for keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 1998; 24 (7): 893–8. doi: 10.1016/s0886-3350(98)80039-4
21. Grentzelos MA, Liakopoulos DA, Siganos CS, et al. Long-term comparison of combined t-PTK and CXL (Cretan Protocol) versus CXL with mechanical epithelial debridement for keratoconus. *J Refract Surg*. 2019 Oct 1; 35 (10): 650–5. doi: 10.3928/1081597X-20190917-01
22. Kanellopoulos AJ, Binder PS. Collagen cross-linking (CCL) with sequential topography-guided PRK: a temporizing alternative for keratoconus to penetrating keratoplasty. *Cornea*. 2007; 26 (7): 891–5. doi: 10.1097/ICO.0b013e318074e424
23. Иванова А.В., Склярова А.С., Летникова К.Б., Ханджян А.Т., Ходжабекян Н.В. Одномоментная топографически ориентированная фоторефракционная кератэктомия с ускоренным кросслинкингом роговичного коллагена в лечении кератоконуса I стадии. *Российский офтальмологический журнал*. 2019; 12 (4): 28–34. [Ivanova A.V., Sklyarova A.S., Letnikova K.B., Khandzhyan A.T., Khodzhabekyan N.V. Simultaneous topography-guided photorefractive keratectomy with accelerated collagen cross-linking in the treatment of stage I keratoconus. *Russian ophthalmological journal*. 2019; 12 (4): 28–34 (In Russ.)]. doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-4-28-34
24. Ozgurhan EB, Akcay B, Kurt T, Yildirim Y, Demirok A. Accelerated corneal collagen cross-linking in thin keratoconic corneas. *J Refract Surg*. 2015; 31: 386–90. doi: 10.3928/1081597X-20150521-11
25. Файзрахманов Р.Р., Голяков А.А., Шишкин М.М. Ультрафиолетовый кросслинкинг коллагена роговицы в сочетании с персонализированной трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомией на эксимерном лазере «Микроскан Визум». *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2022; 17 (4): 48–50. [Faizrahmanov R.R., Golyakov A.A., Shishkin M.M. Ultraviolet crosslinking of corneal collagen in combination with personalized transepithelial photorefractive keratectomy using Microscan visum excimer laser. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2022; 17 (4): 48–50 (In Russ.)]. doi: 10.25881/20728255_2022_17_4_S1_48
26. Голяков А.А., Файзрахманов Р.Р., Шишкин М.М., Сараева С.Н. Ультрафиолетовый кросслинкинг коллагена роговицы в сочетании с персонализированной трансэпителиальной фоторефракционной кератэктомией на эксимерном лазере «Микроскан Визум»: двухлетнее наблюдение. *Вестник НМХЦ им. Н.И. Пирогова*. 2023; 18 (4): 42–6. [Golyakov A.A., Faizrahmanov R.R., Shishkin M.M., Saraeva S.N. Ultraviolet crosslinking of corneal collagen in combination with personalized transepithelial photorefractive keratectomy using Microscan visum excimer laser: two-year control. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2023; 18 (4): 42–6 (In Russ.)]. doi: 10.25881/20728255_2023_18_4_S1_42

Вклад авторов в работу: А.А. Голяков — сбор и анализ данных, написание статьи; Р.Р. Файзрахманов — концепция исследования, анализ литературы и результатов, написание статьи; М.М. Шишкин — анализ результатов, научное редактирование статьи, Ю.С. Тимофеев — статистический анализ результатов.

Authors' contribution: A.A. Golyakov — data collection and analysis, writing of the article; R.R. Fayzrakhmanov — research concept, analysis of literature and results, writing of the article; M.M. Shishkin — analysis of results, scientific editing of the article; Yu.S. Timofeev — statistical analysis of the results.

Поступила: 20.11.2024. Переработана: 18.12.2024. Принята к печати: 24.12.2024

Originally received: 20.11.2024. Final revision: 18.12.2024. Accepted: 24.12.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБУ «Научно-медицинский хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Центр офтальмологии, ул. Нижняя Первомайская, д. 70, Москва, 105203, Россия

² ИУВ ФГБУ «НМХЦ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, кафедра глазных болезней, ул. Нижняя Первомайская, д. 65, Москва, 105203, Россия

Алексей Александрович Голяков — врач-офтальмолог¹, ORCID 0000-0002-8803-4218

Ринат Рустамович Файзрахманов — д-р мед. наук, профессор, заведующий Центром офтальмологии¹, заведующий кафедрой глазных болезней², ORCID 0000-0002-4341-3572

Михаил Михайлович Шишкин — д-р мед. наук, профессор, главный офтальмолог¹, ORCID 0000-0002-5917-6153

ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Петроверигский пер., д. 10, стр. 3, Москва, 101990, Россия

Юрий Сергеевич Тимофеев — канд. мед. наук, руководитель лаборатории изучения биохимических маркеров риска хронических неинфекционных заболеваний отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения, ORCID 0000-0001-9305-6713

Для контактов: Алексей Александрович Голяков,
dr.alex.07@mail.ru

¹ N.I. Pirogov Russian National Medical Surgical Center, 70, Nizhnyaya Pervomayskaya St., Moscow, 105203, Russia

² N.I. Pirogov National Medical Surgical Center, Institute of Advanced Training of Physicians, Chair of Eye Diseases, 65, Nizhnyaya Pervomayskaya St., Moscow, 105203, Russia

Aleksei A. Golyakov — ophthalmologist¹, ORCID 0000-0002-8803-4218
Rinat R. Fayzrakhmanov — Dr. of Med. Sci., professor, head of the ophthalmology center¹, head of chair of eye diseases², ORCID 0000-0002-4341-3572

Mikhail M. Shishkin — Dr. of Med. Sci., professor, head of chair of eye diseases, chief ophthalmologist¹, ORCID 0000-0002-5917-6153
National Medical Research Center of Therapy and Preventive Medicine, 10, Petroverigsky Lane, 101990, Moscow, Russia

Yury S. Timofeev — Cand. of Med. Sci., head of the laboratory for the study of biochemical risk markers of cncd, department of fundamental and applied aspects of obesity, ORCID 0000-0001-9305-6713

For contacts: Aleksei A. Golyakov,
dr.alex.07@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-43-49>



Возможности использования транспальпебральной тонометрии для скрининг-контроля внутриглазного давления у детей младшего возраста

Е.Н. Иомдина , Н.Ю. Кушнаревич, Т.Ю. Ларина, А.Ю. Панова

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

Цель работы — изучение возможности использования транспальпебральной тонометрии (ТПТ) с помощью устройства «Тонотест» у детей младшей возрастной группы (до 5 лет включительно) для скрининг-контроля внутриглазного давления (ВГД). **Материал и методы.** В рамках скринингового обследования ВГД определяли у 46 детей (92 глаза) в возрасте 5 мес — 5 лет, разделенных на 2 группы. В 1-й группе — 21 ребенок (42 глаза) в возрасте 5 мес — 3 года (в среднем $1,5 \pm 1,0$ года) — для тонометрии использовали только «Тонотест», а во 2-й группе — 25 детей (50 глаз) в возрасте 3,5–5 лет (в среднем $4,5 \pm 0,6$ года) — измерение ВГД проводили последовательно (в случайном порядке) двумя методами: с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра (Reichert 7 Auto Tonometer, США). **Результаты.** В большинстве случаев дети спокойно переносили процедуру ТПТ, не предъявляли жалоб на дискомфорт, болевые или любые другие неприятные ощущения. Однако у 7 (33 %) детей 1-й группы и у 5 (20 %) детей 2-й группы поведенческие особенности не позволили измерить ВГД. Уровень ВГД по данным ТПТ в 1-й группе составил $16,4 \pm 2,9$ мм рт. ст. Во 2-й группе величина ВГД по данным «Тонотеста» составила $15,1 \pm 2,0$ мм рт. ст., по данным пневмотонометра — $16,0 \pm 2,1$ мм рт. ст. ($p = 0,09$). **Заключение.** Показана возможность использования ТПТ для скрининг-контроля ВГД у детей младшей возрастной группы (0–5 лет). Сравнение результатов определения ВГД в группе детей 3,5–5 лет с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра показало отсутствие статистически значимых различий между ними. ТПТ с использованием «Тонотеста» позволяет расширить возможности контроля ВГД в детской практике.

Ключевые слова: внутриглазное давление; транспальпебральная тонометрия; пневмотонометрия; дети

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Иомдина Е.Н., Кушнаревич Н.Ю., Ларина Т.Ю., Панова А.Ю. Возможности использования транспальпебральной тонометрии для скрининг-контроля внутриглазного давления у детей младшего возраста. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 43-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-43-49>

Possibilities of using transpalpebral tonometry for screening control of intraocular pressure in young children

Elena N. Iomdina✉, Nina Yu. Kushnarevich, Tatiana Yu. Larina, Anna Yu. Panova

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
iomdina@mail.ru

Purpose of the work was to study the possibility of using transpalpebral tonometry (TPT) using the Tonotest device in younger children (up to and including 5 years old) for screening control of intraocular pressure (IOP). **Material and methods.** As part of the screening examination, IOP was determined in 46 children (92 eyes) aged 5 months to 5 years, divided into 2 groups. In the 1st group — 21 children (42 eyes) aged 5 months to 3 years (average 1.5 ± 1.0 years) — only Tonotest was used for tonometry, and in the 2nd group — 25 children (50 eyes) aged 3.5 to 5 years (average 4.5 ± 0.6 years) — IOP measurement was performed sequentially (in random order) by two methods — using Tonotest and a pneumotonometer (Reichert 7 AutoTonometer, USA). **Results.** In most cases, the children tolerated the TPT procedure well and did not complain of discomfort, pain, or any other unpleasant sensations. However, in 7 children (33 %) of the 1st group and in 5 children (20 %) of the 2nd group, behavioral characteristics did not allow measuring IOP. The IOP level according to TPT in the 1st group was 16.4 ± 2.9 mm Hg. In the 2nd group, the IOP value according to Tonotest was 15.1 ± 2.0 mm Hg, according to the pneumotonometer — 16.0 ± 2.1 mm Hg ($p = 0.09$). **Conclusion.** The possibility of using TPT for screening control of IOP in younger children (0–5 years old) is shown. Comparison of the results of IOP determination in the group of children aged 3.5–5.0 years using Tonotest and pneumotonometer showed no statistically significant differences between them. TPT using Tonotest allows to expand the possibilities of IOP monitoring in pediatric practice.

Keywords: intraocular pressure; transpalpebral tonometry; pneumotonometry; young children

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Iomdina E.N., Kushnarevich N.Yu., Larina T.Yu., Panova A.Yu. Possibilities of using transpalpebral tonometry for screening control of intraocular pressure in young children. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 43-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-43-49>

Одним из методов оценки внутриглазного давления (ВГД) является транспальпебральная тонометрия (ТПТ), которая позволяет проводить его измерение без какого-либо контакта с глазной поверхностью [1, 2].

С развитием ТПТ был разработан транспальпебральный тонометр нового типа (тонометр внутриглазного давления ТВГД-02, АО «ЕПЗ», Россия), принцип действия которого основан на измерении жесткости оболочек глаза, отражающей уровень ВГД, путем определения частоты вынужденных механических колебаний глазного яблока как упругой системы, нагруженной некоторой массой (весом штока), под действием вибратора тонометра [3]. При измерении шток ставится на веко в области склеры, соответствующей *corona ciliaris* в меридиане 12 ч, и сжимает его своим весом (10 г). Таким образом, образуется единая биомеханическая система «шток — глаз», частота колебаний которой и определяется фактическим ВГД [4].

Данный метод тонометрии был с успехом использован в различных клинических ситуациях: при оценке ВГД после кератопластики [5], для мониторинга ВГД в домашних условиях [6, 7], для контроля ВГД у пациентов в контактных линзах [8]. Сопоставление данных измерения ВГД у взрослых без глазных заболеваний не выявило достоверных различий при использовании транспальпебрального тонометра (ТВГД-02, Easyton, производства АО «Елатомский приборный завод», Россия), тонометра Перкинса (Perkins), Icare (iC100) и Corvis ST (bIOP) [9]. Сравнение результатов

тонометрии по Гольдману и ТПТ показало их близкое соответствие у пациентов монголоидной расы с особенностями строения века (эпикантусом) [10].

Как известно, контроль ВГД у взрослых и детей является обязательным элементом офтальмологической диагностики и мониторинга заболеваний глаз. Если для обследования взрослых пациентов имеется большой выбор методов глазной тонометрии, то для измерения ВГД у детей методические возможности существенно ограничены [11, 12]. Это связано со сложностью, а иногда и неосуществимостью самой процедуры инструментального измерения ВГД из-за ее негативного восприятия детьми, боязни ребенка или даже его отказа от обследования, а также с тем, что беспокойное поведение ребенка во время измерения (в частности, блефароспазм, напряжение экстраокулярных мышц и т. д.) приводит к ненадежности получаемых показателей [13–15].

Кроме того, результаты корнеальной тонометрии у детей зависят от толщины роговицы, которая с возрастом существенно изменяется [16, 17]. Толщина роговицы у детей от года до 11 лет возрастает, лишь к 9–11 годам приближаясь к значениям, свойственным глазам взрослых [18, 19]. Как показано в работе Р. Тонни и соавт. [20], центральная толщина роговицы детского глаза оказывает существенное влияние на результаты измерения ВГД, проводимого с помощью тонометров Топо-PenXL и Гольдмана и особенно с помощью бесконтактной пневмотонометрии. В то же время в ряде клинических ситуаций требуется частый и постоянный

мониторинг ВГД у детей: при врожденной глаукоме или при подозрении на нее [21], при миопии высокой степени или при длительных инстилляциях раствора атропина с целью остановки ее прогрессирования [22, 23], при длительных инстилляциях стероидов [24] или при системном курсовом приеме некоторых лекарственных препаратов [25] и др.

Сегодня за рубежом у детей чаще всего используется аппланационная тонометрия по Гольдману (с помощью ребаунд-тонометра Перкинса), бесконтактная пневмотонометрия, аппланационная тонометрия с помощью Топо-Реп и ребаунд-тонометрия Icare [11]. В частности, в Великобритании для обследования детей старше 10 лет предпочтительным является тонометр Гольдмана, а детей младшего возраста — Icare или Топо-Реп [14].

В то же время для скрининговых тонометрических измерений у детей в амбулаторной практике офтальмологи и оптометристы предпочитают использовать именно бесконтактную корнеальную пневмотонометрию как наиболее доступную и осуществимую в условиях диспансерного наблюдения процедуры.

Однако даже наиболее часто используемая в детской практике пневмотонометрия не всегда может обеспечить спокойное поведение ребенка во время обследования, исключить его реакцию на процесс измерения (условно-рефлекторный блефароспазм, напряжение экстраокулярных мышц, моргание и др.), что может стать причиной отклонения получаемых значений от реального уровня ВГД, т. е. способствовать увеличению ошибки измерения [13].

Кроме того, использование пневмотонометрии в современной эпидемиологической ситуации сопряжено с риском распространения инфекции [26]. Публикации последних лет убедительно свидетельствуют о повышенном риске распространения вирусного заболевания при выполнении бесконтактной пневмотонометрии: частички слезы, содержащей вирус, легко попадают в окружающую среду в виде пузырьков аэрозоля, причем этот эффект носит кумулятивный характер и возрастает при более высоких значениях ВГД и/или в случае инстилляций каких-либо глазных капель незадолго до исследования [27]. Под воздействием мощной струи воздуха в процессе бесконтактной тонометрии происходит разрыв слезной пленки с высвобождением частиц слезы. Эти аэрозольные пузырьки могут длительное время сохраняться в воздухе и постепенно оседать на окружающие предметы, включая медицинское оборудование [28].

ТПТ предоставляет реальную возможность преодоления отмеченных недостатков существующих методов определения ВГД в детской практике, в том числе пневмотонометрии, поскольку измерение, проводимое транссклерально через веко, исключает какое-либо воздействие на роговицу, а также влияние ее толщины и иррегулярности на получаемый результат. Противопоказаниями к использованию ТПТ являются патологические состояния верхнего века (воспалительные заболевания, рубцы, деформация века) и выраженная патология склеры в области измерения. Тонометр ТВГД-02 откалиброван в режиме измерения истинного (шкала Гольдмана) и тонометрического (шкала Маклакова) ВГД.

Можно ожидать, что ТПТ обеспечит более спокойное поведение ребенка во время измерения ВГД по сравнению с пневмотонометрией, что также будет способствовать большей достоверности и точности данных.

Действительно, проведенное нами ранее сравнительное изучение эффективности применения транспальпебральной склеральной тонометрии с помощью тонометра EASYTON и корнеальной пневмотонометрии у 42 детей

(84 глаза) 5–14 лет с различной клинической рефракцией показало близкие результаты измерения: $18,3 \pm 2,3$ и $17,1 \pm 3,9$ мм рт. ст. соответственно. При этом балльная оценка уровня комфорта ребенка в процессе измерения по 5-балльной шкале выявила значительное преимущество ТПТ по сравнению с пневмотонометрией: $4,64 \pm 0,60$ и $3,85 \pm 0,90$ балла ($p < 0,05$) соответственно, что свидетельствует о более спокойном поведении детей и их комфорте при проведении процедуры [29].

Однако данных об измерении ВГД с помощью ТПТ у детей младше 5 лет мы в доступной литературе не нашли.

Это послужило основанием для проведения исследования, направленного на изучение возможности снижения возрастной границы и использования ТПТ у детей более младшего возраста. Поскольку в настоящее время разработана обновленная версия ТВГД 01/ТВГД-02 — «Тонотест» (медицинское изделие по ГИКС.941329.103ТУ, регистрационное удостоверение МИ-RUBYKGKZ-00002, производства АО «Елатомский приборный завод», Россия) с более удобным дизайном и рядом дополнительных полезных технических функций (информирование об отклонении корпуса тонометра от вертикального положения, звуковое сопровождение процессов измерения, информирование о недопустимо низком или высоком давлении и др.), то для дальнейших измерений ВГД использовалась именно эта версия тонометра.

ЦЕЛЬЮ данной работы было изучение возможности использования ТПТ с помощью «Тонотеста» у детей младшей возрастной группы (до 5 лет включительно) для скрининг-контроля ВГД.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

При отборе когорты детей для проведения транспальпебральной склеральной тонометрии, а также корнеальной пневмотонометрии мы руководствовались следующими критериями. Из исследования исключались дети с патологическими состояниями верхнего века (воспалительными заболеваниями, рубцами, деформацией века), с выраженной патологией склеры в проекции области измерения, с эрозией, язвой, отеком роговицы, перенесшие кератопластику или проникающую травму глаза, а также при наличии высокой анизометропии (больше 2 дптр).

В рамках скринингового обследования определяли ВГД у 46 детей (92 глаза), в том числе у 21 мальчика и 25 девочек, в возрасте 5 мес — 5 лет, разделенных на 2 группы. В 1-й группе — 21 ребенок (42 глаза) в возрасте 5 мес — 3 года (в среднем $1,5 \pm 1,0$ года) для тонометрии использовали только «Тонотест», а во 2-й группе — 25 детей (50 глаз) в возрасте 3,5–5 лет (в среднем $4,5 \pm 0,6$ года) измерение ВГД проводили последовательно (в случайном порядке) двумя методами: с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра (Reichert 7 AutoTonometer, США). ВГД определяли в положении ребенка сидя, на правом и левом глазах, без использования анестетиков.

Для измерения ВГД с помощью «Тонотеста» ребенок отклонял голову назад и фиксировал взглядом яркий объект (игрушку) под углом 45–60° к горизонтальной оси, шток тонометра устанавливался на верхнее веко в области склеры, соответствующей *corona ciliaris* в меридиане 12 ч (рисунок).

Каждое измерение (на правом и левом глазах) проводили трижды; для дальнейшего анализа рассчитывали среднее значение трех измерений ВГД по каждому глазу каждым тонометром.

Дети обеих групп не имели противопоказаний для измерения ВГД через веко без использования анестетиков.



Рисунок. Измерение ВГД тонометром «Тонотест» ребенку 3 лет
Figure. Measuring IOP with a Tonotest tonometer for a 3-year-old child

У части детей 1-й группы измерение ВГД методом пневмотонометрии или с помощью других транскорнеальных методик было бы невозможно или затруднительно не только из-за малого возраста, но и из-за наличия глазных заболеваний, препятствующих обследованию данными методами, таких как: птоз верхнего века (2 пациента, 4 глаза), нистагм (1 пациент, 2 глаза), рубец роговицы (1 пациент, 1 глаз), субатрофия глазного яблока (1 пациент, 2 глаза), микрокорнея (1 пациент, 2 глаза), увеит (1 пациент, 2 глаза).

Кроме этих заболеваний, у детей, включенных в исследование (1-я и 2-я группы), была диагностирована врожденная миопия (9 пациентов, 18 глаз), содружественное косоглазие (7 пациентов, 14 глаз), врожденная катаракта (5 пациентов, 10 глаз), астигматизм (4 пациента, 8 глаз), врожденная глаукома (3 пациента, 6 глаз), гемангиома орбиты (2 пациента, 2 глаза), гиперметропия слабой степени (3 пациента, 6 глаз), ретинопатия недоношенных (2 пациента, 4 глаза), гиперплазия (1 пациент, 2 глаза), атрофия зрительных нервов (1 пациент, 2 глаза), артифакция (1 пациент, 2 глаза), киста конъюнктивы (1 пациент, 1 глаз).

Таблица. Значения ВГД (мм рт. ст.) в целом по группе 2 (20 детей, 40 глаз), а также на правом (OD) и левом (OS) глазу по отдельности, полученные с помощью «Тонотеста» и пневмотонометра Reichert 7 AutoTonometer, $M \pm SD$
Table. IOP (mm Hg) for group 2 as a whole (20 children, 40 eyes), as well as for the right (OD) and left (OS) eyes separately, obtained using the Tonotest and the Reichert 7 AutoTonometer, $M \pm SD$

Глаза Eyes	«Тонотест» Tonotest	Пневмотонометр Pneumotonometer	Достоверность различий p value
OD + OS n = 40	15,1 ± 2,0	16,0 ± 2,1	0,09
OD n = 20	15,0 ± 2,3	16,0 ± 1,9	0,265
OS n = 20	15,2 ± 1,8	16,0 ± 2,3	0,210

Примечание. n — количество исследованных глаз, различия между данными ТПТ и соответствующими показателями пневмотонометрии недостоверны, $p > 0,5$.
Note. n — is the number of eyes examined, the differences between the TPT data and the corresponding pneumotonometry indicators are not significant, $p > 0.5$.

Исследование проводилось после получения информированного добровольного согласия родителей или законного представителя ребенка.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием приложения GraphPad Prism 9.0. Для проверки характера распределения измеряемых величин использовали тест Шапиро — Уилка. Так как распределение носило нормальный характер, для описательной статистики использовали среднее значение и стандартное отклонение ($M \pm SD$). Для парного сравнения показателей ВГД, измеренных с помощью пневмотонометрии и ТПТ, использовали парный критерий Стьюдента. Статистически значимыми принимались отличия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для измерения ВГД с помощью «Тонотеста» необходимо было установить контакт с ребенком, отвлечь и заинтересовать его. В большинстве случаев дети спокойно переносили процедуру ТПТ, не предъявляли жалоб на дискомфорт, болевые или любые другие неприятные ощущения. Однако у 7 (33 %) детей 1-й группы и у 5 (20 %) детей 2-й группы поведенческие особенности не позволили измерить ВГД (этим детям не удалось провести и пневмотонометрию). При этом возраст ребенка не играл решающей роли: ТПТ удалось провести 5 детям 5–12 мес и не удалось 5 детям 3–5 лет. В то же время данную методику можно использовать у детей, находящихся в медикаментозном сне, что может расширить применение «Тонотеста». Именно таким образом мы успешно, без неблагоприятных эффектов, провели измерение ВГД 5-месячному ребенку с врожденной катарактой.

В целом каких-либо неблагоприятных событий, нежелательных явлений, побочных эффектов и осложнений, связанных с определением ВГД с помощью «Тонотеста», в обследованной когорте детей не отмечено.

Уровень ВГД по данным ТПТ в 1-й группе составил $16,4 \pm 2,9$ мм рт. ст. (на OD — $16,3 \pm 2,6$ мм рт. ст., на OS — $16,5 \pm 3,3$ мм рт. ст.). Проведение пневмотонометрии в этой группе было неосуществимо в силу малого возраста детей (до 3 лет).

Для оценки сопоставимости результатов ТПТ и пневмотонометрии нами было проведено измерение ВГД этими двумя методами у детей 3,5–5 лет.

Значения ВГД, полученные у детей 2-й группы с помощью ТПТ и пневмотонометрии, представлены в таблице.

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют об отсутствии статистически значимых различий между результатами определения ВГД, полученными двумя методами в целом по группе: величина ВГД по данным «Тонотеста» составила $15,1 \pm 2,0$ мм рт. ст., по данным пневмотонометра — $16,0 \pm 2,1$ мм рт. ст. ($p = 0,09$). Сравнение данных, полученных для каждого глаза в отдельности: на OD ($15,0 \pm 2,3$ и $16,0 \pm 1,9$ мм рт. ст., $p = 0,265$) и на OS ($15,2 \pm 1,8$ и $16,0 \pm 2,3$ мм рт. ст., $p = 0,21$), также не выявило достоверных различий между

результатами двух методов измерения. Это позволяет сопоставить их сопоставимость в рамках скрининга повышенного ВГД.

ОБСУЖДЕНИЕ

Данные литературы показывают, что использование для измерения ВГД у детей (на фоне лечения миопии атропином) вместо контактной тонометрии по Гольдману менее контактной методики — точечной ребаунд-тонометрии (тонометром Icare) не приводит к существенному снижению точности: в 76,1 % расхождение данных двух тонометров не превышало 2 мм рт. ст. [30]. При этом ребаунд-тонометрия (тонометром Icare) даже лучше переносилась детьми (особенно младше 6 лет), чем пневмотонометрия: в первом случае удалось измерить ВГД у 88,9 % детей, а во втором случае лишь у 72,2 % [15]. Действительно, отмечается, что для скринингового исследования ВГД у новорожденных детей наиболее удобен именно портативный тонометр Icare Tiolat, в то время как показатели тонометров Маклакова и Шиотса характеризуются заметно большей погрешностью и существенным завышением показателей офтальмотонуса [11].

При этом точность ребаунд-тонометрии (тонометром Icare) у детей с врожденной глаукомой расценивается по-разному: по одним данным, результаты систематически расходились с результатами измерения ВГД аппланационным портативным тонометром Перкинса в сторону завышения [31], по другим — у новорожденных детей, наоборот, систематически занижались [32]. Различие данных этих тонометров было сильнее выражено у детей с более толстой роговицей, поскольку толщина роговицы в целом оказывает существенное влияние на данные тонометрии [33].

Даже в условиях анестезии данные Icare были выше, чем при использовании тонометра Перкинса как у здоровых детей, так и у детей с глаукомой [34]. В связи с этим, по мнению D. Yulia и S. Tan [35], несмотря на преимущества Icare для педиатрической практики (наименьшая травматичность, быстрота измерения, отсутствие необходимости в анестезии и красителе), получение завышенных показателей, особенно у детей с рубцами роговицы, вынуждают врача подтверждать их с помощью какого-либо другого метода тонометрии.

В этом отношении ТПТ имеет неоспоримое преимущество, связанное с полным отсутствием контакта с роговицей. Сравнение офтальмотонометрии, выполненной разными способами: с помощью тонометра Icare, пневмотонометра, аппланационного тонометра Маклакова и ТВГД-01 — у здоровых детей и детей с врожденной глаукомой, показало, что результаты измерений, выполненных всеми перечисленными методами, зависели от толщины роговицы, кроме ТПТ, данные которой умеренно коррелировали лишь с длиной переднезадней оси глаза [13]. Немного ранее этого исследования положительный опыт использования транспальпебрального тонометра ТВГД-01 у детей с миопией и у детей с повышенным ВГД был представлен в работе Э.Э. Тугеевой и Т.Н. Воронцовой [36]. Сравнение данных транспальпебрального тонометра и аппланационного тонометра Маклакова, проведенное авторами данного исследования, показало статистически незначимые различия между полученными показателями в соответствующих группах детей.

Технические параметры тонометра, использовавшегося для ТПТ в нашем исследовании, — «Тонотеста», были усовершенствованы (по сравнению с ТВГД-01 и ТВГД-02) на основе экспериментального исследования, в котором значения тонометрического ВГД сравнивали с истинным манометрическим давлением внутри глаза. Результаты этого исследования позволили повысить точность измерений [4].

Еще одним немаловажным достоинством ТПТ в сравнении с другими корнеальными методиками, прежде всего с пневмотонометрией, как было указано выше, является снижение риска переноса вирусной инфекции, вызванного тем, что частички слезы, содержащей вирус, в виде аэрозольных пузырьков, формирующихся под воздействием пневмоимпульса, могут длительное время сохраняться в воздухе и на окружающих предметах [28]. В то же время датчик «Тонотеста», работающего по другому физическому принципу, вообще не контактирует с поверхностью глаза (только с кожей века) и легко дезинфицируется.

Следует отметить портативность тонометра и простоту проведения измерений. Он может использоваться как в офтальмологическом кабинете, так и на выездах специалистов при диспансерном наблюдении маломобильных пациентов.

В нашем скрининг-исследовании было 3 ребенка с врожденной глаукомой, все они вошли в 1-ю группу (возраст ниже 3 лет), двум детям не удалось измерить ВГД никаким методом, а одному — только методом ТПТ, поэтому для получения достоверной информации о сопоставимости данных ТПТ и пневмотонометрии у детей с врожденной глаукомой младшей возрастной группы необходимо провести дальнейшие исследования на материале репрезентативной выборки таких пациентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наше исследование показало реальную возможность использования ТПТ для скрининг-контроля ВГД у детей младшей возрастной группы. В большинстве случаев дети спокойно переносили процедуру ТПТ, не предъявляли жалоб на дискомфорт, болевые или любые другие неприятные ощущения. В части случаев поведенческие особенности ребенка не позволили провести измерение методом ТПТ, но при этом возраст ребенка не играл решающей роли. В то же время оценка ВГД методом пневмотонометрии также не во всех случаях была возможна, как в связи с возрастом и отказом ребенка, так и в связи с наличием заболеваний глаз, препятствующих использованию данного метода. Проведенное сравнительное изучение эффективности применения транспальпебральной склеральной тонометрии с помощью тонометра «Тонотест» и корнеальной пневмотонометрии у детей младшего возраста (3,5–5 лет) показало их сопоставимость.

При проведении процедуры отмечено удобство и простота использования тонометра у детей, в том числе у детей раннего возраста. Тонометрия не вызывала негативных реакций, беспокойного поведения и болезненных ощущений у ребенка. Проведение измерения ВГД трансклерально через веко исключало какое-либо воздействие на роговицу и влияние ее толщины на получаемый результат. Возможность использования ТПТ у детей младшей возрастной группы (в нашем исследовании от 5 мес) позволяет расширить возможности контроля ВГД в детской практике, поскольку может использоваться как скрининговое обследование и быть альтернативой пневмотонометрии, а в ряде случаев единственно возможным количественным методом оценки ВГД.

Литература/References

1. Филиппова О.М. Транспальпебральная тонометрия: новые возможности регистрации внутриглазного давления. *Глаукома*. 2004; 1: 54–6. [Filippova O.M. Transpalpebral tonometry: new possibilities of recording intraocular pressure. *Glaucoma*. 2004; 1: 54–6 (In Russ.).]
2. Егоров Е.А., Романова Т.Б., Кац Д.В., Баева Н.Г., Алябьева Ж.Ю. Транспальпебральная тонометрия — перспективный метод контроля внутриглазного давления. РМЖ. *Клиническая офтальмология*. 2016; 2: 75–8. [Egorov E.A., Romanova T.B., Katz D.V., Baeva N.G., Alyabyeva Zh.Yu. Transpalpebral tonometry — the perspective method of the IOP control. *Russian*

- journal of clinical ophthalmology. 2016; 2: 75–8 (In Russ.)). doi: 10.21689/2311-7729-2016-16-2-75-78
3. Дыкин В.И., Иванищев К.В., Корнев Н.П., Михеев А.А., Соломаха В.Н. Устройство для калибровки тонометра динамического типа ТВГ-01. *Медицинская техника*. 2013; 3 (279): 18–20. [Dykin V.I., Ivanishchev K.V., Kornev N.P., Mikheev A.A., Solomakha V.N. Device for calibrating dynamic tonometer TVG-01. *Meditsinskaya tekhnika*. 2013; 3 (279): 18–20 (In Russ.)]. <http://mtjournal.ru/upload/iblock/19f/19f866b102198dca2d05c1c9357e5279.pdf>
4. Иомдина Е.Н., Клевцов Э.А., Иванищев К.В. и др. Экспериментальное моделирование как основа определения оптимальных параметров датчика для транспальпебральной тонометрии. *Вестник офтальмологии*. 2019; 135 (6): 27–32. [Iomdina E.N., Klevtsov E.A., Ivanishchev K.V., et al. Experimental simulation for determining optimal design parameters of a transpalpebral tonometry sensor. *Vestnik oftal'mologii*. 2019; 135 (6): 27–32 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913506127>
5. Карлова Е.В., Золотарев А.В., Милудин Е.С., Першакова А.Е. Транспальпебральная тонометрия у пациентов после сквозной кератопластики. *Клиническая офтальмология*. 2020; 20 (4): 175–9. [Karlova E.V., Zolotarev A.V., Milyudin E.S., Pershakova A.E. Transpalpebral tonometry after penetrating keratoplasty. *Russian journal of clinical ophthalmology*. 2020; 20 (4): 175–9 (In Russ.)]. doi: 10.32364/2311-7729-2020-20-4-175-179
6. Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Кузин М.Н., Петров С.Ю. Перспективы применения тонометра ТВГД-02 для ассистированного мониторинга внутриглазного давления в домашней практике. *Российский офтальмологический журнал*. 2021; 14 (2): 27–35. [Filippova O.M., Bessmertny A.M., Kuzin M.N., Petrov S.Yu. Prospects of using the TVGD-02 tonometer for assisted monitoring of intraocular pressure at home. *Russian ophthalmological journal*. 2021; 14 (2): 27–35 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-2-27-35>
7. Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Кузин М.Н., Петров С.Ю. Перспективы мониторинга внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии. *Медицина*. 2022; 10 (2): 10–24. [Filippova O.M., Bessmertny A.M., Kuzin M.N., Petrov S.Yu. Prospects for monitoring intraocular pressure using transpalpebral tonometry. *Medicine*. 2022; 10 (2): 10–24 (In Russ.)].
8. Кушнаревич Н.Ю., Иомдина Е.Н., Бессмертный А.М., Кузин М.Н. Оценка точности и информативности измерения внутриглазного давления с помощью транспальпебральной тонометрии у пациентов в контактных линзах. *Российский офтальмологический журнал*. 2020; 13 (2): 23–8. [Kushnarevich N.Yu., Iomdina E.N., Bessmertny A.M., Kuzin M.N. Estimation of the accuracy and informativeness of measuring intraocular pressure in patients with their contact lenses on by transpalpebral scleral tonometry. *Russian ophthalmological journal*. 2020; 13 (2): 23–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-23-28>
9. Salazar-Quinones L, Fernández-Vigo JJ, Pérez-Quinones Y, et al. Comparison of intraocular pressure measurements between Easynon transpalpebral tonometry and Perkins, iCare iC100 and Corvis ST, and the influence of corneal and anterior scleral thickness. *Int Ophthalmol*. 2023 Nov; 43 (11): 4121–9. doi: 10.1007/s10792-023-02814-y
10. Шустеров Ю.А., Ахмадырова Б.С., Токсанбаева Д.Е. и др. Сравнительный анализ результатов измерения внутриглазного давления тонометром ТВГД-02 (EASYNON) и тонометром Гольдмана у жителей Казахстана монголоидной расы. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (2): 135–41. [Shusterov Yu.A., Akhmadyarova B.S., Toksambaeva D.E., et al. A comparative analysis of intraocular pressure measurement results by the TVGD-02 tonometer (EASYNON) and the Goldman tonometer in ethnic Asians residing in Kazakhstan. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (2): 135–41 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-2-135-141>
11. Тугеева Э.Э., Бржеский В.В. Особенности измерения внутриглазного давления у детей. *Офтальмологические ведомости*. 2016; 9 (3): 23–31. [Tugeeva E.E., Brzheskiy V.V. Features of measurement of intraocular pressure in children. *Ophthalmology Journal*. 2016; 9 (3): 23–31 (In Russ.)]. doi: 10.17816/ov9323-31
12. Bresson-Dumont H. La mesure de la pression intra-oculaire chez l'enfant [Intraocular pressure measurement in children]. *J Fr Ophthalmol*. 2009 Mar; 32 (3): 176–81. French. doi: 10.1016/j.jfo.2009.03.008.
13. Тугеева Э.Э., Воронцова Т.Н., Бржеский В.В., Зайцева М.В. Влияние основных параметров фиброзной капсулы на результаты различных способов офтальмотонометрии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2015; 10 (2): 38–40. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N., Brzheskiy V.V., Zaytseva M.V. The influence of the fibrous capsule main parameters on the results of different methods of ophthalmotonometry in children. *Russian pediatric ophthalmology*. 2015; 2: 38–40 (In Russ.)].
14. Chan WH, Lloyd IC, Ashworth JL, et al. Measurement of intraocular pressure in children in the UK. *Eye (Lond)*. 2011; 25 (1): 119–20. doi: 10.1038/eye.2010.159
15. Kageyama M, Hirooka K, Baba T, Shiraga F. Comparison of iCare rebound tonometer with noncontact tonometer in healthy children. *J Glaucoma*. 2011 Jan; 20 (1): 63–6. doi: 10.1097/IJG.0b013e3181d12dc4
16. Muir KW, Jin J, Freedman SF. Central corneal thickness and its relationship to intraocular pressure in children. *Ophthalmology*. 2004 Dec; 111 (12): 2220–3. doi: 10.1016/j.ophtha.2004.06.020
17. Doughty MJ, Laiquzzam M, Müller A, Oblak E, Button NF. Central corneal thickness in European (white) individuals, especially children and the elderly, and assessment of its possible importance in clinical measures of intraocular pressure. *Ophthalmic & Physiological Optics*. 2002; 22: 491–504. <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.2002.00053.x>
18. Krzyzanowska-Berkowska P, Asejczyk-Widlicka M, Pierscionek B. Intraocular pressure in a cohort of healthy eastern European schoolchildren: variations in method and corneal thickness. *BMC Ophthalmology*. 2012; 12 (61): 280–9. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-12-618>
19. Bradford YS, Kaminski BM, Repka MX, et al. Comparison of Tono-Pen and Goldmann applanation tonometers for measurement of intraocular pressure in healthy children. *J Am Association for Pediatric Ophthalmol and Strabismus*. 2012; 16 (3): 242–8. doi: 10.1016/j.jaapos.2011.12.150
20. Tonnu PA, Ho T, Newson T, El Sheikh A, et al. The influence of central corneal thickness and age on intraocular pressure measured by pneumotonometry, non-contact tonometry, the Tono-Pen XL, and Goldmann applanation tonometry. *Br J of Ophthalmology*. 2005; 89 (7): 851–4. doi: 10.1136/bjo.2004.056622
21. Flemmons MS, Hsiao YC, Dzau J, et al. iCare rebound tonometry in children with known and suspected glaucoma. *J AAPOS*. 2011 Apr; 15 (2): 153–7. doi: 10.1016/j.jaapos.2010.11.022
22. Wu J, Tzu-En, Chen-Chang Yang, Harn-Shen Chen. Does atropine use increase intraocular pressure in myopic children? *Optometry and Vision Science*. February 2012; 89 (2): 161–7. doi: 10.1097/OPX.0b013e31823ac4c1
23. Lachkar Y, Bouassida W. Drug-induced acute angle closure glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2007; 18: 129–33. doi: 10.1097/ICU.0b013e32808738d5
24. Musleh MG, Bokre D, Dahmann-Noor AH. Risk of intraocular pressure elevation after topical steroids in children and adults: A systematic review. *Eur J Ophthalmol*. 2020 Sep; 30 (5): 856–66. doi: 10.1177/1120672119885050
25. Hadjikitou S, Morgan JE, Wild JM, Smith PE. Ocular complications of neurological therapy. *Eur J Neurol*. 2005 Jul; 12 (7): 499–507.
26. Lu CW, Liu XF, Jia ZF. 2019-nCoV transmission through the ocular surface must not be ignored. *Lancet*. 2020 Feb 22; 395 (10224): e39. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30313-5
27. Yan T, Li Ch, Chen Y, et al. Effect of intraocular pressure on aerosol density generated by noncontact tonometer measurement. *J Glaucoma*. 2020 Sep 15. doi: 10.1097/IJG.0000000000001669
28. Britt JM, Clifton BC, Barnebey HS, et al. Microaerosol formation in noncontact “air-puff” tonometry [J]. *Arch Ophthalmol*. 1991. 109 (2): 225–8. doi: 10.1001/archophth.1991.010800200710466
29. Iomdina EN, Kushnarevich NY. Possibilities of monitoring intraocular pressure in children using EASYNON transpalpebral tonometer. *Int Ophthalmol*. 2022 May; 42 (5): 1631–8. doi: 10.1007/s10792-021-02158-5
30. Weng J, Tsai IL, Kuo LL, et al. Intraocular pressure monitoring by rebound tonometry in children with myopia. *Taiwan J Ophthalmol*. 2017 Jul-Sep; 7 (3): 149–54. doi: 10.4103/tjo.tjo_45_17
31. Martinez-de-la Casa JM, Garcia-Feijoo J, Saenz-Frances F, et al. Comparison of rebound tonometer and Goldmann handheld applanation tonometer in congenital glaucoma. *J Glaucoma*. 2009; 18 (1): 49–52. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31816f760c>
32. Сидоренко Е.И., Бондарь Н.О. Проблемы тонометрии в неонатальной офтальмологии. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2009; 2: 46–9. [Sidorenko E.I., Bondar N.O. Problems of tonometry in neonatal ophthalmology. *Russian pediatric ophthalmology*. 2009; 2: 46–9 (In Russ.)].
33. Fayed MA, Chen TC. Pediatric intraocular pressure measurements: Tonometers, central corneal thickness, and anesthesia. *Surv Ophthalmol*. 2019 Nov-Dec; 64 (6): 810–5. doi: 10.1016/j.survophthal.2019.05.003
34. Strzalkowska A, Pirlich N, Stingl JV, et al. Intraocular pressure measurement in childhood glaucoma under standardized general anaesthesia: The prospective EyeBIS Study. *J Clin Med*. 2022 May 18; 11 (10): 2846. doi: 10.3390/jcm11102846
35. Yulia DE, Tan S. Intraocular pressure measurements in paediatric glaucoma: A narrative review on accuracy, tolerability, and ease of use. *Med J Malaysia*. 2024 Mar; 79 (2): 206–11. PMID: 38553928.
36. Тугеева Э.Э., Воронцова Т.Н. Возможности применения транспальпебрального тонометра ТВГД-01 в детской офтальмологической практике. *Российский медицинский журнал*. 2013; 2: 61–3. [Tugeeva E.E., Vorontsova T.N. Possibilities of transpalpebral tonometry by TVGD-1 in children. *Russian Medical Journal*. 2013; 2: 61–3 (In Russ.)].

Вклад авторов в работу: Е.Н. Иомдина — концепция статьи, анализ данных, написание и редактирование статьи; Н.Ю. Кушнareвич, Т.Ю. Ларина, А.Ю. Панова — сбор и анализ данных.

Authors' contribution: E.N. Iomdina — concept of the study, data analysis, writing and editing of the article; N.Yu. Kushnarevich, T.Yu. Larina, A.Yu. Panova — data collection and analysis.

Поступила: 27.02.2025. Переработана: 02.04.2025. Принята к печати: 03.04.2025

Originally received: 27.02.2025. Final revision: 02.04.2025. Accepted: 03.04.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

Елена Наумовна Иомдина — д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0001-8143-3606

Нина Юрьевна Кушнareвич — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Татьяна Юрьевна Ларина — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Анна Юрьевна Панова — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, ORCID 0000-0003-2103-1570

Для контактов: Елена Наумовна Иомдина,
iomdina@mail.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Elena N. Iomdina — Dr. of Biol. Sci., professor, principal researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0001-8143-3606

Nina Yu. Kushnarevich — Cand. of Med. Sci., senior researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Tatiana Yu. Larina — Cand. of Med. Sci., researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Anna Yu. Panova — Cand. of Med. Sci., researcher, department of pediatric eye pathology, ORCID 0000-0003-2103-1570

For contacts: Elena N. Iomdina,
iomdina@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-50-55>

Жизнестойкость пациентов с саркопеническим ожирением и возрастной патологией органа зрения

А.Е. Копылов¹, Н.М. Агарков²✉, Н.В. Попова¹, М.А. Неудахин¹

¹ ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова», Тамбовский филиал, Рассказовское шоссе, д. 1, Тамбов, 392000, Россия

² ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», ул. 50 лет Октября, д. 94, Курск, 305040, Россия

Катаракта в сочетании с саркопеническим ожирением, формирующимся преимущественно на фоне гиподинамии из-за дефицита зрения, потенциально способствует снижению жизнестойкости. Цель работы — анализ жизнестойкости пациентов, страдающих саркопеническим ожирением и катарактой. Материал и методы. Проведено комплексное клиническое и инструментальное офтальмологическое обследование 135 пациентов 60–74 лет с катарактой и 126 пациентов того же возраста, имеющих катаракту и саркопеническое ожирение. При диагностике катаракты использовались критерии, представленные в клинических рекомендациях. Саркопения определялась по шкале European Working Group on Sarcopenia in older people, дополненной кистевой динамометрией, а ожирение — по индексу массы тела. Жизнестойкость определялась по шкале Connor — Davidson Resilience Scale-25. Результаты. Раздельная оценка жизнестойкости пожилых пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением и катарактой по интегральной шкале Connor — Davidson Resilience Scale-25 свидетельствует о более существенном снижении уровня жизнестойкости пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением со статистически значимым различием между сопоставляемыми группами. При этом, несмотря на существенные различия между группами по большинству поддоменов, у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением и катарактой наибольшее снижение жизнестойкости выявлено по субшкале «безопасность в отношениях» и «позитивность принятых изменений», «устойчивость к неблагоприятным влияниям» и «доверие личным инстинктам». Заключение. Саркопеническое ожирение усугубляет снижение жизнестойкости пациентов с катарактой.

Ключевые слова: катаракта; саркопеническое ожирение; пожилые; жизнестойкость; устойчивость; возрастная патология органа зрения

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Копылов А.Е., Агарков Н.М., Попова Н.В., Неудахин М.А. Жизнестойкость пациентов с саркопеническим ожирением и возрастной патологией органа зрения. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 50–5. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-50-55>

Resilience of patients with sarcopenic obesity and age-related ocular pathology

Andrey E. Kopylov¹, Nikolay M. Agarkov²✉, Natalia V. Popova¹, Mikhail A. Neudakhin¹

¹ S.N. Fedorov Tambov National Medical Research Center “MNTK Eye Microsurgery”, 1, Rasskazovskoe highway, Tambov, 392000, Russia

² Southwest State University, 94, 50 years of October, Kursk, 305040, Russia
vitalaxen@mail.ru

*Cataract in combination with sarcopenic obesity, which is formed mainly against the background of physical inactivity due to vision deficiency, potentially contributes to a decrease in vitality, however, the study of the vitality of patients with sarcopenic obesity and cataract has not been conducted. **Purpose:** to analysis of the resilience of patients suffering from sarcopenic obesity and cataract. **Material and methods.** The study involved 135 patients aged 60–74 with cataracts and 126 patients of the same age with cataract and sarcopenic obesity. All patients underwent a comprehensive clinical and instrumental ophthalmological examination. The appropriate criteria presented in the clinical guidelines were used in the diagnosis of cataract. Sarcopenia was determined by the European Working Group on Sarcopenia in older people scale, supplemented by carpal dynamometry, and obesity was determined by body mass index. Resilience was determined on the Connor — Davidson Resilience Scale-25. **Results.** A separate assessment of the resilience of elderly patients with cataract and sarcopenic obesity and cataract, according to the integral value of the Connor — Davidson Resilience Scale-25, indicates a more significant level of resilience among patients with cataract and sarcopenic obesity with a statistically significant difference between the compared groups. At the same time, despite the significant differences between the groups in most subdomains, in patients with cataract and sarcopenic obesity and cataract, the greatest decrease in vitality was revealed in the subscale of relationship safety and positivity of accepted changes, resistance to adverse influences and trust in personal instincts. **Conclusion.** The results indicate a more pronounced effect on the decrease in resilience of sarcopenic obesity and cataracts than cataracts alone, which is confirmed by integral values of vitality having statistically significant differences between the groups.*

Keywords: cataract; sarcopenic obesity; elderly; resilience; viability; age-related pathology of the organ of vision

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Kopylov A.E., Agarkov N.M., Popova N.V., Neudakhin M.A. Resilience of patients with sarcopenic obesity and age-related ocular pathology. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 50-5 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-50-55>

За последнее десятилетие клиническое определение саркопении несколько раз изменялось в связи с развитием знаний о физиологии мышечной ткани и пониманием ее взаимосвязи с жалобами пациентов. В настоящее время оно определяется как потеря силы, мышечной массы и физической работоспособности, связанной со старением [1]. В пожилом возрасте наблюдается заметное снижение мышечной массы, приводящее к увеличению процента общей жировой массы тела, что потенциально способствует избыточному весу и ожирению у пожилых людей.

Сосуществование саркопении и ожирения распространено в возрастной группе пожилого населения, что привело к появлению термина «саркопеническое ожирение». Саркопеническое ожирение охватывает лиц, страдающих как саркопенией, так и ожирением, сопровождающимся различными сопутствующими метаболическими проблемами [2]. Этот термин имеет относительно короткую научную историю, он впервые был упомянут в работе D. Heber и соавт. [3] в 1996 г. Существуют различные определения этой патологии, что приводит к противоречивым результатам исследований, когда частота саркопенического ожирения и другие характеристики варьируют в значимом диапазоне [2, 4]. R. Baumgartner и соавт. [4] определяли саркопеническое ожирение как одновременное наличие массы скелетных мышц, на два стандартных отклонения ниже среднего значения для молодых людей, и процентное содержание жира в организме, превышающее медиану. T. Kim и соавт. [5] представили новую формулу, определяющую саркопеническое ожирение на основе определения саркопении и методов расчета ожирения.

Развитие саркопенического ожирения, по мнению ученых [6], ассоциируется со зрительным дефицитом, одной из наиболее частых причин которого выступает возрастная катаракта, являющаяся одной из ведущих причин нарушения зрения, особенно в развивающихся странах, где на ее долю приходится почти половина всех случаев слепоты [7, 8]. Катаракта в 2020 г. вызвала слепоту у 17,01 млн человек в мире [9] с наименьшей распространенностью в Западной Европе — 11% [10]. В настоящее время хирургическое вмешательство является единственным эффективным способом

лечения катаракты. Однако хирургия катаракты не получила широкого распространения во многих отдаленных и отсталых регионах из-за слаборазвитой экономики, отстающих медицинских технологий, низкого уровня образования [11] и позднего обращения пациентов за офтальмологической помощью.

Катаракта и саркопеническое ожирение, являющиеся серьезными возрастассоциированными состояниями, влияют на жизнестойкость (устойчивость) пациентов старших возрастных категорий. Жизнестойкость в широком смысле определяется как способность адаптироваться и преуспевать перед лицом медицинских, социальных и других невзгод [12]. Первоначально концептуализированная как стабильная черта характера, жизнестойкость в настоящее время признается как многомерная динамическая способность, на которую влияют как внутренние ресурсы, так и ресурсы окружающей среды [13], существенно снижающиеся при стрессовых состояниях, к которым, безусловно, следует отнести потерю зрения различной степени тяжести, в том числе и вследствие катаракты.

Вместе с тем анализ жизнестойкости пациентов с саркопеническим ожирением и катарактой практически не проводился, и отсутствуют конкретные результаты такого взаимодействия и влияния.

ЦЕЛЬ работы — анализ жизнестойкости пациентов, страдающих саркопеническим ожирением и катарактой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На базе Тамбовского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» проведено обследование 135 пациентов 60–74 лет с катарактой и саркопеническим ожирением (270 глаз), а также 126 пациентов в возрасте 60–74 лет с катарактой (252 глаза). Средний возраст пациентов в сравниваемых группах не имел статистически значимых различий и составлял $69,4 \pm 2,3$ года у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением и $70,8 \pm 2,1$ года у пациентов с катарактой. Клинические группы не имели существенных различий по ведущей соматической патологии и по гендерной структуре: соотношение мужчин и женщин среди пациентов с катарактой и саркопеническим

ожирением составляло 64 и 71 человек, а среди пациентов с катарактой — 60 и 66 человек.

Диагностика катаракты осуществлялась с использованием инструментального сертифицированного отечественного и зарубежного оборудования. Специализированные офтальмологические обследования проводились сертифицированными офтальмологами. Диагноз «катаракта» был установлен на основании помутнения хрусталика, подтвержденного микроскопически, которое соответствовало снижению остроты зрения. Катаракты были классифицированы как задние/передние субкапсулярные, центральные кортикальные помутнения зрительной оси или ядерные > II степени (классификация Эмери — Литтла). Для статистического анализа значения остроты зрения были преобразованы в логарифм минимального угла разрешения (LogMAR). Аномалии рефракции классифицировались как гиперметропические (любой глаз $\geq +3,00$ D), умеренные ($-2,75$ D < оба глаза < $+2,75$ D), миопические ($-5,75$ D < любой глаз $\leq -3,00$ D) или высокомиопические (любой глаз $\leq -6,0$ D).

При диагностике катаракты учитывались критерии, представленные в Клинических рекомендациях «Старческая катаракта» [14]. Ожирение оценивалось по величине индекса массы тела $\geq 30,0$ кг/м², а саркопения — по шкале European Working Group on Sarcopenia in older people и кистевой динамометрии [15].

Изучение жизнестойкости пациентов в указанных группах проведено на основе валидированной в Российской Федерации шкалы Connor — Davidson Resilience Scale-25 [16]. Данная шкала предусматривает 4 варианта ответа на каждый вопрос, которые соответствуют баллам от 1 до 4, и поэтому максимальное количество баллов, набранных каждым пациентом с катарактой и саркопеническим ожирением, составляет 100 баллов. Полученные ответы сформированы в 5 поддоменов: индивидуальное упорство и компетентность, устойчивость к неблагоприятным влияниям и доверие личным инстинктам, безопасность в отношениях и позитивность принятых изменений, уровень контроля, духовная среда. Интерпретация результатов осуществляется на основе набранного числа баллов, и чем оно больше, тем выше жизнестойкость пациентов. Жизнестойкость характеризует способность пожилых пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением противостоять жизненным проблемам, обусловленным той или иной степенью нарушения зрительных функций, и способность преодолевать возникшие проблемы, связанные с нарушением зрения, в том числе с катарактой, поскольку различные пациенты по-

разному относятся к возникшим трудностям и по-разному их разрешают.

Работа выполнена в соответствии с этическими принципами проведения исследования с участием человека Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Declaration of Helsinki), пересмотр 2013 г.

Статистический анализ проводился с использованием IBM SPSS Statistics версии 22 для Windows. Для оценки нормальности распределения данных использовался критерий Колмогорова — Смирнова. Количественные переменные представлены в виде средних значений и среднеарифметических ошибок. При сравнении двух групп для нормально распределенных данных использовался t-критерий Стьюдента, а для ненормально распределенных — U-критерий Манна — Уитни. Для нормально распределенных и гомоскедастичных данных использовался тест ANOVA, для ненормально распределенных или гетероскедастичных данных — тест Краскела — Уоллиса. Различие считалось значимым при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Раздельная оценка жизнестойкости пожилых пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением и катарактой, согласно интегральной величине шкалы Connor — Davidson Resilience Scale-25, свидетельствует о более существенном и статистически значимом снижении уровня жизнестойкости у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением (рисунки). Это, на наш взгляд, обусловлено тем, что пациенты с катарактой и саркопеническим ожирением существенно переживают по поводу вероятной утраты зрения и меньшей предсказуемости результатов лечения.

При анализе составляющих жизнестойкости у пациентов 60–74 лет, имеющих катаракту и саркопеническое ожирение и только катаракту, установлены статистически значимые различия между офтальмологическими группами по большинству субшкал или поддоменов жизнестойкости (таблица).

При этом, несмотря на существенность различий между группами по большинству поддоменов, у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением и катарактой наибольшее снижение жизнестойкости выявлено по субшкале «безопасность в отношениях» и «позитивность принятых изменений», «устойчивость к неблагоприятным влияниям» и «доверие личным инстинктам». Данные компоненты обуславливают ухудшение жизнестойкости преимущественно у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением. Влияние вышеназванных составляющих на жизнестойкость

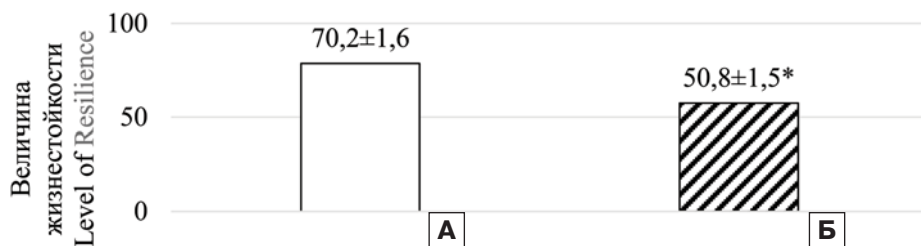


Рисунок. Уровень жизнестойкости пациентов 60–74 лет с катарактой (А) и катарактой с саркопеническим ожирением (Б) ($M \pm m$, баллы). * — статистически значимое различие между группой пациентов 60–74 лет с катарактой и саркопеническим ожирением и группой пациентов 60–74 лет с катарактой, $p < 0,001$

Figure. The level of resilience of patients aged 60–74 years with cataract (A) and cataract with sarcopenic obesity (B) ($M \pm m$, points). * — statistically significant difference between the group of patients aged 60–74 years with cataract and sarcopenic obesity and the group of patients aged 60–74 years with cataract, $p < 0.001$

пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением статистически значимо существеннее, чем у пациентов с катарактой.

В меньшей степени в сопоставляемых офтальмологических группах пожилого возраста обнаруживается влияние другой компоненты жизнестойкости: «индивидуальное упорство и компетентность» — с доминирующим воздействием, как и в прежних случаях, при катаракте с саркопеническим ожирением по сравнению с группой катаракты. Практически одинаковое воздействие на жизнестойкость пациентов 60–74 лет по величине среднего балла оказывает уровень контроля и духовная сфера, причем последний

показатель не имеет статистически значимых различий.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о более выраженном воздействии сочетания катаракты и саркопенического ожирения на жизнестойкость пациентов, чем возрастной катаракты. Известно, что саркопения взаимосвязана со зрительным дефицитом, который является одним из наиболее распространенных сенсорных дефицитов.

Однако влияние комбинации катаракты с саркопеническим ожирением на жизнестойкость пациентов в доступных научных публикациях не представлено. Известно о существенном снижении показателя жизнестойкости пациентов с первичной глаукомой в возрасте 22–80 лет [17], который составляет $61,75 \pm 9,35$ балла, что превышает аналогичный показатель обследованных нами пациентов с катарактой, но значительно ниже, чем у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением. В то же время у пациентов с катарактой, саркопеническим ожирением с катарактой и первичной глаукомой жизнестойкость ниже, чем у здоровых людей [18]. Снижение же жизнестойкости обуславливает негативное адаптивное поведение при возникающих стрессовых событиях у лиц со зрительным дефицитом [19, 20]. По мнению исследователей [19, 20], жизнестойкость позволяет пациентам лучше справляться с негативными последствиями стрессовых событий и в конечном итоге возвращаться к своему прежнему состоянию. При этом жизнестойкость рассматривается как личностная характеристика, на которую влияют врожденные черты и жизненный опыт, но определенные навыки могут быть развиты на протяжении жизни.

Жизнестойкость пациентов с первичной глаукомой значительно коррелирует с качеством жизни [21]. Учитывая, что прогрессирование симптомов глаукомы может оказать негативное влияние на психическое здоровье, люди с более высоким уровнем устойчивости могут более эффективно справляться с повышенным давлением, вызванным наличием хронического заболевания. Обнаружено, что устойчивость является положительным психологическим фактором, который особенно полезен для смягчения негативных эмоций пациентов с глаукомой и повышения их психологической адаптивности. По сравнению с людьми с более низкой устойчивостью те, у кого была более высокая устойчивость, способны энергично реагировать на проблемы, сталкиваясь с различными нагрузками (например, медицинскими расходами и симптомами болезней). Соответственно, когда пациенты с глаукомой сталкивались с различными симптомами, включая нарушения зрения и головную боль, люди с более высоким уровнем устойчивости лучше адаптировались, что в конечном итоге улучшало качество их жизни [21].

В двух работах изучалась связь между объективно измеренными показателями сенсорных нарушений и саркопенией. В перекрестном исследовании L. Smith и соавт. [22] с помощью многофакторного анализа показано, что у пациентов в возрасте ≥ 65 лет с умеренной (ОШ 1,69; 95%-ный ДИ:

Таблица. Особенности составляющих жизнеспособности у пожилых пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением по шкале Connor — Davidson Resilience Scale-25 ($M \pm m$, баллы)

Table. Features of the components of resilience in elderly patients with cataracts and sarcopenic obesity on the Connor — Davidson Resilience Scale-25 ($M \pm m$, points)

Составляющие жизнеспособности Components of resilience	Пациенты 60–74 лет с катарактой без саркопенического ожирения Patients aged 60–74 with cataract without sarcopenic obesity	Пациенты 60–74 лет с катарактой и саркопеническим ожирением Patients aged 60–74 with cataracts and sarcopenic obesity	p
Индивидуальное упорство и компетентность Individual perseverance and competence	$19,6 \pm 1,3$	$17,5 \pm 1,4$	$< 0,05$
Устойчивость к неблагоприятным влияниям и доверие личным инстинктам Resistance to adverse influences and trust in personal instincts	$19,1 \pm 1,5$	$11,2 \pm 1,1$	$< 0,01$
Безопасность в отношениях и позитивность принятых изменений Relationship security and the positivity of accepted changes	$17,3 \pm 1,4$	$11,5 \pm 0,7$	$< 0,001$
Уровень контроля The level of control	$8,0 \pm 0,5$	$5,4 \pm 0,4$	$< 0,001$
Духовная сфера Spiritual realm	$6,2 \pm 0,7$	$5,2 \pm 0,5$	$> 0,05$

1,25–2,27; $p < 0,001$) и тяжелой (ОШ 3,38; 95%-ный ДИ: 1,69–6,77; $p < 0,001$), но не легкой формой зрительного дефицита (ОШ 1,10; 95%-ный ДИ: 0,87–1,40; $p > 0,05$) имеется более высокий риск развития саркопении, чем у пациентов без зрительного дефицита. Результаты оказались схожими при анализе чувствительности с использованием различных способов определения саркопении: «слабая сила» в сравнении со «слабая сила + низкая мышечная масса», «слабая сила + низкая мышечная масса + медленная походка». Аналогичным образом в перекрестном исследовании японцев в возрасте ≥ 65 лет M. Narita и соавт. [23] обнаружили, что у лиц с нарушением обоняния более высокие риски развития саркопении (ОШ 47,8; 95%-ный ДИ: 1,13–2016; $p = 0,04$), установленные после поправки на потенциальные факторы, мешающие ее развитию. Интересно, что стратифицированный по полу анализ показал, что эта связь значима только у женщин (ОШ 36,2; 95%-ный ДИ: 1,01–1406; $p = 0,048$); значимой связи между нарушением вкуса и саркопенией не выявлено.

Однако влияние саркопенического ожирения на жизнестойкость пациентов с катарактой не рассматривалось, что не позволяет сопоставить представленные выше результаты с полученными нами данными у пациентов с более тяжелым гериатрическим статусом, обусловленным саркопеническим ожирением, неоднозначны также результаты оценки влияния возраста на жизнестойкость. Так, было высказано предположение, что старение может быть связано с повышением жизнестойкости из-за большего опыта в решении жизненных проблем. Это означает, что пожилые люди могут быть более устойчивыми и лучше справляться с проблемами болезней и инвалидности, с которыми они сталкиваются в своей жизни, чем пациенты более молодых возрастных подгрупп [24]. Однако разнообразие проблем, с которыми пожилые люди сталкиваются в своей повседневной жизни, такие как хронические заболевания, стресс, выход на пенсию, смерть супруга/супруги и т. д., а также присущее им несоответствие

контекстуальных социальных обстоятельств (например, социально-экономические и культурные различия, качество и доступность услуг социальной поддержки и т. д.) делают глубокое понимание этого явления в различных подгруппах пожилых людей первоочередной задачей. Это могло бы повысить доверие к инициативам, направленным на выявление основных детерминант жизнестойкости в различных выборках населения и последующее ее повышение [24].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возрастная катаракта, как и саркопеническое ожирение, сочетанное с катарактой, приводят к снижению жизнестойкости пожилых пациентов, однако более выраженное влияние оказывает именно сочетание саркопенического ожирения и катаракты, что подтверждено интегральными величинами жизнестойкости, статистически значимо различающимися между группами. Значимые различия выявлены и в структуре доменов жизнестойкости пациентов с катарактой, саркопеническим ожирением и катарактой: у последних в наибольшей степени снижен уровень контроля, а у пациентов с катарактой и саркопеническим ожирением — домен устойчивости к неблагоприятным влияниям и доверия к личным инстинктам. В связи с этим следует признать важным оказание психологической поддержки пациентам с саркопеническим ожирением и катарактой при неблагоприятных или стрессорных событиях для повышения их жизнестойкости.

Литература/References

- Diago-Galmes A, Guillaumon-Escudero C, Tenias-Burillo JM, et al. Sarcopenic obesity in community-dwelling Spanish adults older than 65 years. *Nutrients*. 2023; 15 (23): 4932. doi: 10.3390/nu15234932
- Агарков Н.М., Титов А.А., Корнеева С.И. и др. Метаболический синдром как актуальная проблема здравоохранения (аналитический обзор). *Здравоохранение Российской Федерации*. 2023; 67 (2): 136–41. [Agarkov N.M., Titov A.A., Korneeva S.I., et al. Metabolic syndrome as an urgent health problem (analytical review). *Healthcare of the Russian Federation*. 2023; 67 (2): 136–41 (In Russ.)]. doi: 10.47470/0044-197X-2023-67-2-136-141
- Heber D, Ingles S, Ashley JM, et al. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr*. 1996; 64 (3): 472–7. doi: 10.1093/ajcn/64.3.472s
- Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, et al. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res*. 2004; 12 (12): 1995–2004. doi: 10.1038/oby.2004.250
- Kim TN, Yang SJ, Yoo HJ, et al. Prevalence of sarcopenia and sarcopenic obesity in Korean adults: the Korean sarcopenic obesity study. *Int J Obes (Lond)*. 2009; 33 (8): 885–92. doi: 10.1038/ijo.2009.130
- Ho KC, Gupta P, Fenwick EK, et al. Association between age-related sensory impairment with sarcopenia and its related components in older adults: a systematic review. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2022; 13 (2): 811–23. doi: 10.1002/jcsm.12930
- Xu T, Wang B, Liu H, et al. Prevalence and causes of vision loss in China from 1990 to 2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet Public Health*. 2020; 5 (12): e682–e691. doi: 10.1016/s2468-2667(20)30254-1
- Агарков Н.М., Яблоков М.М., Коняев Д.А. и др. Когнитивные и тревожно-депрессивные нарушения у пациентов, страдающих возрастной макулярной дегенерацией и катарактой. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2021; 23 (2): 83–90. [Agarkov N.M., Yablokov M.M., Konyayev D.A., et al. Cognitive and anxiety-depressive disorders in patients suffering from age-related macular degeneration and cataracts. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2021; 23 (2): 83–90 (In Russ.)]. doi: 10.17816/brmma71307
- Burton MJ, Ramke J, Marques AP, et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *The Lancet Global Health*. 2021; 9 (4): e489–e551. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30488-5
- Османов Р.Э., Аксенов В.В. Распространенность клинических гериатрических синдромов среди пациентов с катарактой. *Научные результаты биомедицинских исследований*. 2023; 9 (2): 268–77. [Osmanov R.E., Aksenov V.V. Prevalence of clinical geriatric syndromes among patients with cataracts. *Research Results in Biomedicine*. 2023; 9 (2): 268–77 (In Russ.)]. doi: 10.18413/2658-6533-2023-9-2-2-9
- Song P, Wang H, Theodoratou E, et al. The national and subnational prevalence of cataract and cataract blindness in China: a systematic review and meta-analysis. *J Glob Health*. 2018; 8 (1): 010804. doi: 10.7189/jogh.08.010804
- Fernandez AC, Fehon DC, Treloar H, et al. Resilience in organ transplantation: An application of the Connor–Davidson Resilience Scale (CD–RISC) with liver transplant candidates. *Journal of personality assessment*. 2015; 97 (5): 487–93. doi: 10.1080/00223891.2015.1029620
- Windle G. What is resilience? A review and concept analysis. *Rev Clin Gerontol*. 2011; 21: 152–69. doi: 10.1017/S0959259810000420
- Клинические рекомендации «Старческая катаракта». Москва: ООО «Ассоциация врачей-офтальмологов»; 2020. [Clinical recommendations “Senile cataract”. Moscow: Association of Ophthalmologists; 2020 (In Russ.)].
- Wei S, Nguyen TT, Zhang Y, et al. Sarcopenic obesity: epidemiology, pathophysiology, cardiovascular disease, mortality, and management. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023; 14: 1185221. doi: 10.3389/fendo.2023.1185221
- Горелик С.Г., Ильницкий А.Н., Прошаев К.И. и др. Опросники и шкалы в геронтологии и гериатрии. *Геронтология*. 2021; 9 (1): 1–91. [Gorelik S.G., Ilitsky A.N., Proshaev K.I., et al. Questionnaires and scales in gerontology and geriatrics. *Gerontology*. 2021; 9 (1): 1–91 (In Russ.)].
- Wang Y, Zhao Y, Xie S, et al. Resilience mediates the relationship between social support and quality of life in patients with primary glaucoma. *Front Psychiatry*. 2019; 10: 22. doi: 10.3389/fpsy.2019.00022
- Cook C, Foster P. Epidemiology of glaucoma: what's new? *Can J Ophthalmol*. 2012; 47: 223–6. doi: 10.1016/j.cjco.2012.02.003
- Teoli DA, Smith MD, Leys MJ, et al. Visual function affects prosocial behaviors in older adults. *Int Ophthalmol*. 2016; 36: 45–54. doi: 10.1007/s10792-015-0080-8
- Popescu ML, Boisjoly H, Schmaltz H, et al. Explaining the relationship between three eye diseases and depressive symptoms in older adults. *Invest Ophthalmol Visual Sci*. 2012; 53: 2308–13. doi: 10.1167/iovs.11-9330
- Ghanei GR, Sayehmiri K, Ebadi A, et al. Resilience of patients with chronic physical diseases: a systematic review and meta-analysis. *Iran Red Crescent Med J*. 2016; 18:e38562. doi: 10.5812/ircmj.38562
- Smith L, Allen P, Pardhan S, et al. Self-rated eyesight and handgrip strength in older adults. *Wien Klin Wochenschr*. 2020; 132 (5–6): 132–8. doi: 10.1007/s00508-019-01597-6
- Harita M, Miwa T, Shiga H, et al. Association of olfactory impairment with indexes of sarcopenia and frailty in community-dwelling older adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2019; 19 (5): 384–91. doi: 10.1111/ggi.13621
- Cosco TD, Koushal A, Richards M, et al. Resilience measurement in later life: a systematic review and psychometric analysis. *Health Qual Life Outcomes*. 2016; 14: 16. doi: 10.1186/s12955-016-0418-6

Вклад авторов в работу: А.Е. Копылов — основная идея и дизайн исследования, сбор и анализ данных; Н.М. Агарков — дизайн исследования, написание статьи; Н.В. Попова, М.А. Неудахин — сбор и анализ данных, поиск литературы.

Authors' contribution: A.E. Kopylov — main idea and design of the study, data collection and analysis; N.M. Agarkov — research design, writing of the article; N.V. Popova, M.A. Neudakhin — data collection and analysis, literature search.

Поступила: 09.04.2024. Переработана: 07.05.2024. Принята к печати: 08.05.2024

Originally received: 09.04.2024. Final revision: 07.05.2024. Accepted: 08.05.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГАУ НМИЦ «МНТК "Микрохирургия глаза"» им. академика С.Н. Федорова», Тамбовский филиал, Рассказовское шоссе, д. 1, Тамбов, 392000, Россия

Андрей Евгеньевич Копылов — канд. мед. наук, заведующий отделением лазерного рефракционного центра, ORCID 0000-0002-3536-1645

Наталья Викторовна Попова — врач-офтальмолог отделения лазерной хирургии, ORCID 0000-0002-6557-4764

Михаил Александрович Неудахин — врач-офтальмолог I отделения, ORCID 0000-0002-9124-1306

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», ул. 50 лет Октября, д. 94, Курск, 305040, Россия

Николай Михайлович Агарков — д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры биомедицинской инженерии, ORCID 0000-0002-4821-3692

Для контактов: Николай Михайлович Агарков,
vitalaxen@mail.ru

S.N. Fedorov Tambov National Medical Research Center "MNTK Eye Microsurgery", 1, Rasskazovskoe highway, Tambov, 392000, Russia

Andrey E. Kopylov — Cand. of Med. Sci., head of the department of the laser refraction center, ORCID 0000-0002-3536-1645

Natalia V. Popova — ophthalmologist, department of laser surgery, ORCID 0000-0002-6557-4764

Mikhail A. Neudakhin — ophthalmologist of the 1st department, ORCID 0000-0002-9124-1306

Southwest State University, 94, 50 years of October St., Kursk, 305040, Russia

Nikolay M. Agarkov — Dr. of Med. Sci., professor, professor of the department of biomedical engineering, ORCID 0000-0002-4821-3692

For contacts: Nikolay M. Agarkov,
vitalaxen@mail.ru



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-56-61>

Understanding depression and role of rehabilitation among the visually impaired: a pilot study

Faisal Khurshid¹, Harshita Pandey¹✉, Ankit Singh²

¹ School of Allied Health Sciences, Galgotias University, Greater Noida, Gautam Budh Nagar, 203201, Uttar Pradesh, India

² Department of Community Medicine, Autonomous State Medical College, Sonbhadra, Uttar Pradesh, 231216, India
harsh21997@gmail.com

*The increasing cases of low vision and blindness have been associated with negative impact on the mental health and quality of life of the person by many researches. Rehabilitation plays a key role in making the patient learn to utilize their potential vision to readjust and function as a part of the society. There are many factors that may play a vital role in causing depression among the visually impaired and this pilot study tries to understand and describe the role of these factors to enable the practitioners to devise an appropriate rehabilitation plan for the patient. The **purpose** of this pilot study was to understand depression in visually impaired people, as well as the function of rehabilitation in mitigating its consequences to structure further research in this field. **Material and methods.** The Hospital Anxiety and Depression (HAD) questionnaire was administered to 30 visually impaired patients (17 females and 13 males of age 18 and above) diagnosed with blindness (VA < 3/60) or low vision (VA < than 6/18 in the better eye and/or visual field up to 20 degrees in better eye) after obtaining their consent. The study evaluated the relationship between depression and a variety of parameters such as the type and onset of visual impairment, rehabilitation services, type and duration of visual rehabilitation and psychological counselling. Mean depression scores were calculated and compared for each category using SPSS. **Results.** According to some of the major findings of this study, multimodal rehabilitation surely has an important impact in lowering depression among visually impaired people. The group that received services involving the use of low visual aids had a mean depression score of 12.00 ± 3.381 while the group that received multidisciplinary rehabilitation services had a mean depression score of 7.20 ± 6.861 (p -value 0.074). Furthermore, psychological counselling was proven to be effective in treating depression in this population. The mean depression score of the group that didn't receive any psychological counselling was significantly higher with a value of 12.60 ± 5.835 in comparison to the group that received psychological counselling having a mean depression score of 5 ± 3.33 (p -value 0.001). **Conclusion.** This pilot study concludes that visual impairment is associated with depression and rehabilitation can play an important role in lowering its incidence. Moreover, a multimodal approach can prove beneficial and should be adopted by the eye care practitioners. Psychological counselling should be made mandatory for the patients with visual impairment at the time of receiving a diagnosis and well as throughout the course of treatment and rehabilitation.*

Keywords: visual impairment; depression; psychological counselling; visual rehabilitation

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Khurshid F., Pandey H., Singh A. Understanding depression and role of rehabilitation among the visually impaired: a pilot study. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 56-61. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-56-61>

Оценка депрессии и роли реабилитации лиц с нарушениями зрения: пилотное исследование

Файсал Куршид¹, Харшита Пандей¹✉, Анкит Сингх²

¹ Школа смежных медицинских наук, Университет Галготиас, Большая Нойда, Гаутам Будх Нагар, 203201, Уттар-Прадеш, Индия

² Факультет общественной медицины, Автономный государственный медицинский колледж, Сонбхадра, Уттар-Прадеш, 231216, Индия

Многие исследователи указывают на ассоциацию между участвовавшими случаями слепоты и слабовидения, и негативным состоянием психического здоровья и качества жизни человека. Реабилитация играет ключевую роль в обучении пациента использовать свои зрительные возможности для адаптации и функционирования в обществе. Существует множество факторов, которые могут играть важную роль в возникновении депрессии у людей с нарушениями зрения, и данное пилотное исследование пытается понять и описать роль этих факторов, чтобы позволить практикующим врачам разработать подходящий план реабилитации пациента. **Цель** этого пилотного исследования — оценить проявления депрессии у людей с нарушениями зрения, а также возможности реабилитации в смягчении ее последствий для структурирования дальнейших исследований в этой области. **Материал и методы.** Анкета для выявления тревоги и депрессии (Hospital Anxiety and Depression, HAD) была предложена 30 пациентам с нарушениями зрения (17 женщинам и 13 мужчинам старше 18 лет) — слепым (с остротой зрения < 3/60) или слабовидящим (острота зрения < 6/18 на лучшем глазу и/или поле зрения меньше 20° на лучшем видящем глазу) после получения их согласия. Оценивалась связь между депрессией и различными параметрами, такими как тип и начало нарушения зрения, средства, вид и продолжительность зрительной реабилитации и психологическое консультирование. Рассчитывались средние баллы оценки депрессии, проведено их статистическое сравнение для каждой категории с помощью SPSS. **Результаты.** Установлено, что мультимодальная реабилитация, безусловно, снижает уровень депрессии у людей с нарушениями зрения. В группе, где использовались только зрительные средства помощи слабовидящим средний балл депрессии составлял $12,000 \pm 3,381$, в то время как у пациентов, получавших многопрофильную реабилитацию, средний балл депрессии был значимо ниже — $7,200 \pm 6,861$ ($p = 0,074$). Кроме того, показано, что психологическое консультирование эффективно в лечении депрессии в этой популяции. Средний балл уровня депрессии в группе пациентов, не получавших психологического консультирования, был значительно выше — $12,60 \pm 5,835$, чем в группе, где такое консультирование проводилось — $5,00 \pm 3,33$ ($p = 0,001$). **Заключение.** Данное пилотное исследование продемонстрировало, что зрительные нарушения связаны с депрессией, и реабилитация может играть важную роль в снижении их развития. Мультимодальный подход может оказаться полезным и должен быть принят на вооружение специалистами по охране зрения. Психологическое консультирование должно быть обязательным для пациентов с нарушениями зрения как при постановке диагноза, так и на протяжении всего курса лечения и реабилитации.

Ключевые слова: нарушение зрения; депрессия; консультация психолога; зрительная реабилитация

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Куршид Ф., Пандей Х., Сингх А. Оценка депрессии и роли реабилитации лиц с нарушениями зрения: пилотное исследование. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 56-61. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-56-61>

According to World Health Organization (WHO), “a person with low vision is one who has impairment of visual functioning even after treatment and/or standard refractive correction, and has a visual acuity of less than 6/18 to light perception, or a visual field of less than 10 degree from the point of fixation, but who uses, or is potentially able to use, vision for planning and/or execution of a task” [1]. Patients having visual acuity worse than 3/60 are termed as blind by WHO [2]. According to WHO, visual impairment can be divided as per the levels of visual acuity (VA) into moderate (VA between 6/18 to 6/60) and severe visual impairment (VA between 6/60 to 3/60) and blindness (VA worse than 3/60) [1].

The increasing cases of low vision and blindness have been associated with negative impact on the mental health and quality of life of the person by many researches [3]. Depression and anxiety are being referred to one of the most common consequences of visual impairment [3]. Research suggests that disease-specific stress can be a major cause of depression in people with chronic health conditions [4, 5]. Subjective emotional responses to visual impairment have been described in many studies and include anxiety, frustration, solitude, and embarrassment [6]. We know that vision loss has a direct impact on physical disability and can lead to limitations in daily life activities so the visual impairment being the major cause of deteriorating mental health status in low vision patients cannot be ruled out.

Rehabilitation, however can reduce both the incidence as well as severity of depression amongst the visually impaired. In addition to teaching methods to enhance daily visual functioning, low vision rehabilitation attempts to best utilize the potential vision following severe vision loss. Helping people adjust to permanent visual loss and enhancing psychosocial functioning are two additional goals.

These abilities encourage autonomy and social engagement. In the long run, low vision therapy should enhance the quality of life for those who are visually impaired [7].

Bearing this in mind, this study aimed to understand and describe the mental health status and the role of rehabilitation in the visually impaired.

MATERIAL AND METHODS

This descriptive cross-sectional pilot study was conducted on 30 subjects, recruited from patients presenting in the outpatient departments of ophthalmology of various hospitals in New Delhi and NAB India Centre for Blind Women & Disability Studies, Hauz Khas, New Delhi, having with visual impairment.

All the subjects of age 18 and above, diagnosed with blindness (VA < 3/60) or low vision (VA than 6/18 in the better eye and/or visual field up to 20 degrees in better eye) were included in the study and subjects having chronic diseases, subjects already on medications for depression and anxiety and unwilling patients were excluded. Medical records of the patients were evaluated and the subjects fulfilling the selection criteria were enrolled after obtaining a written consent from them.

All the demographic data including the age, gender, marital status, occupation, etc. were recorded as per the pre-set case recording format. The Hospital Anxiety and Depression (HAD) Scale was used to assess the depression scores amongst the recruited subjects [8, 9]. The questionnaire in both English and Hindi was administered to each and every subject verbally to evaluate their mental health status. The HAD Scale is a questionnaire that evaluates symptoms of both anxiety and depression. The HAD Scale consists of 14 questions, 7 related to anxiety and the other

7 related to depression. Although, HAD Scale is often used in conjunction with other assessments, it is not a comprehensive diagnostic tool for detecting depression. However, it can be helpful in detecting depression and anxiety in the early stages. By identifying the symptoms early on, healthcare professionals can offer interventions and treatments to prevent the condition from worsening. Therefore, the HAD Scale is a valuable tool for healthcare providers to assess anxiety and depression symptoms in their patients [10]. However, in this study only depression scores were calculated and analyzed as per the HAD scale reading wherein, scores of 0–7 were considered normal, 8–10 were borderline, and scores of > 11 were considered abnormal.

Subjects were classified under various categories on the basis of gender, type and onset of visual impairment, rehabilitation services, type and duration of visual rehabilitation and psychological counselling as summarized in Table 1.

Statistical Analysis. Descriptive and inferential analysis of the obtained data was done using SPSS software. The association of depression with various factors such as gender, type and onset of visual impairment, rehabilitation services, type and duration of visual rehabilitation and psychological counselling, was analyzed and described. Pearson chi-square test was used to determine if there is a significant association between level of depression and other categorical variables in the study and T-test was used confirm if there was any significant difference in means depression scores in various test groups. Post Hoc test was used to draw multiple comparisons within the groups. A p-value of < 0.05 was considered significance. Results were represented using tables and charts.

RESULTS

Gender-wise statistics. In this study, a total of 30 subjects were enrolled, out of which 17 (56.7%) were females and 13 (43.3%) were males. The study evaluated depression scores in both men and women. The mean depression score in females was 10 ± 7.133 and that in males was 10.15 ± 5.145 . There was no significant difference in depression scores between males and females, with a p-value of 0.98.

We calculated the depression scores in both males and females and categorized them as normal, borderline, and abnormal. Among the total participants, 8 females (47.1%) and

6 males (46.2%) were in normal score category with no significant differences between males and females mean scores (p-value 0.6). 1 female (5.9%) fell into the borderline score category, while no male (0%) was categorized in this group (p-value = 0.54). 8 females (47.1%) and 7 males (53.8%) fell into abnormal score category, making a total of 15 individuals (p-value 0.83).

Correlation with Age. The mean age of the participants was 36.83 ± 12.382 and average depression score of total subjects was 10.07 ± 6.247 . A negative correlation between age and depression scores was found suggesting that depression ratings probably decrease as one gets older, and vice versa. The correlation coefficient of -0.318 indicates, however, a modest association between age and depression scores.

Description and Comparison of Depression Scores in Subjects Classified on the Basis of Severity of Visual Impairment. The study graded the severity of visual impairment into three categories: mild, moderate, and severe. Mild: 2 of the participants had a mild level of visual impairment (6.7% of the total sample). Moderate: A total of 9 participants (30.0% of the sample) had a moderate level of visual impairment. Severe: The majority of the participants, 19 people, had severe visual impairment (63.3% of the total sample). The study compared the severity of visual impairment with the participants' depression scores. Among the participants, 2 individuals had mild visual impairment, their mean depression scores were 9.00 ± 2.8 . 9 participants had moderate visual impairment; their mean depression score was 11.44 ± 3.712 . The majority of the participants (19 individuals) had severe visual impairment; their mean depression score was 9.53 ± 7.41 . The p-value was 0.745, which indicates that there is no statistically significant association between the severity of visual impairment and depression scores. In other words, the data does not provide evidence to suggest a significant relationship between visual impairment severity and depression scores in this study.

Description and Comparison of Depression Scores Among Subjects Divided on the Basis of the Type of Visual Impairment (Congenital or Acquired). 36.7% (11 subjects) had a congenital visual impairment while 63% (19 subjects) had an acquired type of visual impairment. The 11 subjects having a congenital visual impairment had significantly lower depression scores with a mean of 7.36 ± 5.853 than 19 participants having acquired visual impairment with mean depression score of 11.63 ± 6.066 (p-value 0.071) (Table 2).

Description and Comparison of Depression Scores Among Subjects Classified on the basis of Onset of Visual Impairment (Gradual or Sudden). Among the total subjects 66.7% (20 participants) had a gradual onset of the visual impairment, while the remaining 33.3% (10 participants) of the subjects had sudden onset. Our study did not find any significant difference between the mean depression scores in the two categories. The mean value of the depression score for participants having the gradual onset was 9.10 ± 5.190 . The mean value of the depression score for the participants having sudden onset was 12.00 ± 7.916 (p-value 0.237).

Description and Comparison of Depression Scores on the Basis of Reception of any Rehabilitation Services. Out of the total subjects, 60% (18 subjects) received some kind of rehabilitation services while 40% (12 subjects) didn't receive any kind of rehabilitation service.

Table 1. Summary of division of subjects into test groups

Таблица 1. Разделение пациентов на группы исследования

S. No.	Category Категория	Sub-category Подгруппы		
1	Gender Пол	Male Мужской	Female Женский	
2	Type of visual impairment Тип зрительных нарушений	Congenital Врожденное	Acquired Приобретенное	
3	Onset Начало	Gradual Постепенное	Sudden Внезапное	
4	Type of Rehabilitation Received Тип реабилитации	Low Vision Aids Средства для слабовидящих	Multidisciplinary Rehabilitation Мультидисциплинарная реабилитация	
5	Received Psychological Counselling Получение психологического консультирования	Yes Да	No Нет	
6	Severity of Visual Impairment Степень зрительных нарушения	Mild Легкая	Moderate Средняя	Severe Тяжелая
7	Duration of Rehabilitation Длительность реабилитации	< 4 months < 4 мес	> 4 months > 4 мес	
8	HAD Score Interpretation Вывод по результатам балльной оценки	Normal Норма	Borderline Пограничное состояние	Abnormal Аномалия

Although not significant, but among the participants that did not receive any rehabilitation, mean depression score was higher (11.38 ± 6.665) than participants who received some sort of rehabilitation (9.06 ± 5.910) (p-value 0.321).

The participants that received rehabilitation services were further classified in two groups on the basis of the type of rehabilitation services received. The first group consisted on participants who received only low-visual aids and the second group was of participants who received multidisciplinary rehabilitation. There was a significant difference between the mean depression scores between the two groups with mean depression scores of 12.00 ± 3.381 in the first group and 7.20 ± 6.861 in the second group (p-value 0.074) (Table 3).

Description and Comparison of Depression Scores Among Subjects Divided on the Basis of Duration of Rehabilitation Received. The mean depression score in 5 subjects who received rehabilitation for less than 4 months was 15.00 ± 3.367 , which was higher than in 13 subjects who received rehabilitation for more than 4 months and had a mean depression score of 7.23 ± 5.325 . The difference of means between the two groups was significant with a p-value of 0.05 (Table 4).

Description and Comparison of Depression Scores Among Subjects Divided on the Basis of Reception of Psychological Counselling. Among the total subjects, 66.7% (20 subjects) did not receive any psychological counselling throughout the course of their diagnosis and treatment, while 33.3% (10 subjects) participants received some psychological counselling. Among the 20 subjects that didn't receive any psychological counselling, the mean depression score was significantly higher with a mean value of 12.60 ± 5.835 in comparison to the 10 subjects that received psychological counselling having a mean depression score of 5 ± 3.33 (p-value 0.001) (Table 5).

DISCUSSION

As suggested by existing literature, 1 out of every 4 individuals having visual impairment suffer from depression [11]. The results of this study also highlight the fact that there is indeed an association of depression with visual impairment. It is important to understand that individuals who are faced with irreversible visual loss, or receive a diagnosis of having a condition that cannot be cured, might have a significant effect on their mental health.

On comparing the mean depression scores between males and females, no significant difference was found between the two groups, suggesting that both males and females suffer equally from depression. However, although not significant, age was observed to have a negative correlation with depression scores of the subjects. This could be due to the idea of being different from peers, feeling

Table 2. Division of subjects based on type of visual impairment and the mean depression score in the two groups

Таблица 2. Балльная оценка депрессии при врожденных и приобретенных нарушениях зрения

Type of Visual Impairment Тип зрительных нарушений	n	Mean Depression Scores Средний балл	Std. Deviation Стандартное отклонение	p-value Значимость различий
Congenital Врожденные	11	7.36	5.853	0.071
Acquired Приобретенные	19	11.63	6.066	

Table 3. Mean depression scores among the subjects divided on the basis of the type of rehabilitation received

Таблица 3. Средние показатели депрессии у пациентов в зависимости от типа полученной реабилитации

Type of Rehabilitation Service Received Тип полученной реабилитации	n	Mean Depression Scores Средний балл	Std. Deviation Стандартное отклонение	p-value Значимость различий
Low Visual Aids Средства для слабовидящих	8	12.00	3.381	0.074
Multidisciplinary Rehabilitation Мультидисциплинарная реабилитация	10	7.20	6.861	

Table 4. Mean depression scores in subjects divided on the basis of duration of rehabilitation services received

Таблица 4. Средние показатели депрессии у пациентов в зависимости от продолжительности реабилитации

Duration of Rehabilitation Received Продолжительность реабилитации	n	Mean Depression Scores Средний балл	Std. Deviation Стандартное отклонение	p-value Значимость различий
< 4 months < 4 мес	5	15.00	3.367	0.05
> 4 months > 4 мес	13	7.23	5.325	

Table 5. Mean depression score among the subjects divided on the basis of reception of psychological counselling

Таблица 5. Средний балл депрессии пациентов, получавших и не получавших консультацию психолога

Psychological Counselling Консультация психолога	n	Mean Depression Scores Средний балл	Std. Deviation Стандартное отклонение	p-value Значимость различий
No Нет	20	12.60	5.835	0.001
Yes Да	10	5.00	3.333	

of isolation, not being able to pursue a career as good as they could have otherwise secured and not being able to lead a normal life, amongst the younger age groups [12].

Severity of visual impairment was not found to have any significant effect on the depression scores. It was observed that, although not significant, but the onset and type of visual impairment certainly affected the depression scores of the subjects. The mean depression scores were higher amongst the subjects who had a sudden onset of visual impairment than those who had a gradual onset. We believe that depression is caused due to maladaptation to one's surroundings [13]. When the onset of visual impairment is sudden, individuals are not prepared to cope up with

the loss, leading to higher incidence of depression. Similarly, when the impairment is congenital, the child has already come to terms with the situation and perhaps, adapts better than those who have acquired the condition in later stages of life [14]. In our study as well, the mean depression scores were higher amongst the subjects having an acquired condition than those having a congenital condition causing visual impairment.

Rehabilitation plays a vital role in making the visually impaired adjust to their surroundings in a new way by utilizing their residual visual potential and ultimately improve their quality of life. In this study, the subjects were divided under two categories on the basis of rehabilitation. The first category comprised of individuals who never got any rehabilitation for their condition and the second category included the subjects who received any type of rehabilitation. Subjects who received any sort of rehabilitation were further sub-divided into subjects who were given low visual aids for their conditions without any other rehabilitation and subjects who received a multidisciplinary approach to rehabilitation including occupational training, mobility training, vocational training, house training and psychological training. It was observed that the subjects who received a multidisciplinary rehabilitation had much lower mean depression score in comparison to those who did not receive any rehabilitation for their condition or those who were just prescribed low visual aids without any additional trainings. This amplifies the importance of multidisciplinary approach to rehabilitation for the visually impaired.

Duration for which an individual had received rehabilitation services also seems to play an important role in uplifting the mental health of the individual. In this study we found that subjects who received rehabilitation services for a duration of at least 4 months or more had significantly much lesser mean depression scores than those who received the services for a duration of less than 4 months.

The role of psychological counselling cannot be overlooked when talking about rehabilitating the visually impaired [15]. Our study found a significant difference between the mean depression scores of subjects who received a psychological counselling and those who did not receive it. The depression scores were much higher amongst those who did not receive psychological counselling throughout their course of treatment or diagnosis. It is very important to understand that an individual suffering visual impairment is most likely to have a deteriorated psychological state but is still least likely to seek for psychological help at this point of time. A low vision practitioner should have adequate knowledge of not only counselling the patient but also to decide when to refer the patient for psychological assessment and help. In-fact we believe that it should be mandatory to refer the visually impaired patients for psychological evaluation.

Other important factors that may be important for understanding depression in the visually impaired can be lack of independence, impaired mobility, being dependent on others for their daily living activities (DLA), feeling secluded or isolated from the society, family support, source of income, lack of confidence and feeling abnormal. While collecting the data for this study, we came across subjects who were receiving rehabilitation in special centers dedicated to visual rehabilitation. While talking to these subjects we realized that they were much more confident than those who either did not receive any rehabilitation or received rehabilitation in hospitals individually. This could be because these subjects had a chance to witness people like them leading a normal life. We infer that, the perception of a dark future is likely an important factor for causing depression among these individuals. Support groups and rehabilitation centers can play a key role in improving mental health status and quality of life of such individuals.

Ultimately, the role of low vision practitioners, optometrists and ophthalmologists is very important in providing optimal services to the visually impaired. Dealing these patients with empathy while providing a component of normalcy is very important. Since eyecare practitioners are among the first contact points of these patients, they play a vital role in defining their “new normal”. This makes it necessary for the eye care practitioners to have a knowledge of the rehabilitation process and local rehabilitation resources. Selecting the right rehabilitation approach can turn out to be crucial in improving the quality of life of these patients.

One of the limitations of this study was its small sample size, we believe that having a larger sample size could help in better understanding of depression and associated factors. Another limitation was short duration and cross-sectional design, a before and after design could provide much valuable data regarding the role of rehabilitation in the visually impaired. However, this pilot study can contribute to become a basis to reshape further research in this field.

CONCLUSION

Mental health is the most important part of a human's life, and it is related to the general functioning of an individual in a society. With many studies suggesting that visual imparity might be a substantial cause of depression, anxiety, and stress, we propose that mental and psychological checkup of visually impaired patients be also included in the history taking and treatment module. This study concludes that visual impairment is associated with depression and rehabilitation can play an important role in lowering its incidence. Moreover, a multimodal approach, which includes sessions of psychological counselling can prove beneficial and should be adopted by the eye care practitioners.

Литература/References

1. Update IC, Platform R. Change the definition of blindness. WHO. WHO <http://www.who.int/blindness/en/index.html> (consultado: 12/12/2011).
2. Stevens GA, White RA, Flaxman SR, et al. Global prevalence of vision impairment and blindness: magnitude and temporal trends, 1990–2010. *Ophthalmology*. 2013 Dec 1; 120 (12): 2377–84.
3. Zamzam AM. Understanding the correlation between visual impairment and mental health: A literature review. *Sriwijaya Journal of Ophthalmology*. 2021 Aug 26; 4 (1): 58–63. <https://doi.org/10.37275/sjo.v4i1.57>
4. Zalai D, Szeifert L, Novak M. Psychological distress and depression in patients with chronic kidney disease. In: *Seminars in dialysis*. 2012 Jul; 25 (4): 428–8. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
5. Bisschop MI, Kriegsman DM, Beekman AT, Deeg DJ. Chronic diseases and depression: the modifying role of psychosocial resources. *Soc Sci Med*. 2004 Aug; 59 (4): 721–33. doi: 10.1016/j.socscimed.2003.11.038
6. Rees G, Tee HW, Marella M, et al. Vision-specific distress and depressive symptoms in people with vision impairment. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010 Jun; 51 (6): 2891–6. doi: 10.1167/iops.09-5080
7. Van Nispen RM, Virgili G, Hoeben M, et al. Low vision rehabilitation for better quality of life in visually impaired adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020 Jan 27; 1 (1): CD006543. doi: 10.1002/14651858.CD006543.pub2
8. Zigmond AS, Snaith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand*. 1983 Jun; 67 (6): 361–70. doi: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x
9. Hartung TJ, Friedrich M, Johansen C, et al. The hospital anxiety and depression scale (HADS) and the 9 item patient health questionnaire (PHQ 9) as screening instruments for depression in patients with cancer. *Cancer*. 2017 Nov 1; 123 (21): 4236–43. doi: 10.1002/cncr.30846
10. Mykletun A, Stordal E, Dahl AA. Hospital Anxiety and Depression (HAD) scale: factor structure, item analyses and internal consistency in a large population. *Br J Psychiatry*. 2001 Dec; 179: 540–4. doi: 10.1192/bjp.179.6.540
11. Parravano M, Petri D, Maurutto E, et al. Association between visual impairment and depression in patients attending eye clinics: a meta-analysis. *JAMA Ophthalmol*. 2021 Jul 1; 139 (7): 753–61. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2021.1557
12. Kizilaslan A, Kizilaslan MM. Anxiety in visually impaired students about the future. *International Journal of Evaluation and Research in Education*. 2018 Jun; 7 (2): 152–8. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1183749>

13. Kanter JW, Busch AM, Weeks CE, Landes SJ. The nature of clinical depression: Symptoms, syndromes, and behavior analysis. *The Behavior Analyst*. 2008 Spring; 31 (1): 1–21. doi: 10.1007/BF03392158
14. Bolat N, Dogangun B, Yavuz M, Demir T, Kayaalp L. Depression and anxiety levels and self-concept characteristics of adolescents with congenital complete visual impairment. *Turk Psikiyatri Derg*. 2011 Summer; 22 (2): 77–82. PMID: 21638229.
15. Hodge S, Barr W, Bowen L, Leeven M, Knox P. Exploring the role of an emotional support and counselling service for people with visual impairments. *Br Journ of Vis Impairment*. 2013 Jan; 31 (1): 5–19. <https://doi.org/10.1177/026461961246>

Author's contribution: F. Khurshid — concept and design of the study, data collection and analysis, writing of the article; H. Pandey — concept and design of the study, writing and editing of the article; A. Singh — data statistical processing.

Вклад авторов в работу: Ф. Куршид — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, написание статьи; Х. Пандей — концепция и дизайн исследования, написание и редактирование статьи; А. Сингх — статистическая обработка данных.

Поступила: 19.07.2024. Переработана: 12.09.2024. Принята к печати: 11.10.2024

Originally received: 19.07.2024. Final revision: 12.09.2024. Accepted: 11.10.2024

INFORMATION ABOUT AUTHORS/ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

School of Allied Health Sciences, Galgotias University, Greater Noida, Gautam Budh Nagar, 203201, Uttar Pradesh, India

Faisal Khurshid — student, Department of optometry

Harshita Pandey — Assistant Professor, Department of optometry, ORCID 0000-0002-8841-4392

Department of Community Medicine, Autonomous State Medical College, Sonbhadra, Uttar Pradesh, 231216, India

Ankit Singh — Assistant Professor, cum statistician, Department of Community medicine, ORCID 0000-0001-9896-047X

For contacts: Harshita Pandey,
harsh21997@gmail.com

Школа смежных медицинских наук, Университет Галготиас, Большая Нойда, Гаутам Будх Нагар, 203201, Уттар-Прадеш, Индия

Файсал Куршид — студент, отделение оптометрии

Харшита Пандей — доцент, отделение оптометрии, ORCID 0000-0002-8841-4392

Факультет общественной медицины, Автономный государственный медицинский колледж, Сонбхадра, Уттар-Прадеш, 231216, Индия

Анkit Сингх — доцент, специалист по статистике, кафедра общественной медицины, ORCID 0000-0001-9896-047X

Для контактов: Харшита Пандей,
harsh21997@gmail.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-62-68>



Биомеханические показатели фиброзной капсулы глаза при синдроме пигментной дисперсии и пигментной глаукоме и их изменение после периферической иридэктомии

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, д. 19, Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Россия

² ГБУЗ «НИИ — Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского», ул. 1 Мая, д. 167, Краснодар, 350086, Россия

³ Клиника заботы о зрении «3Z», ул. Красных Партизан, д. 18, Краснодар, 350047, Россия

⁴ ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Минздрава Краснодарского края, пл. Победы, д. 1, Краснодар, 350007, Россия

⁵ ГБУЗ РА «Адыгейская республиканская клиническая больница», ул. Жуковского, д. 4, Майкоп, 385000, Россия

Цель работы — изучить особенности биомеханических свойств фиброзной капсулы глаза при синдроме пигментной дисперсии (СПД) и пигментной глаукоме (ПГ), а также оценить влияние периферической иридэктомии (ПИЭ) при этих состояниях на биомеханику глаза. **Материал и методы.** Проведено сравнение биомеханических показателей 45 глаз 23 пациентов с СПД (26 глаз) и ПГ (19 глаз) в возрасте $33,6 \pm 1,5$ года. На 5 глазах пациентов этой группы было проведено кераторефракционное вмешательство («Фемто СуперЛАСИК»). На 34 глазах с СПД и ПГ была произведена ПИЭ. Обследовано также 30 глаз с миопией без СПД и ПГ в возрасте $40,2 \pm 1,8$ года (группа сравнения) и 18 глаз пациентов с эметропией без глаукомы в возрасте $37,00 \pm 1,93$ года (группа контроля). Биомеханические показатели и биомеханически скорректированное ВГД (bIOP) определяли с помощью Pentacam (Oculus) и CorVis ST. **Результаты.** Глаза с СПД и ПГ достоверно не отличались по биомеханическим параметрам от миопических глаз без СПД и ПГ. В то же время биомеханический глаукомный фактор (BGF) при СПД и ПГ был ниже, чем при миопии ($p = 0,025$ и $p = 0,015$), что косвенно характеризует фиброзную оболочку глаз с СПД и ПГ как более ригидную. SSI (показатель внутренней жесткости роговицы) глаз с СПД, ПГ и миопией оказался сниженным в сравнении со здоровыми эметропичными глазами ($p = 0,000$, $p = 0,019$, $p = 0,005$ соответственно). После проведения ПИЭ уровень bIOP снизился ($p = 0,015$), изменились значения характеристик жесткости роговицы — увеличился Integr. Radius ($p = 0,002$) и снизился показатель SP-A1 ($p = 0,022$), что говорит о снижении жесткости ткани роговицы. При этом BGF увеличился ($p = 0,026$) и достиг соответствующих значений близоруких глаз без СПД и ПГ. **Заключение.** С учетом сниженного индекса SSI кераторефракционное вмешательство при СПД и ПГ следует проводить с осторожностью. ПИЭ при СПД и ПГ можно рекомендовать не только для снижения ВГД, но также для нормализации показателей биомеханики и приближении их значений к параметрам близорукого глаза без СПД и ПГ.

Ключевые слова: синдром пигментной дисперсии; пигментная глаукома; периферическая иридэктомия; центральная толщина роговицы; тонометрия; роговично-компенсированное давление; биомеханические свойства фиброзной оболочки глаза

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Благодарность: исследование проводилось при поддержке гранта Минобрнауки России ФГБОУ ВО «МГТУ», приказ № 66 от 07.02.2014 (НП123-2024).

Для цитирования: Малышев А.В., Апостолова А.С., Сергиенко А.А., Тешев А.Ф., Карапетов Г.Ю., Ашхамахова М.К., Хацукова Б.Н. Биомеханические показатели фиброзной капсулы глаза при синдроме пигментной дисперсии и пигментной глаукоме и их изменение после периферической иридэктомии. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 62–8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-62-68>

Biomechanical parameters of the eye fibrous capsule in pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma and their changes after peripheral iridectomy

Aleksey V. Malyshev^{1,2}, Anastasia S. Apostolova^{1,3✉}, Aleksey A. Sergienko^{1,4}, Adam F. Teshev^{1,5}, Garry Yu. Karapetov^{1,2}, Marina K. Ashkhamakhova^{1,5}, Bella N. Hatsukova^{1,5}

¹ Maykop State Technological University, 19, Pervomaiskaya St., Maykop, Adygea Republic, 385000, Russia

² Scientific Research Institution — S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital No. 1, 167, 1 May St., Krasnodar, 350086, Russia

³ Vision care clinic “3Z”, 18, Krasnykh Partizan St., Krasnodar, 350047, Russia

⁴ Children’s Regional Clinical Hospital, 1, Pobedy Square, Krasnodar, 350007, Russia

⁵ Adygean Republican Clinical Hospital of the Republic of Adygea, 4, Zhukovsky St., Maikop, 385000, Russia
apostolovan@mail.ru

Purpose of the work was to study the features of biomechanical properties of the fibrous capsule of the eye in pigment dispersion syndrome (PDS) and pigment glaucoma (PG), and to evaluate the effect of peripheral iridectomy (PIE) in these conditions on the biomechanics of the eye. **Material and methods.** Biomechanical parameters of 45 eyes of 23 patients with PDS (26 eyes) and PG (19 eyes) aged 33.6 ± 1.5 years were compared. Keratorefractive surgery (Femto Super LASIK) was performed on 5 eyes of patients in this group. PIE was performed on 34 eyes with PDS and PG. The examination also included 30 eyes with myopia without PDS and PG aged 40.2 ± 1.8 years (comparison group) and 18 eyes of patients with emmetropia without glaucoma aged 37.00 ± 1.93 years (control group). Biomechanical parameters and biomechanically corrected IOP (bIOP) were determined using Pentacam (Oculus) and CorVis ST. **Results.** Eyes with SPD and PG did not significantly differ in biomechanical parameters from myopic eyes without SPD and PG. At the same time, the biomechanical glaucoma factor (BGF) in SPD and PG was lower than in myopia ($p = 0.025$ and $p = 0.015$), which indirectly characterizes the fibrous membrane of the eyes with SPD and PG as more rigid. SSI (an indicator of internal corneal rigidity) of the eyes with SPD, PG and myopia was reduced in comparison with healthy emmetropic eyes ($p = 0.000$, $p = 0.019$, $p = 0.005$, respectively). After the PIE, the bIOP level decreased ($p = 0.015$), the values of corneal rigidity characteristics changed: Integr. Radius increased ($p = 0.002$) and the SP-A1 index decreased ($p = 0.022$), which indicates a decrease in corneal tissue rigidity. At the same time, BGF increased ($p = 0.026$) and reached the corresponding values of myopic eyes without SPD and PG. **Conclusion.** Taking into account the reduced SSI index, keratorefractive intervention in SPD and PG should be performed with caution. PIE in SPD and PG can be recommended not only to reduce IOP, but also to normalize biomechanics indicators and bring their values closer to the parameters of a myopic eyes without SPD and PG.

Keywords: pigment dispersion syndrome; laser basal iridectomy; pigmentary glaucoma; central corneal thickness; tonometry; corneal-compensated pressure; biomechanical properties of the fibrous capsule of the eye

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

Acknowledgment. The study was carried out with the support of a grant from the Ministry of Education and Science of Russia from the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “MSTU” order No. 66 of 02/07/2014 (NP123-2024).

For citation: Malyshev A.V., Apostolova A.S., Sergienko A.A., Teshev A.F., Karapetov G.Yu., Ashkhamakhova M.K., Hatsukova B.N. Biomechanical parameters of the eye fibrous capsule in pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma and their changes after peripheral iridectomy. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 62-8 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-62-68>

Синдром пигментной дисперсии (СПД) — заболевание молодого возраста, развивается в глазу с миопией и приводит к развитию глаукомы в 25–30% случаев [1, 2]. Однако описаны случаи развития пигментной глаукомы (ПГ) при эметропической рефракции [2]. Распространенность СПД и ПГ у европеоидов в 4 и более раз выше, чем у чернокожих или азиатов, а скорость конверсии СПД в ПГ более чем на треть выше, что требует более агрессивного лечения и наблюдения [3, 4]. На сегодняшний день диагностика СПД возросла в связи с развитием эры кераторефракционных вмешательств и ростом числа пациентов, обращающихся на диагностическое обследование с данной проблемой [5]. Постановка диагноза СПД основана на определенных клинических особенностях

переднего отрезка глаза, таких как: задняя пигментация роговицы (веретено Крукенберга), трансллюминация средней периферии радужной оболочки, экзогенная пигментация трабекулярной сети, наличие пигментации склеральной шпоры (линия Сампаолези), пролапс радужки и депигментация средней периферии радужки. Однако встречаемость этих симптомов различна. Так, при исследовании 20 глаз жителей Японии в возрасте от 13 до 46 лет пигментация задней части роговицы была обнаружена лишь в одном глазу, пигментация трабекулярной сети — в 6 глазах, ни у одного из них не было трансллюминации средней периферии радужной оболочки, а линия Сампаолези, вогнутость радужки и депигментация среднепериферической зоны радужки были обнаружены

у всех пациентов, за исключением одного, у которого отсутствовала среднепериферическая депигментация [6]. Современная диагностика СПД включает новые методы визуализации, в том числе ультразвуковую биомикроскопию (УЗБМ) и оптическую когерентную томографию переднего отдела глаза (ОКТ ПОГ), которые облегчают визуализацию вогнутости радужной оболочки, характерную для глаз с СПД и ПГ [7]. Диагноз ПГ обычно ставится в возрасте от 40 до 50 лет, чаще у мужчин. Появление УЗБМ и ОКТ ПОГ способствовало расширению наших знаний об этом заболевании. Лечение ПГ основано на медикаментозной терапии, лазерной иридотомии, селективной лазерной трабекулопластике и фильтрационных процедурах [8].

Однако упоминаний об особенностях и изменениях фиброзной оболочки глаза при данной патологии в доступной литературе мы не встретили, хотя актуальность проблемы возросла в связи с повышенным запросом в последние годы на выполнение различных кераторефракционных вмешательств. Важно понимать, насколько безопасна для пациента подобная операция. Кроме того, не изучались также особенности выполнения данным пациентам периферической иридэктомии (ПИЭ) с учетом динамики биомеханических параметров фиброзной оболочки глазного яблока.

ЦЕЛЬ работы — изучить особенности биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза при СПГ и ПГ, а также оценить влияние ПИЭ при этих состояниях на биомеханику глаза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Нами проанализированы данные 45 глаз 23 пациентов (26 глаз) с СПД и 22 пациентов (19 глаз) с ПГ, в том числе 18 (40%) женщин и 27 (60%) мужчин, в возрасте $33,64 \pm 1,50$ года. Длина переднезадней оси (ПЗО) глаза в среднем составила $25,40 \pm 0,14$ мм, средняя центральная толщина роговицы (ЦТР) — $556,9 \pm 6,6$ мкм. Глаукома не была диагностирована в 26 (58%) глазах, диагноз «глаукома» установлен в 19 (42%) глазах, из них начальная глаукома выявлена в 8 (18%) глазах, развитая — в 8 (18%) глазах, далеко зашедшая — в 2 (4%) глазах, терминальная — в одном (2%) глазу. К моменту проведения исследования в каждом случае ПГ была компенсирована медикаментозно. На 5 глазах пациентов этой группы было проведено кераторефракционное вмешательство («ФемтоСуперЛАСИК»).

ПИЭ была произведена в 34 глазах с СПД и ПГ, в 11 глазах вмешательства не было.

В качестве группы сравнения выбраны 30 глаз пациентов в возрасте $40,27 \pm 1,80$ года с миопией без глаукомы и без псевдоэксфолиативного синдрома (ПЭС) с ПЗО глаза $25,71 \pm 0,20$ мм и ЦТР $539,7 \pm 18,8$ мкм. Группы достоверно отличались по возрасту ($p = 0,006$), при этом есть указания зарубежных авторов на корреляцию биомеханического индекса (SSI) с возрастом, однако это заочно для лиц старше 50 лет и здорового эметропичного глаза [9].

Группу контроля составили 18 здоровых глаз с эметропией, в которую включены пациенты в возрасте $37,00 \pm 1,93$ года, без глаукомы, с размером глаза не более $24,0$ мм (в среднем $23,29 \pm 0,13$ мм), с ЦТР $566,89 \pm 6,30$ мкм без признаков ПЭС.

Диагностическое обследование включало визометрию, тонометрию, пахиметрию, гониоскопию, ОКТ (Cirrus HD-OCT 5000, CarlZeiss), стандартную автоматизированную периметрию (САП) на периметре TomeyAP-1000 по программе «Глаукома скрининг». Биометрические параметры глаза исследовались на приборе ZeissIOLMaster 700. Стандартная бесконтактная тонометрия проводилась на приборе

Reichert 7 CR с возможностью получения роговично-компенсированного давления.

Топографию роговицы и биомеханические параметры оценивали с помощью Pentacam (Oculus) и CorVis ST соответственно.

С помощью CorVis ST определяли несколько биомеханических параметров. Показатель DA Ratio, позволяющий судить о степени жесткости роговицы, представляет собой соотношение амплитуды деформации центральной вершины роговицы и средней деформации двух точек, расположенных на расстоянии 2 мм по обе стороны от вершины (назально и темпорально). Чем жестче роговица, т. е. более устойчива к деформациям, тем меньше разброс значений в центре и 2-мм зоне и тем ниже показатель DA. Integr. Radius (R) — радиус роговицы, вписанный в вогнутую поверхность, или обратная величина 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. чем более «жесткая» роговица), тем больше радиус вдавливания, значит, обратное значение этого радиуса меньше. Другими словами, чем выше жесткость роговицы, тем этот показатель ниже. SP-A1 — параметр жесткости для количественной оценки сопротивления роговицы деформации, определяемый как отношение давления на роговицу к смещению вершины роговицы при первой аппланации, измеряется в мм рт. ст. / мм и является полезным индикатором устойчивости роговицы к деформации, отражающим жесткость роговицы и ее внутреннюю биомеханику, зависит от уровня ВГД и ЦТР [10]. Считается, что более высокая жесткость роговицы отражает более высокую перипапиллярную жесткость склеры и, следовательно, большую уязвимость головки зрительного нерва [11].

У представленных выше трех биомеханических показателей (DA ratio, Integr. Radius и SP-A1) в протоколе исследования помимо числовых значений представлено стандартное отклонение (SD) от средних значений нормативной базы. Если SD стремится к значению 0, это означает, что измеренная величина близка к средней величине жесткости, что косвенно свидетельствует о толерантном ВГД.

Stress Strain Index (SSI) — индекс напряжения-деформации — также характеризует жесткость роговицы. Значение этого показателя принято равным 1,0 для ткани нормальной роговицы пациента в возрасте 50 лет. Более высокие значения SSI свидетельствуют о более высокой жесткости ткани, и наоборот. SSI — скорректированный биомеханический индекс, который не зависит от ВГД и ЦТР, он основан на входных и выходных параметрах численного моделирования ЦТР, биомеханически скорректированного ВГД и SP (параметра жесткости) при максимальной вогнутости роговицы. Используется для оценки внутренней жесткости материала (ткани роговицы) [9].

BGF — биомеханический глаукомный фактор — 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 (при высоком ВГД показатель минимальный). По представленной шкале значения до 0,25 означают отсутствие риска развития глаукомы, 0,25–0,50 — минимальный риск, более 0,5 — высокий риск развития глаукомы при низком ВГД.

В комплекс обследования входил также осмотр лазерного хирурга с оценкой угла передней камеры (УПК) — сте-

пени его открытости (по Шафферу), степени и характера пигментации (класс пигментации по Шейе) и конфигурации корня радужной оболочки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках нашего исследования мы провели сравнительный анализ уровня ВГД и биомеханических показателей фиброзной оболочки глаз с СПД, ПГ и миопией без СПД и ПГ (табл. 1).

Из данных таблицы 1 видно, что уровень ВГД, установленный стандартной бесконтактной тонометрией, в группе сравнения (миопия) не отличается от соответствующего показателя в группе контроля (эметропия). Различие ВГД Ро и биомеханически скорректированного уровня ВГД (bIOP) при СПД и ПГ с соответствующими показателями группы сравнения было также статистически недостоверно ($p = 0,69$, $p = 0,65$, $p = 0,75$, $p = 0,68$ соответственно).

Мы также не получили различий в показателях жесткости роговицы в сравниваемых группах: DA ratio не отличался при СПД и ПГ от группы сравнения ($p = 0,62$ и $p = 0,49$ соответственно); Integr. Radius также демонстрировал равные значения ($p = 0,52$ и $p = 0,79$ соответственно).

Параметр SP-A1 при СПД и ПГ немного превышал показатель группы сравнения, что говорит о несколько большей ригидности фиброзной капсулы при этих состояниях, чем при миопии без СПД и ПГ, однако различия были не достоверны ($p = 0,35$ и $p = 0,47$).

Анализ индекса «напряжение — деформация» (SSI) показал, что при СПД этот показатель отклонен в сторону снижения жесткости и отличается от группы сравнения, но не достоверно ($p = 0,087$), тогда как при ПГ отличий от группы сравнения не выявлено ($p = 0,85$). При этом у

пациентов с СПД и ПГ установлена достоверная прямая корреляция между возрастом и SSI ($p = 0,002$), что свидетельствует о росте данного показателя с увеличением возраста. Это отчасти противоречит данным, полученным ранее для здорового эметропичного глаза, и демонстрирует изменение жесткости при СПД и ПГ в более раннем возрасте (менее 50 лет). При этом в миопических глазах без СПД и ПГ корреляции SSI с возрастом не установлено ($p = 0,717$), хотя средний возраст в данной группе был выше, чем в группе контроля. Данная корреляция не отмечена и для глаз с эметропией ($p = 0,433$).

Однако при проведении сравнительного анализа основных групп с группой контроля (здоровые глаза с эметропией) мы установили, что в группе СПД, ПГ и в группе близоруких глаз внутренняя жесткость роговицы снижена в сравнении с эметропичным глазом ($p = 0,000$, $p = 0,019$, $p = 0,005$ соответственно). Этот аспект может быть важен, особенно в свете новых данных, которые получены в исследовании 1645 здоровых студентов среднего возраста 19 лет, где показано, что глаза с более низким SSI имели меньшую толщину слоя нервных волокон сетчатки (RNFL), особенно при более высоком bIOP. Авторы считают эти результаты новым доказательством взаимосвязи между биомеханикой роговицы и повреждением ганглиозных клеток сетчатки [12]. Полученные нами данные требуют дальнейшего изучения с целью долгосрочной безопасности проведения данным пациентам кераторефракционного вмешательства. Вместе с тем на сегодняшний день проведение подобных вмешательств у пациентов с СПД не редкость, и авторы отмечают безопасность данной процедуры [13, 14].

Интересные данные мы получили относительно биомеханического глаукомного фактора (BGF), который

демонстрирует более высокие значения в группе сравнения и достоверно отличается в большую сторону от СПД и ПГ ($p = 0,025$ и $p = 0,015$ соответственно) и группы контроля ($p = 0,006$). Этот факт фактором возраста объяснить нельзя, так как в группе СПД и ПГ, в которых средний возраст пациентов ниже, установлена прямая корреляция между возрастом и BGF ($p = 0,034$), а в группе миопических глаз без СПД и ПГ такой связи не было ($p = 0,603$). По нашим наблюдениям, чем ниже ригидность фиброзной капсулы глаза (SD биомеханических параметров смещено в положительные значения), тем большие значения BGF мы получаем, и отличия между эметропичными и близорукими глазами закономерны. А вот сниженный BGF при СПД и ПГ в сравнении с миопическими глазами без СПД и ПГ можно объяснить более высокой ригидностью глазного яблока в данных клинических ситуациях, и при достижении толерантных значений ВГД и стабилизации биомеханических показателей BGF у данных пациентов возрастает.

Для обоснования необходимости проведения ПИЭ мы провели исследование биомеханических особенностей фиброзной оболочки глаза при СПД до

Таблица 1. ВГД и биомеханические показатели фиброзной оболочки глаза у пациентов с синдромом пигментной дисперсии (СПД), пигментной глаукомой (ПГ), миопией и эметропией (группа контроля)

Table 1. IOP and biomechanical parameters of the fibrous capsule of the eyes with pigment dispersion syndrome (PDS), pigmentary glaucoma (PG), myopia and emmetropia (control group)

Показатели Parameters	СПД PDS n = 26	ПГ PG n = 19	Миопия Myopia n = 30	Эметропия Emmetropia n = 18
ВГД Ро, мм рт. ст. IOP Po, mm Hg	19,23 ± 0,80	20,11 ± 1,65	19,03 ± 1,14	18,35 ± 0,73
bIOP, мм рт. ст. bIOP, mm Hg	17,98 ± 0,66	18,29 ± 1,30	17,67 ± 0,72	16,37 ± 0,56
DA ratio	4,15 ± 0,11	4,21 ± 0,18	4,08 ± 0,09	4,02 ± 0,08
Integr. Radius (R), мм Integr. Radius (R), mm	7,51 ± 0,26	7,63 ± 0,48	7,76 ± 0,28	7,63 ± 0,23
SP-A1, мм рт. ст./мм SP-A1, mm Hg/mm	123,31 ± 4,24	122,49 ± 4,69	118,71 ± 2,86	115,64 ± 6,77
SSI	0,95 ± 0,03	1,04 ± 0,04	1,03 ± 0,03	1,21 ± 0,05
BGF	9,00 ± 1,98	8,93 ± 1,70	21,57 ± 4,60	7,44 ± 1,31

Примечание. Здесь и в таблице 2: ВГД Ро — ВГД, измеренное методом стандартной бесконтактной тонометрии, bIOP — ВГД с учетом биомеханических свойств фиброзной оболочки глаза, DA ratio — соотношение между амплитудой деформации роговицы на вершине и в 2-мм зоне, Integr. Radius (R) — радиус роговицы, вписанный в вогнутую поверхность, SP-A1 — отношение давления на роговицу к смещению вершины роговицы при первой аппланации, SSI — индекс напряжения-деформации, BGF — биомеханический глаукомный фактор.

Note. Here and in the table 2: 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, DA ratio — the ratio between the amplitude of deformation of the cornea at the apex and in the 2-millimeter zone, Integr. Radius (R) — radius of the cornea inscribed in a concave surface, SP-A1 — force divided by displacement at the first applanation, SSI — stress-strain index, BGF — biomechanical glaucoma factor.

и после проведения базальной иридэктомии (табл. 2).

Из данных таблицы 2 видно, что биомеханически скорректированный уровень ВГД различается в сравниваемых группах, после проведения ПИЭ он достоверно меньше. Наши данные согласуются с полученными ранее в крупном исследовании, которое включало 286 глаз с ПГ и СПД с повышенным или нормальным ВГД. Авторы пришли к выводу, что ПИЭ снижает уровень ВГД в долгосрочном периоде, однако влияние ПИЭ на изменения или прогрессирование дефектов поля зрения при ПГ и СПД не установлено [15].

Сравнение показателей жесткости роговицы до и после проведения ПИЭ не выявило достоверных отличий по параметру DA ratio в исследуемых группах, при этом значения Integr. Radius после лазерного вмешательства повысились, что говорит о снижении жесткости ткани роговицы. Для объяснения причин данного результата требуются дальнейшие исследования.

Параметр SP-A1 после ПИЭ демонстрирует более низкие значения, чем до вмешательства, что можно рассматривать как снижение ригидности фиброзной капсулы глаза. Данное изменение закономерно, так как SP-A1 прямо коррелирует с уровнем ВГД. Индекс SSI достоверно не изменился.

Биомеханический глаукомный фактор (BGF) достоверно увеличился после ПИЭ до значений, характерных для близоруких глаз без СПД и ПГ, что можно рассматривать как достижение толерантных значений показателей биомеханики фиброзной оболочки глаза.

На сегодняшний день данные литературы о необходимости ПИЭ при СПД разрознены. Есть единичные публикации, которые подвергают сомнению необходимость ПИЭ при СПД и ПГ в качестве лечебной и диагностической меры [16]. По другим данным, несмотря на снижение ВГД после ПИЭ, необходимость ее выполнения достоверно не обоснована [15]. По данным, сходным с нашими, авторы рекомендуют ПИЭ для улучшения прогноза заболевания [7, 17]. В пользу проведения ПИЭ при СПД и ПГ говорит также 15-летнее наблюдение за пациентами с СПД после ее проведения. Авторы заключают, что пигментация ткани трабекулы у пациентов с СПД ослабевает со временем после разрешения обратного зрачкового блока, при этом нижний квадрант очищается быстрее, чем другие квадранты. При последнем контрольном визите скорость снижения пигментации составила 37% в нижнем квадранте, тогда как в носовом, височном и верхнем квадранте она составила 28, 23 и 18% соответственно [18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При сравнении глаз пациентов с СПД и ПГ с близорукими глазами без СПД и ПГ мы получили небольшие различия в показателях биомеханики глаза, которые не носили достоверного характера: показатели смещаемости роговицы имели более высокие значения, индекс ригидности фиброзной оболочки глаза был выше при СПД и ПГ. В то же время выявлены заметные отличия в показателе SSI между глазами с СПД, ПГ и миопическими глазами, где оказалось, что внутренняя жесткость роговицы снижена в сравнении со

Таблица 2. Изменение ВГД и биомеханических показателей фиброзной оболочки глаза при синдроме пигментной дисперсии после проведения периферической иридэктомии (ПИЭ)

Table 2. Change of IOP level and biomechanical parameters of the fibrous membrane of the eye in pigment dispersion syndrome after laser basal iridectomy (LBI)

Показатели Parameters	До ПИЭ Before LBI n = 19	После ПИЭ After LBI n = 19	Достоверность различий между группами Significance of differences between groups	Группа сравнения Comparison group n = 30
bIOP, мм рт. ст. bIOP, mm Hg	19,7 ± 1,3	16,01 ± 0,67	p = 0,015	17,67 ± 0,72
DA ratio	4,24 ± 0,18	4,41 ± 1,14	p = 0,238	4,08 ± 0,09
Integr. Radius (R), мм Integr. Radius (R), mm	7,57 ± 0,39	8,36 ± 0,30	p = 0,002	7,76 ± 0,28
SP-A1, мм рт. ст./мм SP-A1, mm Hg/mm	120,34 ± 5,35	107,80 ± 3,17	p = 0,022	118,71 ± 2,86
SSI	0,97 ± 0,03	0,94 ± 0,05	P = 0,397	1,03 ± 0,03
BGF	10,89 ± 2,60	25,32 ± 6,50	p = 0,026	21,57 ± 4,60

здоровыми эметропичными глазами (p = 0,000, p = 0,019, p = 0,005 соответственно). Этот вопрос требует дальнейшего изучения в аспекте долгосрочной безопасности проведения данным пациентам кераторефракционного вмешательства, в результате которого еще более изменяются вязкоэластические свойства роговицы. Получены также более низкие значения BGF при СПД и ПГ, чем при миопии (p = 0,025 и p = 0,015), что косвенно характеризует фиброзную оболочку глаз с СПД и ПГ как более ригидную.

Установлено, что после ПИЭ уровень биомеханически скорректированного ВГД стал достоверно ниже (p = 0,015). Мы не получили достоверных отличий по параметру DA ratio в сравниваемых группах до и после проведения ПИЭ, при этом значения Integr. Radius после этого вмешательства повысились (p = 0,002), что говорит о снижении жесткости ткани роговицы. Для интерпретации этих данных требуются дальнейшие исследования. Общая жесткость фиброзной оболочки глаза (SP-A1) после проведения ПИЭ снизилась (p = 0,022), что мы считаем благоприятным результатом. Мы получили также увеличение биомеханического глаукомного фактора (p = 0,026) после ПИЭ, который достиг значений близоруких глаз без СПД и ПГ. Данный результат можно рассматривать как положительную динамику биомеханических изменений и как косвенное свидетельство достижения толерантных значений показателей биомеханики фиброзной оболочки глаза. Эти данные позволяют считать, что ПИЭ оказывает положительное влияние не только за счет снижения ВГД, но также за счет снижения ригидности фиброзной капсулы глаза. В то же время, исходя из сниженного индекса напряжения-деформации при СПД и ПГ, выполнение кераторефракционного вмешательства следует проводить с осторожностью. Ведь помимо того, что мы имеем изначально глаза с измененной биомеханикой, при СПД и ПГ возможно повышение офтальмотонуса, что оказывает дополнительное отрицательное воздействие, а хирургическое изменение биомеханических параметров может привести к неблагоприятному течению глаукомной оптиконейропатии.

Литература/References

1. Niyadurupola N, Broadway DC. Pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma: a major review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2008 Dec; 36 (9): 868–82. doi: 10.1111/j.1442-9071.2009.01920.x

2. Ritch R, Mudumbai R, Liebmann JM. Combined exfoliation and pigment dispersion: paradigm of an overlap syndrome. *Ophthalmology*. 2000 May; 107 (5): 1004–8. doi: 10.1016/s0161 6420(00)00058 0
3. Verma N , Jawaid Q. Pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma in an emmetropic young male. *Nepal J Ophthalmol*. 2020 Jan; 12 (23): 139–45. doi: 10.3126/nepjoph.v12i1.23972. PMID: 32799252.
4. Pang R, Labisi SA, Wang N. Pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma: overview and racial disparities. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023 Mar; 261 (3): 601–14. doi: 10.1007/s00417-022-05817-0
5. Doane JF, Rickstrew JJ, Tuckfield JQ, Cauble JE. Prevalence of pigment dispersion syndrome in patients seeking refractive surgery. *J Glaucoma*. 2019. May; 28 (5): 423–6. doi: 10.1097/IJG.0000000000001193
6. Yamashita T, Shiihara H, Terasaki H, et al. Characteristics of pigmentary glaucoma in Japanese individuals. *PLoS One*. 2022 Jun 23; 17 (6):e0268864. doi: 10.1371/journal.pone.0268864
7. Okafor K, Vinod K, Gedde SJ. Update on pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma. *Curr Opin Ophthalmol*. 2017 Mar; 28 (2): 154–60. doi: 10.1097/ICU.0000000000000352
8. Scuderi G, Contestabile MT, Scuderi L, et al. Pigment dispersion syndrome and pigmentary glaucoma: a review and update. *Int Ophthalmol*. 2019 Jul; 39 (7): 1651–62. doi: 10.1007/s10792-018-0938-7
9. Eliasy A, Chen KJ, Vinciguerra R, et al. Determination of corneal biomechanical behavior in-vivo for healthy eyes using CorVis ST tonometry: Stress-strain index. *Front Bioeng Biotechnol*. 2019; 7: 105. doi:10.3389/fbioe.2019.00105
10. Liu Q, Pang C, Liu C, et al. 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
11. Qassim A, Mullany S, Abedi F, et al. Corneal stiffness parameters are predictive of structural and functional progression in glaucoma suspect eyes. *Ophthalmology*. 2021 Jul; 128 (7): 993–1004. doi: 10.1016/j.ophtha.2020.11.021
12. Liu MX, Li DL, Yin ZJ, et al. Corneal stress strain index in relation to retinal nerve fibre layer thickness among healthy young adults. *Eye (Lond)*. 2024 Feb 24. doi: 10.1038/s41433-024-02985-7
13. Chauhan T, Vohra S, Patyal S. Pigment dispersion syndrome diagnosed after photorefractive keratectomy A case report. *Indian J Ophthalmol*. 2020 Dec; 68 (12): 3041–3. doi: 10.4103/ijo.IJO_2706_20
14. Сахнов С.Н., Клокова О.А., Карагодина П.А., Арланова Т.И., Леонова А.А. Стратегия хирургического лечения при синдроме пигментной дисперсии и миопии. *Офтальмология*. 2023; 20 (4): 675–82. [Sakhnov S.N., Klokova O.A., Karagodina P.A., Arlanova T.I., Leonova A.A. Strategy of surgical treatment of patients with pigment dispersion syndrome and myopia. *Ophthalmology in Russia*. 2023; 20 (4): 675–82 (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2023-4-675-682
15. Buffault J, Leray B, Bouillot A, Baudouin C, Labbé A. Intérêt de l'iridotomie périphérique au laser dans le glaucome pigmentaire et le syndrome de dispersion pigmentaire: une revue de la littérature (In French). *J Fr Ophthalmol*. 2017 Dec; 40 (10): 889–97. doi: 10.1016/j.jfo.2017.04.006
16. Michelessi M, Lindsley K. Peripheral iridotomy for pigmentary glaucoma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016 Feb 12; 2 (2): CD005655. doi: 10.1002/14651858CD005655.pub2
17. Щуко А.Г., Юрьева Т.Н., Мищенко О.П., Ветрова Е.Л., Хантакова О.Ф. Эффективность лазерной иридэктомии как метода профилактики пигментной глаукомы. РМЖ. *Клиническая офтальмология*. 2007; 4: 150. [Shchuko A.G., Yurieva T.N., Mishchenko O.P., Vetrova E.L., Khantakova O.F. Effect of laser iridectomy as prophylactic method of pigment glaucoma. RMZh. *Clinical ophthalmology*. 2007; 4: 150 (In Russ.)].
18. Zhou R, Tang Q, Pu L, Qing G. Changes of trabecular meshwork pigmentation in patients with pigment dispersion syndrome: A 15-year study. *Medicine (Baltimore)*. 2021 Aug 6; 100 (31): e26567. doi: 10.1097/MD.0000000000002657

Вклад авторов в работу: А.В. Малышев — концепция и дизайн исследования; А.С. Апостолова — концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание статьи; А.А. Сергиенко — написание и редактирование статьи; А.Ф. Тешев — сбор и обработка материала, написание статьи; Г.Ю. Карапетов — сбор и обработка материала, М.К. Ашхамыхова, Б.Н. Хацукова — редактирование статьи.

Authors' contribution: A.V. Malyshev — concept and design of the study; A.S. Apostolova — concept and design of the study, data collection and statistical processing, writing of the article; A.A. Sergienko — writing and editing of the article; A.F. Teshev — data collection and processing, writing of the article; G.Yu. Karapetov — data collection and processing; M.K. Ashkhamakhova, B.N. Hatsukova — editing of the article.

Поступила: 24.02.2024. Переработана: 27.03.2024. Принята к печати: 31.03.2024

Originally received: 24.02.2024. Final revision: 27.03.2024. Accepted: 31.03.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», ул. Первомайская, д. 19, Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Россия

² ГБУЗ «НИИ — Краевая клиническая больница № 1 им. профессора С.В. Очаповского», ул. 1 Мая, д. 167, Краснодар, 350086, Россия

³ Клиника заботы о зрении «3Z», ул. Красных Партизан, д. 18, Краснодар, 350047, Россия

⁴ ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Минздрава Краснодарского края, пл. Победы, д. 1, Краснодар, 350007, Россия

⁵ ГБУЗ РА «Адыгейская республиканская клиническая больница», ул. Жуковского, д. 4, Майкоп, 385000, Россия

Алексей Владиславович Малышев — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии¹, заведующий глазным отделением², ORCID 0000-0002-1448-9690

Анастасия Станиславовна Апостолова — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии¹, врач-глаукоматолог³, ORCID 0009-0006-3177-4342

Алексей Анатольевич Сергиенко — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии¹, врач глазного отделения⁴

Адам Феликсович Тешев — доцент кафедры офтальмологии¹, заведующий глазным отделением⁵

Гарри Юрьевич Карапетов — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии¹, врач глазного отделения²

Марина Кадыровна Ашхамыхова — ассистент кафедры офтальмологии¹, врач глазного отделения⁵

Белла Нальбиевна Хацукова — ассистент кафедры офтальмологии¹, врач глазного отделения⁵

Для контактов: Анастасия Станиславовна Апостолова, apostolovan@mail.ru

¹ Maykop State Technological University, 19, Pervomaiskaya St., Maykop, Adygea Republic, 385000, Russia

² Scientific Research Institution — S.V. Ochapovsky Regional Clinic Hospital No. 1, 167, 1 May St., Krasnodar, 350086, Russia

³ Vision care clinic "3Z", 18, Krasnykh Partizan St., Krasnodar, 350047, Russia

⁴ Children's Regional Clinical Hospital, 1, Pobedy Square, Krasnodar, 350007, Russia

⁵ Adygean Republican Clinical Hospital of the Republic of Adygea, 4, Zhukovsky St., Maikop, 385000, Russia

Alexey V. Malyshev — Dr. of Med. Sci., professor, head of chair of ophthalmology¹, head of ophthalmology department², ORCID 0000-0002-1448-9690

Anastasia S. Apostolova — Cand. of Med. Sci., assistant professor, chair of ophthalmology¹, ophthalmologist, glaucoma specialist³, ORCID 0009-0006-3177-4342

Aleksey A. Sergienko — Cand. of Med. Sci., assistant professor, chair of ophthalmology¹, ophthalmologist⁴

Adam F. Teshev — assistant professor, chair of ophthalmology¹, head of the ophthalmology department⁵

Garry Yu. Karapetov — Cand. of Med. Sci., assistant professor, chair of ophthalmology¹, ophthalmologist²

Marina K. Ashkhamakhova — assistant professor, chair of ophthalmology¹, ophthalmologist⁵

Bella N. Hatsukova — assistant professor, chair of ophthalmology¹, ophthalmologist⁵

For contacts: Anastasia S. Apostolova, apostolovan@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-69-74>



Влияние различных средств оптической коррекции на динамику рефракции после малоинвазивного склероукрепляющего лечения прогрессирующей миопии у детей

Г.А. Маркосян, Е.П. Тарутта, Е.Н. Иомдина, В.Н. Папян✉, Н.А. Тарасова, С.В. Милаш, Т.Ю. Ларина, К.А. Рамазанова

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — сравнительное изучение влияния различных средств оптической коррекции на динамику рефракции у детей с прогрессирующей миопией после малоинвазивной склеропластики (МСП). **Материал и методы.** Прооперировано 58 пациентов (58 глаз) в возрасте от 8 до 14 лет (в среднем $12,0 \pm 0,2$ года) с прогрессирующей миопией средней и высокой степени — от 4 до 11,5 дптр (в среднем $7,7 \pm 0,3$ дптр) и годичным градиентом прогрессирования (ГП) от 0,5 до 1,75 дптр (в среднем $1,25 \pm 0,06$ дптр). Всем пациентам определяли остроту зрения, клиническую рефракцию, длину переднезадней оси глаза и состояние глазного дна. Для МСП использовали биологически активный трансплантат (БАТ) «Хитекс-ХГ». Пациентов разделили на группы в зависимости от назначенной после операции оптической коррекции. В 1-й группе (17 пациентов) монофокальные (МФ) очки, использовавшиеся до операции, заменили на перифокальные (Perifocal-MS, PMS) или прогрессивные очки. Во 2-й группе (18 пациентов) дети использовали PMS или прогрессивные очки до и после МСП. В 3-й группе (16 пациентов) использовали МФ или мягкие контактные линзы до и после операции. В 4-й группе (7 пациентов) МФ, PMS или прогрессивные очки, использовавшиеся до операции, заменили на ортокератологические линзы. Срок наблюдения составил 1 год. **Результаты.** Сравнительный анализ ГП в группах с разной оптической коррекцией показал различное снижение этого показателя в послеоперационном периоде: в 1-й группе — в 4,7 раза; во 2-й группе — в 4 раза; в 3-й группе — в 2,3 раза; в 4-й группе — в 5 раз. **Заключение.** Наибольшей эффективностью характеризуется комбинированное лечение, а именно сочетание МСП и оптической коррекции с поддержкой аккомодации и/или воздействием на периферический ретинальный дефокус. Именно такой подход к ведению пациентов детского возраста с прогрессирующей миопией должен быть приоритетным.

Ключевые слова: склеропластика; прогрессирующая миопия; методы оптической коррекции

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Маркосян Г.А., Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Папян В.Н., Тарасова Н.А., Милаш С.В., Ларина Т.Ю., Рамазанова К.А. Влияние различных средств оптической коррекции на динамику рефракции после малоинвазивного склероукрепляющего лечения прогрессирующей миопии у детей. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 69–74. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-69-74>

The impact of different optical treatment strategies on the dynamics of refraction after minimally invasive sclero-strengthening treatment of progressive myopia in children

Gayane A. Markosyan, Elena P. Tarutta, Elena N. Iomdina, Violetta N. Papyan✉, Natalia A. Tarasova, Sergey V. Milash, Tatiana Yu. Larina, Kamilla A. Ramazanova

Helmholtz National Medical Research Center for Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
violettapapyan@gmail.com

Purpose: a comparative study of the effect of various optical correction methods on the dynamics of refraction in children with progressive myopia after minimally invasive scleroplasty (MIS). **Material and methods.** A total of 58 patients (58 eyes) aged 8 to 14 years (mean 12.0 ± 0.2 years) with moderate and high progressive myopia — from 4 to 11.5 D (mean 7.7 ± 0.3 D) with the year progression gradient (YPG) from 0.5 to 1.75 D (mean 1.25 ± 0.06 D) were operated on. In all patients, visual acuity, clinical refraction, axial length of the eye and the state of the fundus were determined. For MIS, the biologically active transplant (BAT) Hitex-HG was used. Patients were divided into groups depending on the optical correction prescribed after the operation. In group 1 (17 patients), monofocal (MF) glasses used before the operation were replaced with perifocal (Perifocal-MS, PMS) or progressive glasses. In group 2 (18 patients), children used PMS or progressive glasses before and after MSP. In group 3 (16 patients), MF or soft contact lenses were used before and after the operation. In group 4 (7 patients), MF, PMS or progressive glasses used before the operation were replaced with orthokeratology lenses. The follow-up period was 1 year. **Results.** Comparative analysis of YPG in groups with different optical correction showed different decrease of this parameter in the postoperative period: in group 1 — 4.7 times; in group 2 — 4 times; in group 3 — 2.3 times; in group 4 — 5 times. **Conclusion.** The most effective treatment is a combination of MIS and optical correction with accommodation support and/or impact on peripheral retinal defocus. This approach to managing pediatric patients with progressive myopia should be a priority.

Keywords: scleroplasty; progressive myopia; correction methods

Conflict of interest: none.

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

For citation: Markosyan G.A., Tarutta E.P., Iomdina E.N., Papyan V.N., Tarasova N.A., Milash S.V., Larina T.Yu., Ramazanova K.A. The impact of different optical treatment strategies on the dynamics of refraction after minimally invasive sclero-strengthening treatment of progressive myopia in children. Russian ophthalmologic journal. 2025; 18 (2): 69-74 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-69-74>

Прогрессирующая близорукость является одной из наиболее частых причин снижения зрения во всем мире, а также одной из ведущих причин инвалидности по зрению как у детей, так и у взрослых [1–3]. В настоящее время в России страдают близорукостью свыше 28 млн человек, не менее 50 % из них — прогрессирующей и осложненной [3]. При неблагоприятном течении миопия становится причиной развития патологии сетчатки, что в тяжелых случаях ведет к необратимому снижению скорректированной остроты зрения и к инвалидности по зрению, наступающей в трудоспособном возрасте [4, 5]. Ведущим фактором прогрессирования миопии и развития ее осложнений считается нарушение опорных свойств склеральной оболочки глаза [1, 6]. Именно поэтому наиболее эффективным и патогенетически обоснованным методом лечения миопии средней и высокой степени, направленным на остановку прогрессирования миопического процесса, являются склеропластические операции. Однако достигнутый эффект в послеоперационном периоде нередко снижается [7].

В настоящее время для торможения прогрессирования миопии активно применяются различные методы оптической коррекции с поддержкой аккомодации и/или коррекцией периферического ретинального дефокуса [8–12].

В связи с этим представляет интерес изучение эффективности комбинированного — хирургического и оптиче-

ского — воздействия на течение миопического процесса. Комбинированный подход к лечению быстропрогрессирующей близорукости с использованием склеропластики с последующим ношением ортокератологических линз (ОКЛ) был разработан в НМИЦ ГБ им. Гельмгольца и показал более высокую эффективность в сравнении с изолированным применением перечисленных воздействий [13].

ЦЕЛЬ работы — сравнительное изучение влияния различных средств оптической коррекции на динамику рефракции у детей с прогрессирующей миопией после малоинвазивной склеропластики (МСП).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Прооперировано 58 пациентов (58 глаз) в возрасте от 9 до 14 лет (в среднем $12,0 \pm 0,2$ года) с прогрессирующей близорукостью средней и высокой степени — от 4 до 11,5 дптр (в среднем $7,7 \pm 0,3$ дптр) и исходным годичным градиентом прогрессирования (ГГП) от 0,5 до 1,75 дптр (в среднем $1,25 \pm 0,06$ дптр). Срок наблюдения за оперированными пациентами составил 1 год.

Для сравнительного клинического изучения влияния различных методов оптической коррекции на динамику рефракции после малоинвазивного склероукрепляющего лечения пациентов разделили на группы в зависимости от типа

Таблица 1. Динамика показателей СЭ и ПЗО в различные сроки после МСП на оперированных и парных глазах, $M \pm m$
Table 1. Dynamics of spherical equivalent (SE) and axial length (AL) indices at different terms after low invasive scleroplasty (LIS) in operated and fellow eyes, $M \pm m$

Показатели Parameters	До МСП Before LIS		Через 6 мес In 6 months		Через 12 мес In 12 months	
	Оперированный глаз Operated eye	Парный глаз Fellow eye	Оперированный глаз Operated eye	Парный глаз Fellow eye	Оперированный глаз Operated eye	Парный глаз Fellow eye
СЭ, дптр SE, D	$7,7 \pm 0,3$	$6,9 \pm 0,3$	$7,9 \pm 0,3$	$7,4 \pm 0,3$	$8,0 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,3$
ПЗО, мм AL, mm	$26,1 \pm 0,1$	$25,8 \pm 0,1$	$26,2 \pm 0,1$	$26,0 \pm 0,1$	$26,3 \pm 0,1$	$26,1 \pm 0,1$

назначенных после операции оптических средств. В 1-й группе (17 пациентов) монофокальные (МФ) очки, использовавшиеся до операции, заменили на перифокальные (Perifocal-MS, PMS) или прогрессивные очки; 2-ю группу составили 18 пациентов, которые использовали PMS или прогрессивные очки как до, так и после МСП; в 3-й группе (16 пациентов) использовали МФ или мягкие контактные линзы также до и после операции; в 4-й группе (7 пациентов) МФ, PMS или прогрессивные очки, использовавшиеся до операции, заменили на ОКЛ. Срок наблюдения составил 1 год.

Через 6 и 12 мес после операции всем пациентам для оценки результатов стабилизирующего действия МСП в сочетании с применением разнообразных оптических средств определяли остроту зрения с оптимальной коррекцией с помощью электрического проектора оптометров (Carl Zeiss), клиническую рефракцию в стандартизованных условиях на авторефрактометре (NIDEK) на фоне циклоплегии, оценивали состояние глазного дна посредством прямой и обратной офтальмоскопии, проводили эхобиометрию на приборе Orphtalmo Scan B (Biophisic Medical, Франция) для измерения переднезадней оси (ПЗО) глазного яблока и рассчитывали ГПП на оперированных и парных глазах.

МСП проводили с использованием хитозансодержащего биологически активного трансплантата (БАТ «Хитекс-ХГ») (регистрационное удостоверение на медицинское изделие «Полотно полиэфирное трикотажное для офтальмохирургии с хитозаном» от 06.02.2014 № 213/955) в условиях амбулаторной операционной под местной анестезией по методике, разработанной в НМИЦ ГБ им. Гельмгольца. Под эпibuльбарной анестезией раствором проксиметакаина 0,5 % проводили разрез конъюнктивы и теноновой капсулы длиной 2–3 мм в верхненаружном квадранте в 10 мм от лимба. Шпателем формировали тоннель, на поверхность склеры укладывали БАТ размером 5×12 мм и проводили его за экватор глаза к заднему полюсу. На конъюнктиву накладывали рассасывающийся шов. В конъюнктивальную полость закапывали антибактериальные капли.

За оперированными пациентами проводилось динамическое наблюдение. Первый осмотр пациента назначался через неделю после операции, затем через каждые 6 мес.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Обследование пациентов через 6 мес после МСП показало, что в среднем у всех детей и подростков динамика рефракции и длины ПЗО оперированных глаз составила 0,2 дптр и 0,1 мм, парных глаз — 0,5 дптр и 0,2 мм соответственно. К концу срока наблюдения (1 год) среднее значение увеличения миопии на оперированных глазах составило 0,3 дптр,

Таблица 2. Динамика ГПП у пациентов с различными видами оптической коррекции после МСП, $M \pm m$
Table 2. YPG dynamics in patients with different types of optical correction after LIS, $M \pm m$

ГПП YPG	Группа 1 Group 1 n = 17	Группа 2 Group 2 n = 18	Группа 3 Group 3 n = 16	Группа 4 Group 4 n = 7	Всего Total n = 58
До МСП Before LIS	$1,4 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	$1,15 \pm 0,07$	$1,25 \pm 0,10$	$1,25 \pm 0,10$
После МСП After LIS	$0,30 \pm 0,07$	$0,30 \pm 0,08$	$0,5 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$	$0,30 \pm 0,05$

увеличение ПЗО — 0,2 мм, на парных глазах — 0,8 дптр и 0,3 мм соответственно (табл. 1).

Сравнение с величиной исходного ГПП ($1,25 \pm 0,06$ дптр) показало, что темп прогрессирования на оперированных глазах снизился в 4,2 раза, а на парных — в 1,6 раза (табл. 2).

Кроме того, в различные сроки после операции проводилось сравнение показателей динамики циклоплегической рефракции (по сферозэквиваленту, СЭ) и ПЗО отдельно в 4 группах с различной оптической коррекцией. Эти показатели через 6 мес после МСП составили в 1-й группе 0,3 дптр и 0,1 мм, во 2-й — 0,4 дптр и 0,1 мм, в 3-й — 0,6 дптр и 0,2 мм, в 4-й — 0,1 мм, что в пересчете соответствует 0,3 дптр (табл. 3, 4). У пациентов, носивших ОКЛ, оценка изменений рефракции была возможна только в пересчете со значений ПЗО из расчета, что увеличение ПЗО на 0,33 мм соответствует 1 дптр.

Клинические наблюдения за пациентами после МСП с БАТ «Хитекс-ХГ» показали, что через 6 мес у пациентов 1-й группы стабилизация миопии отмечена в 70,6 %, во 2-й группе — в 50 %, в 3-й группе — в 50 %, в 4-й группе — в 85,7 %.

Сравнительный анализ ГПП в группах с различной оптической коррекцией показал снижение темпа прогрессирования в 1-й группе в 4,7 раза (с 1,4 до 0,3 дптр), во 2-й группе — в 4 раза (с 1,2 до 0,3 дптр), в 3-й группе — в 2,3 раза (с 1,15 до 0,5 дптр), в 4-й группе — в 5 раз (с 1,25 до 0,25 дптр). Необходимо отметить, что в 4-ю группу (ОКЛ) попали больные, у которых изначально были меньшие значения циклоплегической рефракции (в среднем 6,3 дптр), чем в других группах.

Обращает на себя внимание разница в эффективности ношения прогрессивных и перифокальных очков во 2-й группе по сравнению с 1-й, а именно в 1,2 раза. Объяснение видится нам в следующем. Пациенты 2-й группы носили PMS очки еще до операции, и прогрессирование миопии у них было выявлено на этом фоне. Очевидно, тормозящее воздействие индуцированного периферического дефокуса уже было исчерпано, и послеоперационное изменение темпа прогрессирования связано прежде всего с самой операцией и лишь с поддерживающим действием оптического дефокуса.

Таблица 3. Динамика рефракции в различные сроки после МСП в группах с различными видами оптической коррекции, $M \pm m$

Table 3. Dynamics of refraction error at different terms after LIS in groups with different means of optical correction, $M \pm m$

Срок наблюдения Observation period	Рефракция глаза, дптр Refraction error, D			
	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	Группа 4 Group 4
Вид коррекции до/после операции Type of correction before/after surgery	МФ→PMS MF→PMS	PMS→PMS PMS→PMS	МФ→МФ MF→MF	МФ, PMS→ОКЛ MF, PMS→OKL
До МСП Before LIS	7,3 ± 0,4	8,1 ± 0,4	8,0 ± 0,5	6,3 ± 1
Через 6 мес In 6 months	7,6 ± 0,4	8,5 ± 0,4	8,6 ± 0,7	— *
Через 1 год In 1 year	7,8 ± 0,4	8,6 ± 0,4	8,7 ± 0,5	— *

Примечание. * — в 4-й группе динамику рефракции после операции определяли по изменениям размера ПЗО, учитывая постоянное ношение ОК-линз.

Note. * — in group 4, the dynamics of refraction after surgery was determined by the changes in the AL, taking into account the constant wearing of OK-lenses. MF — monofocal lenses, PMS — perifocal MS lenses, OKL — orthokeratological lenses.

Таблица 4. Динамика длины ПЗО в различные сроки после МСП в группах с различной оптической коррекцией, $M \pm m$

Table 4. Dynamics of AL at different terms after LIS in groups with different means of optical correction, $M \pm m$

Срок наблюдения Observation period	Длина переднезадней оси, мм Axial length, mm			
	Группа 1 Group 1	Группа 2 Group 2	Группа 3 Group 3	Группа 4 Group 4
До МСП Before LIS	25,9 ± 0,2	26,0 ± 0,3	26,2 ± 0,3	25,8 ± 0,2
Через 6 мес In 6 months	26,0 ± 0,2	26,1 ± 0,3	26,4 ± 0,3	25,9 ± 0,3
Через 1 год In 1 year	26,1 ± 0,2	26,2 ± 0,3*	26,6 ± 0,3	26,0 ± 0,3

Примечание. * — $p \leq 0,05$ в сравнении с дооперационными значениями.

Note. * — $p \leq 0,05$ compared to pre-surgery values.

В целом клинические наблюдения за пациентами после МСП с БАТ «Хитекс-ХГ» показали, что через 12 мес в 1-й группе стабилизация миопии достигнута в 64,7 %, во 2-й — в 33,3 %, в 3-й — в 31,3 %, в 4-й — в 71,4 % случаев. Во этот срок наблюдения прогрессирование миопии выявлено у 30 пациентов: у 6 пациентов из группы 1 в среднем на 0,3 дптр, у 12 пациентов из группы 2 в среднем на 0,3 дптр, у 11 пациентов из группы 3 в среднем на 0,5 дптр и у 2 пациентов из группы 4 на 0,3 дптр.

В целом через 12 мес увеличение циклоплегической рефракции (по СЭ) и ПЗО на глазах после МСП составило в 1-й группе 0,5 дптр и 0,2 мм, во 2-й — 0,5 дптр и 0,2 мм ($p \leq 0,05$), в 3-й — 0,7 дптр и 0,3 мм, в 4-й — 0,3 дптр и 0,1 мм (табл. 3–4).

ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе результатов динамического наблюдения за рефракцией по длине ПЗО в группе ОКЛ необходимо учитывать и физиологический рост глаза, который, по данным разных авторов, варьирует от 0,12 до 0,13 мм в год. Это важно не только для трансформации значений размера ПЗО глаза в рефракционный эквивалент у пациентов с ОКЛ, но и для унифицированной оценки динамики ПЗО и рефракции всего клинического материала [14]. Об этом

свидетельствует и полученное нами расхождение данных рефракции и ПЗО в остальных группах. Во всех случаях динамика рефракции не соответствовала росту ПЗО, а была несколько меньше: 0,5 дптр вместо расчетных 0,6 дптр в 1-й и 2-й группах; 0,7 дптр вместо расчетных 0,9 дптр — в 3-й. Очевидно, и рассчитанный нами показатель динамики рефракции в группе ОКЛ на самом деле соответствует 0,5 дптр.

Представляет интерес сравнение объединенных групп 1, 2 и 4, в которых пациенты использовали оптическую коррекцию с поддержкой аккомодации и/или воздействием на периферический ретинальный дефокус сетчатки, с группой 3, где использовались МФ очки. Снижение темпа прогрессирования миопии у больных, которые носили после операции «лечебную» оптику, составило 4,5 раза, а в группе с МФ коррекцией — только 2,3 раза, что показывает большую эффективность комбинированного — оптико-хирургического — воздействия.

В ранее опубликованных работах по использованию БАТ «Хитекс-ХГ» для проведения МСП приведены более высокие значения стабилизации миопии у пациентов после хирургического лечения (87,2 %) [15]. Очевидно, это связано с меньшими значениями СЭ до операции ($-5,36 \pm 0,36$ дптр) по сравнению с данными СЭ в данной работе ($7,7 \pm 0,3$ дптр). В цитируемой работе МСП выполняли детям и подросткам от 9 до 18 лет с миопией средней и высокой степени, которая составляла $6,25 \pm 0,23$ дптр, в то время как в наше исследование были включены пациенты младшего возраста — от 8 до 14 лет со средними значениями миопии $7,7 \pm 0,3$ дптр, в том числе с очень высокой близорукостью (до 11,5 дптр). Следует отметить, что у оперированных нами пациентов выявлен больший разброс значений ГПП (от 0,5 до 1,75 дптр), чем у пациентов, включенных в предыдущее исследование и проанализированных в ранее опубликованной статье (от 0,75 до 1,25 дптр) [15].

Сравнительный анализ свидетельствует о возможности использования МСП как первого этапа хирургического лечения в рамках системы склероукрепляющего воздействия у пациентов с более высокими значениями миопии и ГПП при условии использования оптических средств с дефокусным воздействием на сетчатку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты показали, что на первом месте по эффективности находится сочетание МСП с ОКЛ, позволяющее достичь полной стабилизации миопии в течение первого года наблюдения в 71,4 % случаев; на второй позиции группа пациентов, которые сменили МФ очки на бесконтактные оптические средства, воздействующие на периферический дефокус и создающие поддержку аккомодации, что приводило к торможению прогрессирования миопии в 64,7 % случаев; меньшую эффективность показала группа без смены типа оптических средств, а именно прогрессивных и PMS очков, и группа пациентов в МФ очках до и после операции со стабилизацией миопии в 33,3 и в 31,3 % случаев соответственно. Таким образом, проведенные клинические исследования показали наибольшую эффективность комбинированного

лечения, а именно сочетания МСП и методов оптической коррекции с поддержкой аккомодации и/или воздействием на периферический ретинальный дефокус сетчатки. Именно такой подход к ведению пациентов детского возраста с прогрессирующей миопией должен быть приоритетным.

Литература/References

1. Аветисов Э.С. Близорукость. Москва: Медицина; 1986, 1999. [Avetisov E.S. Myopia. Moscow: Meditsina; 1986, 1999 (In Russ.)].
2. Катаргина Л.А., Михайлова Л.А. Состояние детской офтальмологической службы в Российской Федерации (2012–2013 гг.). *Российская педиатрическая офтальмология*. 2015; 10 (1): 5–10. [Katargina L.A., Mikhailova L.A. The current state of ophthalmological care service in the Russian Federation (2012–2013). *Russian pediatric ophthalmology*. 2015; 10 (1): 5–10 (In Russ.)].
3. Нероев В.В. Организация офтальмологической помощи населению Российской Федерации. *Вестник офтальмологии*. 2014; 6: 8–12. [Neroev V.V. Eye care management in Russian Federation. *Vestnik oftal'mologii*. 2014; 30 (6): 8–12 (In Russ.)].
4. Либман Е.С., Шахова Е.В. Слепота и инвалидность вследствие патологии органа зрения в России. *Вестник офтальмологии*. 2006; 1: 35–7. [Libman E.S., Shakhova E.V. Blindness and disability due to eye pathology in Russia. *Vestnik ophthalmologii*. 2006; 1: 35–7 (In Russ.)].
5. Тарутта Е.П. Осложненная близорукость: врожденная и приобретенная. В кн.: Аветисов С.Э., Кашенко Т.П., Шамшинова А.М., ред. Зрительные функции и их коррекция у детей. Москва: Медицина; 2005: 137–63. [Tarutta E.P. Complicated myopia: congenital and acquired. In the book: Avetisov S.E., Kashchenko T.P., Shamshinova A.M., eds. Visual Functions and their Correction in Children. Moscow: Medicine; 2005: 137–63 (In Russ.)].
6. Иомдина Е.Н. Биомеханические и биохимические нарушения склеры при прогрессирующей близорукости и методы их коррекции. В кн.: Аветисов С.Э., Кашенко Т.П., Шамшинова А.М., ред. Зрительные функции и их коррекция у детей. Москва: Медицина; 2005: 163–83. [Iomdina E.N. Biomechanical and biochemical disorders of the sclera in progressive myopia and methods of their correction. In: Avetisov S.E., Kashchenko T.P., Shamshinova A.M., eds. Visual functions and their correction in children. Moscow: Meditsina; 2005: 163–83 (In Russ.)].
7. Иомдина Е.Н., Тарутта Е.П., Маркосян Г.А., Гаврилова Ю.И. Современная оценка эффективности и безопасности склеропластики при прогрессирующей миопии. *Российский офтальмологический журнал*. 2021; 14 (1): 96–103. [Iomdina E.N., Tarutta E.P., Markosian G.A., Gavrilova J.I. Current assessment results of the efficacy and safety of scleroplasty in progressive myopia. *Russian ophthalmological journal*. 2021; 14 (1): 96–103 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-1-96-103>
8. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А., Милаш С.В., Маркосян Г.А. Отдаленные результаты очковой коррекции с перифокальным дефокусом у детей с прогрессирующей миопией. *Вестник офтальмологии*. 2019; 135 (5): 46–53. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Tarasova N.A., Milash S.V., Markosian G.A. Long-term results of perifocal defocus spectacle lens correction in children with progressive myopia. *Vestnik oftal'mologii*. 2019; 135 (5): 46–53 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913505146>
9. Проскурина О.В., Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. и др. Годовые результаты применения очковых линз с встроенными кольцами высокоасферичных микролинз Stellest™ для контроля миопии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2023; 18 (4): 191–203. [Proskurina O.V., Tarutta E.P., Tarasova N.A., et al. Annual results of the use of spectacle lenses with embedded rings of high-spherical microlenses Stellest™ for the control of myopia. *Russian pediatric ophthalmology*. 2023; 18 (4): 191–203 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/rpoj567973>
10. Тарутта Е.П., Милаш С.В., Маркосян Г.А., Тарасова Н.А. Хориоидея и оптический дефокус. *Вестник офтальмологии*. 2020; 136 (4): 124–9. [Tarutta E.P., Milash S.V., Markosyan G.A., Tarasova N.A. Choroid and optical defocus. *Vestnik oftal'mologii*. 2020; 136 (4): 124–9 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013604124>
11. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Маркосян Г.А. и др. Стратегически ориентированная концепция оптической профилактики возникновения и прогрессирования миопии. *Российский офтальмологический журнал*. 2020; 13 (4): 7–16. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Markosian G.A., et al. A strategically oriented conception of optical prevention of myopia onset and progression. *Russian Ophthalmological Journal*. 2020; 13 (4): 7–16 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-4-7-16>
12. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Милаш С.В., Кушнаревич Н.Ю., Ларина Т.Ю. Наведенный бифокальными мягкими контактными линзами с аддидацией 4,0 дптр миопический дефокус в ближней периферии сетчатки и его влияние на прогрессирование миопии. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2022; 17 (4): 35–41. [Tarutta E.P., Tarasova N.A., Milash S.V., Kushnarevich N.Y., Larina T.Y. Induced bifocal soft contact lenses with the addition of 4.0 D myopic defocus in the near periphery of the retina and its effect on the progression of myopia. *Russian Pediatric ophthalmology*. 2022; 17 (4): 35–41 (In Russ.)]. [doi: 10.17816/rpoj112167](https://doi.org/10.17816/rpoj112167)
13. Тарутта Е.П., Толорая Р.Р., Вержанская Т.Ю., Кружкова Г.В. Способ комбинированного лечения быстро прогрессирующей близорукости у детей. Патент на изобретение № 2454186 от 27.06.2012. [Tarutta E.P., Toloraya R.R., Verzhanskaya T.Yu., Kruzhkova G.V. Method of combined treatment of rapidly progressing myopia in children. Patent RU 2454186, 27.06.2012 (In Russ.)].
14. Ситка М.М., Бодрова С.Г., Поздеева Н.А. Эффективность различных способов оптической коррекции прогрессирующей миопии у детей и подростков на основе сравнительной оценки исследования аккомодации и длины глаза. *Офтальмология*. 2018; 15 (2S): 65–72. [Sitka M.M., Bodrova S.G., Pozdeyeva N.A. The effectiveness of different optical correction methods in children and adolescents with progressive myopia based on a comparative evaluation of the accommodation and axial length of eyes. *Ophthalmology in Russia*. 2018; 15 (2S): 65–72 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-65-72>
15. Иомдина Е.А., Тарутта Е.П., Маркосян Г.А. и др. Транспальпебральная реоофтальмография как метод оценки эффективности склероукрепляющего и трофического лечения прогрессирующей миопии. *Офтальмология*. 2018; 15 (4): 439–46. [Iomdina E.N., Tarutta E.P., Markosian G.A., et al. Transpalpebral rheoophthalmography as a method for evaluating the effectiveness of sclera-strengthening and trophic treatment of progressive myopia. *Ophthalmology in Russia*. 2018; 15 (4): 439–46 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-4-439-446>

Вклад авторов в работу: Г.А. Маркосян — концепция, дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, написание статьи; Е.П. Тарутта — концепция, дизайн исследования, редактирование статьи; Е.Н. Иомдина — редактирование и окончательная подготовка статьи для опубликования; В.Н. Папян — сбор данных, написание статьи; Н.А. Тарасова, С.В. Милаш, Т.Ю. Ларина, К.А. Рамазанова — сбор данных.
Author's contribution: G.A. Markosyan — concept, study design, analysis and interpretation of data, writing of the article; E.P. Tarutta — concept, research design, editing of the article, E.N. Iomdina — editing and final preparation of the article for publication; V.N. Papyan — data collection, writing of the article; N.A. Tarasova, S.V. Milash, T.Yu. Larina, K.A. Ramazanova — data collection.

Поступила: 15.08.2024. Переработана: 03.09.2024. Принята к печати: 04.09.2024
Originally received: 15.08.2024. Final revision: 03.09.2024. Accepted: 04.09.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия
Гаяне Айказовна Маркосян — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Елена Петровна Тарутта — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0002-8864-4518

Елена Наумовна Иомдина — д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0001-8143-3606

Виолетта Николаевна Папян — аспирант отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Наталья Алексеевна Тарасова — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0002-3164-4306

Сергей Викторович Милаш — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики, ORCID 0000-0002-3553-9896

Татьяна Юрьевна Ларина — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Камилла Ахмедовна Рамазанова — канд. мед. наук, заведующая отделением ультразвуковой диагностики, ORCID 0000-0002-2635-4291

Для контактов: Виолетта Николаевна Папян,
violettapapyan@gmail.com

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Gayane A. Markosyan — Dr. of Med. Sci., leading researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Elena P. Tarutta — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-8864-4518

Elena N. Iomdina — Dr. of Biol. Sci., professor, principal researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0001-8143-3606

Violetta N. Papyan — PhD student of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Natalia A. Tarasova — Cand. of Med. Sci., senior researcher, department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-3164-4306

Sergey V. Milash — Cand. of Med. Sci., researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-3553-9896

Tatiana Yu. Larina — Cand. of Med. Sci., researcher of the department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Kamilla A. Ramazanova — Cand. of Med. Sci., head of department of ultrasound diagnostics, ORCID 0000-0002-2635-4291

For contacts: Violetta N. Papyan,
violettapapyan@gmail.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-75-79>



Эффективность воздушной и газовоздушной тампонады при оперативном лечении отслойки сетчатки, ассоциированной с ее нижними разрывами

А.В. Миронов, Ф.Т. Муртазалиева✉, И.М. Кутин

Фонд содействия развитию передовых медицинских технологий им. Святослава Федорова,
ул. Садовая-Самотёчная, д. 16, стр. 1, Москва, 127051, Россия

Отслоение сетчатки (ОС) является тяжелым офтальмологическим заболеванием, требующим проведения срочного оперативного вмешательства. Однако до настоящего времени выбор тампонирующего агента для заполнения полости стекловидного тела по окончании операции является дискуссионным. Цель работы — оценить эффективность воздушной и газовоздушной тампонады витреальной полости при оперативном лечении ОС с разрывами в нижних квадрантах глазного дна. Материал и методы. Обследован 21 пациент с первичной регматогенной ОС, причиной которой явились периферические клапанные разрывы в нижних квадрантах. Пациенты разделены на 2 группы в зависимости от вида тампонады полости стекловидного тела. В 1-й группе (10 пациентов) максимальная скорректированная острота зрения (МКОЗ) до операции составила 0,01–0,70 ($\pm 0,04$). Операцию завершали тампонадой полости стекловидного тела газовоздушной смесью гексафторида серы (SF₆). Во 2-й группе (11 пациентов) дооперационная МКОЗ составила 0,01–0,80 ($\pm 0,07$). Хирургическое лечение у пациентов данной группы завершалось тампонадой полости стекловидного тела стерильным воздухом. Результаты. В раннем послеоперационном периоде у пациентов 1-й группы отмечалась реактивная офтальмогипертензия; внутриглазное давление во 2-й группе было в пределах нормы. Через 6 мес в обеих группах по данным В-сканирования оболочки прилежали, рецидивов ОС не зарегистрировано. МКОЗ составила 0,5–1,0 ($\pm 0,04$) и 0,6–1,0 ($\pm 0,046$) в 1-й и 2-й группах соответственно. Заключение. С учетом сопоставимых анатомо-функциональных и клинических послеоперационных результатов использование воздушной тампонады витреальной полости является предпочтительным методом при оперативном лечении регматогенной ОС, ассоциированной с нижними разрывами.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки; газовоздушная тампонада; пневморетинопексия стерильным воздухом; разрыв сетчатки

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Миронов А.В., Муртазалиева Ф.Т., Кутин И.М. Эффективность воздушной и газовоздушной тампонады при оперативном лечении отслойки сетчатки, ассоциированной с ее нижними разрывами. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 75–9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-75-79>

The effectiveness of air and gas-air tamponade in the surgical treatment of retinal detachment associated with inferior breaks

Andrey V. Mironov, Fatima T. Murtazalieva✉, Ivan M. Kutin

The S. Fyodorov Foundation to promote the development of advanced medical technology, 16, p.1 Sadovaya-Samotechnaya St., Moscow, 127051, Russia
murtazalieva.opht@yandex.ru

*Retinal detachment (RD) is a severe ophthalmologic disease that requires urgent surgical intervention. However, the choice of a tamponade agent for filling the vitreous cavity after surgery has been debatable to date. **Purpose** of the study was to evaluate the efficacy of air and gas-air tamponade of the vitreous cavity in surgical treatment of RD with tears in the inferior quadrants of the fundus. **Material and methods.** The study included 21 patients with primary rhegmatogenous RD caused by peripheral tear flaps in the inferior quadrants. A study was conducted of 21 patients with primary rhegmatogenous retinal detachment, the cause of which was peripheral breaks in the lower quadrants. The patients were divided into 2 groups depending on the type of vitreous cavity tamponade. In group 1 (10 patients), the best corrected visual acuity (BCVA) before surgery was 0.01–0.7 (± 0.04). The surgery was completed by tamponade of the vitreous cavity with a gas-air mixture of sulfur hexafluoride (SF₆). In the 2nd group (11 patients), the preoperative BCVA was 0.01–0.8 (± 0.07). Surgical treatment in patients of this group was completed with tamponade of the vitreous cavity with sterile air. **Results.** In the early postoperative period, reactive ophthalmic hypertension was observed in patients of the 1st group, intraocular pressure in the 2nd group was within normal limits. After 6 months, according to B-scan data, the membranes were adjacent in both groups, and no recurrence of RD was registered. BCVA was 0.5–1.0 (± 0.04) and 0.6–1.0 (± 0.046) in the 1st and 2nd groups, respectively. **Conclusion.** Considering comparable anatomical, functional and clinical postoperative results, the use of air tamponade of the vitreous cavity is the preferred method in the surgical treatment of rhegmatogenous RD associated with inferior tears.*

Keywords: rhegmatogenous retinal detachment; gas-air tamponade; pneumatic retinopexy with sterile air; retinal tear

Conflict of interest: none.

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

For citation: Mironov A.V., Murtazalieva F.T., Kutin I. M. The effectiveness of air and gas-air tamponade in the surgical treatment of retinal detachment associated with inferior breaks. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 75-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-75-79>

Отслойка сетчатки регматогенной этиологии является тяжелым витреоретинальным состоянием, при котором через сформированный ретинальный разрыв происходит затекание и скопление субретинальной жидкости между нейросенсорным слоем сетчатой оболочки и пигментным эпителием. Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) всегда требует срочного оперативного вмешательства, так как несвоевременное лечение приводит к необратимой утрате зрительных функций [1].

Географическая вариабельность заболеваемости РОС составляет от 6,3 до 17,9 на 100 тыс. населения [2]. Данные литературы свидетельствуют о высоких результатах проведения витрэктомии при РОС. Согласно результатам исследования SPR, авторы рекомендуют при отслойке сетчатки с пролиферативной витреоретинопатией (ПВР) стадии В-С в качестве первичной операции выполнять витрэктомию, так как результаты у пациентов с первичной витрэктомией при ПВР стадии В-С выше, чем при изолированном пломбировании, при котором требуется на дополнительном этапе делать витрэктомию [3, 4]. Согласно другому исследованию, сопоставимый анатомический успех эписклерального пломбирования был достигнут только в комбинации с витрэктомией (83,8 % при первичной витрэктомии и 97,1 % при комбинированной витрэктомии). Более того, в артифактичных глазах частота анатомического

успеха после комбинированной операции и после отдельно выполненной первичной витрэктомии была практически одинаковой [5]. По данным исследования, выполненного на большой группе пациентов с РОС и ПВР стадии В-С, послеоперационная острота зрения при изолированной витрэктомии была сопоставима с данным показателем пациентов, у которых была выполнена комбинированная витрэктомия с эписклеральным пломбированием [6].

На завершающем этапе операции перед хирургом стоит выбор тампонирующего вещества [7, 8]. При разрывах с нижней локализацией хирурги в основном используют силиконовое масло, которое позволяет надежно зафиксировать сетчатку в правильном анатомическом положении. Однако требуется обязательный второй этап оперативного лечения для экструзии силиконового масла. Помимо этого, длительное пребывание силикона в витреальной полости приводит к множественным осложнениям, таким как лентовидная кератопатия, эмульгация силикона и его миграция в переднюю камеру, вторичная глаукома, а также развитие ПВР, о чем свидетельствуют многочисленные исследования [9, 10].

В подавляющем большинстве случаев при нижней локализации ретинальных разрывов газ не используется, так как газовый пузырь располагается в верхних квадрантах. Однако в некоторых публикациях отмечено успешное

применение газовой тампонады витреальной полости при РОС в сочетании с разрывами сетчатки в нижних квадрантах глазного дна [11, 12].

Использование газа не требует его последующего удаления, что снижает риск послеоперационных осложнений по сравнению с силиконовым маслом. В то же время газозвушная тампонада витреальной полости, несмотря на свои преимущества по сравнению с силиконовым маслом, также может сопровождаться послеоперационными осложнениями, например развитием зрачкового блока или послеоперационной офтальмогипертензией, что обусловлено особенностью физико-химических свойств газа. В витреальной полости гексафторид серы расширяется в 2 раза в течение первых 24–48 ч из-за нагревания и абсорбции азота из крови, что и приводит к вторичной гипертензии [13].

Однако все чаще появляются сообщения о применении стерильного воздуха для тампонады витреальной полости с положительным послеоперационным результатом. Это дает возможность избежать послеоперационных осложнений, вызванных тампонадой витреальной полости газозвушной смесью [14–17].

ЦЕЛЬ работы — оценить эффективность воздушной и газозвушной тампонады витреальной полости при оперативном лечении РОС с клапанными разрывами в нижних квадрантах глазного дна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследован 21 пациент с диагнозом «регатогенная отслойка сетчатки». Во всех случаях у пациентов были диагностированы множественные клапанные разрывы сетчатки, локализуемые в разных сегментах нижних квадрантов глазного дна. Пациенты были разделены на две статистические группы (рис. 1, 2).

В 1-ю группу вошли 10 пациентов (6 мужчин, 4 женщины) в возрасте от 28 до 72 лет с длительностью РОС, по данным анамнеза, от 2 до 30 дней. Предоперационная максимальная корригированная острота зрения (МКОЗ) составила 0,01–0,7 ($\pm 0,04$). РОС с вовлечением макулярной зоны была зарегистрирована у 3 пациентов, у 7 пациентов макулярная область прилежала. Оперативное вмешательство у пациентов этой группы завершали тампонадой витреальной полости газозвушной смесью гексафторида серы (SF6).

Вторая группа включала 11 пациентов (5 мужчин, 6 женщин) в возрасте от 32 до 69 лет с длительностью заболевания, по данным анамнеза, от 2 до 29 дней. МКОЗ до операции составляла 0,01–0,8 ($\pm 0,07$). В 3 случаях РОС не захватывала макулярную область, macula-off зарегистрирована у 8 пациентов. В данной группе операцию завершали введением в витреальную полость стерильного воздуха.

В обеих группах оперативное лечение проводили на хирургическом комбайне Constellation® VisionSystem (Alcon Laboratories Inc., США) в объеме микроинвазивной субтотальной 25G-вitrektомии с дополнительным эндоосвещением типа Chandler 25G и склерокомпрессией, что позволяло выполнить более тщательную санацию основания стекловидного тела ниже и выше зубчатой линии (рис. 3).

Все диагностированные ретинальные разрывы помечались диатермией. После введения перфторорганического соединения (ПФОС) до проксимального края наиболее центрально расположенного ретинального разрыва выполняли дренирование субретинальной жидкости методом активной и пассивной аспирации в условиях воздушной помпы. Далее в условиях полной тампонады витреальной полости ПФОС, используя склерокомпрессию, проводили эндолазеркоагуляцию всех выявленных разрывов сетчатки (рис. 4).

Затем у пациентов 1-й группы выполняли замену ПФОС на газозвушную смесь SF6, у пациентов 2-й группы операцию завершали пневморетинопексией стерильным воздухом. В обеих группах было введено от 4 до 10 мл тампонирующего вещества в зависимости от объема витреальной полости пациента.

Срок послеоперационного наблюдения в обеих группах составил 6 мес. В послеоперационном периоде всех пациентов обследовали с применением стандартных и дополнительных методов, включая определение остроты зрения и внутриглазного давления (ВГД), биомикроскопию и ультразвуковое В-сканирование.

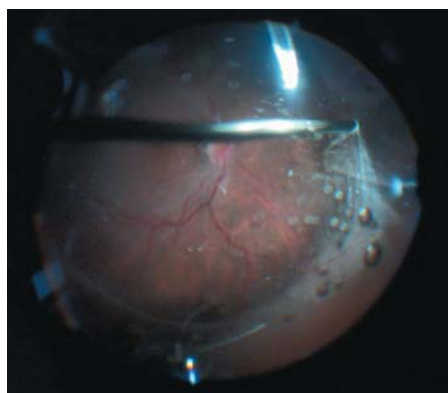


Рис. 1. Индуцирование заднегалоидной отслойки до зубчатой линии
Fig. 1. Induction of posterior hyaloid detachment to the serrated line

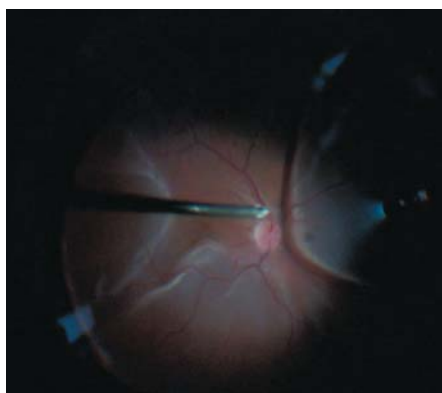


Рис. 2. Субтотальная отслойка сетчатки
Fig. 2. Subtotal retinal detachment

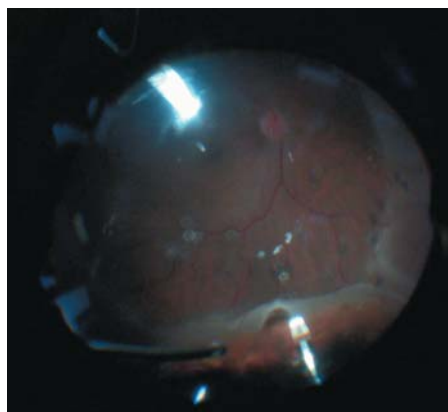


Рис. 3. Периферическая витрэктомия
Fig. 3. Peripheral vitrectomy



Рис. 4. Эндолазеркоагуляция периферических разрывов
Fig. 4. Endolaser coagulation of peripheral tears

РЕЗУЛЬТАТЫ

Через 1 нед после операции в 1-й группе МКОЗ составила 0,01–0,04 ($\pm 0,005$). В раннем послеоперационном периоде у 8 пациентов зарегистрирована транзиторная офтальмогипертензия до 37 мм рт. ст., которая была купирована назначением антиглаукоматозных препаратов Бринарга 2 раза в день, Таптиком на ночь в течение первых 10–14 дней. При биомикроофтальмоскопии определялся значительный объем газовой смеси, граница газожидкостного раздела находилась в нижней трети полости стекловидного тела. По данным ультразвукового исследования, сетчатка прилежала у всех пациентов, отмечались характерные ультразвуковые признаки газовой тампонады.

МКОЗ во 2-й группе составляла 0,1–0,7 ($\pm 0,35$). Эпизодов послеоперационной офтальмогипертензии за период наблюдения не зарегистрировано. При биомикроофтальмоскопии остаточный пузырь стерильного воздуха локализовался в верхней полусфере, воздушно-жидкостная граница находилась в верхней трети полости стекловидного тела, что обеспечивало хорошую визуализацию макулярной области. По результатам выполненного ультразвукового В-сканирования сетчатка прилежала во всех квадрантах, в верхних отделах витреальной полости определялся воздушный пузырь.

Через 14 сут после операции у пациентов 1-й группы МКОЗ составила 0,3–0,7 ($\pm 0,006$). Отмечалась дальнейшая резорбция газовой смеси, газожидкостная граница находилась в верхней средней трети, и можно было хорошо визуализировать макулярную область. Ультразвуковое В-сканирование подтверждало наличие остаточного пузыря газа в полости стекловидного тела, во всех случаях сетчатка занимала правильное положение.

Во 2-й группе на 14-е сутки после операции МКОЗ составила 0,3–0,9 ($\pm 0,063$). По данным биомикроскопии воздушный пузырь практически полностью рассосался. Ультразвуковое исследование показало, что сетчатка прилежит во всех квадрантах.

Через 1 мес после операции МКОЗ пациентов 1-й группы повысилась до 0,4–1,0 ($\pm 0,003$), во 2-й группе — до 0,55–1,00 ($\pm 0,004$). При биомикроофтальмоскопии в обеих группах полость стекловидного тела была оптически прозрачна. По данным ультразвукового В-сканирования сетчатка прилежала во всех случаях.

На 3-м и 6-м месяце послеоперационного наблюдения анатомо-функциональные результаты оперативного лечения у пациентов 1-й и 2-й групп оставались стабильными. МКОЗ в 1-й группе составила 0,5–1,0 ($\pm 0,044$), во 2-й — 0,6–1,0 ($\pm 0,046$). Рецидивов заболевания к концу периода наблюдения у пациентов обеих групп не выявлено.

ОБСУЖДЕНИЕ

К концу срока наблюдения анатомо-функциональные результаты хирургического лечения отслойки сетчатки были одинаковыми независимо от типа газовой тампонады витреальной полости.

При РОС без захвата макулярной области была выполнена витрэктомия, так как меридиональное пломбирование целесообразно делать в случаях единичного разрыва сетчатки, а в случаях, где имеются множественные разрывы, появляется необходимость в постановке нескольких пломб, что, безусловно, приведет к изменению фиброзной капсулы глаза с последующей аметропией и, как следствие, к утрате МКОЗ = 1,0. При постановке сегментарной пломбы могут возникнуть такие осложнения, как деблокирование разрывов и образование симптома «рыбья пасть».

С целью обеспечения давления газовой смеси по всей окружности периферических отделов глазного дна пациенты на первые 12 ч после операции позиционировались горизонтально на спине и в дальнейшем в ночное время суток до полной резорбции газовой смеси.

В нашем исследовании время полувыведения газовой смеси SF6 составило около 14–17 сут, притом что резорбция пузыря стерильного воздуха происходила в течение 7–10 дней. Послеоперационная офтальмогипертензия носила реактивный характер и была купирована консервативным методом.

Основной причиной рецидивов отслойки сетчатки после успешного оперативного вмешательства является деблокирование старых ретинальных разрывов или формирование новых. Поэтому во время операции важно полностью удалить основание стекловидного тела, особенно его прецилиарную часть, что обеспечивает плотное прилегание сетчатки и предупреждает возникновение тракций на ее периферические отделы (рис. 5).

Несмотря на интраоперационное достижение прилегания сетчатки к сосудистой оболочке, при локализации разрывов в нижних сегментах проводилась тампонада витреальной полости для полной уверенности в том, что субретинальная жидкость удалена от проекции разрывов, а также для формирования плотной хориоретинальной спайки. В ранее проведенных исследованиях установлено, что формирование адгезии между сетчаткой и подлежащей хориоидеей происходит благодаря фибрину, образующемуся вследствие экссудации в зоне нанесенного лазерного коагулята. Сроки формирования спайки составляют 1–3 сут, следовательно, для достижения оптимального эффекта тампонирующее вещество именно в этот временной интервал должно находиться в витреальной полости и обеспечивать плотную фиксацию сетчатки в правильном анатомическом положении [18].

Поэтому вопрос о целесообразности долгосрочной — 14 и более дней — тампонады полости стекловидного тела остается дискуссионным, так как после формирования хориоретинальной спайки отсутствует потребность в дополнительной фиксации сетчатки пузырем газовой смеси.

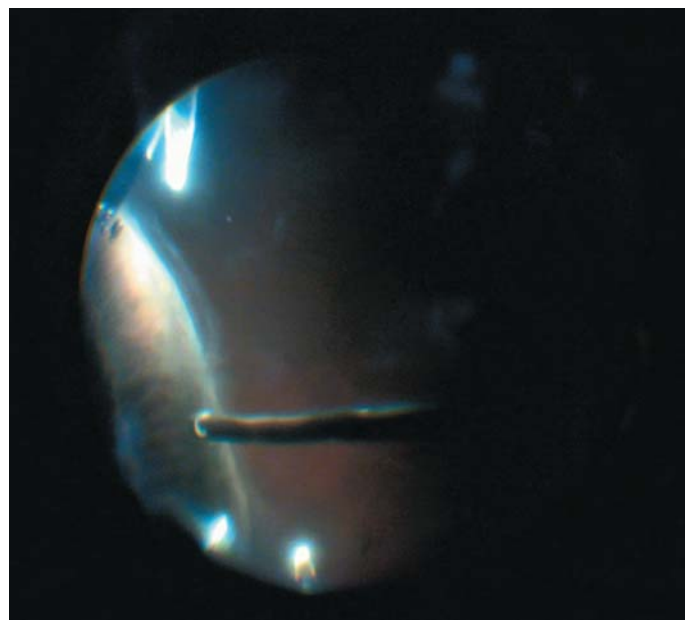


Рис. 5. Санация зоны базального витреума

Fig. 5. Sanation of the basal vitreous area

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные нами сопоставимые клинические результаты показывают, что применение воздушной тампонады в процессе хирургии РОС с нижней локализацией ретинальных разрывов является более целесообразным, чем тампонады витреальной полости газозвушной смесью. Кроме того, пневморетинопексия стерильным воздухом предотвращает развитие послеоперационных осложнений, присущих газозвушной тампонаде, уменьшает сроки реабилитации в послеоперационном периоде и повышает качество жизни пациентов.

Литература/References

1. Ghazi NG, Green WR. Pathology and pathogenesis of retinal detachment. *Eye (Lond)*. 2002;16(4): 411–1. doi: 10.1038/sj.eye.6700197
2. Mitry D, Charteris DG, Fleck BW, Campbell H, Singh J. The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations. *Br J Ophthalmol*. 2010; 94 (6): 678–84. doi: 10.1136/bjo.2009.157727
3. Heimann H, Hellmich M, Bornfeld N, et al. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment (SPR Study): Design issues and implications. SPR Study Report No.1. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2001; 239 (8): 567–74. <https://doi.org/10.1007/s004170100319>
4. Heimann H, Bartz-Schmidt KU, Bornfeld N, et al. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: A prospective randomized multicenter clinical study. *Ophthalmology*. 2007; 114 (12): 2142–54. <https://doi.org/10.1016/j.opht.2007.09.013>
5. Mehta S, Blinder KJ, Shah GK, Grand MG. Pars plana vitrectomy versus combined pars plana vitrectomy and scleral buckle for primary repair of rhegmatogenous retinal detachment. *Can J Ophthalmol*. 2011; 46 (3): 237–41. <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2011.05.003>
6. Storey P, Alshareef R, Khuthaila M, et al., Wills PVR Study Group. Pars plana vitrectomy and scleral buckle versus pars plana vitrectomy alone for patients with rhegmatogenous retinal detachment at high risk for proliferative vitreoretinopathy. *Retina*. 2014; 34 (10): 1945–51.
7. Шкворченко Д.О., Захаров В.Д., Какунина С.А., и др. Сравнительная оценка результатов хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки. *Офтальмохирургия*. 2015; (4): 43–50. [Shkvorchenko D.O., Zakharov V.D., Kakunina S.A., et al. Comparative estimation of surgical treatment results of rhegmatogenous retinal detachment. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2015; (4): 43–50 (In Russ.)].
8. Liao L, Zhu XH. Advances in the treatment of rhegmatogenous retinal detachment. *Int J Ophthalmol*. 2019; 12 (4): 660–7. doi: 10.18240/ijo.2019.04.22
9. Cockerham W, Schepens CL, Freeman HM. Silicone injection in retinal detachment. *Modern Problems in Ophthalmology*. 1969; 8: 525–40.
10. Mertens S, Bednarz J, Richard G, Engelmann K. Effect of perfluorodecalin on human retinal pigment epithelium and human corneal endothelium in vitro. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2000 Feb; 238 (2): 181–5. doi: 10.1007/s004170050030
11. Sharma A, Grigoropoulos V, Williamson TH. Management of primary rhegmatogenous retinal detachment with inferior breaks. *Br J Ophthalmol*. 2004; 88 (11): 1372–5. doi: 10.1136/bjo.2003.041350
12. Duvdevan N, Mimouni M, Feigin E, Barak Y. 25-gauge pars plana vitrectomy and SF6 gas for the repair of primary inferior rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2016; 36 (6): 1064–9. doi: 10.1097/IAE.0000000000000853
13. Tetsumoto A, Imai H, Hayashida M, et al. The comparison of the surgical outcome of 27-gauge pars plana vitrectomy for primary rhegmatogenous retinal detachment between air and SF 6 gas tamponade. *Eye (Lond)*. 2020; 34 (2): 299–306. doi: 10.1038/s41433-019-0726-2
14. Silvanus MT, Moldzio P, Bornfeld N, Peters J. Visual loss following intraocular gas injection. *Dtsch Arztebl Int*. 2008 Feb; 105 (6): 108–12. doi: 10.3238/arztebl.2008.0108
15. Ефремова Т.Г., Нестерова Е.С., Зотов А.С., Ахмедов А.Э. Опыт хирургического лечения отслойки сетчатки с тампонадой витреальной полости воздухом. *Современные технологии в офтальмологии*. 2019; 1: 50–2. [Efremova T.G., Nesterova E.S., Zotov A.S., Axmedov A.E. Experience of surgical treatment of retinal detachment with tamponade of the vitreal cavity with air. *Modern technologies in ophthalmology*. 2019; 1: 50–2 (In Russ.)].
16. 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): 2077–82. doi: 10.1097/IAE.0000000000002744
17. Thompson J. Kinetics of intraocular gases. Disappearance of air, sulfur hexafluoride, and perfluoropropane after pars plana vitrectomy. *Arch Ophthalmol*. 1989 May; 107 (5): 687–91. doi: 10.1001/archoph.1989.01070010705031
18. Шацких А.В., Шпак А.А., Юхананова А.В. и др. Морфологические изменения после лазеркоагуляции, обеспечивающие адгезию отслоенной сетчатки. *Офтальмохирургия*. 2020; 2: 52–7. [Shatskikh A.V., Shpak A.A., Yukhananova A.V., et al. Morphological changes after laser coagulation that ensure adhesion of the detached retina. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery*. 2020; 2: 52–7 (In Russ.)].

Вклад авторов в работу: А.В. Миронов — концепция исследования, анализ результатов, редактирование статьи; Ф.Т. Муртазалиева — сбор и анализ данных, написание статьи; И.М. Кутин — сбор и анализ данных.

Author's contribution: A.V. Mironov — research concept, results analysis, editing of the article; F.T. Murtazaliev — data collection and analysis, writing of the article; I.M. Kutin — data collection and analysis.

Поступила: 06.05.2024. Переработана: 02.11.2024. Принята к печати: 29.11.2024

Originally received: 06.05.2024. Final revision: 02.11.2024. Accepted: 29.11.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Фонд содействия развитию передовых медицинских технологий им. Святослава Федорова, ул. Садовая-Самотёчная, д. 16, стр. 1, Москва, 127051, Россия

Андрей Викторович Миронов — канд. мед. наук, ведущий хирург, ORCID 0000-0002-5208-6497

Фатима Тагировна Муртазалиева — врач-офтальмолог, ORCID 0009-0009-5132-9934

Иван Михайлович Кутин — врач-офтальмолог, ORCID 0000-0001-9269-6700

Для контактов: Фатима Тагировна Муртазалиева, murtazaliev.a.opht@yandex.ru

The S. Fyodorov Foundation to promote the development of advanced medical technology, 16, p.1 Sadovaya-Samotechnnaya St., Moscow, 127051, Russia
Andrey V. Mironov — Cand. of Med. Sci., leading surgeon, ORCID 0000-0002-5208-6497

Fatima T. Murtazaliev — ophthalmologist, ORCID 0009-0009-5132-9934

Ivan M. Kutin — ophthalmologist, ORCID 0000-0001-9269-6700

For contacts: Fatima T. Murtazaliev, murtazaliev.a.opht@yandex.ru

Влияние фрактальной фотостимуляции на электроретинограмму у больных с сухой формой возрастной макулярной дегенерации

Н.В. Нероева¹, М.В. Зуева¹✉, В.И. Котелин¹, И.В. Цапенко¹, Л.А. Катаргина¹, Ю.С. Тимофеев²

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

² ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Петроверигский пер., д. 10, Москва, 101990, Россия

Технология фрактальной фотостимуляции (ФФ), основанная на активации нейропластичности, — перспективный метод зрительной реабилитации. Ранее на животных с моделью атрофии ретинального пигментного эпителия было продемонстрировано положительное воздействие курсов ФФ на функцию и структуру сетчатки. Известны также преимущества технологий виртуальной реальности (VR) для зрительных тренировок в игровом формате, повышающем комплаентность пациента. Цель работы — оценка влияния курса ФФ в VR на объективные показатели электроретинографии у больных с сухой формой возрастной макулярной дегенерации. Материал и методы. У 20 пациентов с возрастной макулярной дегенерацией сухой формы промежуточной и поздней стадии записывали комплекс электроретинограмм (ЭРГ) по стандартам ISCEV до и в динамике после 2-недельного курса ФФ. Результаты. Показано положительное влияние ФФ на активность фоторецепторов, а также (чуть в меньшей степени) биполярных клеток скотопической и фотопической систем при большей реакции на фототерапию колбочковых нейронов. Активирующее влияние фототерапии на наружную сетчатку было наибольшим в ранние сроки после проведения курса зрительных тренировок. Положительное воздействие ФФ на активность ганглиозных клеток сетчатки нарастало после завершения курса стимуляции на протяжении по крайней мере 1 мес. Динамика мультифокальной ЭРГ говорит о генерализованном активирующем влиянии ФФ на макулярную область. Заключение. Результаты исследования обосновывают перспективность ФФ как метода зрительной реабилитации, улучшающей функциональность ретинальной нейронной сети. Она также может способствовать замедлению прогрессирования дегенеративного процесса в наружной и внутренней сетчатке.

Ключевые слова: возрастная макулярная дегенерация; зрительная реабилитация; фрактальная оптическая стимуляция; виртуальная реальность; нейропластичность; электроретинография

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Нероева Н.В., Зуева М.В., Котелин В.И., Цапенко И.В., Катаргина Л.А., Тимофеев Ю.С. Влияние фрактальной фотостимуляции на электроретинограмму у больных с сухой формой возрастной макулярной дегенерации. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 80-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-80-89>

Influence of fractal photostimulation on electroretinogram in patients with dry age-related macular degeneration

Natalia V. Neroeva¹, Marina V. Zueva^{1✉}, Vladislav I. Kotelin¹, Irina V. Tsapenko¹, Ludmila A. Katargina¹, Yury S. Timofeev²

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² National Medical Research Center of Therapy and Preventive Medicine, 10, Petroverigsky Lane St., 101990, Moscow, Russia
visionlab@yandex.ru

In visual rehabilitation, the search for methods based on the activation of neuroplasticity is relevant, which includes the technology of fractal photostimulation (FP). Previously, a positive effect of FP courses on the function and structure of the retina was demonstrated on animals with a model of retinal pigment epithelium atrophy. On the other hand, the advantages of virtual reality (VR) technologies for visual training in a game format that increases patient compliance are known. The purpose of this work was to evaluate the effect of a FP course in VR on objective electroretinography parameters in patients with dry age-related macular degeneration (AMD). Material and methods. In 20 patients with dry AMD, intermediate and late stages, an ERG complex was recorded according to ISCEV standards before and in dynamics after a 2-week FP course. Results. A positive effect of FP on the activity of photoreceptors, as well as (to a slightly lesser extent) bipolar cells of the scotopic and photopic systems with a greater response to phototherapy of cone-related neurons were shown. The activating effect of FP on the outer retina was greatest in the early stages after the course of visual training. The positive effect of FP on the activity of retinal ganglion cells increased after the completion of the course for at least 1 month. The dynamics of multifocal ERG indicates a generalized activating effect of FP on the macula. Conclusion. The results of the study substantiate the prospects of fractal phototherapy as a method of visual rehabilitation that improves the functionality of the retinal neural network. It can also serve as a factor slowing down the progression of the degenerative process in the outer and inner retina.

Keywords: age-related macular degeneration; visual rehabilitation; fractal optical stimulation; virtual reality; neuroplasticity; electroretinography

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Neroeva N.V., Zueva M.V., Kotelin V.I., Tsapenko I.V., Katargina L.A., Timofeev Yu.S. Influence of fractal photostimulation on electroretinogram in patients with dry age-related macular degeneration. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 80-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-80-89>

Возрастная макулярная дегенерация (ВМД) является одной из ведущих причин слабовидения. Отсутствие эффективной лекарственной терапии ВМД и других возрастных заболеваний сетчатки требует поиска новых подходов к лечению и зрительной реабилитации. Известно, что при ВМД признаки синаптической и дендритной пластичности проявляются и в наружном, и во внутреннем синаптических слоях и отражаются на функции нейронов I, II и III порядка, включая ганглиозные клетки сетчатки (ГКС) [1–3]. Тот факт, что сохраненные нейроны в различных ретинальных слоях при сухой ВМД способны образовывать новые синапсы и модифицируют свои отростки [1], может быть критично важным для обоснования новых методов восстановления поврежденной сетчатки, основанных на нейропластичности. Однако при старении и заболеваниях потенциал нейропластичности снижается, и без его активации невозможно улучшить клинический результат. Поэтому методы и стратегии, основанные на активации нейропластичности, вызывают значительный интерес.

В области нейрореабилитации большое внимание привлекают технологии виртуальной реальности (VR), использование которых при повторяющихся зрительных тренировках может стимулировать нейроны и запускать механизмы нейропластичности. Хорошо документирована

но, что зрительные перцептивные тренировки в игровом формате с помощью VR вызывают реорганизацию коры и могут улучшать зрительные функции у детей и взрослых, страдающих амблиопией, а также помогают пациентам с ВМД максимально использовать свое остаточное зрение (см. обзор [4]).

Однако на сегодняшний день технологии VR в зрительной реабилитации в большей степени сосредоточены на стратегиях компенсации (обучение максимально использовать остаточное зрение) и субституции (замещения). Поэтому актуальна разработка новых методов, относящихся к реституции (восстановлению нарушенных нейронных связей), и усовершенствование существующих реституционных программ зрительных тренировок, направленных на активацию нейропластичности. К таким стратегиям относятся различные виды стимулирующей терапии прерывистыми электрическими и оптическими сигналами.

С другой стороны, кроме снижения потенциала нейропластичности объективной причиной, ограничивающей эффективность зрительной реабилитации при возраст-ассоциированных заболеваниях, является нарушение у пациентов фрактальной динамики физиологических ритмов [5–7]. Типичным признаком здоровых физиологических процессов, включая спонтанную и вызванную

активность головного мозга и сетчатки, является их фрактальная (самоподобная, детерминированно-хаотическая) динамика, спектр мощности которой соответствует степенной функции $1/f^1$. При патологии фрактальная динамика теряется и заменяется на упорядоченные или стохастические флуктуации параметров биоритмов.

Фрактальная оптическая стимуляция синхронизирует нарушенные биоритмы и активирует пластичность зрительной системы, позволяя преодолеть обе объективные причины недостаточной эффективности существующих методов реабилитации. Фототерапия, которая использует физиологически адекватные стимулы, может способствовать ремоделированию поврежденных нейронных сетей. В исследованиях на кроликах ранее мы изучали влияние фрактальной фотостимуляции (ФФ) на электроретинограмму (ЭРГ) и механизмы ее терапевтического воздействия на продукцию нейротрофических факторов и катехоламинов [8, 9]. Получены доказательства безопасности фрактального оптического сигнала и активирующего влияния ФФ на нейроны сетчатки. На животных с моделью атрофии ретинального пигментного эпителия (РПЭ) недавно доказан положительный эффект тренировок зрения с помощью ФФ на ретинальную функцию и структуру [10]. Эти данные легли в основу алгоритма процедуры ФФ и объективной оценки ее эффективности у больных ВМД. Для применения в клинике нами была разработана новая реституционная технология для зрительной реабилитации пациентов, слабовидящих вследствие дегенеративных заболеваний сетчатки, основанная на ФФ с использованием стереоскопического дисплея [11].

ЦЕЛЬЮ данного пилотного исследования была оценка влияния курса ФФ в VR на объективные показатели электроретинографии у больных ВМД сухой формы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Ограниченные клинические исследования эффектов ФФ у больных с сухой формой ВМД были проведены по решению локального этического комитета ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» и после получения письменного информированного согласия пациентов.

Критерием включения являлась промежуточная и поздняя стадия ВМД (категория 3 и 4 AREDS) на одном или обоих глазах с компенсированным внутриглазным давлением. Допустимая сопутствующая офтальмопатология — миопия слабой степени, начальная катаракта. Допустимая сопутствующая общесоматическая патология могла иметь возрастной характер и включать ишемическую болезнь сердца, атеросклероз, гипертоническую болезнь I—II стадий, остеохондроз, сахарный диабет II типа.

Критерии не включения: абсолютные противопоказания к применению ФФ (пигментная ксеродерма, красная волчанка) и противопоказания с потенциальным риском — установленный диагноз «эпилепсия» и светочувствительные пациенты, имеющие зрительно вызванные судороги в анамнезе, эпилептогенную чувствительность к мелькающему свету по данным электроэнцефалограммы.

В исследовании приняли участие 20 человек в возрасте от 60 до 78 лет с диагнозом ВМД промежуточной и поздней стадии сухой формы с географической атрофией (ГА) — 39 глаз, средний возраст — $71,3 \pm 10,2$ года, 5 мужчин и 15 женщин. Максимальная корригированная острота зрения (МКОЗ) составляла от 0,02 до 0,80. Анализ результатов исследования проводился по всей группе пациентов и в трех подгруппах в зависимости от исходной МКОЗ: 1) менее 0,1 (5 человек, 7 глаз); 2) от 0,1 до 0,3 (10 человек, 12 глаз); 3) 0,3 и выше (14 человек, 20 глаз).

Участникам исследования по протоколам международных стандартов ISCEV регистрировали скотопические и фотопические виды ганцфельд-ЭРГ [12], фотопический негативный ответ (ФНО) [13] и мультифокальную ЭРГ (мФЭРГ) [14]. Исследования проводили до зрительных тренировок, в течение двух-трех дней после завершения курса и через 1 (8 пациентам) и 3 (2 пациентам) мес после фотостимуляции. В отдаленные сроки были зарегистрированы не все биопотенциалы сетчатки.

Всем пациентам ФФ выполняли на фоне основного лечения. Курс зрительных тренировок в VR включал 10 сеансов по 20 мин. Сеансы проводили в утреннее время (с 9 до 11 ч), ежедневно, кроме выходных. В работе использовали технологию зрительных тренировок в VR с помощью объемной комбинированной ФФ с использованием стереоскопического дисплея (RU 2773684C1). В VR-очках предъявлялось выбранное из библиотеки контента сцена 3D-изображение — природный ландшафт. Задний фон виртуального пространства заполнялся фрактальной мелькающей средой в виде стимулирующего полотна, элементы которого изменяли свою яркость согласно нелинейной фрактальной функции Вейерштрасса.

Предъявляемый сложноструктурированный оптический сигнал в стереоскопическом дисплее самоподобен (инвариантен) во времени, т. е. по мере изменения масштаба профиль фрактальной функции повторяет сам себя. Частота флуктуаций сигнала на первом уровне самоподобия случайно флуктуировала в диапазоне 9,5–11,0 Гц. Данный диапазон был выбран с учетом известного факта, что фотостимуляция мельканиями 9–11 Гц улучшает эпизодическую память [15, 16]. На каждом следующем уровне самоподобия (с изменением временного масштаба) паттерн случайных флуктуаций сигнала повторялся с увеличением частоты в 2,5 раза.

В данной работе фрактальная размерность Хаусдорфа — Безиковича, отражающая сложность сигнала, составляла 1,4. Это значение характеризует средний диапазон фрактальных размерностей естественных и искусственных фракталов, которые имеют максимальную эстетическую привлекательность для человека [17–22]. Учитывая результаты экспериментальных исследований и положительный опыт предыдущего ограниченного клинического испытания на светодиодном фотостимуляторе без VR [23], курс светостимуляции составили из 10 сеансов, проводимых в утреннее время (с 9 до 11 ч), ежедневно, кроме выходных. Длительность одного сеанса ФФ составляла 20 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлено изменение МКОЗ после завершения курса ФФ для всей группы и в подгруппах с различной исходной МКОЗ.

У 15 больных (19 глаз) отмечалось повышение МКОЗ на 0,01–0,20. У 5 человек (10 глаз) МКОЗ не изменилась. У пациентов с низкими зрительными функциями (I подгруппа) значения МКОЗ нарастали после курса ФФ (на 37,5%) и оставались стабильными до 3 мес. Во II подгруппе МКОЗ также увеличивалась после зрительных тренировок (на 21,2%), достигая максимума через 1 мес (до 25,7% от исходных значений). К концу 3-го месяца наблюдалась тенденция возвращения показателей МКОЗ к исходным значениям ($0,27 \pm 0,06$). В III подгруппе с наиболее высокими показателями МКОЗ (0,3 и выше) острота зрения была выше исходных значений в течение всего срока наблюдения. Максимальный прирост МКОЗ (на 12%) зафиксирован в течение 1 нед после курса ФФ.

Таблица 1. Динамика МКОЗ в среднем по группе и в подгруппах с различной исходной МКОЗ после курса ФФ

Table 1. Dynamics of BCVA on average for the total group and in subgroups with different initial BCVA after course of fractal photostimulation (FP)

Подгруппы Subgroups	До ФФ Before FP	После ФФ After FP	Через 1 мес In 1 month	Через 3 мес In 3 months
Все пациенты All patients	0,31 ± 0,24	0,37 ± 0,25	0,36 ± 0,23	0,37 ± 0,23
I	0,05 ± 0,04	0,08 ± 0,06	0,08 ± 0,07	0,1
II	0,26 ± 0,05	0,33 ± 0,11	0,35 ± 0,1	0,27 ± 0,06
III	0,51 ± 0,16	0,58 ± 0,15	0,53 ± 0,12	0,53 ± 0,21

Примечание. I — МКОЗ < 0,1; II — 0,3 > МКОЗ ≥ 0,1; III — МКОЗ ≥ 0,3.

Note. I — BCVA < 0,1; II — 0,3 > BCVA ≥ 0,1; III — BCVA ≥ 0,3.

В таблицах 2–14 представлены наиболее значимые результаты электрофизиологических исследований (ЭФИ), полученные в различные сроки после проведения курса ФФ. Общий анализ изменений электрогенеза сетчатки по всей группе пациентов (табл. 2) показал статистически значимое возрастание амплитуды а- и b-волн колбочковой ЭРГ и стандартной фотопической ритмической ЭРГ (РЭРГ) на 30 Гц (на 7–15%) сразу после курса зрительных тренировок в VR. При этом

Таблица 2. Динамика амплитуды волн ганцфельд-ЭРГ после курса фрактальной фототерапии (ФФ)

Table 2. Dynamics of the amplitude of full-field ERGs' waves after a course of fractal phototherapy (FP)

Биопотенциалы Biopotentials	До ФФ Before FP n = 33			После ФФ After FP n = 33			Через 1 мес In 1 month n = 12			Через 3 мес In 3 months n = 2
	M	SD	Me	M	SD	Me	M	SD	Me	M
Палочковая ЭРГ, b-волна Rod ERG, b-wave	48,2	24,9	50,9	53,0	24,0	51,4	51,3	6,4		—
Колбочковая ЭРГ, a-волна Cone ERG, a-wave	15,4	4,2	16,2	16,9	4,2	18,4	17,9#	4,7	17,6	17,9
Колбочковая ЭРГ, b-волна Cone ERG, b-wave	60,8	19,3	59,2	65,5	18,8	65,5	71,2	20,6	75,2	74,8
РЭРГ 30 Гц Flicker 30 Hz-ERG	47,8	14,0	46,8	53,7#	12,0	53,2	56,4*	12,2	56,4	55,1

Примечание. Здесь и в таблицах 2–14: n — количество глаз; M — среднее геометрическое значение; SD — среднее квадратическое отклонение; Me — медиана; * p < 0,05, различие с данными до лечения статистически значимо; # p < 0,1 — статистически подтвержденная тенденция.

Note. Here and in the tables 2–14: n — number of eyes, M — geometric mean value; SD — the average square deviation; Me — the median; * — p < 0.05, the difference with the data before treatment is statistically significant; # p < 0.1 — statistically confirmed trend.

Таблица 3. Динамика амплитуды ФНО (от изолинии) после курса фрактальной фототерапии (ФФ)

Table 3. Dynamics of PhNR amplitude (from the baseline) after a course of fractal phototherapy (FP)

Сила вспышки, кд/м² Flash power, cd s/m²	До ФФ Before FP n = 30			После ФФ After FP n = 27			Через 1 мес In 1 month n = 9			Через 3 мес In 3 months n = 3
	M	SD	Me	M	SD	Me	M	SD	Me	M
0,375	12,5	6,8	12,0	12,0	8,8	12,1	13,9#	3,2	13,7	22,2
0,75	13,7	4,58	12,8	14,0	8,8	13,5	18,7*	9,3	18,8	22,2
1,5	16,46	7,19	15,3	15,9	10,4	15,6	15,8	5,4	15,0	13,1
3,0	16,7	4,9	16,3	16,2	7,1	16,0	21,0*	5,0	21,35	14,0

Таблица 4. Динамика плотности пика P1 мфЭРГ (нВ/град²), усредненной по кольцам (R), после курса фрактальной фототерапии (ФФ)

Table 4. Dynamics of mfERG P1 peak density (nV/deg²), averaged over rings (R), after a course of fractal phototherapy (FP)

Кольца Rings	До ФФ Before FP n = 33			После ФФ After FP n = 33			Через 1 мес In 1 month n = 8			Через 3 мес In 3 months n = 3
	M	SD	Me	M	SD	Me	M	SD	Me	M
R1	55,9	27,2	46,87	64,2	23,2	63,0	74,24#	35,0	78,9	63,8
R2	28,7	14,5	27,8	29,2	13,4	27,1	29,23	15,9	25,5	33,8
R3	19,3	8,3	18,46	18,9	7,6	20,9	19,3	7,4	23,36	17,8
R4	15,5	4,3	—	14,9	3,6	—	15,4	2,8	—	16,2
R5	13,2	3,2	—	12,6	3,2	—	14,6	2,4	—	12,8

Таблица 5. Динамика амплитуды фотопической низкочастотной РЭРГ после курса фрактальной фототерапии (ФФ)
Table 5. Dynamics of the amplitude of photopic low-frequency flicker ERG after a course of fractal phototherapy (FP)

Частота мельканий, Гц Flicker frequency, Hz	До ФФ Before FP n = 10			После ФФ After FP n = 10			Через 1 мес In 1 month n = 8		
	М	SD	Me	М	SD	Me	М	SD	Me
8,3	66,4	19,5	64,25	76,8	31,6	65,0	67,1	8,1	67,0
10	66,8	22,58	67,35	79,13	27,5	64,7	65,2	10,3	64,0
12	67,45	22,66	64,45	76,06	28,0	62,0	60,9	16,2	62,0
24	56,0	22,5	51,0	31,0	14,2	52,7	50,4	11,7	49,0

Таблица 6. Динамика амплитуды ганцфелд-ЭРГ, МКОЗ < 0,1 (0,02–0,04)
Table 6. Dynamics of full-field ERG amplitude, BCVA < 0.1 (0.02–0.04)

Биопотенциалы Biopotentials	До ФФ Before FP n = 7			После ФФ After FP n = 7			Через 1 мес In 1 month n = 4		Через 3 мес In 3 month n = 1
	М	SD	Me	М	SD	Me	М	Me	М
Палочковая ЭРГ, b-волна Rod ERG, b-wave	58,4	17,6	57,05	64,5	20,5	61,4	56,7	—	—
Скотопическая максимальная ЭРГ, a-волна Scotopic maximal ERG, a-wave	80,4	38,6	71,9	89,9#	33,3	93,55	76,7	—	—
Колбочковая ЭРГ, a-волна Cone ERG, a-wave	13,7	2,6	16,2	15,6#	3,0	18,5	16,5	19,5	10,9
Колбочковая ЭРГ, b-волна Cone ERG, b-wave	49,0	9,3	52,1	60,5*	13,1	62,1	66,5#	73,5	55,2
РЭРГ 30 Гц Flicker 30 Hz-ERG	38,9	6,8	38,4	50,9*	6,1	50,9	57,1*	—	43,2

эффект даже немного возростал через 1 мес после фототерапии. Различие с исходными данными было статистически достоверно для РЭРГ 30 Гц ($p < 0,05$) и являлось статистически подтвержденной тенденцией ($p < 0,1$) для a-волны колбочковой ЭРГ. У двоих пациентов отдельные ЭРГ-исследования были выполнены также через 3 мес после курса ФФ, и результаты показали сохранение достигнутого положительного эффекта.

Амплитуда b-волны палочковой ЭРГ на слабый стимул также возростала в среднем на 10% сразу после курса ФФ, однако она практически не отличалась от исходных значений через 1 мес после завершения фотостимуляции. Для темноадаптированной ЭРГ на стандартный стимул отмечено небольшое возрастание амплитуды a-волны (при отсутствии реакции со стороны b-волны), которое при анализе данных для всей группы было статистически незначимым. Обнаружен умеренный рост амплитуды ФНО, который был наиболее выраженным и статистически значимым через 1 мес после ФФ (табл. 3). В среднем для всей группы пациентов было характерным повышение плотности компонента P1 мфЭРГ, причем не только в первом гексагоне (R1), но и в кольце R2, а через месяц после курса стимулирующих тренировок — в кольцах R1–R4 (табл. 4). Положительное воздействие ФФ на мфЭРГ нарастало в отдаленные сроки после фотостимуляции.

Таблица 7. Динамика амплитуды РЭРГ, МКОЗ < 0,1 (0,02–0,04)
Table 7. Dynamics of flicker ERG amplitude, BCVA < 0.1 (0.02–0.04)

Частота мельканий, Гц Flicker frequency, Hz	До ФФ Before FP n = 2	После ФФ After FP n = 2	Через 1 мес In 1 month n = 2	Через 3 мес In 3 months n = 1
	М	М	М	М
8,3	52,1	65,3	61,5	60
10	42,5	66,8	65,3	54
12	43,3	55,9	56,6	52
24	35,4	50,3	50,5	55

Таблица 8. Динамика плотности P1 мфЭРГ (нВ/град²), МКОЗ < 0,1 (0,02–0,04)
Table 8. Dynamics of the P1 mfERG density (nV/deg²), BCVA < 0.1 (0.02–0.04)

Кольца Rings	До ФФ Before FP n = 10			После ФФ After FP n = 10			Через 1 мес In 1 month n = 3	Через 3 мес In 3 month n = 1
	М	SD	Me	М	SD	Me	М	М
R1	44,5	15,2	42,6	53,0	16,8	53,73	40,9	40,5
R2	17,0	10,3	20,65	21,6	12,0	27,76	16,6	23,1
R3	12,0	8,8	16,34	16,9	7,9	20,4	14,6	20,4
R4	11,9	4,4	11,9	13,7	1,6	14,3	13,6	11,4
R5	12,8	2,3	—	10,3	2,7	—	12,9	10,1

Несмотря на неоднородность группы и значительный разброс данных, возрастание плотности P1 в первом кольце через 1 мес после курса зрительных тренировок являлось статистически подтвержденной тенденцией ($p = 0,082952$). Амплитуда фотопической низкочастотной РЭРГ на мелькания частотой 8,3–12,0 Гц, зависящей от активности фоторецепторов, также возростала (табл. 5), причем эффект был наибольшим непосредственно после завершения кур-

Таблица 9. Динамика ганцфельд-ЭРГ, $0,3 > \text{МКОЗ} \geq 0,1$
Table 9. Dynamics of ganzfeld ERG, $0,3 > \text{BCVA} \geq 0,1$

Биопотенциалы Biopotentials	До ФФ Before FP n = 14			После ФФ After FP n = 10			Через 1 мес In 1 month n = 4			Через 3 мес In 3 months n = 1
	М	SD	Me	М	SD	Me	М	SD	Me	М
Палочковая ЭРГ, b-волна Rod ERG, b-wave	32,2	15,5	24,4	43,6#	17,7	41,1	46,7	—	—	
Скотопическая максимальная ЭРГ, a-волна Scotopic maximal ERG, a-wave	78,5	18,4	83,2	91,8#	20,2	101	76,7	—	—	
Колбочковая ЭРГ, a-волна Cone ERG, a-wave	13,2	3,7	12,1	16,3	4,0	12,6	17,8	7,5	—	19,0
Колбочковая ЭРГ, b-волна Cone ERG, b-wave	53,4	20,2	49,3	51,4	11,4	44,7	56,4	16,3	62,2	87,2
РЭРГ 30 Гц Flicker 30 Hz-ERG	43,8	13,9	44,3	46,9	9,4	48,8	49,7	12,0	52,0	56,9

са ФФ и снижался через 1 мес после лечения. Однако эффект ФФ отсутствовал для РЭРГ на мелькания 24 Гц, генерируемой биполярными клетками сетчатки.

Данные ЭФИ говорят о положительном воздействии ФФ на активность фоторецепторов, а также (чуть в меньшей степени) биполярных клеток скотопической и фотопической систем при большей реакции колбочковых нейронов. Активирующее влияние ФФ на наружную сетчатку было наибольшим в ранние сроки после курса зрительных тренировок. Напротив, положительное воздействие ФФ на активность ГКС, по данным ФНО, нарастало после завершения курса на протяжении по крайней мере 1 мес.

С другой стороны, динамика мфЭРГ говорит о генерализованном активирующем влиянии ФФ на макулярную область сетчатки, которое не ограничивается центральным гексагоном — областью фовеа, функциональная активность в которой обычно коррелирует с остротой зрения. То есть субъективная оценка динамики остроты зрения после терапии может не отражать истинное (более значительное, чем оценивается по МКОЗ) улучшение функционального состояния сетчатки.

Результаты исследования обосновывают перспективность ФФ как метода зрительной реабилитации, улучшающего функциональность ретикулярной нейронной сети. Она также может служить фактором, замедляющим прогрессирование дегенеративного процесса в наружной и внутренней сетчатке и улучшающим качество жизни пациентов.

Для определения зависимости эффекта ФФ от исходной остроты зрения пациентов (и тяжести заболевания) был проведен дополнительно анализ данных ЭФИ в подгруппах глаз с различной исходной МКОЗ: $< 0,1$ (1),

Таблица 10. Динамика плотности P1 мфЭРГ (нВ/град^2), $0,3 > \text{МКОЗ} \geq 0,1$
Table 10. Dynamics of P1 mfERG density (nV/deg^2), $0,3 > \text{BCVA} \geq 0,1$

Кольца Rings	До ФФ Before FP n = 17		После ФФ After FP n = 17		Через 1 мес In 1 month n = 4		Через 3 мес In 3 months n = 2
	М	SD	М	SD	М	SD	М
R1	51,1	21,3	63,8	21,8	67,1	30,7	49,3
R2	26,5	14,8	27,2	12,9	26,0	14,3	24,1
R3	15,9	8,9	17,0	8,3	17,8	9,7	15,5
R4	16,4	4,2	14,8	4,0	16,5	2,0	15,8
R5	12,8	3,4	12,7	3,4	15,2	2,5	11,8

Таблица 11. Динамика амплитуды ганцфельд-ЭРГ, $\text{МКОЗ} = 0,3-0,8$
Table 11. Dynamics of ganzfeld ERG amplitude, $\text{BCVA} = 0,3-0,8$

Биопотенциалы Biopotentials	До ФФ Before FP n = 14		После ФФ After FP n = 14		Через 1 мес In 1 month n = 4		Через 3 мес In 3 months n = 2	
	М	SD	М	SD	М	SD	М	SD
Палочковая ЭРГ, b-волна Rod ERG, b-wave	60,6	22,5	56,6	30,3	—	—	—	—
Колбочковая ЭРГ, a-волна Cone ERG, a-wave	16,4	5,1	17,0	5,0	18,2	4,8	20,9	—
Колбочковая ЭРГ, b-волна Cone ERG, b-wave	74,7	17,2	74,6	19,8	86,5	18,3	78,4	—
РЭРГ 30 Гц Flicker 30 Hz-ERG	54,2	11,2	57,6	13,0	61,0	9,8	60,2	—

Таблица 12. Динамика амплитуды ФНО от изолинии, $\text{МКОЗ} = 0,3-0,8$
Table 12. Dynamics of TNF amplitude from the baseline, $\text{BCVA} = 0,3-0,8$

Сила вспышки, кд с/м^2 Flash power, cd s/m^2	До ФФ Before FP n = 12			После ФФ After FP n = 12			Через 1 мес In 1 month n = 2	Через 3 мес In 3 months n = 2
	М	SD	Me	М	SD	Me	М	М
0,375	16,8	7,0	17,1	19,5	11,7	14,8	15,8	24,2
0,75	15,2	4,2	13,75	17,1	7,8	16,0	25,3	15,4
1,5	18,4	10,0	13,7	17,9	8,6	16,1	19,8	19,0
3,0	17,1	3,7	17,15	17,8	5,4	19,8	12,8	25,7

$0,1 \leq \text{МКОЗ} < 0,3$ (2) и $\text{МКОЗ} \geq 0,3$ (3). Наши результаты представлены в таблицах 6—14.

В I подгруппе с малой исходной остротой зрения, несмотря на небольшой прирост МКОЗ, в процентном

отношении наблюдался самый большой положительный эффект ФФ для ганцфельд-ЭРГ и РЭРГ. Более значительно повышалась амплитуда волн ганцфельд-ЭРГ: b-волны палочковой и колбочковой ЭРГ и a-волны колбочковой и смешанной палочко-колбочковой ЭРГ (табл. 6). Более значительно, чем в среднем по всей группе, возрастала также амплитуда РЭРГ на 30 Гц и низкочастотных РЭРГ, причем зависящих как от функции фоторецепторов (РЭРГ на 8,3–12,0 Гц), так и колбочковых биполярных клеток (РЭРГ на 24 Гц) (табл. 6, 7). Средние показатели низкочастотной РЭРГ на 8,3–24,0 Гц в I подгруппе возрастали во всех трех контрольных точках от 20 до 57%. Следует отметить, однако, малочисленность исследований РЭРГ для глаз с низкой МКОЗ.

С другой стороны, у пациентов с самой низкой исходной МКОЗ не обнаружено положительных эффектов ФФ для ФНО.

Плотность P1-компонента в мфЭРГ возрастала в гексагонах R1–R4 после курсов фотостимуляции. В подгруппе с низкой остротой зрения изменения были несколько меньшими по сравнению с общей тенденцией для всей группы и отсутствовали через 1 мес после фототерапии (табл. 8).

Однако необходимо подчеркнуть, что появление четкого пика в первом гексагоне и улучшение активности не только в первом, но и 2–3 кольцах мфЭРГ, зонах пери- и парафовеа (рисунок) могут иметь существенное значение для пациента, повышая субъективное качество его зрения и качество жизни, связанное со зрением.

Во II подгруппе с исходными значениями МКОЗ от 0,1 до < 0,3 также отсутствовала значимая динамика ФНО, но положительные тенденции изменений ганцфельд-ЭРГ и мфЭРГ были аналогичными средним тенденциям, описанным для всей группы (табл. 9).

В подгруппах II и III повышение амплитуды РЭРГ было значительно меньшим, чем в первой подгруппе с низкой исходной остротой зрения.

В III подгруппе для глаз с лучшим МКОЗ влияние ФФ на амплитуду a- и b-волн скотопических и фотопических ганцфельд-ЭРГ было наименьшим среди всех подгрупп, за исключением стандартной РЭРГ на 30 Гц (табл. 11).

У всех пациентов наблюдалось возрастание амплитуды ФНО сразу после курса ФФ, и у некоторых участников, обследованных в отдаленные сроки, показано сохранение положительного эффекта через 1 и 3 мес после завершения курса.

Динамика мфЭРГ у пациентов с наилучшей исходной МКОЗ повторяла тенденции, выявленные в общем для всей группы (табл. 10). Отмечалось возрастание амплитуды мфЭРГ в 1–4 кольцах и сохранение эффекта через 1 мес после ФФ.

Амплитуда низкочастотной ЭРГ существенно возрастала для всех частот стимуляции (табл. 14), хотя достоверность различий отсутствовала в связи с неоднородностью группы.

Анализ показал, что амплитуда ФНО повышалась в большей степени у больных ВМД с сопутствующим диагнозом «частичная атрофия зрительного нерва» или «первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ)». Это может свидетель-

Таблица 13. Динамика плотности P1 мфЭРГ (нВ/град²), МКОЗ = 0,3–0,8
Table 13. Dynamics of P1 mFERG density (nV/deg²), BCVA = 0.3–0.8

Кольца Rings	До ФФ Before FP n = 16		После ФФ After FP n = 16		Через 1 мес In 1 month n = 3		Через 3 мес In 3 months n = 1
	M	SD	M	SD	M	SD	M
R1	67,7	31,9	70,9	25,7	82,4	31,1	61,2
R2	34,0	16,6	34,4	15,3	32,5	19,0	26,8
R3	20,7	8,0	21,4	7,1	21,9	6,5	18,3
R4	16,0	4,3	14,8	2,8	16,8	3,5	16,4
R5	13,4	2,9	13,45	3,0	13,8	2,6	12,2

Таблица 14. Динамика амплитуды низкочастотной РЭРГ, МКОЗ = 0,3–0,8
Table 14. Dynamics of low-frequency flicker ERG amplitude, BCVA = 0.3–0.8

Сила вспышки, кд с/м ² Flash power, cd s/m ²	До ФФ Before FP n = 6			После ФФ After FP n = 6			Через 1 мес In 1 month n = 4	
	M	SD	Me	M	SD	Me	M	SD
0,375	75,1	14,3	76,1	93,8	19,0	93,15	69,6	16,3
0,75	75,6	22,3	77,85	92,0	19,0	94,0	72,1	12,2
1,5	76,2	20,7	77,35	88,8	30,2	94,1	67,9	17,6
3,0	53,3	25,9	52,5	88,3	28,4	91,95	52,7	4,3

ствовать о перспективности назначения ФФ для зрительной реабилитации не только больных ВМД, но и при ПОУГ и другой патологии зрительного нерва.

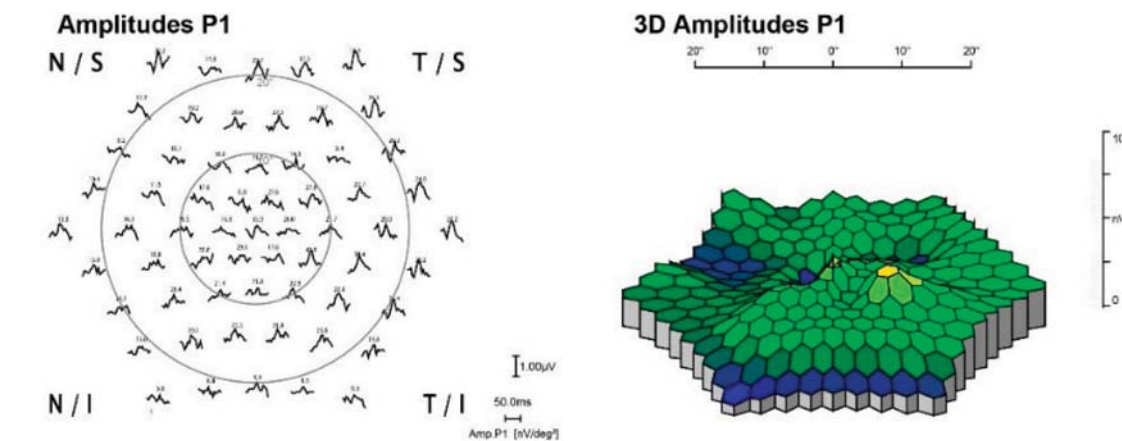
Отметим, что положительный эффект не определялся однозначно для всех пациентов и всех волн ЭРГ. Во многих случаях он был не очевиден для скотопической смешанной («максимальной» палочко-колбочковой) ЭРГ, особенно b-волны, что требует детального анализа в будущих исследованиях. Результаты, полученные в данном исследовании, говорят о сохранении положительного эффекта для многих биопотенциалов в течение 1–3 мес после фототерапии.

Вероятные механизмы эффектов ФФ, как обсуждается в недавнем обзоре, включают увеличение продукции нейротрофических факторов (BDNF и PEDF), что может приводить к формированию новых синаптических контактов, увеличению сложности дендритного ветвления, образованию новых нейронных путей, минуя поврежденные, увеличению чувствительности нейронов сетчатки через настройку ее фоновой активности (шума) и усилению хориоретинального кровообращения в результате влияния прерывистой фотостимуляции на просвет сосудов [6, 24].

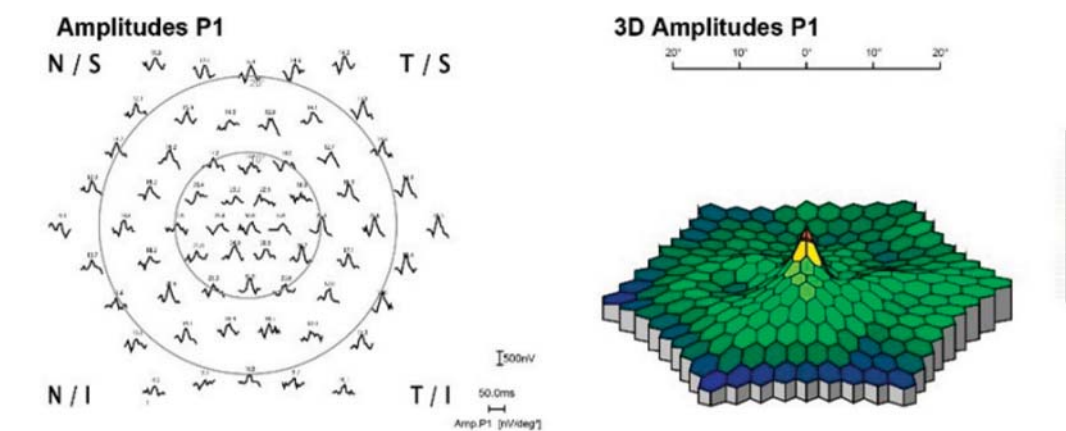
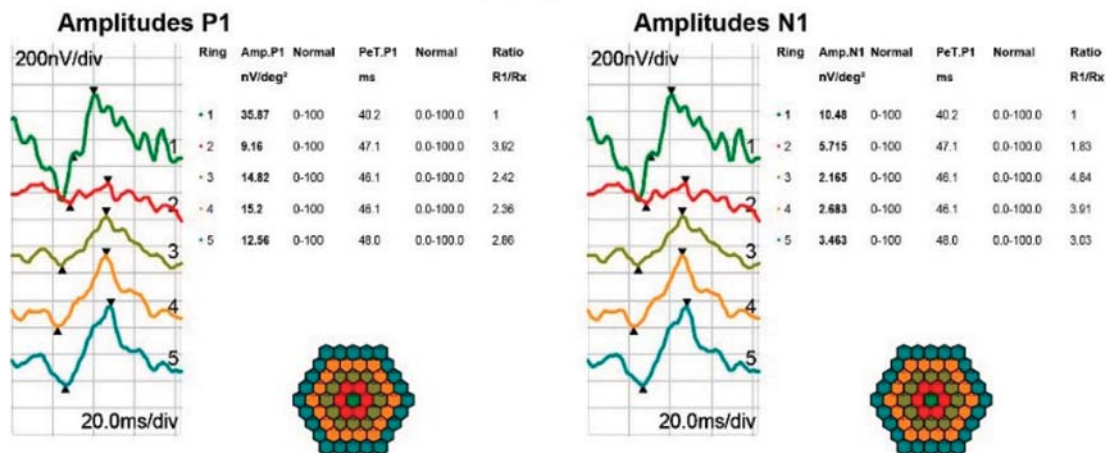
Эффективность воздействия сенсорной стимуляции на пластичность зрительной системы и достижение оптимального лечебного результата в значительной степени зависит от комплаентности пациента, его активного интереса к процедуре фотостимуляции и концентрации внимания на сеансе проводимой терапии. Повышение мотивации пациента к проведению зрительных тренировок и возможность адаптировать их режимы для конкретных пациентов являются одними из основных преимуществ так называемых «серьезных игр» в VR, применяемых в нейрореабилитации [4, 25].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пилотные клинические исследования эффектов ФФ показали, что у пациентов с сухой формой ВМД после курсов фотостимуляции фрактальным оптическим сигналом в стереоскопических очках увеличивается острота зрения и отмечается активация электрогенеза сетчатки, что проявляется повышением активности фоторецепторов и (в меньшей степени) биполярных клеток, а также улучшением актив-



Vis = 0,04



Vis = 0,05

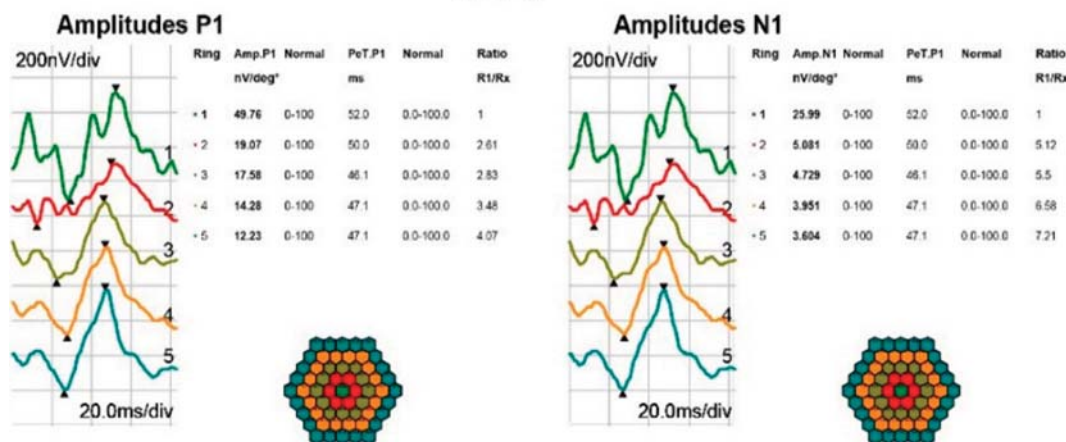


Рисунок. МфЭРГ до (вверху) и после (внизу) курса фрактальной фототерапии: левый глаз пациента с ВМД сухой формы, поздняя стадия с ГА
Figure. MfERG before (top) and after a course of fractal phototherapy: left eye of a patient with dry AMD, late stage with GA

ности ГКС. Мы полагаем, что методика ФФ в VR имеет перспективы в клинической практике ввиду ее неинвазивности, возможности персональной адаптации режимов зрительных тренировок и повышения комплаентности, мотивации пациентов к повторению игрового процесса.

LITERATURE/References

- Sullivan RKP, Woldemussie E, Pow DV. Dendritic and synaptic plasticity of neurons in the human age-related macular degeneration retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007 Jun; 48 (6): 2782–91. doi: 10.1167/iov.06-1283
- Нероева Н.В., Зуева М.В., Нероев В.В. и др. Электрофизиологические признаки ремоделирования колбочковой системы сетчатки при географической атрофии пигментного эпителия у больных с неэкссудативной возрастной макулярной дегенерацией. *Российский офтальмологический журнал*. 2021; 14 (3): 32–9. [Neroeva N.V., Zueva M.V., Neroev V.V., et al. Electrophysiological signs of retinal cone remodeling in geographic atrophy of the pigment epithelium in patients with non-exudative age-related macular degeneration. *Russian Ophthalmological Journal*. 2021; 14 (3): 32–9 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-32-39>
- Нероев В.В., Зуева М.В., Нероева Н.В. и др. Клинико-функциональные характеристики вторичной географической атрофии на фоне экссудативной возрастной макулярной дегенерации. *Вестник РАМН*. 2021; 76 (4): 383–94. [Neroev V.V., Zueva M.V., Neroeva N.V., et al. Clinical and functional characteristics of secondary geographic atrophy against the background of exudative age-related macular degeneration. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2021; 76 (4): 384–93 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.15690/vramn1557>
- Зуева М.В., Котелин В.И., Нероева Н.В., Журавлева А.Н., Цапенко И.В. Виртуальная реальность в зрительной реабилитации. *Российский офтальмологический журнал*. 2024; 17 (3): 113–8. [Zueva M.V., Kotelin V.I., Neroeva N.V., Zhuravleva A.N., Tsapenko I.V. Virtual reality in visual rehabilitation. *Russian ophthalmological journal*. 2024; 17 (3): 113–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-3-113-118>
- Zueva M.V. Fractality of sensations and the brain health: the theory linking neurodegenerative disorder with distortion of spatial and temporal scale-invariance and fractal complexity of the visible world. *Front. Aging Neurosci*. 2015; 7: 135. doi: 10.3389/fnagi.2015.00135
- Зуева М.В., Котелин В.И., Нероева Н.В., Фадеев В.В., Манько О.М. Проблемы и перспективы новых методов световой стимуляции в зрительной реабилитации. *Сенсорные системы*. 2023; 37 (2): 93–118. [Zueva M.V., Kotelin V.I., Neroeva N.V., Fadeev V.V., Manko O.M. Problems and prospects of new methods of light stimulation in visual rehabilitation. *Sensory Systems*. 2023; 37 (2): 93–118 (In Russ.)]. doi: 10.31857/S0235009223020075
- Zueva M.V., Neroeva N.V., Zhuravleva A.N., et al. Fractal phototherapy in maximizing retina and brain plasticity. In: Di Ieva A. (eds.) *The fractal geometry of the brain*. Advances in neurobiology. 2024; 36: 585–637. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47606-8_31
- Нероев В.В., Зуева М.В., Нероева Н.В. и др. Воздействие фрактальной зрительной стимуляции на здоровую сетчатку кролика: функциональные, морфометрические и биохимические исследования. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (3): 99–111. [Neroev V.V., Zueva M.V., Neroeva N.V., et al. Effect of fractal visual stimulation on healthy rabbit retina: functional, morphometric and biochemical studies. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (3): 99–111 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-3-99-111>
- Балацкая Н.В., Фадеев В.В., Зуева М.В., Нероева Н.В. Локальная продукция нейротрофических факторов при воздействии фрактальной стимуляционной фототерапии на сетчатку кроликов. *Молекулярная медицина*. 2023; 21 (3): 52–8. [Balatskaya N.V., Fadeev V.V., Zueva M.V., Neroeva N.V. Local production of neurotrophic factors under the influence of fractal stimulation phototherapy on the retina of rabbits. *Molecular medicine*. 2023; 21 (3): 52–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.29296/24999490-2023-05-08-52-58>
- Фадеев Д.В., Нероева Н.В., Зуева М.В. и др. Фрактальная фототерапия: влияние на структуру и функцию сетчатки кролика с моделью атрофии ретинального пигментного эпителия. *Российский офтальмологический журнал*. 2024; 17 (2): 74–81. [Fadeev D.V., Neroeva N.V., Zueva M.V., et al. Fractal phototherapy: impact on the structure and function of the retina of rabbits with modelled retinal pigment epithelium atrophy. *Russian Ophthalmological Journal*. 2024; 17 (2): 74–81 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-2-74-81>
- Нероев В.В., Зуева М.В., Манахов П.А. и др. Способ улучшения функциональной активности зрительной системы с помощью фрактальной фототерапии с использованием стереоскопического дисплея. Патент РФ № 2773684. 2022. [Neroev V.V., Zueva M.V., Manakhov P.A., et al. A method for improving the functional activity of the visual system using fractal phototherapy using a stereoscopic display. Patent RF No. 2773684. 2022 (In Russ.)].
- Robson AG, Frishman LJ, Grigg J, et al. ISCEV Standard for full-field clinical electroretinography (2022 update). *Doc Ophthalmol*. 2022 Jun; 144 (3): 165–77. doi: 10.1007/s10633-022-09872-0
- Frishman L, Sustar M, Kremers J, et al. ISCEV extended protocol for the photopic negative response (PhNR) of the full-field electroretinogram. *Doc Ophthalmol*. 2018 Jun; 136 (3): 207–11. doi: 10.1007/s10633-018-9638-x
- Hoffmann MB, Bach M, Kondo M, et al. ISCEV standard for clinical multifocal electroretinography (mfERG) (2021 update). *Doc Ophthalmol*. 2021 Feb; 142 (1): 5–16. doi: 10.1007/s10633-020-09812-w
- Williams J, Ramaswamy D, Oulhaj A. 10 Hz flicker improves recognition memory in older people. *BMC Neurosci*. 2006; 7 (5): 21. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-7-21>
- Williams JH. Frequency-specific effects of flicker on recognition memory. *Neuroscience*. 2001; 104: 283–6. [https://doi.org/10.1016/s0306-4522\(00\)00579-0](https://doi.org/10.1016/s0306-4522(00)00579-0)
- Aks D, Sprott J. Quantifying aesthetic preference for chaotic patterns. *Empir Stud Arts*. Jan 1996; 14 (1): 1–16. doi: 10.2190/6V31-7M9R-T9L5-CDG9
- Taylor RP, Spehar B, Wise JA, et al. Perceptual and physiological responses to the visual complexity of fractal patterns. *Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci*. 2005 Jan; 9 (1): 89–114. PMID: 15629069.
- Taylor RP, Sprott JC. Biophilic fractals and the visual journey of organic Screen-savers. *J Non-Linear Dyn Psychol Life Sci*. 2008; 12: 117–29. <https://sprott.physics.wisc.edu/pubs/paper311.pdf>
- Taylor RP, Spehar B, Donkelaar PV, Hagerhall CM. Perceptual and physiological responses to Jackson Pollock's fractals. *Front Hum Neurosci*. 2011; 5: 60. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00060>
- Пьянкова С.Д. Фрактальноаналитические исследования в психологии: особенности восприятия самоподобных объектов. *Психологические исследования*. 2016; 9 (46): 12. [Pyankova S.D. Fractal-analytical research in psychology: features of perception of self-similar objects. *Psychological research*. 2016; 9 (46): 12 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.54359/ps.v9i46.484>
- Пьянкова С.Д. Субъективные оценки визуальной сложности и эстетической привлекательности фрактальных изображений: индивидуальные различия и генетические влияния. *Психологические исследования*. 2019; 12 (63). [Pyankova S.D. Subjective assessments of the visual complexity and aesthetic appeal of fractal images: individual differences and genetic influences. *Psikhologicheskiye issledovaniya*. 2019; 12 (63) (In Russ.)]. <https://doi.org/10.54359/ps.v12i63.238>
- Зуева М.В., Ковалевская М.А., Донкарева О.В., и др. Фрактальная фототерапия в нейропротекции глаукомы. *Офтальмология*. 2019; (3): 317–28. [Zueva M.V., Kovalevskaya M.A., Donkareva O.V., et al. Fractal phototherapy in the neuroprotection of glaucoma. *Ophthalmology in Russia*. 2019; 16 (3): 317–28 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2019-3-317-328>
- Зуева М.В., ред. Нелинейный глаз: новые технологии зрительной реабилитации. С.-Петербург: Издательство ВММ; 2024. [Zueva M.V., ed. *Nonlinear eye: New technologies of visual rehabilitation*. St. Petersburg: BMM Publishing House; 2024 (In Russ.)].
- Coco-Martin MB, Cuadrado-Asensio R, López-Miguel A. Design and evaluation of a customized reading rehabilitation program for patients with age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2013; 120 (1): 151–9. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.07.035

Вклад авторов в работу: Н.В. Нероева — сбор и анализ данных, редактирование; М.В. Зуева — концепция, анализ результатов и литературы, написание статьи; В.И. Котелин — сбор и анализ данных, написание статьи; И.В. Цапенко — сбор и анализ данных; Л.А. Катаргина — дизайн исследований, редактирование статьи; Ю.С. Тимофеев — статистический анализ данных.

Authors' contribution: N.V. Neroeva — data collection, editing of the article; M.V. Zueva — concept, analysis of the results and literature, writing of the article; V.I. Kotelin — data collection and analysis, writing of the article; I.V. Tsapenko — data collection and analysis; L.A. Katargina — research design, scientific editing of the article; Yu.S. Timofeev — statistical data processing.

Поступила: 28.08.2024. Переработана: 10.09.2024. Принята к печати: 11.09.2024

Originally received: 28.08.2024. Final revision: 10.09.2024. Accepted: 11.09.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Наталья Владимировна Нероева — канд. мед. наук, начальник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, ORCID 0000-0002-8480-0894

Марина Владимировна Зуева — д-р биол. наук, профессор, начальник отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова, ORCID 0000-0002-0161-5010

Владислав Игоревич Котелин — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова, ORCID 0000-0003-4675-9648

Ирина Владимировна Цапенко — канд. биол. наук, главный специалист отдела клинической физиологии зрения им. С.В. Кравкова, ORCID 0000-0002-0148-8517

Людмила Анатольевна Катаргина — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии глаз у детей, заместитель директора по научной работе, ORCID 0000-0002-4857-0374

ФГБУ «НМИЦ терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Петроверигский пер., д. 10, Москва, 101990, Россия

Юрий Сергеевич Тимофеев — руководитель лаборатории изучения биохимических маркеров риска хронических неинфекционных заболеваний отдела фундаментальных и прикладных аспектов ожирения, ORCID 0000-0001-9305-6713

Для контактов: Марина Владимировна Зуева,
visionlab@yandex.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Natalia V. Neroeva — Cand. of Med. Sci., head of the department of pathology of the retina and optic nerve, ORCID 0000-0002-8480-0894

Marina V. Zueva — Dr. of Biol. Sci., professor, head of the department of clinical physiology of vision named after S.V. Kravkov, ORCID 0000-0002-0161-5010

Vladislav I. Kotelin — Cand. of Med. Sci., senior researcher, department of clinical physiology of vision named after S.V. Kravkov, ORCID 0000-0003-4675-9648

Irina V. Tsapenko — Cand. of Biol. Sci., chief specialist of the department of clinical physiology of vision named after S.V. Kravkov, ORCID 0000-0002-0148-8517

Ludmila A. Katargina — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of eye pathology in children, deputy director for science, ORCID 0000-0002-4857-0374

National Medical Research Center of Therapy and Preventive Medicine, 10, Petroverigsky Lane St., 101990, Moscow, Russia

Yury S. Timofeev — head of the laboratory for the study of biochemical risk markers of chronic non-communicable disease, department of fundamental and applied aspects of obesity, ORCID 0000-0001-9305-6713

For contacts: Marina V. Zueva,
visionlab@yandex.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-90-94>



Сравнительный анализ результатов хирургического лечения при аномалии Петерса и склерокорнеа у детей младшего возраста

А.В. Плескова, В.Р. Гетадарян✉, А.Ю. Панова

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — изучить и сравнить результаты первичной сквозной кератопластики (СКП) у детей младшего возраста с аномалией Петерса и склерокорнеа. **Материал и методы.** Показатели «выживаемости» трансплантата после первичной СКП изучены у 58 детей (67 глаз) в возрасте до 5 лет с врожденным помутнением роговицы при аномалии Петерса (43 пациента) и склерокорнеа (15 пациентов). Биологический результат операции оценивали методом Каплана — Майера, с помощью которого определяли «выживаемость» трансплантата. Функциональный результат (учитывая возраст ребенка) оценивали ориентировочно: по слежению ребенка за игрушками с определенного расстояния и методом предпочтительного взора. Удаленные во время операции роговичные диски подвергались гистологическому исследованию. **Результаты.** Общая «выживаемость» трансплантатов составила 68%. В конечном итоге через 2 года после операции «выживаемость» трансплантата у детей с аномалией Петерса составила 68%, а у детей со склерокорнеа только 20%, через 5 лет — 56 и 7% соответственно. Среднее время «выживания» и показатель «выживаемости» значительно различались у пациентов с аномалией Петерса и у пациентов со склерокорнеа: «время выживания» — $125,3 \pm 13,9$ против $36,4 \pm 15,1$ мес ($p = 0,014$), «выживаемость» — 82,5% против 20,0% ($p = 0,02$). Наличие васкуляризации в лимбе и на периферии роговицы, а также диаметр роговицы реципиента достоверно коррелировали с развитием отторжения трансплантата. **Заключение.** После СКП у пациентов в возрасте 5 лет и младше отмечена высокая «выживаемость» трансплантата при аномалии Петерса, тогда как при склерокорнеа показатель приживления трансплантата оказался низким.

Ключевые слова: роговица донора; кератопластика; трансплантация роговицы; кератопластика у детей; аномалия Петерса; склерокорнеа

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Плескова А.В., Гетадарян В.Р., Панова А.Ю. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения при аномалии Петерса и склерокорнеа у детей младшего возраста. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 90-4. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-90-94>

Comparative analysis of the results of surgical treatment for Peters anomaly and sclerocornea in young children

Alla V. Pleskova, Vostan R. Getadaryan✉, Anna Yu. Panova

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
vostan11@gmail.com

Purpose: to study and compare the results of primary penetrating keratoplasty (PKP) in young children with Peters' anomaly and sclerocornea. **Material and methods.** The survival rates of the graft after primary PKP were studied in 58 children (67 eyes) under 5 years of age with congenital corneal opacity in Peters' anomaly (43 patients) and sclerocornea (15 patients). The biological result of the surgery was assessed by the Kaplan — Meier method, which was used to determine the "survival" of the graft. The functional result (taking into account the child's age) was estimated approximately: by the child's tracking of toys from a certain distance and by the preferred gaze method. The corneal discs removed during the surgery were subjected to histological examination. **Results.** The overall survival rate of the grafts was 68%. Ultimately, 2 years after surgery, graft survival in children with Peters anomaly was 68%, while in children with sclerocornea it was only 20%; after 5 years, it was 56% and 7%, respectively. The mean survival time and survival rate differed significantly in patients with Peters anomaly and in patients with sclerocornea: survival time 125.3 ± 13.9 versus 36.4 ± 15.1 months ($p = 0.014$), survival — 82.5% versus 20.0% ($p = 0.02$). The presence of vascularization in the limbus and on the periphery of the cornea, as well as the diameter of the recipient's cornea, significantly correlated with the development of graft rejection. **Conclusion.** After PKP, high graft survival was observed in patients aged 5 years and younger with Peters anomaly, whereas graft survival was low in patients with sclerocornea.

Keywords: donor cornea; keratoplasty; corneal transplantation; keratoplasty in children; Peters anomaly; sclerocornea

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Pleskova A.V., Getadaryan V.R., Panova A.Yu. Comparative analysis of the results of surgical treatment for Peters anomaly and sclerocornea in young children. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 90-4 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-90-94>

Врожденное помутнение роговицы (ВПР) встречается примерно у 3 из 100 тыс. новорожденных [1] и является одной из основных причин детской слепоты. Одной из форм ВПР является аномалия Петерса (АП) и склерокорнеа. Это врожденные аномалии переднего отрезка глаза (ПОГ), в основе которых лежит его дисгенез, который представляет собой врожденное нарушение эмбриональных тканей, происходящих из нервного гребня, и характеризуется спектром нарушений в соответствии со стадией развития ПОГ [2–4]. Клинически АП проявляется центральным помутнением роговицы, сращенным с радужкой и/или хрусталиком, нередко сопровождается другими глазными аномалиями: микрокорнеа, микрофтальмом, колобомой сосудистой оболочки, глаукомой, катарактой (рис. 1). При склерокорнеа, в отличие от АП, при которой роговица сохраняет свою сферичность и прозрачность периферической части, роговица плоская, тотально мутная, обильно васкуляризирована, лимб практически не дифференцируется (рис. 2).

Раннее хирургическое лечение — сквозная кератопластика (СКП) — имеет большое значение у пациентов с ВПР для профилактики депривационной амблиопии [5, 6]. Однако в литературе сообщают о плохих результатах СКП у педиатрических пациентов по сравнению с СКП у взрослых [7–9]. Причины неудовлетворительного хирургического результата СКП у детей включают трудности в

предоперационном и послеоперационном ведении, интраоперационные технические сложности, связанные с анатомическими особенностями детских глаз, такими как низкая ригидность склеры, высокое давление в стекловидном теле, повышенное выпадение фибрина после операции [6]. Все эти факторы приводят к отсрочке хирургического лечения, заставляя хирургов переносить ее на более поздние сроки [2]. Вместе с тем перенос операции на старший возраст делает ее функционально бессмысленной из-за развития депривационной амблиопии.

ЦЕЛЬ работы — изучить и сравнить результаты первичной СКП у детей младшего возраста (до 5 лет) с аномалией Петерса и склерокорнеа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проанализированы истории болезни и медицинские карты 58 детей (67 глаз) с АП и склерокорнеа, перенесших первичную СКП в возрасте от 2 мес до 5 лет в отделе патологии глаз у детей в период с 1 января 1998 г. по 31 декабря 2022 г. С АП I типа прооперировано 28 пациентов (28 глаз), с АП II типа — 15 пациентов (24 глаза), со склерокорнеа — 15 детей (15 глаз).

Проанализированы дооперационные характеристики глаз реципиентов, объем хирургического вмешательства, причины отторжения трансплантата и послеоперационные

осложнения для выявления факторов, влияющих на исход операции. Оценивались возраст, пол, латеральность заболевания; предоперационные характеристики глаза, включая васкуляризацию и конъюнктивализацию роговицы, степень помутнения и диаметр роговицы, наличие иридокорнеальных и кератолентикулярных сращений, состояние хрусталика (мутный, прозрачный), показатели внутриглазного давления (ВГД) (наличие и/или отсутствие глаукомы); размеры трепанации роговицы донора и реципиента; а также послеоперационные осложнения: отторжение, инфекция, повышение ВГД, промем-



Рис. 1. Роговица ребенка при аномалии Петерса

Fig. 1. Cornea of a child with Peters anomaly

жуток времени от операции до отторжения трансплантата и причины его отторжения.

Операцию выполняли под эндотрахеальным наркозом. Донорскую роговицу выкраивали таким образом, чтобы она была на 0,5 мм больше, чем удаленная роговица реципиента. Донорскую роговицу фиксировали в ложе реципиента 8 узловыми швами 8-0 и непрерывным обвивным швом 10-0. У 15 пациентов с АП II типа СКП сочеталась с удалением катаракты. Передняя камера восстанавливалась стерильным воздухом + физиологическим раствором. Рецессия конъюнктивы у пациентов со склерокорнеа не выполнялась. Удаленные во время операции роговичные диски подвергались гистологическому исследованию.

Послеоперационное ведение включало местное назначение дексаметазона, антибиотиков и кератотрофических препаратов 4 раза в день с постепенным снижением дозы препаратов. Пять пациентов со склерокорнеа в течение месяца после операции принимали перорально преднизолон ацетат и на 5 глазах местно — циклоsporин (0,2%) в течение года после операции. Несостоятельность пересаженной роговицы определяли как эпителиальный или стромальный отек трансплантата и необратимую потерю прозрачности роговицы при осмотре за щелевой лампой. Время выживания трансплантата определяли как период от операции до дня, когда впервые было отмечено отторжение трансплантата. Первичную эндотелиальную декомпенсацию определяли в том случае, когда трансплантаты в течение суток после операции не восстанавливали свою прозрачность.

Статистический анализ. Данные анализировали с использованием программного обеспечения SPSS версии 12.0. Биологический результат операции оценивали в терминах «выживаемости» трансплантата (модель Каплана — Майера). Для оценки статистической значимости различий среднего времени выживания между группами использовали логарифмический ранговый критерий. Факторы, влияющие на исход операции, анализировали с помощью критерия Пирсона χ^2 . Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Всего выполнено 67 СКП у 58 детей: у 43 — с АП, у 15 — со склерокорнеа. Диагноз был поставлен в возрасте $2,3 \pm 0,5$ мес (диапазон 1–9 мес); 18 глаз подверглись СКП в течение первых 12 мес жизни, 15 глаз — между 12 и 24 мес и 34 глаза — между 33 и 60 мес жизни. Средний возраст детей на момент операции составил $21,7 \pm 3,8$ мес (диапазон от 2 до 66 мес). Показаниями к операции были склерокорнеа на 15 (35%) глазах и АП на 28 (65%) глазах. У пациентов с АП во всех случаях имелись иридокорнеальные сращения, у 15 детей (24 глаза) с АП II типа наблюдали кератолентикулярные сращения с катарактой. ВГД до операции у всех пациентов было нормальное. Послеоперационный период наблюдения составил $160,4 \pm 1,0$ мес (диапазон от 12 до 130 мес).

Общая «выживаемость» трансплантатов составила 68%. В 18 из 67 (26,8%) глаз произошло отторжение трансплантата. В конечном итоге через 2 года после операции «выживаемость» трансплантата у детей с АП составила 68%, а у детей со склерокорнеа только 20%, через 5 лет — 56 и 7%, через 10 лет — 48 и 5% соответственно. Медиана времени выживания от операции до отторжения трансплантата составила 9,8 мес. В ранний послеоперационный период (до 6 мес) наиболее частой причиной несостоятельности трансплантата было иммунное отторжение ($n = 5$), за которым следовала инфекция ($n = 1$), васкуляризация трансплантата ($n = 7$). У одного ребенка 2 месяцев жизни в первые послеоперационные сутки произошло выпадение радужной обо-



Рис. 2. Роговица ребенка при склерокорнеа
Fig. 2. Cornea of a child with sclerocornea

лочкой. Сразу же были наложены дополнительные швы с вправлением радужки и восстановлением передней камеры. Первичная эндотелиальная декомпенсация зафиксирована у одного ребенка. В отдаленные сроки (больше 6 мес) послеоперационные осложнения включали отторжение ($n = 9$), глаукому ($n = 9$), неоваскуляризацию ($n = 1$) и инфекцию ($n = 1$). Среднее время «выживания» трансплантатов составило $143,6 \pm 16,9$ мес у пациентов с АП и $34,2 \pm 15,1$ мес у пациентов со склерокорнеа ($p = 0,014$, логарифмический ранговый критерий).

Среди проанализированных факторов риска отторжения наличие васкуляризации в лимбальной и периферической части роговицы в значительной степени коррелировало с отторжением трансплантата. Диаметр роговицы реципиента и, соответственно, размер трепанов были важными факторами, влияющими на результаты кератопластики. Диаметр роговицы 9 мм и больше и больший размер трепанов были у пациентов в группе прозрачного приживления трансплантата, в отличие от пациентов с меньшим диаметром роговицы и меньшими размерами трепанов. При этом конъюнктивизация роговицы, наличие иридокорнеальных сращений, наличие глаукомы или применение гипотензивных препаратов в послеоперационном периоде не были существенными факторами, влияющими на «выживаемость» трансплантата.

Далее мы оценили, может ли влиять на исход СКП сопутствующая патология, такая как глаукома или наличие сращений. Глаукома развилась после операции на 4 (26%) из 15 глаз со склерокорнеа и на 7 (16%) из 43 глаз с АП. Иридокорнеальные сращения наблюдались в 2 (13%) из 15 глаз со склерокорнеа и в 7 (16%) из 43 глаз с АП. Таким образом,

повышение ВГД в послеоперационном периоде и/или наличие иридокорнеальных сращений не было фактором риска, влияющим на «выживаемость» трансплантата.

Влияет ли возраст ребенка на момент операции на «выживаемость» трансплантата? Анализ показал, что никаких существенных различий в «выживаемости» трансплантата между возрастными группами нет. Однако отторжение пересаженной роговицы чаще отмечалось у детей в возрасте от 12 до 48 мес, чем в других возрастных группах ($p = 0,030$, критерий Пирсона χ^2). Чтобы исключить систематическую ошибку отбора из-за того, что АП более распространена в возрастной группе до 12 мес, оценили распределение диагноза между возрастными группами, и это не показало различий ($p = 0,222$, критерий Пирсона χ^2). Инфекция трансплантата развилась через 2 мес после операции у одного пациента в возрастной группе до 12 мес.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что 68% трансплантатов «выжили» у пациентов с ВПР, перенесших СКП в возрасте 5 лет и младше. Этот результат согласуется с результатами других исследований, в которых сообщается, что приживаемость трансплантата роговицы у детей составляет от 17 до 88% [1, 5–9, 10–17]. Установлено, что «выживаемость» трансплантата в значительной степени зависит от типа врожденной аномалии роговицы. Большинство трансплантатов — 25 (58%) из 43 — «выжили» у пациентов с АП, тогда как при склерокорнеа 11 (73%) из 15 оказались несостоятельными. Эти данные согласуются с результатами предыдущих работ, демонстрирующих высокий уровень успеха СКП при АП I типа и низкий функциональный результат СКП при склерокорнеа. В литературе есть данные о высокой «выживаемости» трансплантата при АП I типа, чем при АП II типа [12–15]. G. Zaidman и соавт. [12] сообщили о «выживаемости» трансплантата при АП I типа в 87,5%, а при АП II типа только в 14,2% случаев. В нашем исследовании 21 из 43 пациентов наблюдался с АП I типа. Учитывая, что АП неоднородна по тяжести заболевания, следует проявлять осторожность при интерпретации результатов этого исследования и обобщении тяжелых форм АП, таких как тип II или случаи сочетания с глаукомой или другими аномалиями. В нескольких сообщениях оценивали исход СКП при склерокорнеа. По данным V. Townsend и соавт. [16], в 8 из 24 глаз с ВПР, перенесших СКП, трансплантат помутнел, при этом 6 из 8 неудачных исходов операций были у пациентов со склерокорнеа. M. Dana и соавт. [18] сообщили, что, хотя общий показатель «выживаемости» пересаженной роговицы у детей с ВПР был 78%, у пациентов со склерокорнеа этот показатель составил лишь 50%. Эти данные, демонстрирующие неудовлетворительный биологический результат СКП у детей со склерокорнеа, согласуются с результатами наших исследований.

Наш вывод о том, что СКП имеет удовлетворительный биологический результат при АП и неудовлетворительный при склерокорнеа, может коррелировать с другими результатами исследования, а именно с наличием помутнения или васкуляризации в периферической части роговицы, маленькими (< 7 мм) размерами роговицы реципиента и, соответственно, маленькими размерами трепанов. При АП периферическая часть роговицы, как правило, прозрачная и диаметр роговицы чаще в норме (10 мм), тогда как при склерокорнеа периферическая часть роговицы мутная и васкуляризирована, а диаметр роговицы небольшой. Таким образом, наличие лимбального и периферического помутнения роговицы с васкуляризацией является фактором риска,

определяющим исход операции при детской кератопластике, и представляет ценную информацию для прогноза СКП у детей с ВПР.

В послеоперационном периоде мы использовали местно кортикостероиды 4 раза в день у всех пациентов, антибиотики и кератотрофические препараты для эпителизации роговицы. У пациентов со склерокорнеа (группа высокого риска отторжения) к местному лечению добавляли перорально стероиды (3 пациента) и местно циклоsporин (0,2%) на 7 глазах. Так как дети со склерокорнеа имеют высокий уровень иммунного отторжения после перенесенной СКП, комбинация местных, системных кортикостероидов и/или иммунодепрессантов может улучшить «выживаемость» трансплантата у пациентов данной группы.

Мы не нашли существенной разницы в «выживаемости» трансплантатов у пациентов разных возрастных групп. Однако в послеоперационном периоде инфекция трансплантата наблюдалась у ребенка, перенесшего операцию в возрасте до 12 мес. Ограничение нашего исследования состоит в том, что оно является ретроспективным и проводилось у детей в возрасте до 5 лет. Поэтому трудно оценить предоперационную и послеоперационную остроту зрения и сопоставить биологический результат операции с функциональным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что, какой бы редкой ни была врожденная глазная патология, появление на свет новорожденного ребенка с АП и/или склерокорнеа каждый раз вызывает особое беспокойство у врачей и колоссальный стресс у родителей. Единственным способом лечения данной патологии является СКП, сопряженная на глазах с выраженными анатомическими изменениями с высоким риском развития операционных и послеоперационных осложнений. Тем не менее кератопластика у детей при данной патологии проводится и будет проводиться дальше, но не в силу нашей самонадеянности, а в осознании того факта, что без попытки хирургической реконструкции никаких других шансов у этих детей на восстановление сколько-нибудь приемлемого зрения нет и не будет. Изменения после операции к лучшему — в поведении детей, их способности к общению, обучению — очевидны даже тогда, когда острота зрения составляет всего лишь сотые. Такая цель оправдывает любые средства и усилия.

Литература/References

1. Kotran PR, Pozhar AM. Congenital corneal opacities. *International Ophthalmology Clinic*. 1992; 32 (1): 93–105. doi: 10.1097/00004397-199203210-00010
2. Katsman LR, Reiser BJ. Pediatric Corneal Opacities. 2016. Available from: <https://www.aao.org/disease-review/pediatric-corneal-opacities>.
3. Sonksen PM, Dale N. Visual impairment in infancy: influence on the development of the nervous system and neurobiological processes. *Dev Med Child Neurol*. 2002 Nov; 44 (11): 782–91. doi: 10.1017/s0012162201002936
4. Arffa RC. Congenital anomalies. Grayson's corneal diseases. In: Arffa RC, ed. St. Louis: Mosby; 1997.
5. Rapuano SJ, Laibson PR, Cohen EJ. Congenital corneal opacities in the practice of corneal direction. *Cornea*. 2004, August; 23 (6): 565–70. doi: 10.1097/01.ico.0000126317.90271.d8
6. Bermejo E, Martinez-Frias ML. Congenital malformations of the eyes: clinical and epidemiological analysis of 1,124,654 consecutive births in Spain. *Am J Med Genet*. 1998 Feb 17; 75 (5): 497–504. PMID: 9489793.
7. Shi W, Jin H, Li S, Liu M, Xie L. Indications for pediatric keratoplasty in northern China. *Clin Exp Ophthalmol*. 2007 November; 35 (8): 724–7. doi: 10.1111/j.1442-9071.2007.01618
8. Zhang Y, Liu Y, Liang Q, et al. Indications and results of end-to-end keratoplasty in newborns and children, Beijing, China. *Cornea*. 2018 October; 37 (10): 1243–8. doi: 10.1097/ICO.0000000000001695

9. Dale NJ, Tadic V, Sonksen P. Social communicative variations in 1–3-year-old children with severe visual impairments. *Child Care Health Dev.* 2014 March; 40 (2): 158–64. doi: 10.1111/cch.12065
10. Matafzi A, Islam L, Kelberman D, Snowden JK, Nischal KK. Chromosomal abnormalities and genetics of congenital corneal opacities. *Mol Vis.* 2011; 17: 1624–40. PMID: 21738392.
11. Maillette de Buy Wenniger-Prick LJ, Hennekam RC. Plus Peters syndrome: an overview. *Ann Jeune.* 2002, April-June; 45 (2): 97–103. doi: 10.1016/s0003-3995(02)01120-6
12. Zaidman GW, Flanagan JK, Furey CC. Long-term vision prognosis in children after corneal transplant surgery for Peters type I anomaly. *Am J Ophthalmol.* 2007 July; 144 (1): 104–8. doi: 10.1016/j.ajo.2007.03.058
13. Nischal KK, Set J, Jay V, Makin LD, Rutman DS. Clinical and pathological correlation of congenital corneal opacity using ultrasound biomicroscopy. *Br J Ophthalmol.* 2002, January; 86 (1): 62–9. doi: 10.1136/bjo.86.1.62
14. Shigeyasu C, Yamada M, Mizuno Y, et al. Clinical signs of anterior segment dysgenesis associated with congenital corneal opacities. *Cornea.* 2012 March; 31 (3): 293–8. doi: 10.1097/ICO.0b013e31820cd2ab
15. Ozerki H, Shirai S, Nozaki M, et al. Ocular and systemic signs of Peters' anomaly. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2000, October; 238 (10): 833–9. doi: 10.1007/s004170000177
16. Townsend VM. Congenital anomalies of the cornea. In: Kaufman HE, Baron BA, MacDonald MB, eds. *Cornea.* London: Butterworth-Heinemann; 1999.
17. Nishal KK. Genetics of congenital corneal opacification--impact on diagnosis and treatment. *Cornea.* 2015 Oct;34 Suppl 10: S24–34. doi: 10.1097/ICO.0000000000000552
18. Dana MR, Shaumberg DA, Moshes AL, Gomez JA. Corneal transplantation in children with Peters anomaly and mesenchymal dysgenesis. Multicenter study of pediatric keratoplasty. *Ophthalmology.* 1997, October; 104 (10): 1580–6. doi: 10.1016/s0161-6420(97)30093-1

Вклад авторов в работу: А.В. Плескова — концепция, анализ результатов и литературы; В.Р. Гетадарян — сбор и анализ данных, написание статьи; А.Ю. Панова — сбор и анализ данных.

Authors' contribution: A.V. Pleskova — concept, analysis of results and literature; V.R. Getadaryan — data collection and analysis, writing of the article; A.Yu. Panova — data collection and analysis.

Поступила: 31.03.2024. Переработана: 01.05.2024. Принята к печати: 02.05.2024
Originally received: 31.03.2024. Final revision: 01.05.2024. Accepted: 02.05.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Алла Вячеславовна Плескова — д-р мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии глаз у детей

Востан Рафаелович Гетадарян — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей

Анна Юрьевна Панова — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии глаз у детей, ORCID 0000-0003-2103-1570

Для контактов: Востан Рафаелович Гетадарян, vostan11@gmail.com

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Alla V. Pleskova — Dr. of Med. Sci., senior researcher, department of eye pathology in children

Vostan R. Getadaryan — Cand. of Med. Sci., researcher, department of eye pathology in children

Anna Yu. Panova — Cand. of Med. Sci., researcher, department of eye pathology in children, ORCID 0000-0003-2103-1570

For contacts: Vostan Getadaryan, vostan11@gmail.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-95-101>



Влияние бифокальных мягких контактных линз и препарата Мидримакс на периферическую рефракцию и аберрации у детей с миопией

Е.П. Тарутта, Н.А. Тарасова[✉], С.В. Милаш, С.Г. Арутюнян, Г.А. Маркосян Е.П.

ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — оценка влияния совместного применения бифокальных мягких контактных линз (БМКЛ) и комбинированного препарата Мидримакс (фенилэфрин 5,0%; тропикамид 0,8%) на периферическую рефракцию и аберрации волнового фронта глаза. **Материал и методы.** БМКЛ Prima BIO Bi-focal были назначены 43 детям в возрасте $10,42 \pm 0,26$ года с миопией $3,43 \pm 0,19$ дптр. Через 1 мес 23 детям (1-я группа) были дополнительно назначены инстилляци мидримакса. **Результаты.** Волновой фронт глаза в БМКЛ претерпевает значительные изменения: RMS HOAs увеличивается в 4 раза, тилт, вертикальная кома, горизонтальный трейлойд — в 1,5–2 раза; положительная сферическая аберрация (СА) возрастает в среднем в 20 раз. В БМКЛ во всех зонах ближней периферии сетчатки, кроме зоны $N5^\circ$, формируется миопический дефокус (вместо существовавшего без коррекции гиперметропического); в зоне $N5^\circ$ формируется отсутствовавший без коррекции гиперметропический дефокус. Формирование миопического дефокуса полностью согласуется с многократным увеличением положительной СА и объясняется конструкцией линзы с парацентральной зоной аддидации. Постоянное ношение БМКЛ в течение 6–12 мес сопровождается снижением гиперметропического дефокуса некорригированных глаз, а при сочетании с инстилляциями мидримакса — и формированием слабомыопического дефокуса в зоне $N5^\circ$. Через месяц постоянного ношения БМКЛ отмечено снижение положительной СА в 1,7–1,8 раза, что согласуется с усилением манифестной рефракции и повышением тонуса аккомодации. Дальнейшие инстилляции раствора Мидримакс привели к повышению положительной СА в 3 раза, что свидетельствует об устранении избыточного тонуса. **Заключение.** Выявленные изменения волнового фронта и периферического дефокуса в БМКЛ, очевидно, объясняют стабилизирующий эффект данного оптического и оптико-фармакологического метода контроля миопии.

Ключевые слова: миопия; бифокальные мягкие контактные линзы; мидримакс; аберрации; периферическая рефракция

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Милаш С.В., Арутюнян С.Г., Маркосян Г.А. Влияние бифокальных мягких контактных линз и препарата Мидримакс на периферическую рефракцию и аберрации у детей с миопией. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 95-101. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-95-101>

Impact of bifocal soft contact lenses and Midrimax on peripheral refraction and eye aberrations in children with myopia

Elena P. Tarutta, Natal'ya A. Tarasova[✉], Sergey V. Milash, Sona G. Harutunyan, Gayane A. Markossian

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
tar221@yandex.ru

Purpose of the work: to evaluate the effect of combined use of bifocal soft contact lenses (BSCL) and the combined drug Midrimax (Phenylephrine 5.0%; Tropicamide 0.8%) on peripheral refraction and wavefront aberrations of the eye. **Material and methods.** Prima BIO Bi-focal BSCL was prescribed to 43 children aged 10.42 ± 0.26 years with myopia of 3.43 ± 0.19 D. After 1 month, 23 children (group 1) were additionally prescribed Midrimax instillations. **Results.** The wavefront of the eye in BSCL undergoes significant changes: RMS HOAs increases by 4 times, tilt, vertical coma, horizontal trefoil by 1.5–2 times; positive spherical aberration (SA) increases on average by 20 times. In the BMCL, myopic defocus is formed in all zones of the near periphery of the retina, except for the N5° zone (instead of the hypermetropic defocus that existed without correction); in the N5° zone, hyperopic defocus is formed, which was absent without correction. The formation of myopic defocus is completely consistent with the multiple increase in positive SA and is explained by the design of the lens with a paracentral add zone. Continuous wearing of the BMCL for 6–12 months is accompanied by a decrease in hyperopic defocus of uncorrected eyes, and when combined with instillations of Midrimax — the formation of weakly myopic defocus in the N5° zone. After a month of continuous wearing of the BMCL, a decrease in the level of positive SA by 1.7–1.8 times was noted, which is consistent with an increase in manifest refraction and an increase in the tone of accommodation. Further instillations of the Midrimax resulted in a 3-fold increase in positive SA, indicating the elimination of excess tone. **Conclusion.** The identified changes in the wave front and peripheral defocus in the BMCL obviously explain the stabilizing effect of this optical and optical-pharmacological method of myopia control.

Keywords: myopia; bifocal soft contact lenses; Midrimax; aberrations; peripheral refraction

Conflict of interests: none.

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

For citation: Tarutta E.P., Tarasova N.A., Milash S.V., Harutunyan S.G., Markossian G.A. Impact of bifocal soft contact lenses and Midrimax on peripheral refraction and eye aberrations in children with myopia. Russian ophthalmologic journal. 2025; 18 (2): 95-101 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-95-101>

Распространенность миопии во всем мире растет угрожающими темпами. Увеличение длины переднезадней оси (ПЗО) глаза в процессе прогрессирования близорукости может привести к развитию таких серьезных осложнений, как миопическая макулопатия, глаукома и отслойка сетчатки, что может стать причиной некорректируемого снижения зрения и даже слепоты [1].

Научные работы последних лет показывают, что периферическая рефракция (ПР) играет ключевую роль в процессе возникновения и прогрессирования миопии [2–7]. Многочисленные экспериментальные и клинические исследования показали способность оптической системы глаза идентифицировать знак дефокуса, наведенного на сетчатку, и целенаправленно реагировать на него [2–7]. Периферия сетчатки в эксперименте в отдельности от фовеа могла реагировать на оптические сигналы, изменяя характер роста глаза в зависимости от знака дефокуса, в том числе и на ограниченном участке [3].

ПР тесно связана с aberrациями волнового фронта и зависит от анатомо-оптических параметров глаза, таких как кривизна передней и задней поверхности роговицы, глубина передней камеры, толщина и форма хрусталика, а также контур заднего полюса глаза. Показано, что низкий коэффициент корнеальной асферичности (более негативный!), глубокая передняя камера, отрицательная SA продуцируют большой гиперметропический периферический дефокус, и наоборот, более плоская в центре роговица, мелкая передняя камера и положительная SA будут индуцировать изменения ПР в сторону усиления [8]. В формировании периферического дефокуса, в отличие от центрального, в большей степени участвуют aberrации высшего порядка. Состояние привычного тонуса аккомодации, влияя на центральную рефракцию, несомненно, будет также оказывать воздействие и на периферическое преломление. Длительно существующая недостаточная аккомодация (отставание аккомодационного ответа) вызывает гиперметропическую фокусировку на сетчатке, что может, по некоторым сообщениям, играть роль триггера в развитии и прогрессировании миопии [9].

Современные стратегии профилактики прогрессирования миопии в формате очков или контактных линз основаны

на модификации профиля волнового фронта глаза, который приводит к сдвигу паттернов ПР в сторону миопии [10]. Одним из таких методов являются бифокальные мягкие контактные линзы (БМКЛ), способные индуцировать периферический миопический дефокус в ближней и дальней периферии и одновременно обеспечить коррекцию центральной рефракции. Клинические исследования в нашей стране и за рубежом показали эффективность БМКЛ в торможении аксиального роста глаза у детей с близорукостью [11, 12].

Для усиления эффекта контроля прогрессирования близорукости в последнее время используют комбинацию оптических средств коррекции, моделирующих миопический периферический дефокус, и фармакологических препаратов [13]. В России в качестве медикаментозной терапии у пациентов с прогрессирующей миопией применяют препараты, способные влиять на параметры аккомодации и, возможно, на aberrации оптической системы глаза, однако этот аспект еще требует изучения.

ЦЕЛЬЮ настоящей работы явилась оценка влияния совместного применения БМКЛ и комбинированного препарата (фенилэфрин 5,0%; тропикамид 0,8%) на ПР и aberrации волнового фронта глаза.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 43 ребенка в возрасте 8–13 лет с миопией от 0,75 до 6,07 дптр. В начале исследования средний возраст детей составил $10,42 \pm 0,26$ года, средняя величина миопии $-3,43 \pm 0,19$ дптр. Исследование проводилось в строгом соответствии с принципами Хельсинкской декларации и было одобрено этическим комитетом НМИЦ ГБ им. Гельмгольца. Информированное письменное согласие было получено от родителей / законных представителей всех участников исследования.

Все дети, принявшие участие в исследовании, ранее носили монофокальные очки либо вообще не имели очков. Всем 43 детям впервые были назначены БМКЛ специальной конструкции Prima BIO Bi-focal («Окей Вижен Ритейл», Россия), изготовленные из материала хайоксифилкон А, радиус кривизны — 8,4 мм, диаметр — 14,2 мм, аддация — 4,0 дптр, диаметр оптической зоны — 2,5 мм, срок замены — 30 дней.

Было рекомендовано носить БМКЛ 12 ч в день. Из всех пациентов 23 детям (15 девочек и 8 мальчиков) в возрасте $9,91 \pm 0,32$ года с миопией от $-0,75$ до $-6,07$ дптр через 1 мес были назначены комбинированные глазные капли, содержащие 0,8% тропикамида и 5% фенилэфрина в режиме 1 раз в день на ночь в течение 1 мес (1-я группа, оптико-фармакологическая терапия, ОФТ). В дальнейшем эти дети получали медикаментозное лечение каждые 3 мес (4 курса в год). В исследовании использовали комбинированные глазные капли Мидримакс (Sentiss, Индия). Двадцать детей (15 девочек и 5 мальчиков) в возрасте $11,00 \pm 0,39$ года с миопией от $-1,12$ до $-6,05$ дптр не получали какого-либо дополнительного лечения, кроме оптического воздействия (2-я группа, оптическая терапия, ОТ). Всех детей осматривали до начала исследования и после 1 мес ношения БМКЛ. Детей 1-й группы осмотрели также после 1 мес закапывания капель. Последняя инстилляционная капля была выполнена вечером накануне осмотра. В дальнейшем все дети 1-й и 2-й групп были осмотрены через 6 и 12 мес от начала ношения БМКЛ.

ПР измеряли на бинокулярном авторефрактометре открытого поля Grand Seiko WAM 5500 (Япония) с отклонением взгляда. Исследование проводили в 6 идентичных точках: в 5°, 10° и 15° к носу (N) и к виску (T) от центра фовеа в интактных глазах и в БМКЛ, с узким зрачком. Из полученных значений вычитали центральную рефракцию и получали величину дефокуса в соответствующей точке. Более сильная, чем в центре, парацентральная рефракция соответствовала миопическому дефокусу, разница обозначалась со знаком «-»; более слабая парацентральная рефракция соответствовала гиперметропическому дефокусу, разница обозначалась со знаком «+».

Аберрации оптической системы глаза исследовали на аберрометре OPD-Scan III (Nidek). Оценивали общие аберрации в 4,0-мм зоне зрачка.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Периферический дефокус. До подбора БМКЛ периферический дефокус (ПД), измеренный с узкими зрачками, в 1-й группе был гиперметропическим во всех зонах височной половины сетчатки и слабомиопическим — в носовой (рис. 1). Во 2-й группе во всех исследованных зонах исходный ПД оказался слабогиперметропическим (табл. 1, рис. 2). Это различие, очевидно, следует объяснить несколько большей степенью миопии и длиной ПЗО во 2-й группе. Как известно, при увеличении этих параметров ПД становится гиперметропическим вследствие изменения контура заднего полюса глаза [14].

Через месяц ношения БМКЛ в обеих группах во всех зонах наблюдалось усиление гиперметропического дефокуса.

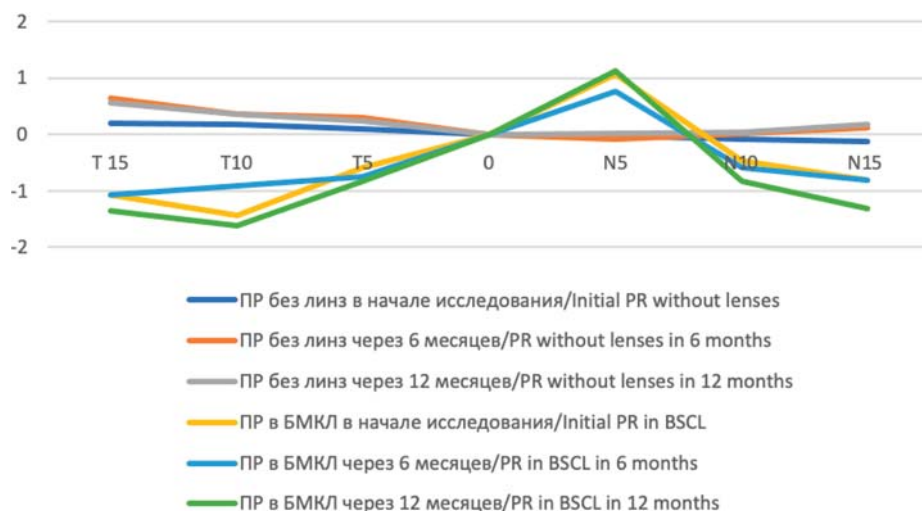


Рис. 1. ПР без коррекции и в БМКЛ в 1-й группе

Fig. 1. Peripheral refraction (PR) without correction and in bifocal soft contact lenses in group 1

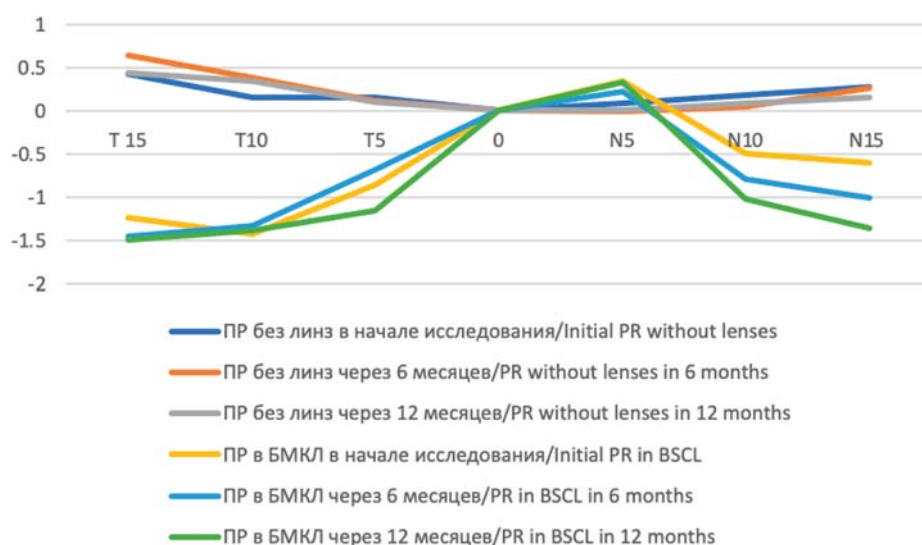


Рис. 2. ПР без коррекции и в БМКЛ во 2-й группе

Fig. 2. Peripheral refraction (PR) without correction and in bifocal soft contact lenses in group 2

При этом и центральная, осевая, манифестная рефракция показала увеличение степени миопии на $0,16$ – $0,23$ дптр. Принимая во внимание тот факт, что исследование проводилось в естественных условиях открытого поля, без циклоплегии, такое усиление рефракции можно объяснить только усилением привычного тонуса аккомодации, т. е. ПИНА. Известно, что при повышении тонуса аккомодации хрусталик принимает более «собирающую» форму, а это означает формирование отрицательной сферической аберрации (СА) [15]. Последняя в свою очередь приводит к усилению гиперметропического дефокуса на периферии. При этом курс инстилляций комбинированного препарата в течение месяца не изменил эту ситуацию. Манифестная рефракция оказалась выше исходной, как и в 1-й группе (табл. 1).

Через полгода ношения БМКЛ в комбинации с двумя месячными курсами инстилляций сдвиг осевой манифестной рефракции в сторону миопии сохранялся, однако ПР вернулась к исходным значениям, а в зоне N5° даже обнаружился слабый миопический дефокус ($-0,08$ дптр). Через год в 1-й группе слабый миопический дефокус выявлялся в зонах N10° и N15°. Во 2-й группе, на фоне ношения БМКЛ

Таблица 1. Периферический дефокус в зонах 5–15° без коррекции и в БМКЛ (М ± m)
Table 1. Peripheral defocus in zones 5–15° without correction and in BMCL (M ± m)

Средство коррекции Correction tool	Группа 1 (ОФТ) Group 1 (OPhT) n = 46							Группа 2 (ОТ) Group 2 (OT) n = 40						
	T15°	T10°	T5°	0	N5°	N10°	N15°	T15°	T10°	T5°	0	N5°	N10°	N15°
Без коррекции до ношения БМКЛ Without correction before the wearing BSCL	0,20 ± 0,11	0,18 ± 0,07	0,10 ± 0,05	-3,26 ± 0,22	-0,02 ± 0,06	-0,09 ± 0,08	-0,12 ± 0,11	0,42 ± 0,09	0,16 ± 0,08	0,15 ± 0,06	-3,72 ± 0,29	0,09 ± 0,05	0,18 ± 0,07	0,28 ± 0,09
Без коррекции через 1 мес от начала ношения БМКЛ Without correction after 1 month from the start of BSCL	0,56 ± 0,11	0,45 ± 0,07	0,28 ± 0,05	-3,42 ± 0,23	0,04 ± 0,06	0,03 ± 0,08	0,01 ± 0,09	0,78 ± 0,11	0,47 ± 0,08	0,32 ± 0,07	-3,95 ± 0,3	0,24 ± 0,07	0,35 ± 0,08	0,48 ± 0,11
Без коррекции через 1 мес закапывания Without correction after 1 month of instillation of drops	0,82 ± 0,11	0,53 ± 0,07	0,20 ± 0,06	-3,57 ± 0,24	0,03 ± 0,06	0,02 ± 0,09	0,08 ± 0,11	—	—	—	—	—	—	—
Без коррекции через 6 мес от начала ношения БМКЛ Without correction after 6 months from the start of BSCL	0,63 ± 0,09	0,36 ± 0,08	0,29 ± 0,06	-3,55 ± 0,23	-0,08 ± 0,13	0,01 ± 0,09	0,12 ± 0,12	0,64 ± 0,11	0,39 ± 0,09	0,11 ± 0,07	-3,89 ± 0,33	-0,01 ± 0,06	0,05 ± 0,08	0,26 ± 0,11
Без коррекции через 12 мес от начала ношения БМКЛ Without correction after 12 months from the start of BSCL	0,55 ± 0,09	0,36 ± 0,08	0,24 ± 0,07	-3,78 ± 0,26	0,02 ± 0,09	0,03 ± 0,09	0,17 ± 0,12	0,44 ± 0,09	0,34 ± 0,09	0,10 ± 0,06	-4,00 ± 0,32	0,01 ± 0,06	0,09 ± 0,07	0,15 ± 0,12
В БМКЛ через 1 мес от начала ношения БМКЛ In BSCL after 1 month from the start of BSCL	-1,07 ± 0,18	-1,44 ± 0,17	-0,59 ± 0,16	-2,75 ± 0,13	1,06 ± 0,22	-0,46 ± 0,17	-0,82 ± 0,22	-1,24 ± 0,18	-1,42 ± 0,16	-0,86 ± 0,15	-2,88 ± 0,17	0,35 ± 0,27	-0,49 ± 0,25	-0,60 ± 0,21
В БМКЛ через 1 мес закапывания In BSCL 1 month of drops instillation	-1,25 ± 0,19	-1,17 ± 0,21	-0,79 ± 0,16	-2,85 ± 0,16	1,11 ± 0,20	0,20 ± 0,51	-0,92 ± 0,19	—	—	—	—	—	—	—
В БМКЛ через 6 мес от начала ношения БМКЛ In BSCL after 6 month from the start of BSCL	-1,08 ± 0,18	-0,92 ± 0,16	-0,76 ± 0,17	-2,70 ± 0,17	0,76 ± 0,22	-0,60 ± 0,26	-0,82 ± 0,23	-1,45 ± 0,19	-1,33 ± 0,20	-0,68 ± 0,22	-2,62 ± 0,26	0,20 ± 0,26	-0,79 ± 0,30	-1,01 ± 0,26
В БМКЛ через 12 мес от начала ношения БМКЛ In BSCL after 12 months from the start of BSCL	-1,35 ± 0,19	-1,61 ± 0,21	-0,84 ± 0,17	-2,84 ± 0,17	1,12 ± 0,21	-0,84 ± 0,23	-1,32 ± 0,19	-1,49 ± 0,20	-1,39 ± 0,20	-1,15 ± 0,19	-2,76 ± 0,20	0,33 ± 0,28	-1,02 ± 0,27	-1,36 ± 0,24

Примечание. Здесь и в таблице 2: ОФТ — оптико-фармакологическая терапия, ОТ — оптическая терапия.
Note. Here and in the table 2: OPhT — optical-pharmacological therapy, OT — optical therapy.

Таблица 2. Аберрации без коррекции и в БМКЛ (М ± м)
Table 2. Aberrations without correction and in BMCL (M ± m)

Средство коррекции Correction tool	Группа 1 (ОФТ) Group 1 (OPhT) n = 46								Группа 2 (ОТ) Group 2 (OT) n = 40							
	RMS	Vert. Tilt	Horiz. Tilt	Vert. Coma	Horiz. Coma	Vert. Tref	Horiz. Tref	SA	RMS	Vert. Tilt	Horiz. Tilt	Vert. Coma	Horiz. Coma	Vert. Tref	Horiz. Tref	SA
Без коррекции до ношения БМКЛ Without correction before the wearing BSCL	0,26 ± 0,02	0,07 ± 0,02	-0,06 ± 0,01	0,018 ± 0,010	-0,017 ± 0,004	-0,022 ± 0,010	0,02 ± 0,01	0,0045 ± 0,0030	0,27 ± 0,03	0,07 ± 0,02	-0,06 ± 0,01	0,02 ± 0,01	-0,020 ± 0,004	-0,04 ± 0,01	-0,005 ± 0,010	0,009 ± 0,004
Без коррекции через 1 мес от начала ношения БМКЛ Without correction after 1 month from the start of BSCL	0,26 ± 0,01	0,077 ± 0,010	-0,064 ± 0,010	0,018 ± 0,010	-0,009 ± 0,010	-0,02 ± 0,01	0,015 ± 0,010	0,0026 ± 0,0030	0,351 ± 0,050	0,121 ± 0,030	-0,047 ± 0,050	0,043 ± 0,010	-0,016 ± 0,010	-0,04 ± 0,02	-0,029 ± 0,020	0,005 ± 0,010
Без коррекции через 1 мес закапывания Without correction after 1 month of drops instillations	0,269 ± 0,020	0,103 ± 0,060	-0,182 ± 0,120	0,012 ± 0,010	0,003 ± 0,020	0,08 ± 0,09	-0,044 ± 0,050	0,009 ± 0,010	—	—	—	—	—	—	—	—
Без коррекции через 6 мес от начала ношения БМКЛ Without correction after 6 months from the start of BSCL	0,31 ± 0,03	0,119 ± 0,060	-0,198 ± 0,120	0,019 ± 0,010	0,003 ± 0,02	0,088 ± 0,09	-0,036 ± 0,050	0,012 ± 0,030	0,299 ± 0,030	0,045 ± 0,020	-0,058 ± 0,010	0,014 ± 0,010	-0,012 ± 0,005	-0,023 ± 0,010	-0,009 ± 0,010	0,009 ± 0,003
Без коррекции через 12 мес от начала ношения БМКЛ Without correction after 12 months from the start of BSCL	0,428 ± 0,020	0,08 ± 0,02	-0,06 ± 0,02	0,03 ± 0,01	-0,010 ± 0,004	-0,03 ± 0,01	-0,003 ± 0,010	0,008 ± 0,003	0,38 ± 0,03	0,101 ± 0,020	-0,077 ± 0,020	0,029 ± 0,010	-0,012 ± 0,010	-0,042 ± 0,010	-0,002 ± 0,01	0,012 ± 0,003
В БМКЛ через 1 мес от начала ношения БМКЛ In BSCL after 1 month from the start of BSCL	1,13 ± 0,04	0,10 ± 0,09	0,10 ± 0,16	0,049 ± 0,030	-0,009 ± 0,050	-0,004 ± 0,040	0,08 ± 0,06	0,118 ± 0,010	1,03 ± 0,09	0,228 ± 0,090	-0,109 ± 0,150	0,047 ± 0,040	-0,012 ± 0,040	-0,015 ± 0,030	0,009 ± 0,050	0,10 ± 0,02

без фармакологических воздействий, практически во всех зонах через 6 мес отмечалась тенденция к снижению гиперметропического дефокуса. Эта тенденция сохранилась и через год от начала исследования (табл. 1).

В надетах БМКЛ в обеих группах во всех зонах, кроме N5°, формировался миопический дефокус величиной от -0,5 до -1,44 дптр. В зоне N5° обнаруживался гиперметропический дефокус большей, чем без коррекции, величины (от 0,34 до 1,06 дптр). Эта ситуация сохранялась и при осмотре через полгода, и через год (табл. 1). Формирование гиперметропического дефокуса в этой зоне в надетой БМКЛ в обеих группах во все сроки наблюдения, очевидно, следует объяснить конструктивными особенностями самой линзы (и ее посадки?).

Таким образом, БМКЛ исправляют свойственный миопическим глазам гиперметропический дефокус и наводят слабую миопию на ближнюю периферию сетчатки, за исключением зоны N5°. Инстиляции комбинированного препарата не оказывают отрицательного воздействия на периферическое преломление и способствуют формированию слабомыопического дефокуса в ближней носовой периферии сетчатки (рис. 1, 2).

Волновой фронт. До начала лечения аберрации волнового фронта глаза в обеих группах были практически одинаковыми: RMS 0,26 и 0,27; вертикальный тилт 0,07 и 0,07; горизонтальный тилт -0,06 и -0,06; вертикальная кома -0,017 и -0,02; вертикальный трейлоид 0,022 и -0,04. Только горизонтальный трейлоид был положительным (0,02 мкм) в 1-й группе и отрицательным (-0,005) во 2-й группе, а также положительная СА имела несколько большее значение во 2-й группе (0,009 против 0,0045 мкм) (табл. 2).

В надетах БМКЛ волновой фронт резко изменялся. При исследованной ширине зрачка 4 мм общий уровень RMS HOAs увеличился в 4 раза, составив 1,13 мкм в 1-й группе и 1,03 мкм во 2-й. В 1,5–2 раза увеличились вертикальный и горизонтальный тилт, вертикальная кома, горизонтальный трейлоид, а горизонтальная кома и вертикальный трейлоид имели тенденцию к уменьшению. Наиболее значительно изменилась положительная СА — она возросла в 26 раз в 1-й группе и в 11 раз во 2-й. Этот эффект закономерен и обусловлен самой конструкцией БМКЛ, имеющей аддидацию в парацентральной оптической зоне, создающей более сильное

преломление по сравнению с центром, что и является сутью положительной СА (табл. 2).

Постоянное ношение БМКЛ в течение месяца в обеих группах сказалось только на уровне СА — она уменьшилась в 1,7 раза в 1-й группе и в 1,8 раза во 2-й ($p < 0,01$) (табл. 2).

Уменьшение положительной СА, т. е. ее сдвиг в сторону отрицательных значений, полностью согласуется с выявленным небольшим усилением манифестной рефракции, повышением привычного тонуса аккомодации (т. е. более «собирающей» формой хрусталика), согласуется с повышением гиперметропического ПД и объясняет его. Характерно, что курс месячных инстилляций симпатомиметика с парасимпатолитиком привел к повышению положительной СА в 1-й группе в 3 раза, в результате чего она вдвое превысила исходный уровень. Через 6 мес, на фоне ношения БМКЛ и двух курсов инстилляций, СА еще повысилась, в целом превысив исходные значения в 2,7 раза. Через 12 мес от начала лечения СА недостоверно понизилась, сохраняя в 2 раза более высокие значения, чем до начала ОФТ (табл. 2). Это косвенно свидетельствует об уменьшении или устранении ПИНА на фоне данной терапии.

Во 2-й группе значения СА через 6 мес полностью вернулись к исходному уровню — 0,009 мкм, но не превысили его (табл. 2).

ВЫВОДЫ

1. Волновой фронт глаза в надетой БМКЛ претерпевает значительные изменения: RMS HOAs увеличиваются в 4 раза, тилт, вертикальная кома, горизонтальный трефойл — в 1,5–2 раза; положительная СА возрастает в среднем в 20 раз.

2. В надетой БМКЛ во всех зонах ближней периферии сетчатки, кроме зоны $N5^\circ$, формируется миопический дефокус (взамен существовавшего без коррекции гиперметропического); в зоне $N5^\circ$, напротив, формируется отсутствовавший без коррекции гиперметропический дефокус. Формирование миопического дефокуса полностью согласуется с многократным увеличением положительной СА и объясняется конструкцией линзы с парацентральной зоной аддидации.

3. Постоянное ношение БМКЛ в течение 12 мес сопровождается снижением гиперметропического дефокуса некорригированных глаз, а при сочетании с инстилляциями раствора Мидримакс — и к формированию слабомипического дефокуса в зоне $N5^\circ$.

4. Через месяц постоянного ношения БМКЛ отмечено снижение уровня положительной СА в 1,7–1,8 раза, что согласуется с усилением манифестной рефракции и повышением привычного тонуса аккомодации. Дальнейшие, в течение месяца, инстилляциии мидримакса привели к повышению положительной СА в 3 раза, что косвенно свидетельствует об устранении ПИНА.

5. Выявленные изменения волнового фронта и периферического дефокуса в БМКЛ, очевидно, объясняют стабилизирующий эффект данного оптического и оптико-фармакологического метода контроля миопии.

Литература/References

1. Haarman AEG, Enthoven CA, Tideman JWL, et al. The complications of myopia: A review and meta-analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020; 61 (4): 49. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.4.49>

2. Smith EL, Kee CS, Ramamirtham R, et al. Peripheral vision can influence eye growth and refractive development in infant monkeys. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2005 Nov; 46 (11): 3965–72. doi: 10.1167/iovs.05-0445

3. Smith EL 3rd, Ramamirtham R, Qiao-Grider Y, et al. Effects of foveal ablation on emmetropization and form-deprivation myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2007; 48 (9): 3914–22. <https://doi.org/10.1167/iovs.06-1264>

4. Smith III EL, Arumugam B, Hung LF, et al. Eccentricity-dependent effects of simultaneous competing defocus on emmetropization in infant rhesus monkeys. *Vision Res.* 2020; 177: 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2020.08.003>

5. Zheng X, Cheng D, Lu X, et al. Relationship between peripheral refraction in different retinal regions and myopia development of young chinese people. *Front Med (Lausanne).* 2022; 8: 802706. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.802706>

6. Delshad S, Collins MJ, Read SA, Vincent SJ. The time course of the onset and recovery of axial length changes in response to imposed defocus. *Sci Rep.* 2020; 10: 8322. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65151-5>

7. Pusti D, Patel NB, Ostrin LA, et al. Peripheral choroidal response to localized defocus blur: Influence of native peripheral aberrations. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2024; 65 (4): 14. <https://doi.org/10.1167/iovs.65.4.14>

8. He JC. Theoretical model of the contributions of corneal asphericity and anterior chamber depth to peripheral wavefront aberrations. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2014; 34 (3): 321–30. <https://doi.org/10.1111/opo.12127>

9. Kaphle D, Varnas SR, Schmid KL, et al. Accommodation lags are higher in myopia than in emmetropia: Measurement methods and metrics matter. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2022; 42 (5): 1103–14. <https://doi.org/10.1111/opo.13021>

10. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Маркосян Г.А., и др. Стратегически ориентированная концепция оптической профилактики возникновения и прогрессирования миопии. *Российский офтальмологический журнал.* 2020; 13 (4): 7–16. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Markossian G.A., et al. A strategically oriented conception of optical prevention of myopia onset and progression. *Russian Ophthalmological Journal.* 2020; 13 (4): 7–16 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-4-7-16>

11. Аветисов С.Э., Мягков А.В., Егорова А.В., Поскребышева Ж.Н., Жабина О.А. Результаты двухлетнего клинического исследования контроля миопии с помощью бифокальных дефокусных мягких контактных линз. *Вестник офтальмологии.* 2021; 137 (3): 5–12. [Avetisov S.E., Egorova A.V., Poskrebysheva Z.N., Zhabina O.A. Results of a two-year clinical study of myopia control with bifocal defocus-inducing soft contact lenses. *Vestnik oftal'mologii.* 2021; 137 (3): 5–12 (In Russ., In Engl.)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma20211370315>

12. Song D, Qiu W, Jiang T, Chen Z, Chen J. Efficacy and adverse reactions of peripheral add multifocal soft contact lenses in childhood myopia: a meta-analysis. *BMC Ophthalmol.* 2024; 24 (1): 173. <https://doi.org/10.1186/s12886-024-03408-7>

13. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А. и др. Дизайн исследования и ближайшие результаты комбинированного оптико-фармакологического лечения прогрессирующей миопии у детей. *Российская педиатрическая офтальмология.* 2023; 18 (3): 155–61. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Tarasova N.A., et al. Study design and immediate results of combined optopharmacological treatment of progressive myopia in children. *Russian pediatric ophthalmology.* 2023; 18 (3): 127–33 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/rpoj516533>

14. Тарутта Е.П., Милаш С.В., Тарасова Н.А. и др. Периферическая рефракция и контур сетчатки у детей с миопией по результатам рефрактометрии и частично когерентной интерферометрии. *Вестник офтальмологии.* 2014; 130 (6): 44–9. [Tarutta E.P., Milash S.V., Tarasova N.A., et al. Peripheral refraction and retinal contour in children with myopia by results of refractometry and partial coherence interferometry. *Vestnik oftal'mologii.* 2014; 130 (6): 44–9 (In Russ.)].

15. Нероев В.В., Тарутта Е.П., Арутюнян С.Г., Ханджян А.Т., Ходжабекян Н.В. Аберрации волнового фронта и аккомодация при миопии и гиперметропии. *Вестник офтальмологии.* 2017; 133 (2): 5–9. [Neroev V.V., Tarutta E.P., Arutyunyan S.G., Khandzhyan A.T., Khodzhabekyan N.V. Wavefront aberrations and accommodation in myopes and hyperopes. *Vestnik oftal'mologii.* 2017; 133 (2): 5–9 (In Russ.)]. doi: 10.17116/oftalma201713324-9

Вклад авторов в работу: Е.П. Тарутта — замысел и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования; Н.А. Тарасова — сбор данных, написание статьи; С.В. Милаш — сбор данных, подготовка статьи к публикации; Г.А. Маркосян, С.Г. Арутюнян — сбор данных.

Authors' contribution: E.P. Tarutta — concept and design of the study, analysis and interpretation of data, final approval of the version of the article for publication; N.A. Tarasova — data collection, writing of the article; S.V. Milash — data collection, preparation of the article for publication; G.A. arkossian, S.G. Harutyunyan — data collection.

Поступила: 08.07.2024. Переработана: 09.07.2024. Принята к печати: 10.07.2024
Originally received: 08.07.2024. Final revision: 09.07.2024. Accepted: 10.07.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ ГБ им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногызская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Елена Петровна Тарутта — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0000-0002-8864-4518

Наталья Алексеевна Тарасова — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0000-0002-3164-4306

Сергей Викторович Милаш — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики, ORCID 0000-0002-3553-9896

Сона Гришаевна Арутюнян — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики

Гаяне Айказовна Маркосян — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргномики

Для контактов: Наталья Алексеевна Тарасова,
tar221@yandex.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Elena P. Tarutta — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-8864-4518

Natal'ya A. Tarasova — Cand. of Med. Sci., senior researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-3164-4306

Sergey V. Milash — Cand. of Med. Sci., senior researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics, ORCID 0000-0002-3553-9896

Sona G. Harutunyan — Cand. of Med. Sci., researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Gayane A. Markossian — Dr. of Med. Sci., leading researcher of the department of refractive pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

For contacts: Natal'ya A. Tarasova,
tar221@yandex.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-102-107>



Retinal nerve fiber layer in beta-thalassemia major: a comparative study

Maryam Firdous¹, Muhammad Farooq Umer², Suriyakala Perumal Chandran¹✉

¹ Lincoln University College, Wisma Lincoln, No. 12–18, Jalan SS 6/12, 47301, Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

² College of Dentistry, King Faisal University, 31982, Hofuf, Al-Ahsa, Saudi Arabia
suriyakala@lincoln.edu.my

*Beta-thalassemia is a hereditary blood disorder which occurs due to defective beta-globin gene synthesis. It is characterized by blood deficiency caused by ineffective erythropoiesis, hemolysis, and iron overload due to repeated transfusions. The purpose of the study is to find out the changes in retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness as a result of Beta-thalassemia major and to compare the values with healthy individuals. **Material and methods.** This cross-sectional study was performed on a total of 56 beta-thalassemia major cases and 64 healthy controls from December 2023 to June 2024. The mean age of the cases (18.42 ± 4.05 years) and controls (17.45 ± 4.02 years) was significantly similar ($p = 0.190$). All the subjects undergone standard ophthalmological examination followed by RNFL thickness measurement using Heidelberg Spectralis OCT (Optical Coherence Tomography). **Results.** The RNFL thickness showed significant difference between the case and control groups. The p -value for global, inferior, nasal, and temporal RNFL thickness was < 0.001 , while for superior RNFL p -value was 0.006 . A significant correlation of global, inferior, and nasal RNFL measurements was found with the duration of thalassemia ($p = 0.01$, $p = 0.01$, $p < 0.001$), however, the global and nasal RNFL were found to be thinner in the cases receiving iron chelation monotherapy ($p = 0.048$, $p = 0.006$). **Conclusion.** The study concludes that the RNFL was significantly thinner in beta-thalassemia major cases in comparison to healthy controls. Moreover, only global, inferior, and nasal RNFL revealed to have a significant correlation with the thalassemia duration and iron chelation therapy.*

Keywords: beta-thalassemia major; retinal nerve fiber layer; hemoglobin; iron chelation therapy

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Firdous M., Umer M.F., Chandran S.P. Retinal nerve fiber layer in beta-thalassemia major: a comparative study. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 102-7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-102-107>

Слой нервных волокон сетчатки при большой бета-талассемии: сравнительное исследование

М. Фирдоус¹, М.Ф. Умер², С.П. Чандран¹✉

¹ Факультет медицинских наук, Университетский колледж Линкольна, Висма Линкольн, № 12– 18, Джалан СС 6/12, 47301, Петалинг Джая, Селангор Дарул Эхсан, Малайзия

² Колледж стоматологии, Университет короля Фейсала, 31982, Хуфuf, Аль-Ахса, Саудовская Аравия

*Бета-талассемия — наследственное заболевание крови, возникающее из-за дефектного синтеза гена бета-глобина. Характеризуется дефицитом крови, обусловленным неэффективным эритропоэзом, гемолизом и повышенным уровнем железа вследствие повторных трансфузий. **Цель** исследования — оценить изменения толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) при большой бета-талассемии в сравнении со здоровыми людьми. **Материал и методы.** Поперечное исследование, проведенное в период с декабря 2023 г. по июнь 2024 г., включало 56 случаев тяжелой бета-талассемии и 64 здоровых человека. Средний возраст больных ($18,42 \pm 4,05$ года) и лиц контрольной группы ($17,45 \pm 4,02$ года) был практически одинаковым ($p = 0,190$). Всем проведено стандартное офтальмологическое обследование, а также измерение толщины СНВС с использованием оптической*

когерентной томографии (Heidelberg Spectralis). **Результаты.** Толщина СНВС значительно различалась в основной и контрольной группе. Значение p для общей, нижней, назальной и височной толщины СНВС составляло $< 0,001$, тогда как значение p для СНВС верхнего отдела составляло $0,006$. Обнаружена значительная корреляция показателей глобальной толщины, а также толщины нижнего и назального СНВС с продолжительностью талассемии ($p = 0,01$, $p = 0,01$, $p < 0,001$). Значения глобальной и назальной толщины СНВС оказались ниже при монотерапии хелаторами железа ($p = 0,048$, $p = 0,006$). **Заключение.** СНВС при большой бета-талассемии значительно тоньше, чем у здоровых людей. Глобальная толщина и толщина СНВС в нижней и назальной области значимо коррелировали с продолжительностью талассемии и с терапией хелатированием железа.

Ключевые слова: большая бета-талассемия; слой нервных волокон сетчатки; гемоглобин; терапия хелатированием железа

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Фирдоус М., Умер М. Ф., Чандран С.П. Слой нервных волокон сетчатки при большой бета-талассемии: сравнительное исследование. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 102-7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-102-107>

Thalassemia is one of the most common global public health problem [1]. According to World Health Organization (W.H.O.), thalassemia is found to be the most common hereditary chronic blood disorder that impacts the lives of 10,000 people each year [2, 3]. Beta-thalassemia occurs due to defective beta globin genes synthesis, which in turn reduces the functional ability of hemoglobin. Beta-thalassemia can have one of the two variants, either complete absence or reduced synthesis of beta-chains that leads to ineffective red blood cells formation and their destruction [4]. Beta-thalassemia Major is a serious illness that needs the patient to get regular blood transfusions due to reduced hemoglobin [5, 6]. The routine blood transfusions increases the serum ferritin levels due to iron overload that results in various organ dysfunction. This makes it necessary for those individuals to take iron chelating agents which also have their own complications [5–7].

The measurement of RNFL thickness gives an important insight in understanding sight-threatening optic nerve disorders which can be helpful in early diagnosis and management of such diseases [8]. There are a number of studies conducted in the past to evaluate the visual functions and clinical changes in thalassemia individuals [2, 9–11], however, a few studies reported structural ocular changes in these patients. The literature showed sufficient gap to provide a room for further research as there was a conflict in the findings of already published data [3, 8, 10, 12–16].

PURPOSE AND OBJECTIVES.

This study was performed to evaluate the Retinal Nerve Fiber Layer (RNFL) among cases with Beta-thalassemia Major using Heidelberg Spectralis Optical Coherence Tomography (OCT), and to compare the values with healthy age-matched controls.

MATERIALS AND METHODS

This comparative cross-sectional study was carried out on a total of 56 cases with Beta-thalassemia Major and 64 healthy controls for a duration of seven months from December 2023 to June 2024. The cases were recruited from Jamila Sultana Foundation, Rawalpindi, Pakistan whereas controls were recruited from the General Outdoor Patient Department (OPD) of Al-Shifa Trust Eye Hospital, Rawalpindi, Pakistan. The inclusion criteria was beta-thalassemia major cases and healthy age-matched controls of more than 10 years having Spherical Equivalent Refraction (SER) of $< \pm 6.00$ D. The cases with duration of thalassemia > 10 years, those who were regularly receiving blood transfusions twice or more each month to maintain their

Hemoglobin (Hb) levels more than 7 g/dl, those who were taking iron chelators including deferiprone, deferasirox, or deferoxamine (either one or combination). Any other hemoglobin disorder, anemia, systemic diseases, SER of $> \pm 6.00$ D, ocular infections, other ocular abnormalities (congenital or acquired), glaucoma, ocular trauma, intraocular surgery or history of contact lens use were excluded from the study.

The written and verbal informed consent was taken from each participant and/or their guardians followed by complete history regarding onset of thalassemia, iron chelating agents used, number of transfusions per month, other systemic history, ocular surgical and trauma history. A comprehensive ocular examination was carried out for all the subjects that included distance vision assessment on Early Treatment Diabetic Retinopathy Study vision chart (ETDRS), measurement of intraocular pressure (IOP) with Goldmann applanation tonometer. Anterior segment evaluation was carried out by an ophthalmologist using slit-lamp biomicroscope. The participants were then evaluated for RNFL on Heidelberg Spectralis OCT by a trained optometrist. The peripapillary RNFL thickness was noted globally along with all four quadrants including superior, inferior, nasal, and temporal. Only the high quality images were captured for inclusion in the study. Slit-lamp examination was again carried out for evaluating posterior segment of eye after mydriasis. The participants then undergone hematological examination including Hb levels prior to transfusion and serum ferritin.

The study was performed according to the ethical considerations of Institutional Review Board and Declaration of Helsinki. The study plan was approved by Ethical Review Committee of Lincoln University College, Malaysia (LUC/CPGS/FOS/20230517/002) and Al-Shifa Trust Eye Hospital, Rawalpindi, Pakistan (ERC-09/AST-24). An informed consent (written and verbal) was taken from the participants or their guardians where needed that ensured the confidentiality of data and its sole use for research purposes and publication.

Data Analysis. The data was analyzed using JASP (Jeffreys's Amazing Statistics Program) software with $p < 0.05$ accounted to as significant. The Shapiro-Wilk test was used to check normality of data with $p > 0.05$ considered significant, showing normal distribution of data. The mean and standard deviations were reported for quantitative data, while, percentages and frequencies for categorical data were detailed. The data distribution was normal, so, to compare mean values of the cases and controls independent samples t-test was applied. To find the correlation of RNFL measurements with duration of thalassemia, number

of transfusions, hemoglobin, and serum ferritin levels Pearson's correlation was used ($p < 0.05$ as significant). The RNFL measurements in the cases with combined and monotherapy were compared using independent samples t-test ($p < 0.05$ significant).

RESULTS

The study was performed on a total of 56 cases (beta-thalassemia major) and 64 healthy controls. The mean age of cases was 18.42 ± 4.05 years and controls was 17.45 ± 4.02 years. The individuals of the two groups showed significant similarity in their age group ($p = 0.190$). Twenty six out of fifty six cases were males whereas in control group twenty nine out of sixty four individuals were males and remaining were females. The details are shown in Table 1.

The refraction of the two study groups was comparable in terms of SER (Cases: median $\pm$ IQR = -0.625 ± 1.31 , mean SD = -0.67 ± 1.78 ; Controls: median $\pm$ IQR = -0.65 ± 1.39 , mean $\pm$ SD = -0.68 ± 1.82 ; $p = 0.31$ for median, $p = 0.21$ for mean). Moreover, the IOP among both groups was comparable ($p = 0.076$). The mean years of thalassemia duration in the cases was 17.48 ± 4.01 years, while the mean number of transfusions received by thalassemia cases was 2.35 ± 0.67 per month. The details of the clinical and laboratory parameters are shown in Table 2. 25% of the cases were using iron chelating treatment as a combined therapy ($n = 14$) while remaining 75% were receiving monotherapy ($n = 42$).

The RNFL thickness measurements in the cases were less in comparison to control group. The two groups showed significant difference as to global RNFL and RNFL in all the four quadrants (superior, inferior, nasal, and temporal) ($p < 0.05$) (Table 3).

Table 1. Demographic characteristics

Таблица 1. Демографические характеристики

Study Groups Группы исследования	n	Age, yrs Возраст, лет			Gender Пол			
		mean среднее	SD станд. отклонение	p-value значимость различий	males мужчины		females женщины	
					f	%	f	%
Beta-thalassemia major cases Случаи большой бета-талассемии	56	18.42	4.05	0.190	26	46.42	30	53.57
Controls Контроль	64	17.45	4.02		29	45.31	35	54.68

Table 2. Distribution of clinical and laboratory parameters

Таблица 2. Клинические и лабораторные показатели в группах

Parameters Показатели	Beta-thalassemia major Большая бета-талассемия	Controls Контроль	p-value Значимость различий
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
SER Сферический эквивалент рефракции	-0.67 ± 1.78	-0.68 ± 1.82	0.21
	Median $\pm$ IQR = -0.625 ± 1.31	Median $\pm$ IQR = -0.65 ± 1.39	0.31
IOP, mm Hg ВГД, мм рт. ст.	14.90 ± 2.05	15.1 ± 2.04	0.076
Hb, g/dl Гемоглобин, г/дл	9.05 ± 0.68	13.12 ± 0.98	0.039
Ferritin, ng/dl Ферритин, нг/дл	5640.55 ± 3264.22	22.67 ± 18.50	< 0.001
Duration of thalassemia, yrs Длительность талассемии, лет	17.48 ± 4.01	Non applicable Неприменимо	
Number of transfusions per month Число трансфузий в месяц	2.35 ± 0.67	Non applicable Неприменимо	

The cases showed a significantly positive correlation of thalassemia duration with global, inferior, and nasal RNFL ($p < 0.05$). The global RNFL and inferior RNFL showed weak positive correlation (global RNFL: $r = 0.320$, $p = 0.01$; inferior RNFL: $r = 0.338$, $p = 0.01$), however nasal RNFL was moderately positively correlated to thalassemia duration ($r = 0.527$, $p < 0.001$). The RNFL was not significantly correlated to the frequency of transfusions per month, hemoglobin, and serum ferritin ($p > 0.05$) (Table 4). Regarding iron chelation therapy, global and nasal RNFL were significantly different between cases on monotherapy and combined therapy ($p_{\text{global}} = 0.048$, $p_{\text{nasal}} = 0.006$) (Table 5).

DISCUSSION

In the current study, beta-thalassemia major cases revealed thinner RNFL measurements in comparison to healthy age-matched control group (global, inferior, nasal, temporal RNFL: $p < 0.001$, superior RNFL: $p = 0.006$)

The results of current study were much the same as reported by A. El Sehrawy et al. (2019). The RNFL (global and in four quadrants) was less in cases than in controls ($p = 0.000$) [15]. F. Uzun et al. in another cross-sectional study conducted in the year 2017 reported similar results. The results revealed significant difference in the global ($p = 0.003$), inferior, nasal and temporal RNFL among the cases and controls ($p < 0.001$) [8]. Likely results were detailed by A. Aksoy et al. (2014), with significant difference of cases and controls with regard to RNFL thickness (global and in quadrants) ($p < 0.01$) [3]. A. Basiony et al. (2022), reported similar findings regarding RNFL thickness in nasal quadrant ($p = 0.029$) [17].

The results of this study were unlike from those of B. Koctekin et al., in a study conducted in the year 2023. The cases were having no significant difference in their global ($p = 0.802$), superior ($p = 0.824$), inferior ($p = 0.963$), nasal ($p = 0.325$), and temporal RNFL thickness ($p = 0.341$) from the control group [12]. Similar results were found by S. Haghpanah et al. in a study conducted in the year 2022. No significant difference in RNFL measurements between thalassemia patients and the control group was reported ($p_{\text{global}} = 0.322$, $p_{\text{superior}} = 0.72$, $p_{\text{inferior}} = 0.196$, $p_{\text{nasal}} = 0.817$, $p_{\text{temporal}} = 0.607$) [10]. A. Basiony et al. also reported no notable difference in

the temporal RNFL between thalassemia cases and controls ($p = 0.89$) [17]. S. Bayramoglu et al. (2022) [13] and F. Tsaparoni et al. (2020) [14] also found similar results. No particular difference in the values of global RNFL thickness was reported among cases and controls ($p = 0.474$) ($p = 0.658$). In another study by M. Ulusoy et al. (2019), the mean values of RNFL thickness (global and all quadrants) were found to have no significant difference among cases and controls (global RNFL: $p = 0.073$, superior RNFL: $p = 0.067$, inferior RNFL: $p = 0.39$, nasal RNFL: $p = 0.18$, temporal RNFL: $p = 0.99$) [16].

The duration of thalassemia was positively correlated with thinning of the global, inferior, and nasal retinal nerve fiber layers ($p_{\text{global}} = 0.01$, $p_{\text{inferior}} = 0.01$, and $p_{\text{nasal}} < 0.001$). The correlation was observed to be weakly positive with global and inferior RNFL thinning, and moderately positive with nasal RNFL thinning. The RNFL thickness was not correlated with frequent transfusions, hemoglobin, and serum ferritin levels ($p > 0.05$). A significant difference was noted in global and nasal RNFL between the cases receiving iron chelation monotherapy and those undergoing combined therapy ($p < 0.05$). However, no differences were found between superior, inferior, and temporal RNFL measurements ($p > 0.05$).

Our results were in accordance to those reported by S. Haghpahan et al. (2022), who reported no significant correlation of RNFL with hemoglobin and ferritin ($p > 0.05$), except for superior RNFL which was negatively correlated with ferritin levels

($r = -0.328$, $p = 0.042$). The correlation of superior RNFL and ferritin levels was however weak. The results of this study were different from ours in term of iron chelation therapy, in which they found no significant correlation with RNFL thickness [10]. Our results were likely to those reported by A. Basyony et al. (2022). There was no correlation of hemoglobin and ferritin with average, temporal, temporal inferior, and nasal inferior quadrants RNFL ($p > 0.05$), however, naso-superior RNFL was correlated with hemoglobin whereas nasal and supero-temporal RNFL was correlated with ferritin ($p < 0.05$) [17]. The findings of this study were comparable with results of a study by M. Ulusoy et al. (2019), who found no correlation of RNFL (average and in various quadrants) with hemoglobin and ferritin ($p > 0.05$) [16]. Our results were supported by the findings of another study conducted by F. Uzun and colleagues, who reported no correlation in RNFL measurements with ferritin and hemoglobin levels [8].

The RNFL thickness is affected in a number of ocular diseases, mainly being glaucoma [18, 19] and axial myopia [20, 21]. Other systemic problems that cause changes in RNFL thickness include Multiple sclerosis, Parkinson's disease, Alzheimer's disease [22], and hypercholesterolemia [23]. Possible factors contributing to changes in the RNFL in individuals with thalassemia include prolonged anemia caused by hemoglobin deficiency, subsequent tissue hypoxia, and iron excess caused by repeated blood transfusions, oxidative stress due to iron excess, and iron chelation toxicity [3, 8, 10, 24]. Iron is an crucial component that helps in many cell reactions in neural tissue, however, too much iron can be threatening due to production of reactive oxygen species that can lead to destruction of retinal layers [24].

Although this study was performed on a sample of 56 cases and 64 healthy controls which makes the greatest number of cases taken in any study so far, but still larger sample sizes are required with community controls to reduce the risk of bias in future studies. Moreover, we also found the correlation of duration of thalassemia and number of transfusions received per month with RNFL measurements (global and in quadrants) which is not detailed in any previous study. The study has a limitation in terms of study design,

Table 3. Comparison of RNFL thickness measurements between beta-thalassemia major patients and healthy controls

Таблица 3. Толщина СНВС у пациентов с большой бета-талассемией и в группе контроля

RNFL, μm CHBC, квадрант, мкм	Beta-thalassemia major Большая бета-талассемия	Controls Контроль	p-value Значимость различий
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	
Global В целом	105.25 $\pm$ 8.86	132.98 $\pm$ 10.96	< 0.001
Superior Верхний	132.46 $\pm$ 16.52	139.29 $\pm$ 9.71	0.006
Inferior Нижний	134.48 $\pm$ 16.58	148.09 $\pm$ 9.97	< 0.001
Nasal Назальный	80.94 $\pm$ 13.54	112.70 $\pm$ 9.03	< 0.001
Temporal Темпоральный	73.25 $\pm$ 11.33	93.48 $\pm$ 7.83	< 0.001

Table 4. Correlation of RNFL measurements with duration of thalassemia, number of transfusions, hemoglobin, and serum ferritin levels

Таблица 4. Корреляция толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) с длительностью талассемии, количеством трансфузий, уровнем гемоглобина и сывороточного ферритина

RNFL, μm CHBC, квадрант, мкм	Duration of thalassemia, yrs Длительность талассемии, лет		Number of transfusions, per month Число трансфузий в месяц		Hemoglobin, g/dl Гемоглобин, г/дл		Ferritin, ng/ml Ферритин, нг/дл	
	correlation coefficient коэффициент корреляции	p-value значимость различий	correlation coefficient коэффициент корреляции	p-value значимость различий	correlation coefficient коэффициент корреляции	p-value значимость различий	correlation coefficient коэффициент корреляции	p-value значимость различий
Global В целом	0.320	0.01	-0.058	0.67	0.00	1.00	-0.3	0.82
Superior Верхний	-0.029	0.83	-0.184	0.17	0.05	0.70	-0.04	0.73
Inferior Нижний	0.338	0.01	-0.086	0.52	0.068	0.61	-0.140	0.30
Nasal Назальный	0.527	< 0.001	0.150	0.27	-0.09	0.49	0.025	0.85
Temporal Темпоральный	-0.095	0.48	-0.069	0.61	-0.13	0.32	0.23	0.07

which was Cross-sectional. Further studies should be conducted with follow-up research design to evaluate the prolonged effects of the disease itself as well as the chelation therapy on the RNFL.

CONCLUSION

The study concludes that there is significant RNFL thinning in beta-thalassemia major cases in comparison to controls. The global and nasal RNFL measurements were significantly correlated to the duration of thalassemia, and significantly thinner among the cases receiving iron chelation monotherapy compared to combined therapy.

Литература/References

- Ozdemir S, Oruc MA, Yazıcıoğlu B, Turkan S. Premarital hemoglobinopathy screening program results of a province in the Black Sea region of Turkey: three years' experience. *Postgrad Med.* 2023 Nov 17; 135 (8): 818–23. doi: 10.1080/00325481.2023.2285726
- Baig R, Zahid N, Kausar F, et al. Burden of ocular abnormalities in patients with beta thalassaemia: a cross-sectional study. *BMJ Open Ophthalmol.* 2023 Jul 1; 8 (1): e001293. doi: 10.1136/bmjophth-2023-001293
- Aksoy A, Aslan L, Aslankurt M, et al. Retinal fiber layer thickness in children with thalassemia major and iron deficiency anemia. *Semin Ophthalmol.* 2014 Jan; 29 (1): 22–6. doi: 10.3109/08820538.2013.839811
- Ali S, Mumtaz S, Shakir HA, et al. Current status of beta-thalassemia and its treatment strategies. *Mol Genet Genomic Med.* 2021 Dec; 9 (12): e1788. doi: 10.1002/mgg3.1788
- Betts M, Flight PA, Paramore LC, et al. Systematic literature review of the burden of disease and treatment for transfusion-dependent β -Thalassemia. *Clin Ther.* 2020 Feb; 42 (2): 322–37.e2. doi: 10.1016/j.clinthera.2019.12.003
- El-Beshlawy A, Dewedar H, Hindawi S, et al. Management of transfusion-dependent β -thalassemia (TDT): Expert insights and practical overview from the Middle East. *Blood Rev.* 2024 Jan 1; 63: 101138. doi: 10.1016/j.blre.2023.101138
- Nuzzi R, Geronazzo G, Tridico F, et al. Long-term effects of iron chelating agents on ocular function in patients with thalassemia major. *Clin Ophthalmol.* 2021 May 20; 15: 2099–109. doi: 10.2147/OPTH.S300974
- Uzun F, Karaca EE, Yıldız Yerlikaya G, Findik H, Akın M. Retinal nerve fiber layer thickness in children with β -thalassemia major. *Saudi J Ophthalmol.* 2017 Oct-Dec; 31 (4): 224–8. doi: 10.1016/j.sjopt.2017.10.001
- Heydarian S, Jafari R, Dailami KN, et al. Ocular abnormalities in beta thalassemia patients: prevalence, impact, and management strategies. *Int Ophthalmol.* 2020 Feb 1; 40 (2): 511–27. doi: 10.1007/s10792-019-01189-3
- Haghpahan S, Zekavat OR, Safaei S, et al. Optical coherence tomography findings in patients with transfusion-dependent β -thalassemia. *BMC Ophthalmol.* 2022 Jun 24; 22: 279. https://doi.org/10.1186/s12886-022-02490-z
- Akritidou F, Praidou A, Papamitsou T, Kozobolis V, Labiris G. Ocular manifestations in patients with transfusion-dependent β -thalassemia. *Hippokratia.* 2021; 25 (2): 79–82. PMID: 35937508.
- Koçtekin B, Dogan B, Erdem R, et al. Investigation of the color discrimination ability using the Farnsworth-Munsell 100-hue test and structural changes by SS-OCT in patients with transfusion-dependent beta-thalassemia. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2023 Sep; 43(bay): 103716. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103716
- Bayramoglu SE, Aydoğan G, Erdogan M, Ekinici DY, Sayin N. Evaluation of optical coherence tomography findings and choroidal thickness in beta-thalassemia major patients using chelation therapy. *Beyoglu Eye J.* 2022; 7 (4): 267–72. doi: 10.14744/bej.2022.62534

Table 5. RNFL thickness measurements in relation to iron chelation therapy

Таблица 5. Толщина СНВС при терапии хелатированием железа

RNFL, μ m СНВС, квадрант, мкм	Iron chelation therapy Терапия хелатированием железа		
	monotherapy монотерапия	combined therapy комбинированная терапия	p-value значимость различий
Global В целом	103.90 $\pm$ 7.58	109.28 $\pm$ 11.31	0.048
Superior Верхний	132.45 $\pm$ 17.02	132.50 $\pm$ 15.51	0.99
Inferior Нижний	132.31 $\pm$ 14.92	141.00 $\pm$ 20.19	0.09
Nasal Назальный	78.14 $\pm$ 12.13	89.35 $\pm$ 14.5	0.006
Temporal Темпоральный	72.31 $\pm$ 12.14	76.07 $\pm$ 8.15	0.28

- Tsarpadoni F, Makri OE, Lazaris V, et al. Choroidal thickness evaluation in a transfusion-dependent beta-thalassemia Greek population. *Clin Ophthalmol Auckl NZ.* 2020 Dec 24; 14: 4511–8.
- El Sehrawy AAEWI, El-Haddad N. The cup/disc ratio, retinal nerve layer, and macular thickness in children with B-thalassemia major. *Sci J Al-Azhar Med Fac Girls.* 2019 Apr; 3 (1): 117. doi: 10.2147/OPTH.S285312
- Ulusoy MO, Türk H, Kıvanç SA. Spectral domain optical coherence tomography findings in Turkish sickle-cell disease and beta thalassemia major patients. *J Curr Ophthalmol.* 2019 Sep; 31 (3): 275–80. doi: 10.1016/j.joco.2019.01.012
- Basiony AI, Elsharkawy NFR, El-Hawy MA, Zaky AG. Retinal nerve fiber layer thickness in children with β -thalassemia major. *Delta J Ophthalmol.* 2022 Mar; 23 (1): 37. doi:10.4103/djo.djo_51_21
- Shin JW, Sung KR, Song MK. Ganglion cell-inner plexiform layer and retinal nerve fiber layer changes in glaucoma suspects enable prediction of glaucoma development. *Am J Ophthalmol.* 2020 Feb 1; 210: 26–34. doi: 10.1016/j.ajo.2019.11.002
- Sato A, Fukui E, Ohta K. Retinal thickness of myopic eyes determined by spectralis optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol.* 2010 Dec 1; 94 (12): 1624–8. doi: 10.1136/bjo.2009.165472
- Mrugacz M, Bakunowicz-Lazarczyk A. Optical coherence tomography measurement of the retinal nerve fiber layer in normal and juvenile glaucomatous eyes. *Ophthalmologica.* 2005 Mar 24; 219 (2):80–5. doi: 10.1159/000083265
- Jnawali A, Mirhajianmoghadam H, Musial G, Porter J, Ostrin LA. The optic nerve head, lamina cribrosa, and nerve fiber layer in non-myopic and myopic children. *Exp Eye Res.* 2020 Jun 1; 195: 108041. doi: 10.1016/j.exer.2020.108041
- Kirbas S, Turkyilmaz K, Tufekci A, Durmus M. Retinal nerve fiber layer thickness in Parkinson disease. *J Neuroophthalmol.* 2013 Mar; 33 (1): 62–5. doi: 10.1097/WNO.0b013e3182701745
- Stefanutti C, Mesce D, Pacella F, et al. Optical coherence tomography of retinal and choroidal layers in patients with familial hypercholesterolaemia treated with lipoprotein apheresis. *Atheroscler Suppl.* 2019 Dec 1; 40: 49–54. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2019.08.031
- Acer S, Balci YI, Pekel G, et al. Retinal nerve fiber layer thickness and retinal vessel calibers in children with thalassemia minor. *SAGE Open Med.* 2016 Jan 1; 4: 2050312116661683. doi: 10.1177/2050312116661683

Author's contribution: Maryam Firdous — conception and design, data acquisition, analysis and interpretation, drafting; Muhammad Farooq Umer — revising and critical review, data analysis and interpretation; Suriyakala Perumal Chandran — revising and critical review, final approval of work, and accountable for all aspects of the work.

Вклад авторов в работу: Мариам Фирдоус — концепция и дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретация данных, написание статьи; Мухаммад Фарук Умер — редактирование и критический обзор, анализ и интерпретация данных; Суриякала Перумал Чандран — редактирование и критический обзор, окончательное утверждение статьи, руководство всеми аспектами работы.

Поступила: 14.10.2024. Переработана: 02.11.2024. Принята к печати: 03.11.2024
Originally received: 14.10.2024. Final revision: 02.11.2024. Accepted: 03.11.2024

INFORMATION ABOUT AUTHORS/ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Lincoln University College, Wisma Lincoln, No. 12–18, Jalan SS 6/12, 47301, Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan, Malaysia

Maryam Firdous — senior lecturer, department of health sciences

Suriyakala Perumal Chandran — head of the department, faculty of medicines, ORCID 0000-0001-6904-7980

College of Dentistry, King Faisal University, 31982, Hofuf, Al-Ahsa, Saudi Arabia

Muhammad Farooq Umer — assistant professor, department of preventive dental sciences, ORCID 0000-0001-7779-1929

For contacts: Suriyakala Perumal Chandran,
suriyakala@lincoln.edu.my

Факультет медицинских наук, Университетский колледж Линкольна, Висма Линкольн, № 12–18, Джалан СС 6/12, 47301, Петалинг Джая, Селангор Дарул Эхсан, Малайзия

Мариам Фирдоус — старший преподаватель кафедры медицинских наук

Суриякала Перумал Чандра — руководитель отдела, факультет медицинских наук, ORCID 0000-0001-6904-7980

Колледж стоматологии, Университет короля Фейсала, 31982, Хуфиф, Аль-Ахса, Саудовская Аравия

Мухаммад Фарук Умер — доцент, кафедра профилактической стоматологии ORCID, 0000-0001-7779-1929

Для контактов: Суриякала Перумал Чандра,
suriyakala@lincoln.edu.my

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-108-115>



Динамика структуры и регионального профиля повреждений глаз у детей

Л.С. Хамраева

Ташкентский педиатрический медицинский институт, ул. Богишамол, д. 223, Ташкент, 100164, Республика Узбекистан

Цель работы — изучить динамику структуры и регионального профиля травм органа зрения у детей в 2018–2022 гг. по материалам офтальмологического отделения клиники ТашПМИ. **Материал и методы.** Ретроспективный анализ конъюнктурной отчетной документации проводился по ведущему диагнозу согласно классификатору МКБ-10. **Результаты.** Установлено, что в анализируемый период каждый четвертый (27,2%) ребенок госпитализирован с травмой или ее осложнениями. Чаще обращались дети в возрасте от 5 до 14 лет (61,0–64,5%), преобладали мальчики (62,6%). Дети обращались из всех регионов республики, чаще из Ташкентской (47,9–60,1%) и Кашкадарьинской (10,3–13,3%) областей. Структура травм органа зрения и их осложнений на протяжении 5 лет не менялась: лидирующие позиции занимали проникающие ранения глазного яблока, контузии. Среди осложнений преобладали рубцы и помутнения роговицы, катаракты, эндофтальмиты, вторичные глаукомы. **Заключение.** В настоящее время уязвимыми в отношении травм являются все возрастные категории детей. Это диктует необходимость повсеместной активизации профилактики ранений у детей, доступной экстренной высокотехнологичной помощи с учетом выявленной динамики структуры и регионального профиля ранений органа зрения.

Ключевые слова: проникающие ранения глазного яблока; контузии; ожоги; эндофтальмиты; рубцы роговицы; вторичная глаукома; травмы глаза у детей; динамика структуры травм; региональный профиль

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Хамраева Л.С. Динамика структуры и регионального профиля повреждений глаз у детей. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 108–115. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-108-115>

Dynamics of the structure and regional profile of eye damage in children

Lola S. Khamraeva

Tashkent Pediatric Medical Institute, 223, Bogishamol St., Tashkent, 100164, Republic of Uzbekistan
lola251167@mail.ru

Purpose: to study the dynamics of the structure and regional profile of eye injuries in children for 2018–2022 based on materials from the Tashkent Medical Institute pediatric ophthalmology department. **Material and methods.** A retrospective analysis of the situational reporting documentation was carried out according to the leading diagnosis according to the ICD 10 classifier. **Results.** The analysis showed that every fourth child (27.2%) was hospitalized with eye injury or its complications. Most often, children aged 5 to 14 years (61.0–64.5%) sought help, with boys predominating (62.6%). Children applied from all regions of the republic, most often from Tashkent (47.9–60.1%) and Kashkadarya (10.3–13.3%) regions. The structure of eye injuries and their complications has not changed over 5 years: the leading positions were occupied by penetrating wounds of the eyeball and contusions. Complications included scars and corneal opacities, cataracts, endophthalmitis, and secondary glaucoma. **Conclusion.** Currently, all age groups of children are vulnerable to injury. This dictates the need for widespread activation of injury prevention, accessible emergency high-tech care, taking into account the identified dynamics of the structure and regional profile of eye injuries in children.

Keywords: penetrating wounds of the eyeball; contusions; burns; endophthalmitis; corneal scars; secondary glaucoma; eye injuries in children; dynamics of the structure of injuries; regional profile

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Khamraeva L.S. Dynamics of the structure and regional profile of eye damage in children. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 108–115 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-108-115>

Проблема травматизма является одной из наиболее актуальных и социально значимых в современной педиатрической офтальмологии. По результатам исследований Всемирной организации здравоохранения ежегодно в мире регистрируются около 55 млн случаев травм органа зрения, из которых примерно 23 тыс. сопровождаются проникающими ранениями глазного яблока [1, 2]. Проблема детского глазного травматизма не теряет своей актуальности на протяжении многих лет: 6 млн случаев травм встречаются у детей, из них четверть миллиона нуждаются в госпитализации [3].

Необходимо подчеркнуть, что повреждения глаз служат одной из основных причин монокулярной слепоты во всем мире, и до 50% всех несчастных случаев происходят до 18-летнего возраста [4]. В работах Г.М. Сулаймановой (2016) рассмотрены вопросы детского глазного травматизма в странах СНГ и их эпидемиологические особенности в Кыргызстане. Многие аспекты данной проблемы в разных странах СНГ схожи. Все дети подвергаются риску получения травмы глаза, но группа в возрасте 3–9 лет мужского пола чаще подвержена травмам дома, в школе и на улице. Масштабы ранений глаз у детей достаточно широки, и в оказание медицинской помощи вовлечены все практикующие врачи, включая педиатров, врачей неотложной помощи, офтальмологов [5]. Анализ структуры детского глазного травматизма в Челябинской области (РФ) за период с 2015 по 2017 г. показал, что наиболее часто ранения глаз встречались в возрасте 7–12 лет (39,6%), преимущественно у мальчиков (74,6%), при этом преобладали ушибы (42,9%) глазного яблока и тканей глазницы [6].

Проблема офтальмотравматизма актуальна и для нашей республики. По данным статистического отдела Министерства здравоохранения Республики Узбекистан и отечественных специалистов, в структуре первичной инвалидности, слепоты и слабослышания повреждения органа зрения находятся на третьем месте (16–18%), уступая глаукоме и дегенеративным изменениям глаза [7]. По данным медико-социальной экспертной комиссии Самаркандской области за 2021 г., вследствие закрытых травм органа зрения в расчете на 100 тыс. населения инвалидами признаны 11,7%, из них 7,84% составили дети [8]. Среди ранений глазного яблока достоверно высокой частотой отличаются тяжелые и особо тяжелые ранения склеральной (52,7 и 45,6%) и корнеосклеральной (53,4 и 45,8%) локализации со зрительными функциями от 0,1 и ниже [9]. К сожалению, травмы глаза представляют угрозу не только тяжелыми осложнениями, возникающими в результате повреждения, такими как гемофтальм, отслойка сетчатки, эндофтальмит, катаракта, выпадение структур глазного яблока, отрыв зрительного нерва, переломы стенок орбиты, симблефарон и т. д., но и после оказания первой экстренной офтальмологической помощи. На протяжении долгих лет перенесенная травма глаза является источником повышенной опасности, так как на течение раневого процесса оказывает влияние хроническое посттравматическое воспаление, выявляемое в 14–28%

случаев всех ранений глаза. При хроническом посттравматическом увеите на любых сроках давности существует угроза возникновения симпатической офтальмии (СО) [10]. Комплексные клинико-морфологические исследования удаленных глаз в исходе контузии, проникающего ранения, после проникающей хирургии по поводу отслойки сетчатки и/или антиглаукоматозных операций выявили морфопатогенез иммунного воспаления, что предполагает значимую роль травмы различного характера, в том числе и хирургической, как триггера, способного запустить иммунное воспаление, угрожающее развитием СО. Подтверждена также значимая роль инфекционного фактора (в анамнезе — острые респираторно-вирусные заболевания) в развитии воспалительной реакции с иммунным компонентом, потенциально опасным ввиду риска перехода в СО [11].

Тяжелые ранения глаза у пациентов детского возраста — это не только медицинская, но и социальная проблема. Соответственно, необходима разработка рекомендаций по организации профилактики, тактике ведения, а также реабилитации маленьких пациентов с травмой глаза. Решение этих задач обуславливает поиск, сбор и анализ эпидемиологической информации по данным вопросам.

ЦЕЛЬ работы — изучить динамику структуры и регионального профиля травм органа зрения у детей за 2018–2022 гг. по материалам офтальмологического отделения клиники Ташкентского педиатрического медицинского института (ТашПМИ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен ретроспективный анализ конъюнктурной отчетной документации офтальмологического отделения клиники ТашПМИ за 2018–2022 гг. Анализ проводился по ведущему диагнозу согласно классификатору МКБ-10.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Офтальмологическое отделение клиники ТашПМИ является основной базой кафедры офтальмологии, детской офтальмологии ТашПМИ и с 1997 г. представляет собой ведущий центр в республике по оказанию круглосуточной экстренной детской офтальмотравматологической помощи как в практическом, так и методологическом плане.

В 2018–2022 гг. проведено лечение 5938 детей в возрасте от 0 до 18 лет, мальчиков — 3409 (57,4%), девочек — 2529 (42,6%), из них с травмами органа зрения и их осложнениями — 1614 (27,2%). Пациенты с травмами поступали чаще в первые сутки после полученной травмы, реже — через 3–4 сут, с осложнениями — через 20 сут и позже после травмы и/или проведенной первичной хирургической обработки ранений. Динамика количества детей с травмами и их осложнениями относительно общего количества госпитализированных пациентов с различной офтальмопатологией за соответствующие годы (рис. 1) выявила высокие показатели: от 25,2 до 30,4% с наибольшим процентом в 2022 г.; относительно общего количества госпитализированных пациентов

с ранениями и их осложнениями за 5 лет — от 17,8 до 21,4%, преимущественно в 2018 г. (рис. 2).

Возраст детей с ранениями глаз и их осложнениями варьировал от 3 мес до 18 лет, динамика возрастного состава выявила явное (61,0–64,5%) преобладание пациентов от 5 до 14 лет (табл. 1). Мальчиков с травмами за 5 лет было 1011 (62,6%), девочек — 603 (37,4%).

Динамика регионального профиля была следующей: дети с ранениями органа зрения и их осложнениями об-

ращались практически из всех регионов республики и сопредельных государств (рис. 3–7). В течение 5 лет чаще (более 10%) обращались дети с травмами из Ташкентской (47,9–60,1%), Кашкадарьинской (10,3–13,3%), а в 2021 г. — из Сырдарьинской (11,7%) областей. Наименьшее количество (менее 1%, что соответствует 1 или 0 пациентов) детей госпитализировано в 2018 г. из Бухарской, Андижанской, Наманганской областей и Каракалпакстана, в 2019 г. — из Бухарской области и Каракалпакстана, в 2020 г. — из Наманганской области и Каракалпакстана, в 2022 г. — из Хорезмской и Андижанской областей. Динамика и география осложнений травм были практически идентичными ранениям, за исключением 2021 г., в этом году к «лидерам» присоединилась Андижанская область (11,7%). Наименьшее количество больных с осложнениями госпитализировано в 2020 г. из Навоийской, Ферганской областей и Каракалпакстана, в 2021 и 2022 гг. — из Каракалпакстана.

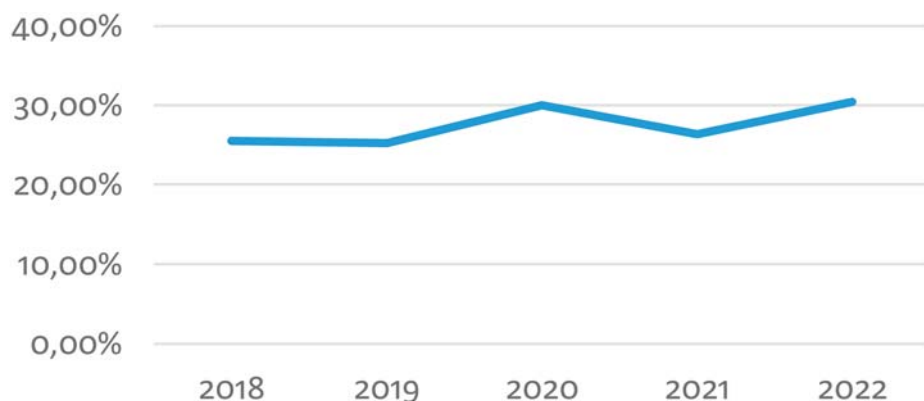


Рис. 1. Динамика количества детей с травмами и их осложнениями (в %)
Fig. 1. Dynamics of the number of children with injuries and their complications (in %)

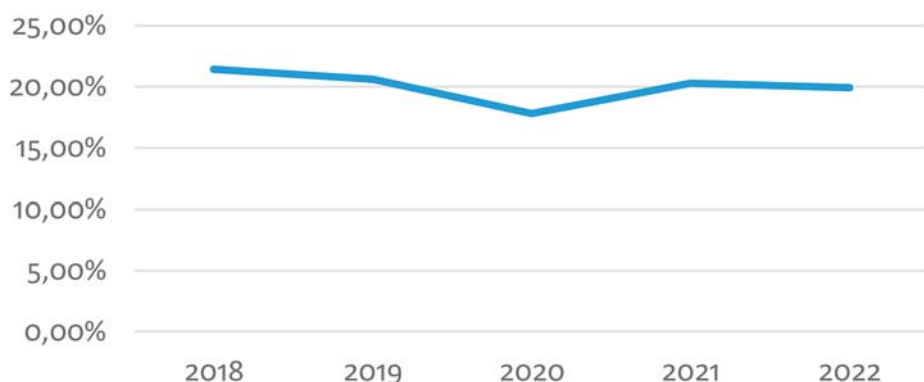


Рис. 2. Динамика количества детей с травмами и их осложнениями (в %) относительно общего количества госпитализированных пациентов с травмами и их осложнениями за 5 лет
Fig. 2. Dynamics of the number of children with injuries and their complications (in %) relative to the total number of hospitalized patients with injuries and their complications over 5 years

Таблица 1. Возрастной состав детей с травмами органа зрения и их осложнениями в 2018–2022 гг., n (%)

Table 1. Age of children with visual injuries and their complications for 2018–2022, n (%)

Год (количество детей) Year (number of children)	От 0 до 1 года From 0 to 1 year	От 1 года до 5 лет From 1 to 5 years	От 5 до 14 лет From 5 to 14 years	От 14 до 18 лет From 14 to 18 years
2018 (346)	7 (2)	94 (27,2)	218 (63)	27 (7,8)
2019 (333)	4 (1,2)	86 (25,8)	210 (63)	33 (9,9)
2020 (288)	7 (2,4)	63 (21,9)	185 (64,2)	33 (11,4)
2021 (326)	16 (4,9)	69 (21,2)	199 (61)	42 (12,9)
2022 (321)	7 (2,2)	64 (19,9)	207 (64,5)	43 (13,4)

Примечание. Возрастная градация приведена в соответствии с отчетной конъюнктурной документацией офтальмологического отделения клиники ТашПМИ, n — количество глаз.

Note. Age gradation is given in accordance with the reporting documentation of the pediatric ophthalmology department of the Tashkent Medical Institute, n — the number of eyes.

рашались практически из всех регионов республики и сопредельных государств (рис. 3–7). В течение 5 лет чаще (более 10%) обращались дети с травмами из Ташкентской (47,9–60,1%), Кашкадарьинской (10,3–13,3%), а в 2021 г. — из Сырдарьинской (11,7%) областей. Наименьшее количество (менее 1%, что соответствует 1 или 0 пациентов) детей госпитализировано в 2018 г. из Бухарской, Андижанской, Наманганской областей и Каракалпакстана, в 2019 г. — из Бухарской области и Каракалпакстана, в 2020 г. — из Наманганской области и Каракалпакстана, в 2022 г. — из Хорезмской и Андижанской областей. Динамика и география осложнений травм были практически идентичными ранениям, за исключением 2021 г., в этом году к «лидерам» присоединилась Андижанская область (11,7%). Наименьшее количество больных с осложнениями госпитализировано в 2020 г. из Навоийской, Ферганской областей и Каракалпакстана, в 2021 и 2022 гг. — из Каракалпакстана. Превалирование пациентов из Ташкентской области обусловлено территориальной близостью, а также тем, что экстренную офтальмологическую помощь детям из столичной области в основном оказывают в нашей клинике. Лидерство Кашкадарьинской области, по-видимому, связано с недостаточной укомплектованностью кадрами реанимационно-анестезиологической и офтальмотравматологической служб в детских глазных стационарах, что не позволяет проводить длительные первичные хирургические обработки ранений.

В течение 5 лет в структуре травм органа зрения превалировали проникающие ранения глазного яблока и контузии, среди осложнений — рубцы, помутнения роговицы, травматические катаракты, эндофтальмиты и вторичные глаукомы (табл. 2, 3). Частота проникающих ранений глазного яблока в динамике уменьшалась, но контузий, напротив увеличивалась. Эндофтальмиты, к сожалению, имели тенденцию к росту, при этом дети с гнойными осложнениями поступали после колотых ранений (травмирующие агенты — растительного происхождения: палки, колючки и т. д.; иглы одноразовых шприцев) и/или после отсроченных первичных хирургических обработок ранений, осложненных сопутствующей патологией (острые инфекционные респираторные заболевания, риносинуситы, пневмонии и т. д.) до и после операций. Количество детей с вторичными глаукомами также в динамике увеличивалось. В течение 5 лет динамика количества пациентов с осложнениями, в том числе нуждающихся в витреальной хирургии (отслойка сетчатки, люксия и сублюк-

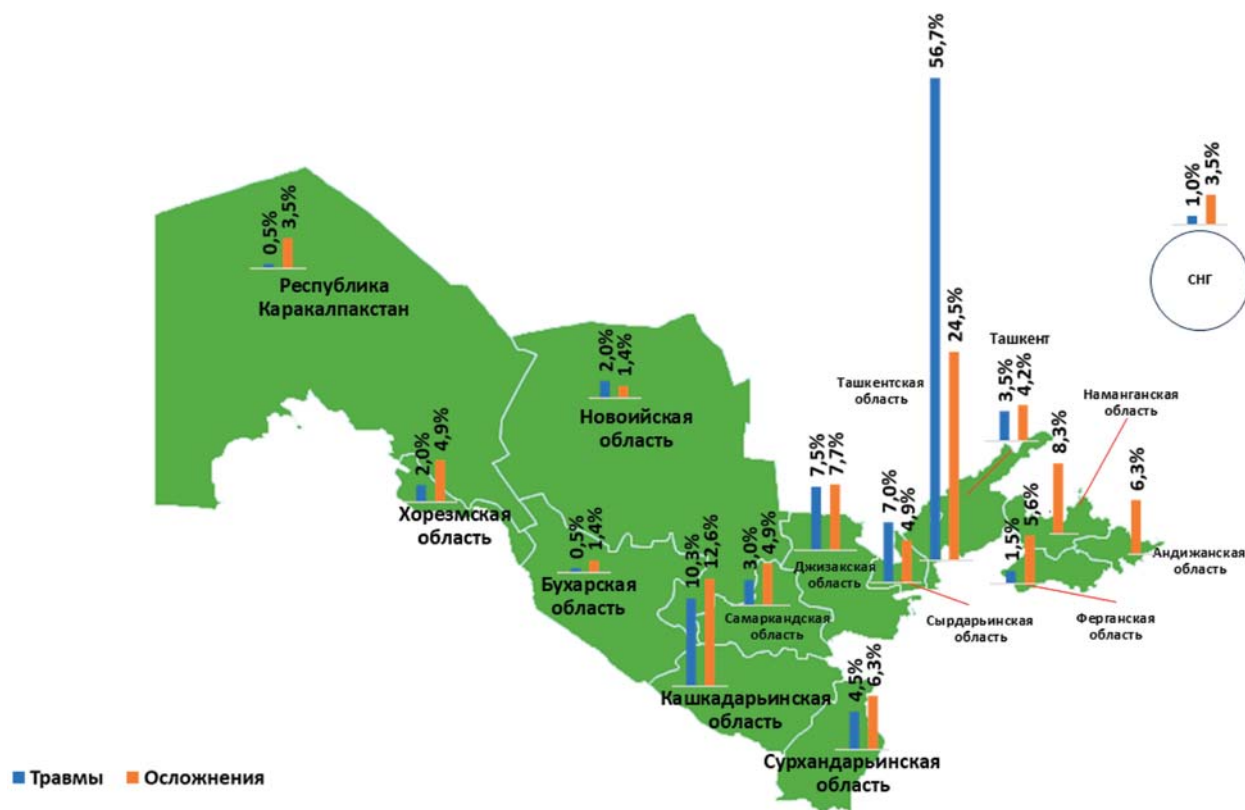


Рис. 3. Региональный профиль травм органа зрения и их осложнений за 2018 г.

Примечание к рисункам 3–7: расчет показателей частоты в % проводился относительно общего количества детей, госпитализированных в офтальмологическое отделение клиники ТашПМИ за данный год с травмами органа зрения и их осложнениями в отдельности

Fig. 3. Regional profile of eye injuries and their complications for 2018

Note for fig. 3–7: the calculation of frequency indicators in % was carried out relative to the total number of children hospitalized in the pediatric ophthalmology department of the Tashkent Medical Institute in a given year with eye injuries and their complications separately (blue columns — injuries, red — complications)



Рис. 4. Региональный профиль травм органа зрения и их осложнений за 2019 г.

Fig. 4. Regional profile of eye injuries and their complications for 2019



Рис. 5. Региональный профиль травм органа зрения и их осложнений за 2020 г.
Fig. 5. Regional profile of eye injuries and their complications for 2020



Рис. 6. Региональный профиль травм органа зрения и их осложнений за 2021 г.
Fig. 6. Regional profile of eye injuries and their complications for 2021

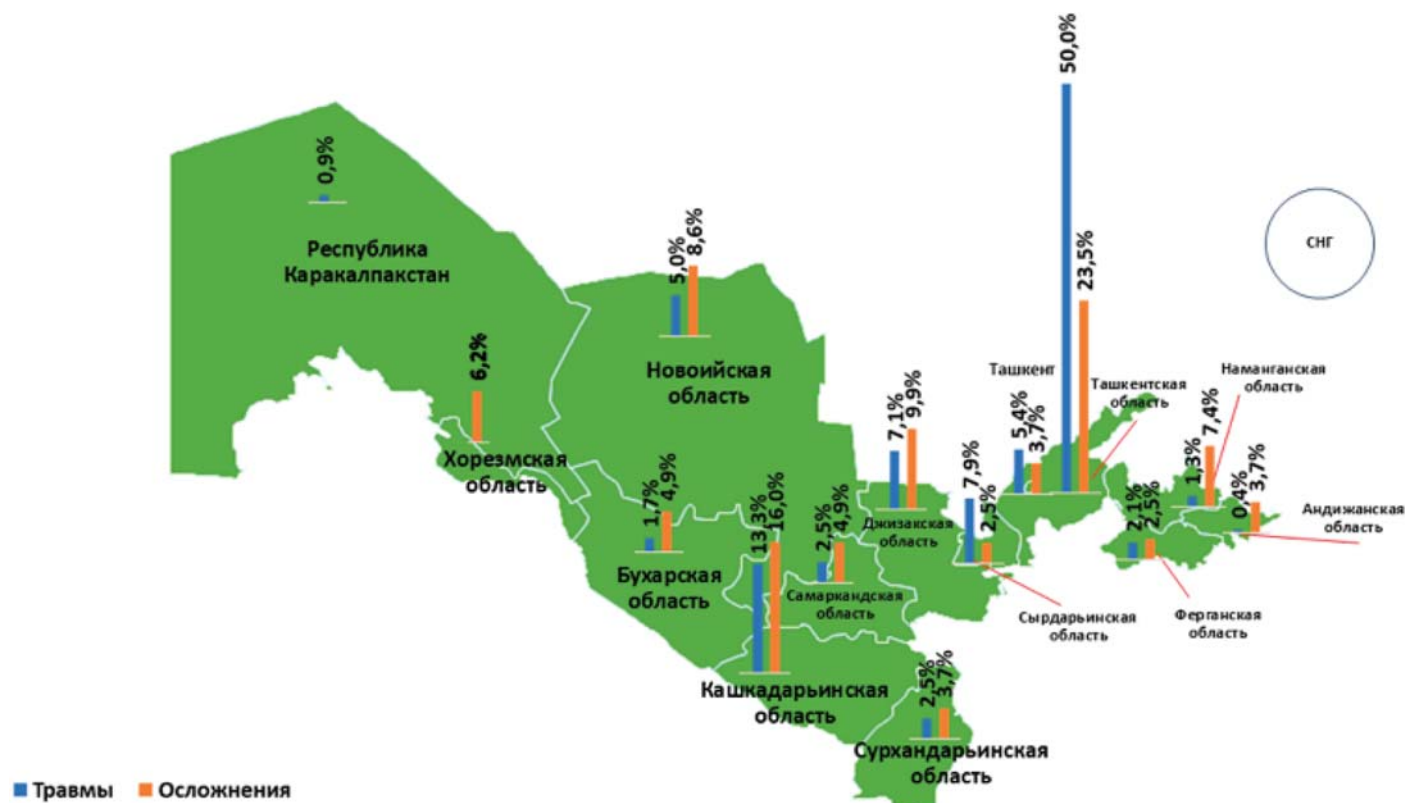


Рис. 7. Региональный профиль травм органа зрения и их осложнений за 2022 г.
Fig. 7. Regional profile of eye injuries and their complications for 2022

Таблица 2. Структура травм органа зрения за 2018–2022 гг. Общее количество детей — 1097, n (%)
Table 2. Structure of injuries of the eye for 2018–2022. Total number of children — 1097, n (%)

Вид патологии Type of pathology	Год Year				
	2018	2019	2020	2021	2022
Проникающие ранения (разрывы) глаза Penetrating wounds (lacerations) of the eye	112 (55,2)	113 (50,7)	95 (45,9)	93 (41,5)	85 (35,4)
Проникающие ранения глаза с внутриглазным инородным телом Penetrating eye injuries with intraocular foreign body	—	—	3 (1,4)	4 (1,8)	—
Непроникающие ранения, ссадины роговицы, в том числе с инородным телом Non-penetrating wounds, corneal abrasions, including those with a foreign bod	12 (5,9)	8 (3,6)	18 (8,7)	20 (8,9)	39 (16,3)
Рваные раны век, конъюнктивы, слезных органов Lacerations of the eyelids, conjunctiva, lacrimal organs	19 (9,4)	26 (11,6)	14 (6,8)	17 (7,6)	26 (10,8)
Отрыв зрительного нерва Optic nerve avulsion	1 (0,5)	—	—	—	—
Ожоги Burns	10 (4,9)	10 (4,5)	14 (6,8)	6 (2,7)	9 (3,8)
Контузии Contusion	49 (24,1)	66 (29,6)	63 (30,4)	84 (37,5)	81 (33,7)
Всего Total	203 (100)	223 (100)	207 (100)	224 (100)	240 (100)

Примечание. Расчет показателей в процентах проводился относительно общего количества детей с травмами за данный год.
Note. Calculation of percentages was carried out relative to the total number of children with injuries for a given year.

сация ИОЛ), имела устойчивую тенденцию к снижению, хотя количество детей с ранениями оставалось на высоком уровне, что объясняется своевременной диагностикой и лечением указанных травм, а также совместным лечением осложнений с витреоретинальными хирургами в Республиканском специализированном научно-практическом

медицинском центре микрохирургии глаза, Национальном детском медицинском центре.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По материалам глазного отделения клиники ТашПМИ за период с 2018 по 2022 г. каждый четвертый (27,2%) ре-

Таблица 3. Структура осложнений травм органа зрения за 2018–2022 гг. Общее количество детей — 517, n (%)
Table 3. Structure of the eye injuries complications for 2018–2022. Total number of children 517, n (%)

Вид патологии Type of pathology	Год Year				
	2018	2019	2020	2021	2022
Рубцы и помутнения роговицы Scars and opacities of the cornea	65 (45,5)	52 (47,3)	43 (53,1)	57 (55,9)	42 (51,9)
Травматическая катаракта Traumatic cataract	27 (18,9)	20 (18,2)	26 (32,1)	27 (26,5)	19 (23,5)
Эндофталмит Endophthalmitis	6 (4,2)	8 (7,3)	7 (8,6)	7 (6,9)	9 (11,1)
Вторичная глаукома Secondary glaucoma	12 (8,4)	—	2 (2,5)	8 (7,8)	7 (8,7)
Отслойка сетчатки Retinal detachment	20 (13,9)	19 (17,3)	1 (1,2)	—	1 (1,2)
Субатрофия глазного яблока Subatrophy of the eyeball	—	—	—	—	1 (1,2)
Симблефарон Symblepharon	5 (3,5)	—	—	3 (2,9)	1 (1,2)
Сублюксация ИОЛ IOL subluxation	—	—	—	—	1 (1,2)
Люксация, сублюксация хрусталика Luxation, subluxation of the lens	1 (0,7)	10 (9)	—	—	—
Посттравматический дакриоцистит Post-traumatic dacryocystitis	6 (4,2)	—	—	—	—
Атрофия зрительного нерва Optic nerve atrophy	1 (0,7)	—	2 (2,5)	—	—
Абсцедирующая гематома век Abscessing hematoma of the eyelids	—	1 (0,9)	—	—	—
Всего Total	143 (100)	110 (100)	81 (100)	102 (100)	81 (100)

Примечание. Расчет показателей в процентах проводился относительно общего количества детей с осложнениями травм за данный год.
Note. Calculation of indicators as percentages was carried out relative to the total number of children with complications of injuries for a given year.

бенок госпитализирован с травмой или ее осложнениями, при этом выявлен рост количества (от 25,2 до 30,4%) детей с ранениями относительно общего количества госпитализированных пациентов с различными патологиями органа зрения. Травмы встречались во всех возрастных категориях, но чаще в возрасте от 5 до 14 лет (61,0–64,5%) с преобладанием мальчиков (62,6%). Дети обращались практически из всех регионов республики, чаще из Ташкентской (47,9–60,1%) и Кашкадарьинской (10,3–13,3%) областей. Структура травм органа зрения и их осложнений на протяжении 5 лет не менялась: лидирующие позиции удерживали проникающие ранения глазного яблока, контузии. Среди осложнений преобладали рубцы и помутнения роговицы, катаракты, эндофтальмиты, вторичные глаукомы. Реалии сегодняшнего дня представлены интенсивной урбанизацией, агрессивным вторжением техногенных факторов, стремительными скоростями во всех сферах жизни, дефицитом родительской опеки, что делает уязвимыми в отношении травм все возрастные категории детей. Это диктует необходимость повсеместной активизации профилактики ранений у детей, доступной экстренной высокотехнологичной помощи с учетом выявленной динамики структуры и регионального профиля ранений органа зрения.

Литература/References

- Громакина Е.В., Саиджамолов К.М., Мозес В.Г., Тюнина Н.В. Мозес К.Б. Открытая травма глаза у детей: эпидемиология, предикторы неблагоприятного течения и исходы. *Фундаментальная и клиническая медицина*. 2021; 6 (4): 132–41. [Gromakina E.V., Saidzhamolov K.M., Moses V.G., Tyunina N.V., Moses K.B. Open eye injury in children: epidemiology, predictors of adverse course and outcomes. *Fundamental and clinical medicine*. 2021; 6 (4): 132–41 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2018-95-98>
- Hoskin AK, Mackey DA, Keay L, Agraval R6 Watson S. Eye injuries across history and the evolution of eye protection. *Acta Ophthalmol*. 2019; 97 (6): 637–43. <https://doi.org/10.1111/acs.14086>
- Barry RJ, Sii F, Bruynseels A, et al. The UK Pediatric Ocular Trauma study 3 (POTS3): clinical features and initial management of injuries. *Clin. Ophthalmol*. 2019; 13: 1165–72. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S201900>
- Сомов Е.Е. Избранные разделы детской клинической офтальмологии. Санкт-Петербург: Человек. 2016. [Somov E.E. Selected sections of pediatric clinical ophthalmology. Sankt Petersburg: Chelovek. 2016 (In Russ.)].
- Сулейманова Г.М. Региональные особенности эпидемиологии травмы глаза у детей в СНГ. *Современная медицина: актуальные вопросы*. 2016; 2–3 (46): 24–35. [Suleymanova G.M. Regional features of the epidemiology of eye injury in children in the CIS. *Modern medicine: current issues*. 2016; 2–3 (46): 24–35 (In Russ.)].
- Дроздова Е.А., Марачева Н.М., Зарипова Р.Р., Зотова С.Л. Анализ структуры глазного травматизма у детей по данным офтальмологического отделения областной клинической больницы № 3 города Челябинска. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2018; 3: 95–8. [Drozдова E.A., Maracheva N.M., Zaripova R.R., Zotova S.L. Analysis of the structure of eye injuries in children according to the ophthalmology department of the regional clinical hospital No. 3 of the city of Chelyabinsk. *Point of view. East — West*. 2018; 3: 95–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2018-95-98>
- Агзамова С.С., Мадалов Н.И. Состояние гемодинамики глаза и эффективность лечения пациентов с сочетанной травмой костных структур орбиты и глазного яблока. *Передовая офтальмология*. 2023; 2 (2): 13–8. [Agzamova S.S., Madalov N.I. The state of hemodynamics of the eye and the effectiveness of treatment in patients with combined trauma to the bone structures of the orbit and eyeball. *Advanced Ophthalmology*. 2023; 2 (2): 13–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.57231/j.a.o.2023.2.2.002>
- Агзамова С.С., Мадалов Н.И., Тухтаев Б.У. Травмы глаза и придаточного аппарата среди детского населения Самаркандской области. *Передовая офтальмология*. 2023; 1 (1): 5–8. [Agzamova S.S., Madalov N.I., Tukhtaev B.U. Injuries of the eye and adnexa among the child population of the Samarkand region. *Advanced Ophthalmology*. 2023; 1 (1): 5–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.57231/j.a.o.2023.1.1.001>

9. Икрамов О.И., Гулямова М.Д., Джураев Н.А. Анализ структуры и клинических особенностей открытой травмы глаза. *Передовая офтальмология*. 2024; 10 (4): 76–8. [Ikramov O.I., Gulyamova M.D., Dzhujaev N.A. Analysis of the structure and clinical features of open eye injury. *Advanced ophthalmology*. 2024; 10 (4): 76–8 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.57231/j.a.o.2024.10.4.024>
10. Марачева Я.М. Иммунопатологические варианты течения посттравматического увеита при проникающем ранении глазного яблока. *Вестник Уральской медицинской академической науки*. 2012; 2 (39): 42–4. [Maracheva Ya.M. Immunopathological variants of the course of posttraumatic uveitis in penetrating injury of the eyeball. *Vestnik Ural'skoj meditsinskoj akademicheskoy nauki*. 2012; 2 (39): 42–4 (In Russ.)].
11. Захарова Г.П., Филатова И.А., Денисюк В.О. Особенности морфологии иммунного воспаления у пациентов с длительным течением посттравматического увеита. *Российский офтальмологический журнал*. 2020; 13 (2): 18–22. [Zakharova G.P., Filatova I.A., Denisyuk V.O. Features of the morphology of immune inflammation in patients with long-term post-traumatic uveitis. *Russian ophthalmological journal*. 2020; 13 (2): 18–22 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2020-13-2-18-22>

Поступила: 05.03.2025. Переработана: 20.03.2025. Принята к печати: 22.03.2025
Originally received: 05.03.2025. Final revision: 20.03.2025. Accepted: 22.03.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Ташкентский педиатрический медицинский институт, ул. Богишамол, д. 223, Ташкент, 100164, Республика Узбекистан

Лола Салимовна Хамраева — канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры офтальмологии, детской офтальмологии, ORCID 0000-0003-0221-702X

Для контактов: Лола Салимовна Хамраева,
lola251167@mail.ru

Tashkent Pediatric Medical Institute, 223, Bogishamol St., Tashkent, 100164, Republic of Uzbekistan

Lola S. Khamraeva — Cand. of Med. Sci., associate professor, chair of ophthalmology, pediatric ophthalmology, ORCID 0000-0003-0221-702X

For contacts: Lola S. Khamraeva,
lola251167@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-116-122>



Сравнительная характеристика глазных капель, используемых для лечения глаукомы, на экспериментальной модели сухого глаза

Е.В. Блинова¹✉, Е.А. Литвин², Д.С. Блинов², А.А. Галчин³, М.В. Ших⁴, И.С. Струц¹,
К.Д. Блинов¹, С.Д. Юдина¹, О.В. Сергеева³, С.Е. Зотов¹, Е.В. Ших¹

¹ ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), ул. Трубецкая, д. 8/2, Москва, 119991, Россия

² ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, ул. Саморы Машела, д. 1, Москва, 117997, Россия

³ ФГАОУ ВО НИЯУ МИФИ, Каширское шоссе, д. 31, Москва, 115409, Россия

⁴ МГТУ им. Н.Э. Баумана, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1, Москва, 105005, Россия

Цель работы — сравнительное исследование влияния различных концентраций вспомогательного вещества карбомера на локальную биодоступность и местное раздражающее действие бринзоламида и тимолола на экспериментальной модели синдрома сухого глаза (ССГ). **Материал и методы.** Исследования проведены на 35 половозрелых кроликах-самцах породы советская шиншилла. Изучено влияние глазных капель Бринарга (международное непатентованное наименование (МНН) бринзоламид + тимолол), содержащих в качестве вспомогательного компонента карбомер 4,2 мг («Сентисс Фарма Пвт. Лтд.», Индия), и препаратов сравнения: Препарата 1 (оригинальный) и Препарата 2 (воспроизведенный, европейский производитель), содержащих МНН бринзоламид + тимолол и карбомер 4,0 мг — при инстилляциях в конъюнктивальный мешок каждые 12 ч в течение 14 сут. Местное раздражающее действие глазных капель на роговицу глаза и биодоступность действующих веществ, входящих в состав всех исследованных капель, оценивали на экспериментальной модели ССГ, которую воспроизводили ежедневным закапыванием экспериментальным животным 1 капли 1% атропина сульфата трижды в сутки в течение 5 дней. **Результаты.** Установлено, что глазные капли Бринарга, содержащие 4,2 мг/мл карбомер 974Р, не усугубляют течение ССГ и не оказывают местного раздражающего действия. Напротив, их применение сопровождается частичной коррекцией патологического состояния (хотя и не приводит к полному восстановлению влажности роговицы до значений интактного глаза), в отличие от существующих аналогов — Препарата 1 и Препарата 2, содержащих карбомер 974Р в концентрации 4,0 мг/мл. При этом Препарат 2 (воспроизведенный, европейский производитель) вызывал выраженное местное раздражающее действие (суммарный балл $7,2 \pm 1,2$), что привело к его досрочному исключению из эксперимента. В точке 60 мин максимальная измеренная концентрация бринзоламида и тимолола (Бринарга) во влаге передней камеры при ССГ достоверно превышала таковую Препарата 1 и Препарата 2. **Заключение.** Повышение концентрации карбомера до 4,2 мг/мл облегчает прохождение бринзоламида/тимолола (Бринарга) через тканевый барьер глаза и препятствует пресистемной элиминации вследствие придания лекарственной форме оптимальных вискозиметрических характеристик.

Ключевые слова: атропиновый синдром сухого глаза; местное раздражающее действие; пиковая концентрация; биодоступность; кролик; бринарга; карбомер

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Блинова Е.В., Литвин Е.А., Блинов Д.С., Галчин А.А., Ших М.В., Струц И.С., Блинов К.Д., Юдина С.Д., Сергеева О.В., Зотов С.Е., Ших Е.В. Сравнительная характеристика глазных капель, используемых для лечения глаукомы, на экспериментальной модели сухого глаза. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2):116-22. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-116-122>

Comparative characteristics of eye drops used for the treatment of glaucoma in an experimental model of dry eye

Ekaterina V. Blinova¹✉, Evgeny A. Litvin², Dmitrii S. Blinov², Alexander A. Galchin³, Maksim V. Shikh⁴, Ivar S. Struts¹, Kirill D. Blinov¹, Sof'ya D. Yudina¹, Olga V. Sergeeva³, Sergey E. Zotov¹, Evgeniia V. Shikh¹

¹ Sechenov Medical University, 8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

² Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, 1, Samora Mashel St., Moscow, 117997, Russia

³ Moscow Engineering and Physical University, 31, Kashirskoe Hgwy, Moscow, 115409, Russia

⁴ MSTU N.E. Bauman Technical University, 5, Bldg. 1, 2nd Baumanskaya St., Moscow, 105005, Russia
bev-sechenov@mail.ru

Purpose of the work is a comparative study of the effect of different concentrations of the excipient carbomer on the local bioavailability and local irritant effect of brinzolamide and timolol in an experimental model of dry eye syndrome (DES). **Material and methods.** The study was performed on 35 sexually mature male rabbits of the Soviet Chinchilla breed. The effect of Brinarga eye drops (INN brinzolamide + timolol) containing carbomer 4.2 mg as an excipient (Sentiss Pharma Pvt. Ltd., India) and the comparison drugs — Preparation 1 (original) and Preparation 2 (generic, European manufacturer), containing INN brinzolamide + timolol and carbomer 4.0 mg, when instilled into the conjunctival sac every 12 hours for 14 days was studied. The local irritant effect of eye drops on the cornea of the eye and the bioavailability of the active substances included in all the studied drops were assessed on an experimental model of dry eye syndrome, which was reproduced by daily instillation of 1 drop of 1 % atropine sulfate into experimental animals 3 times a day for 5 days. **Results.** It was found that Brinarga eye drops containing 4.2 mg/ml carbomer 974P do not aggravate the course of DES and do not have a local irritant effect. On the contrary, their use is accompanied by a partial correction of the pathological condition (although it does not lead to complete restoration of corneal moisture to the values of the intact eye), unlike the existing analogs — Preparation 1 and Preparation 2, containing carbomer 974P at a concentration of 4.0 mg/ml. At the same time, Preparation 2 (generic, European manufacturer) caused a pronounced local irritant effect (total score 7.2 ± 1.2), which led to its early exclusion from the experiment. At 60 min, the maximum measured concentration of brinzolamide and timolol (Brinarga) in the aqueous humor of the anterior chamber during DES significantly exceeded that of Preparation 1 and Preparation 2. **Conclusion.** Increasing the concentration of carbomer to 4.2 mg/ml facilitates the passage of brinzolamide/timolol (Brinarga) through the tissue barrier of the eye and prevents presystemic elimination due to imparting optimal viscometric characteristics to the dosage form.

Keywords: atropine dry eye syndrome; local irritant effect; peak concentration; bioavailability; rabbit; brinarga; carbomer

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Blinova E.V., Litvin E.A., Blinov D.S., Galchin A.A., Shikh M.V., Struts I.S., Blinov K.D., Yudina S.D., Sergeeva O.V., Zotov S.E., Shikh E.V. Comparative characteristics of eye drops used for the treatment of glaucoma in an experimental model of dry eye. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2):116-22 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-116-122>

Синдром сухого глаза (ССГ) на сегодняшний день является одним из часто встречающихся хронических заболеваний глаз, характеризующихся нарушением гомеостаза слезной пленки (СП) и сопровождающихся офтальмологическими симптомами, в развитии которых этиологическую роль играют нарушение стабильности и гиперосмолярность СП, воспаление и повреждение глазной поверхности, а также нейросенсорные изменения [1–3]. Распространенность ССГ растет, он отмечается почти у каждого пятого взрослого человека [1, 3]. К нарушениям стабильности СП приводит снижение секреции слезы (муцинов или липидов, воды) соответствующими железами, а также патологические изменения эпителия роговицы, препятствующие формированию на ее измененной поверхности полноценной СП, недостаточность век, нарушение конгруэнтности их задней поверхности и передней поверхности глазного яблока. Все это приводит к развитию ксеротических изменений роговицы и конъюнктивы различной степени выраженности [4].

К факторам риска развития ССГ относят пожилую возраст, женский пол, низкий уровень андрогенов, курение, воз-

действие погодных условий (жара, холод, низкая влажность), работу с видеотерминалами и мониторами, рефракционные операции, ношение контактных линз, глаукому, применение ряда препаратов (антидепрессантов, β -блокаторов и др.), системные заболевания (синдром Шегрена, ревматоидный артрит, сахарный диабет и т. д.) [2, 3, 5].

По данным многих авторов, первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) часто сочетается с ССГ, и 52,6 % больных с глаукомой имеют те или иные проявления роговично-конъюнктивального ксероза. Одну из ведущих ролей в развитии вторичного ССГ у больных с глаукомой при длительном местном лечении гипотензивными препаратами, особенно β -адреноблокаторами, играют содержащиеся в них консерванты [6].

Развитие ССГ у пациентов с глаукомой предъявляет дополнительные требования к лекарственным формам, применяемым для лечения этого заболевания. В связи с этим производителем глазных капель, компанией «Сентисс», была разработана глазная лекарственная форма (ГЛФ) Бринарга с увеличенной до 4,2 мг/мл концентрацией карбомера 974Р.

Карбомер 974Р повышает вязкость лекарственной формы, способствует улучшению локальной кинетики действующих веществ за счет облегчения их проникновения через слои роговицы, а также снижает тяжесть течения ССГ, вследствие чего довольно часто применяется в составе лекарственных форм, воспроизводящих искусственную слезную жидкость [7]. В связи с этим представляет большой практический и научный интерес сопоставление в экспериментальном исследовании фармакодинамики и биодоступности указанной ГЛФ с доступными на рынке аналогами в условиях формирования ССГ.

ЦЕЛЬ работы — сравнительное исследование влияния различных концентраций вспомогательного вещества карбомера на локальную биодоступность и местное раздражающее действие бринзоламида и тимолола на фоне формирования ССГ у кролика.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучение биодоступности и местного раздражающего действия проведено на 35 половозрелых кроликах-самцах породы советская шиншилла с исходной массой 2,0–2,5 кг, приобретенных в питомнике филиала «Красногорский» ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий» ФМБА России (Московская область). Животные были разделены на 7 групп по 5 особей в каждой: 1-я контрольная; 2-я, 5-я — ССГ + бринарга; 3-я, 6-я — ССГ + Препарат 1 (оригинальный); 4-я, 7-я — ССГ + Препарат 2 (воспроизведенный, европейский производитель).

У всех животных в правый глаз ежедневно три раза в сутки в течение 5 дней вводили 1 каплю глазных капель 1 % атропина сульфата с целью моделирования ССГ [8]. Левый глаз служил контролем. До начала моделирования патологического процесса и на 6-е сутки проводили пробы Ширмера и Норна, а также офтальмоскопию с оценкой макроморфологического состояния тканей и сред переднего отрезка глаза. Для пробы Ширмера использовались готовые тестовые полоски TearStrips (Contascre Ophthalmics & Diagnostis, Индия). Конец тестовой полоски сгибали под углом 45° и помещали за нижнее веко исследуемого глаза в наружной трети глазной щели так, чтобы загнутая часть полоски не касалась роговицы, и закрывали животному глаза. Через 5 мин оценивали слезопroduкцию путем измерения длины (в мм) части полоски, смоченной слезой (рис. 1, А).

Для оценки стабильности СП (проба Норна) использовали полоски офтальмологические FluoStrips того же производителя. Перед проведением пробы край полоски с красителем флюоресцеином натрия смачивали двумя каплями стерильного физраствора и касались конъюнктив

вы (рис. 1, Б). После нескольких мигательных движений у животного фиксировали пальцем верхнее веко, не давая моргать, и при открытой глазной щели в боковом фокальном освещении с кобальтовым фильтром сканировали поверхность роговицы. Появление первых «пятен», «трещин» или «дырок» прекорнеальной СП (рис. 1, В) регистрировали как время разрыва СП (ВРСП). Нормальные показатели ВРСП (пробы Норна) составляют от 7 до 10 с и более. Снижение ВРСП до 5 с считали умеренным, ниже 5 с рассматривали как значительное нарушение стабильности СП.

Начиная с 6 сут в конъюнктивальный мешок обоих глаз закапывали ГЛФ «Бринарга» (международное непатентованное наименование (МНН) бринзоламид + тимолол), содержащую в 1 мл 10 мг бринзоламида и 5 мл тимолола, и в качестве вспомогательного компонента карбомер 4,2 мг («Сентисс Фарма Пвт. Лтд.», Индия), и препараты сравнения Препарат 1 (оригинальный) и Препарат 2 (воспроизведенный, европейский производитель), содержащие МНН бринзоламид + тимолол в тех же концентрациях, что и ГЛФ «Бринарга», через каждые 12 ч в течение 14 сут. Состав вспомогательных веществ препаратов сравнения отличался от ГЛФ «Бринарга» лишь тем, что карбомер содержался в концентрации 4,0 мг. На 14-е сутки проводили пробы Ширмера и Норна, а также повторную офтальмоскопию экспериментальных животных с помощью щелевой лампы с оценкой динамики патологических изменений в переднем отрезке глаза на фоне экспериментальных воздействий.

Наличие и глубину местного раздражающего действия лекарственных препаратов на роговицу глаза изучали у животных с ССГ на 14-е сутки после первой инстилляции ГЛФ по методу Setnikar в баллах: 0 баллов — отсутствие реакции, 2 балла — слабая реакция в виде смыкания век, 4 балла — умеренная реакция в виде лакримации, 6 баллов — выраженная реакция в виде выделений, 8 баллов — сильно выраженная реакция в виде отека роговицы, век, мигательной перепонки [9].

Концентрацию действующих веществ (тимолол, бринзоламид) ГЛФ «Бринарга» и отобранных аналогов определяли во влаге передней камеры глаза кроликов в группах 1, 5–7 методом высокоэффективной газожидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием.

Статистическая обработка. При сравнении количественных признаков проводили дисперсионный анализ для оценки нормальности распределения с последующим использованием метода ANOVA и применением критерия оценки множественных сравнений Ньюмена — Кейлса. При распределении, отличном от нормального, определяли критерий Манна — Уитни при 5 %-ном уровне значимости.

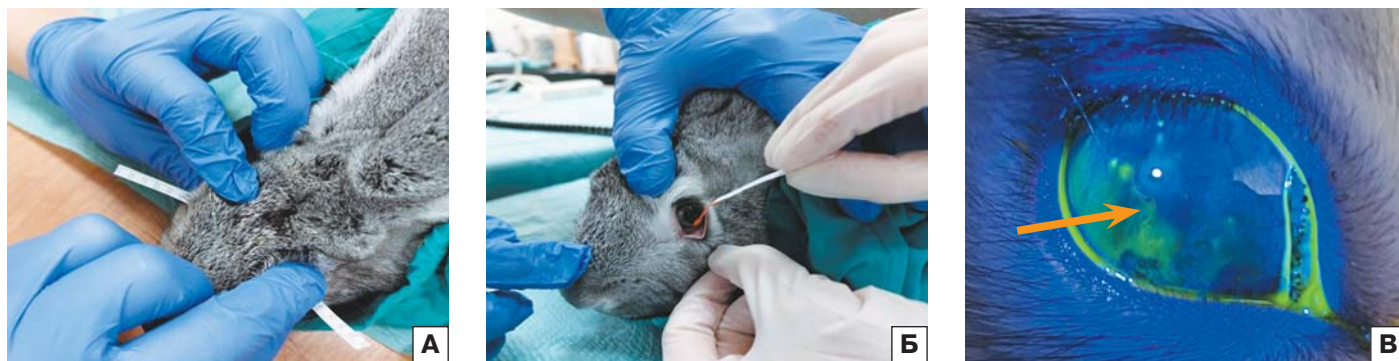


Рис. 1. Постановка проб Ширмера (А) и Норна (Б). В — разрыв слезной пленки (стрелка)

Fig. 1. Tests: А — Schirmer test, Б — Norn test, В — tear film rupture

Для расчетов и анализа данных использовали персональный компьютер iMac (Apple Co., США) с лицензионным интерфейсом и стандартным пакетом программ по статистике BoiStat и SPSS (версия 16.0).

РЕЗУЛЬТАТЫ

У животных в контрольной серии трехкратное 5-суточное закапывание 1 % раствора атропина сульфата сопровождалось формированием ССГ, что проявлялось уменьшением намокания тест-полосок до $2,2 \pm 1,2$ мм (при установленной величине для интактного глаза кролика, равной $11,0 \pm 1,4$ мм, $p = 0,01$) (рис. 2). Во всех наблюдениях контрольной серии опытов ВРСП (проба Норна) составляло менее 5 с (табл. 1).

На 7-е сутки после отмены введения 1 % раствора атропина сульфата в правый глаз животных контрольной группы с моделью ССГ проба Ширмера составила $4,2 \pm 0,3$ мм. К 14-м суткам секреция слезы восстанавливалась, но не достигала значений интактного глаза (значение пробы

Ширмера — $6,2 \pm 0,5$ мм при установленной величине для интактного глаза кролика, равной $11,4 \pm 1,6$ мм, $p = 0,001$). ВРСП в экспериментальном глазу было меньше 5 с у всех животных как на 7-е, так и на 14-е сутки (табл. 1).

При инстилляции в интактный глаз животного дважды в сутки с интервалом в 12 ч 1 капли ГЛФ «Бринарга» на 7-е и 14-е сутки не отмечено развитие ССГ. На этих же сроках показатели пробы Ширмера в глазу с ССГ составили $5,8 \pm 0,6$ и $7,2 \pm 0,8$ мм соответственно ($p < 0,05$ при сравнении с показателем контрольных животных с ССГ).

К 14-м суткам количество животных с ВРСП до 5 с сократилось до двух. На фоне курсового закапывания препарата сравнения ГЛФ «Препарат 1» (оригинальный) также не наблюдали усугубления течения ССГ: проба Ширмера составила на 7-е и 14-е сутки экспериментального воздействия $5,0 \pm 0,7$ и $6,2 \pm 0,6$ мм ($p < 0,05$ при сравнении с показателем контрольных животных с ССГ; $p < 0,05$ при сравнении с интактным глазом). В пробе Норна наблюдали ВРСП до 5 с у 5 животных на 7-е сутки и у 4 — на 14-е сутки.

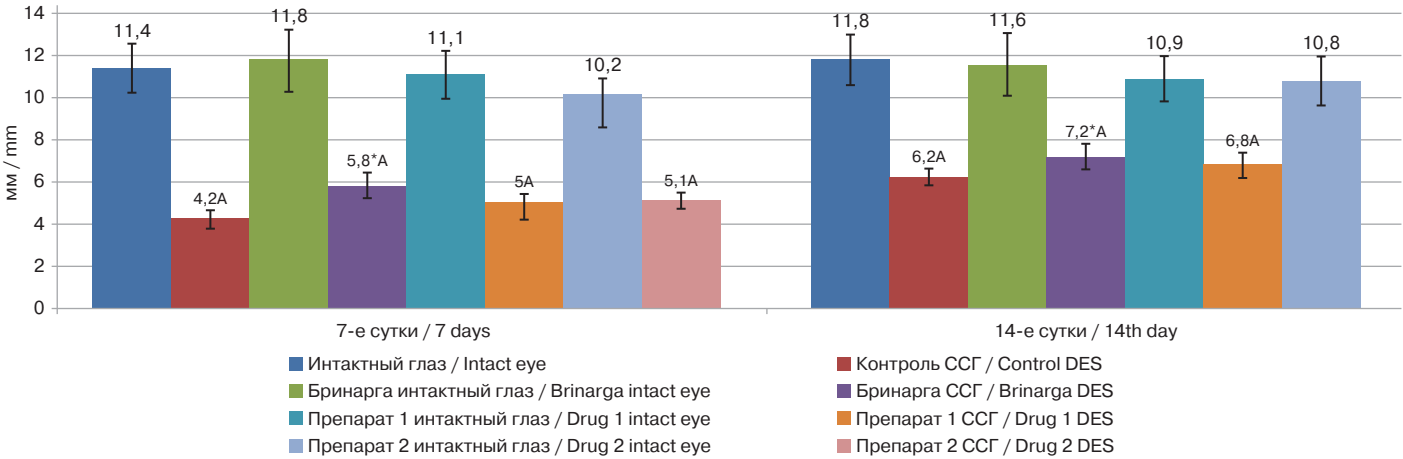


Рис. 2. Значение пробы Ширмера у кроликов с атропиновой моделью ССГ (M ± SD). * — различия при сравнении с контролем статистически значимы, $p < 0,05$ (ANOVA, критерий Ньюмена — Кейлса), A — различия при сравнении с интактными глазами статистически значимы, $p < 0,05$ (ANOVA, критерий Ньюмена — Кейлса)

Fig. 2. Schirmer test in atropine rabbit model of dry eye syndrome (DES) (M ± SD). * — differences in comparison with the control are statistically significant, $p < 0.05$ (ANOVA, Newman — Keuls test), A — differences in comparison with intact eyes are statistically significant, $p < 0.05$ (ANOVA, Newman — Keuls test)

Таблица 1. Результаты проведения теста Норна у лабораторных кроликов с экспериментальной моделью ССГ
Table 1. Results of the Norn test (tear film breaking time, TFBT) in rabbits with DES experimental model

Группа Group	Число животных с ВРСП до 5 с из общего числа животных в группе (n = 5 в каждой группе) Number of animals with TFBT up to 5 sec from the total number of animals in the group (n = 5 in each group)					
	5-е сутки, до введения препаратов 5 days, before drugs administration		7-е сутки воздействия ГЛФ, с 7 days of drugs exposure, s		14-е сутки воздействия ГЛФ, с 14th day of drugs exposure, s	
	интактный глаз intact eye	ССГ DES	интактный глаз intact eye	ССГ DES	интактный глаз intact eye	ССГ DES
Контрольная Control	0	0	0	5	0	5
ГЛФ «Бринарга» Brinarga	0	5	0	5	0	2*
ГЛФ «Препарат 1» (оригинальный) Drug 1 (original)	0	5	0	5	1	3
ГЛФ «Препарат 2» (воспроизведенный, европейский производитель) Drug 2 (generic, European manufacturer)	0	5	1	5	2	5

Примечание. Продолжительность экспериментального воздействия составила 5 сут; * — различия при сравнении с контрольной группой достоверны при $p = 0,035$ (точный критерий Фишера).

Note. The duration of the experimental exposure was 5 days; * — differences in comparison with the control group are significant at $p = 0.035$ (Fisher's test).

При курсовом закапывании в конъюнктивальный мешок лабораторных кроликов ГЛФ «Препарат 2» (воспроизведенный, европейский производитель) к 7-м суткам намокание тест-полосок в пробе Ширмера составило 5,1 мм ($p < 0,05$ при сравнении с показателем контрольных животных с ССГ; $p < 0,05$ при сравнении с интактным глазом, ГЛФ «Бринарга»). При этом к 14-м суткам инстилляций мы наблюдали развитие сильно выраженной местной раздражающей реакции, проявляющейся формированием лакримации, выделений, выраженным психомоторным возбуждением лабораторных животных, в связи с этим пробу Ширмера у данной группы животных на 14-е сутки не проводили.

Таким образом, курсовые инстилляций в течение 14 дней в конъюнктивальный мешок лабораторных кроликов с атропиновым ССГ исследованных ГЛФ показало следующее: ГЛФ «Бринарга» и ГЛФ «Препарат 1» (оригинальный) не усугубляют течение ССГ, напротив, их применение сопровождается частичной коррекцией патологического состояния, хотя и не приводит к полному восстановлению функций продукции слезной жидкости. ГЛФ «Препарат 2» (воспроизведенный, европейский производитель) оказывает местное раздражающее действие, что не позволило его использовать у лабораторных животных с ССГ.

При оценке местнораздражающего действия следует обратить внимание на то, что исходно у кроликов с ССГ была подавлена лакримация вследствие атропинизации и наблюдалось смыкание век как проявление основного патологического состояния.

Курсовое 14-суточное введение указанной ГЛФ «Бринарга» кроликам с ССГ не приводило к нарастанию раздражающего действия, лишь у одного животного наблюдалась реакция в виде выделений. Обобщенная количественная характеристика группы была интерпретирована как отсутствие реакции — $1,2 \pm 1,2$ балла (рис. 3). При ведении ГЛФ «Препарат 1» (оригинальный) кроликам с ССГ у одного животного регистрировали реакцию в виде отека конъюнктивы, средний балл составил $1,6 \pm 1,6$ (рис. 3).

Для оценки биодоступности ГЛФ «Бринарга», Препарата 1 (оригинальный) и Препарата 2 (воспроизведенный, европейский производи-

тель) при ССГ использовали определение концентрации бринзоламида и тимолола во влаге передней камеры кроликов на 6-е сутки после моделирования патологии в точке 60 мин после инстиляции 1 капли глазных капель.

Инстиляция 1 капли ГЛФ «Бринарга» («Сентисс Фарма Пвт. Лтд.», Индия) животным с ССГ приводит к созданию в точке 60 мин концентрации бринзоламида во влаге передней камеры, равной $58,7 \pm 7,2$ нг/мл, и тимолола — $937,4 \pm 72,3$ нг/мл, что в несколько раз ниже, чем при инстиляции в неповрежденный глаз. ГЛФ «Препарат 1» приводит к аналогичным по направленности изменениям: созданию в точке 60 мин концентрации бринзоламида во влаге передней камеры, равной $49,6 \pm 5,9$ нг/мл, и тимолола — $811,3 \pm 68,1$ нг/мл, что в несколько раз ниже, чем при инстиляции в неповрежденный глаз. При применении ГЛФ «Препарат 2» концентрация бринзоламида во влаге передней камеры в точке 60 мин была равна $51,1 \pm 6,6$ нг/мл и тимолола — $706,2 \pm 66,7$ нг/мл, что в несколько раз ниже, чем при инстиляции в неповрежденный глаз (табл. 2).

Таким образом, формирование ССГ препятствует проникновению действующих веществ — бринзоламида и тимолола во внутриглазную жидкость передней камеры глаза. При сравнительном изучении ГЛФ «Бринарга» и ото-

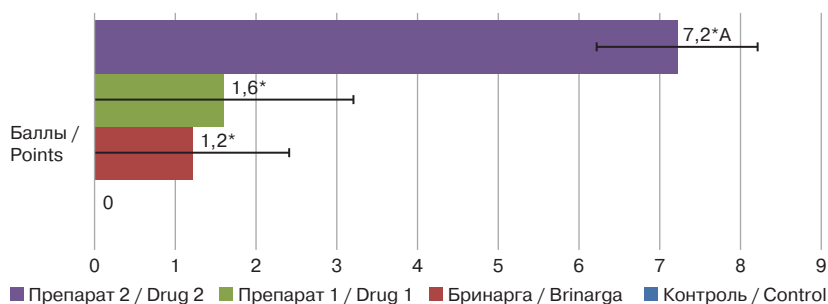


Рис. 3. Характеристика местного раздражающего эффекта исследуемых ГЛФ в баллах на модели ССГ ($M \pm SD$). * — различия при сравнении с контрольными животными статистически значимы при $p < 0,05$; А — различия при сравнении с животными, получающими ГЛФ «Бринарга», статистически значимы при $p < 0,05$ (ANOVA, критерий Ньюмена — Кейлса)

Fig. 3. Characteristics of the local irritant effect of the studied drugs in points on the DES model ($M \pm SD$). * — differences in comparison with control animals are statistically significant at $p < 0.05$; A — differences in comparison with animals receiving the Brinarga dosage form are statistically significant at $p < 0.05$ (ANOVA, Newman — Keuls test)

Таблица 2. Содержание тимолола и бринзоламида в исследуемых образцах

Table 2. Timolol and brinzolamide in the test samples

Препарат Drug	Содержание тимолола в исследуемых образцах, нг/мл Timolol content in the studied samples, ng/ml		Содержание бринзоламида в исследуемых образцах, нг/мл Brinzolamide content in the studied samples, ng/ml	
	патология pathology	контроль control	патология pathology	контроль control
ГЛФ «Бринарга» Brinarga	$937,4 \pm 72,3^*$	$9457,7 \pm 153,6$	$58,7 \pm 7,2^*$	$3100,2 \pm 170,9$
Препарат 1 (оригинальный) Drug 1 (original)	$811,3 \pm 68,1^*$	$8423,7 \pm 148,9$	$49,6 \pm 5,9^*$	$3260,0 \pm 201,6$
Препарат 2 (воспроизведенный, европейский производитель) Drug 2 (generic, European manufacturer)	$706,2 \pm 66,7^{*, **}$	$10954,2 \pm 154,2$	$51,1 \pm 6,6^*$	$3220,5 \pm 207,4$
Контроль Control	Ниже ПД Lower, than DT	Ниже ПД Lower, than DT	Ниже ПД Lower, than DT	Ниже ПД Lower, than DT

Примечание. * — $p < 0,05$, различия при сравнении с контролем достоверны; ** — $p < 0,05$ (ANOVA), различия при сравнении с ГЛФ «Бринарга» достоверны; ПД — порог детекции.

Note. * — differences in comparison with the control are significant at $p < 0.05$; ** — differences in comparison with the GLF «Brinarga» are significant at $p < 0.05$ (ANOVA); DT — detection threshold.

бренных аналогов установлено, что на фоне ССГ не получено отличий в концентрации бринзоламида в точке 60 мин, а наибольшая концентрация тимолола создается при применении ГЛФ «Бринарга».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГЛФ «Бринарга», содержащая в качестве вспомогательного вещества 4,2 мг/мл карбомер 974Р, более выраженно корректирует явления ССГ, вызванного введением атропина сульфата, чем существующие аналоги, содержащие карбомер 974Р в концентрации 4,0 мг/мл. Курсовое введение в течение 2 нед в конъюнктивальный мешок лабораторных кроликов с атропиновым ССГ исследованных ГЛФ показало следующее: ГЛФ «Бринарга» и ГЛФ «Препарат 1» (оригинальный) не усугубляют течение ССГ, напротив, их применение сопровождается частичной коррекцией патологического состояния, хотя и не приводит к полному восстановлению функций продукции слезной жидкости. ГЛФ «Препарат 2» (воспроизведенный, европейский производитель) вызывает выраженное местное раздражающее действие у кроликов с ССГ, что не позволяет осуществлять его использование.

Установлено, что в точке 60 мин максимальная измеренная концентрация бринзоламида и тимолола во влаге передней камеры при использовании ГЛФ «Бринарга» достоверно превышала таковую известных аналогов. При сравнительном изучении ГЛФ «Бринарга» и отобранных аналогов установлено, что на фоне ССГ концентрация бринзоламида в точке 60 мин не имела отличий, а наибольшая концентрация тимолола создается при применении ГЛФ «Бринарга».

Полученные результаты позволяют предполагать, что в основе оптимизации локальной биодоступности и фармакодинамики бринзоламида/тимолола, являющегося действующим веществом ГЛФ лекарственного препарата Бринарга («Сентисс Фарма Пвт. Лтд.», Индия), лежит способность вспомогательных компонентов изменять фармакологию готовой лекарственной формы. В частности, повышение концентрации карбомера до 4,2 мг/мл облегчает

прохождение бринзоламида/тимолола через тканевый барьер глаза и препятствует пресистемной элиминации (потерям действующего вещества на путях введения) вследствие придания лекарственной форме оптимальных вискозиметрических характеристик.

Литература/References

1. Горенков Р.В., Рябцева А.А., Агафонов Б.В. и др. Синдром сухого глаза в общей врачебной практике. *Эффективная фармакотерапия*. 2019; 15 (33): 30–6. [Gorenkov R.V., Ryabtseva A.A., Agafonov B.V., et al. Dry eye syndrome in general medical practice. *Effective pharmacotherapy*. 2019; 15 (33): 30–6 (In Russ.)].
2. Qian L, Wei W. Identified risk factors for dry eye syndrome: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2022 Aug 19; 17 (8):e0271267. doi: 10.1371/journal.pone.0271267
3. Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II definition and classification report. *Ocul Surf*. 2017 Jul; 15 (3): 276–83. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.008
4. Murube J, Wilson St, Ramos-Esteban J. The important developments in dry eye. *Highlights of Ophthalmology*. 2001; 29 (5): 54–66.
5. The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf*. 2007 Apr; 5 (2): 75–92. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70081-2
6. Бойко Э.В., Симакова И.Л., Якушев Д.Ю. и др. Синдром сухого глаза при первичной открытоугольной глаукоме. *Вестник офтальмологии*. 2015; 131 (3): 22–6. [Boiko E.V., Simakova I.L., Yakushev D.Yu., et al. Dry eye syndrome in patients with primary open-angle glaucoma. *Vestnik oftal'mologii*. 2015; 131 (3): 22–6 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17116/oftalma2015131322-26>
7. Xiao Q, Hu Y, Chen F, Chen X. A comparative assessment of the efficacy of carbomer gel and carboxymethyl cellulose containing artificial tears in dry eyes. *J Huazhong Univ Sci Technol Med Sci*. 2008 Oct; 28 (5): 592–5. doi: 10.1007/s11596-008-0523-9
8. Burgalassi S, Panichi L, Chetoni P, Saettone MF, Boldrini E. Development of a simple dry eye model in the albino rabbit and evaluation of some tear substitutes. *Ophthalmic Res*. 1999; 31 (3): 229–35. doi: 10.1159/000055537
9. Блинова Е.В., Полуосмак Г.К., Литвин Е.А. и др. Влияние гипромеллозы на динамику мидриатического эффекта фенилэфрина в эксперименте. *Российский офтальмологический журнал*. 2023; 16 (1): 119–26. [Blinova E.V., Poluosmak G.K., Litvin E.A., et al. Hypromellose improves mydriasis dynamics by phenylephrine in a rabbit experimental model. *Russian ophthalmological journal*. 2023; 16 (1): 119–26 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-1-119-126>

Вклад авторов в работу: Е.В. Блинова — разработка концепции и дизайна исследования, финальная подготовка статьи к публикации; Е.А. Литвин, Д.С. Блинов, А.А. Галчин, Е.В. Ших — разработка концепции и дизайна исследования, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование статьи; М.В. Ших, И.С. Струц, К.Д. Блинов, С.Д. Юдина, О.В. Сергеева, С.Е. Зотов — сбор и обработка данных.
Authors' contribution: E.V. Blinova — development of the concept and design of the study, final preparation of the article for publication; E.A. Litvin, D.S. Blinov, A.A. Galchin, E.V. Shikh — development of the concept and design of the study, analysis and interpretation of the data, writing and editing of the article; M.V. Shikh, I.S. Struts, K.D. Blinov, S.D. Yudina, O.V. Sergeeva, S.E. Zotov — collection and statistical processing of the data.

Поступила: 11.02.2025. Переработана: 18.03.2025. Принята к печати: 19.03.2025
Originally received: 11.02.2025. Final revision: 18.03.2025. Accepted: 19.03.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), ул. Трубецкая, д. 8/2, Москва, 119991, Россия
Екатерина Валериевна Блинова — д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры клинической фармакологии и пропедевтики внутренних болезней Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского

Ивар Сергеевич Струц — студент 4-го курса

Кирилл Дмитриевич Блинов — студент 2-го курса

Софья Дмитриевна Юдина — студентка 2-го курса

Сергей Евгеньевич Зотов — студент 5-го курса

Евгения Валерьевна Ших — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой клинической фармакологии и пропедевтики внутренних болезней Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского

ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России, ул. Саморы Машела, д. 1, Москва, 117997, Россия

Евгений Александрович Литвин — канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории фармакологии и оценки технологий здравоохранения

Дмитрий Сергеевич Блинов — д-р мед. наук, доцент, заведующий лабораторией фармакологии и оценки технологий здравоохранения ФГАОУ ВО НИЯУ МИФИ, Каширское шоссе, д. 31, Москва, 115409, Россия

Александр Александрович Галчин — канд. мед. наук, заместитель директора инженерно-физического института биомедицины

Ольга Владимировна Сергеева — канд. мед. наук, доцент кафедры фундаментальной медицины

МГТУ им. Н.Э. Баумана, ул. 2-я Бауманская, д. 5, к. 1, Москва, 105005, Россия

Максим Валерьевич Ших — магистр

Для контактов: Екатерина Валериевна Блинова,
bev-sechenov@mail.ru

Sechenov Medical University, 8/2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia
Ekaterina V. Blinova — Dr. of Med. Sci., professor, professor of chair of clinical pharmacology and internal diseases propaedeutic, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine

Ivar S. Struts — 4th year student

Kirill D. Blinov — 2th year student

Sof'ya D. Yudina — 2th year student

Sergey E. Zotov — 5th year student

Evgeniia V. Shikh — Dr. of Med. Sci., professor, head of chair of clinical pharmacology and internal diseases propaedeutic, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine

Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, 1, Samora Mashel St., Moscow, 117997, Russia

Evgeny A. Litvin — Cand. of Biol. Sci., senior researcher of laboratory of pharmacology and healthcare technology assesment

Dmitry S. Blinov — Dr. of Med. Sci., associate professor, head of the laboratory of pharmacology healthcare technology assesment

Moscow Engineering and Physical University, 31, Kashirskoe Hgwy, Moscow, 115409, Russia

Alexander A. Galchin — Cand. of Med. Sci., deputy director of the engineering and physics, institute of biomedicine

Olga V. Sergeeva — Cand. of Med. Sci., associate professor of chair of fundamental medicine

MSTU N.E. Bauman Technical University, 5, Bldg. 1, 2nd Baumanskaya St., Moscow, 105005, Russia

Maksim V. Shikh — Master

For contacts: Ekaterina V. Blinova,
bev-sechenov@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-123-128>

Синдром внутриглазного взаимного отягощения при огнестрельном проникающем ранении глазного яблока в эксперименте

А.А. Кольбин✉, А.Н. Куликов, Р.Л. Трояновский

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова» МО РФ, ул. Академика Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, 194044, Россия

Цель работы — провести анализ признаков воспроизводимой модели огнестрельного проникающего ранения глазного яблока без внутриглазного инородного тела (открытая травма глаза типа В). **Материал и методы.** Проведено комплексное обследование 36 кроликов (71 глаз) с разработанной нами ранее воспроизводимой моделью огнестрельного проникающего ранения глаза без внутриглазного инородного тела. Для изучения признаков экспериментальной модели и их динамики в контрольные сроки проводили обследование, включавшее биомикроскопию, обратную офтальмоскопию и тонометрию. **Результаты.** Показана высокая воспроизводимость характерных показателей (77,0–100 %), подтверждающая стандартизованность разработанной модели. Изученные признаки модели позволили зарегистрировать патологические изменения большинства структур глазного яблока, включая и пролиферативные изменения. Это обосновывает необходимость и правомерность использования термина «синдром внутриглазного взаимного отягощения». **Заключение.** Описанный «синдром внутриглазного взаимного отягощения» является одной из причин низких функциональных и анатомических исходов огнестрельной открытой травмы глаза. Высокая частота выявления данной патологии при ведении боевых действий и в мирное время обосновывает необходимость продолжения ее изучения. В основу эксперимента может быть положена разработанная стандартизованная модель огнестрельного проникающего ранения глаза без внутриглазного инородного тела с использованием современных офтальмологических и общеклинических методов исследования.

Ключевые слова: моделирование открытой травмы глаза; пролиферативная витреоретинопатия; синдром внутриглазного взаимного отягощения

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Кольбин А.А., Куликов А.Н., Трояновский Р.Л. Синдром внутриглазного взаимного отягощения при огнестрельном проникающем ранении глазного яблока в эксперименте. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 123-8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-123-128>

Intraocular mutual burden syndrome in case of a gunshot penetrating injury of the eyeball in an experiment

Alexey A. Kol'bin✉, Alexey N. Kulikov, Roman L. Troyanovsky

S.M. Kirov Military Medical Academy, 6, Academician Lebedev St., St. Petersburg, 194044, Russia
kolba81@yandex.ru

Purpose of the work is to analyze the features of a reproducible model of a penetrating gunshot wound of the eyeball without an intraocular foreign body (type B open eye injury). **Material and methods.** A comprehensive examination of 36 rabbits (71 eyes) was conducted with a previously developed reproducible model of a penetrating gunshot wound of the eye without an intraocular foreign body. To study the

features of the experimental model and their dynamics, an examination was carried out at control periods, including biomicroscopy, reverse ophthalmoscopy and tonometry. Results. High reproducibility of the characteristic indicators (77.0–100 %) was shown, confirming the standardization of the developed model. The studied features of the model made it possible to register pathological changes in most structures of the eyeball, including proliferative changes. This justifies the need and legitimacy of using the term “intraocular mutual burden syndrome”. Conclusion. The described “syndrome of intraocular mutual burdening” is one of the reasons for low functional and anatomical outcomes of open gunshot eye trauma. The high frequency of occurrence of this pathology during combat operations and in peacetime justifies the need to continue its study. The developed standardized model of penetrating gunshot wound of the eye without an intraocular foreign body using modern ophthalmological and general clinical research methods can be used as a basis for the experiment.

Keywords: modeling of an open globe injury; proliferative vitreoretinopathy; intraocular mutual burden syndrome
Conflict of interest: none.

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

For citation: Kol'bin A.A., Kulikov A.N., Troyanovsky R.L. Intraocular mutual burden syndrome in case of a gunshot penetrating injury of the eyeball in an experiment. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 123-8 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-123-128>

С начала XX в. отмечено увеличение частоты огнестрельных ранений при ведении боевых действий. На фоне этого определяется рост офтальмологических санитарных потерь в структуре боевых повреждений [1]. Источником глазного травматизма в мирное время являются техногенные аварии и террористические атаки [2, 3]. Так, на долю огнестрельной открытой травмы глаза (ООТГ) при боевых повреждениях приходится 75 % [4], а при повреждениях мирного времени — до 78,8 % случаев в структуре глазного травматизма [5].

В подавляющем большинстве случаев ООТГ является тяжелой и приводит к неудовлетворительным функциональным и косметическим результатам [3, 6]. В качестве причины низких исходов такой травмы указывают наличие множества фокусов повреждений в структурах глазного яблока [7, 8]. Мы считаем обоснованным в таких случаях использовать термин «синдром внутриглазного взаимногоотяжения» [8].

Изучение ООТГ на практике связано с определенными трудностями. Любую травму глазного яблока можно определить как «уникальную». Такие повреждения глаза различаются по месту ранения, глубине проникновения инородного тела, количеству поврежденных структур, методу и времени выполнения хирургической обработки и по ряду других факторов. В итоге изучаемая выборка пациентов с ООТГ не всегда остается стандартизированной, а результаты — корректно интерпретированными. Данную проблему можно решить путем моделирования такой травмы.

Моделированием открытой травмы глаза офтальмологи занимаются уже несколько десятилетий [9, 10]. В Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в 2020 г. была создана воспроизводимая модель ООТГ типа В [11]. Детальное изучение признаков модели с использованием рутинных офтальмологических методов исследования позволит оценить локализацию повреждений глазного яблока, их динамику и тяжесть. Комплексная оценка признаков модели ООТГ типа В позволит доказать ее стандартизованность в целом.

ЦЕЛЬ работы — провести анализ признаков воспроизводимой модели огнестрельного проникающего ранения глазного яблока без внутриглазного инородного тела (открытая травма глаза типа В).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эксперимент выполнен на кафедре офтальмологии имени профессора В.В. Волкова Военно-медицинской академии. Проведено детальное изучение разработанной

нами воспроизводимой модели ООТГ типа В [11]. В качестве лабораторных животных использовали 36 кроликов (71 глаз) породы шиншилла.

Для профилактики возникновения травматической отслойки сетчатки ранение выполняли в зоне проекции цилиарного тела на склеру — в области полоски склеры шириной 2–3 мм от лимба. Всем лабораторным животным выполняли контрольное обследование до и после нанесения ранения, а также на 1, 3, 7, 14 и 21-й день эксперимента.

Биомикроскопическое исследование переднего сегмента глаза выполняли на щелевой лампе Takagi SM-2N (Takagi Seiko Co., Ltd, Япония). При биомикроскопии оценивали параметры раны, а также гипосфагму и углубление передней камеры (ПК) по наличию (1 балл) или отсутствию (0 баллов) признака.

Оценивали гифему по степени различения деталей радужной оболочки в баллах: отсутствие включений — 0 баллов; включения присутствуют, но осмотр не затруднен — 1 балл; осмотр затруднен — 2 балла; осмотр невозможен — 3 балла.

Для обратной офтальмоскопии заднего сегмента глаза использовали офтальмоскоп налобный бинокулярный Omega 200 (Heine Optotechnik, Германия).

Гемофтальм оценивали в баллах путем определения степени гемофтальма в каждом квадранте и их суммирования. Баллы присваивали по степени различения деталей сетчатки: детали хорошо различимы — 0 баллов; осмотр деталей незначительно затруднен — 1 балл; ослабление рефлекса, осмотр деталей затруднен — 2 балла; осмотр деталей невозможен, рефлекс с глазного дна отсутствует — 3 балла.

При выполнении обратной офтальмоскопии определяли также выраженность пролиферативной витреоретинопатии (ПВР). Отсутствие патологических изменений в стекловидной камере глаза (СКГ) и сетчатке оценивали в 0 баллов; наличие единичных тяжей — 1 балл; множественные фиброзные тяжи — 2 балла; наличие грубых фиброзных тяжей, а также присутствие отслойки сетчатки — 3 балла.

Для контроля внутриглазного давления (ВГД) применяли тонометрию по Маклакову. Использовали тонометр НГМ2-ОФТ-П (АО «Государственный Рязанский приборный завод», Россия).

Статистическая обработка. Результаты представляли в виде среднего $\pm$ ошибка среднего или медианы $\pm$ межквартильный размах (25–75 %). Гипотезу о виде распределения контролировали критерием Шапиро — Уилка, для оценки различий между несвязанными группами — W-критерий Уилкоксона, при сравнении нескольких групп — точный

тест Фишера с поправкой Бонферрони. Различия принимали значимыми при уровне $p \leq 0,05$. Для демонстрации результатов с заданной надежностью частоту анализировали с помощью 95 %-ного доверительного интервала (95 %-ный ДИ). Расчет выполняли с использованием метода Уилсона или углового преобразования Фишера для малых выборок. Для сравнения статистической значимости различий частоты появления признаков использовали критерий согласия Пирсона. Для проверки равенства медианных значений показателей в разные дни использовали критерий Краскела — Уоллиса с post hoc тестом Данна.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При биомикроскопии модели ООТГ типа В мы определяли полнослойную линейную меридиональную рану фиброзной капсулы глаза, она была тампонирована внутренними оболочками (рис. 1). Длина раны составила 2,0 мм в 83 % (95 %-ный ДИ [69,1; 92,4]), 2,5 мм в 10,6 %, (95 %-ный ДИ [4,2; 23,1]) и 3,0 мм в 6,4 % (95 %-ный ДИ [1,3; 17,5]) случаев ($p < 0,0001$).

Наличие гипосфагмы определяли после ранения и в 1-е сутки эксперимента с частотой 93,0 % (95 %-ный ДИ [82,4; 98,7]).

Непосредственно после травмы отмечали углубле-

ние ПК в 93,5 % (95 %-ный ДИ [82,5; 98,7]), которое также наблюдали и на 1-е сутки в 94,5 % (95 %-ный ДИ [76,9; 96,5]). К 3-м суткам эксперимента отмечали восстановление глубины ПК в 100 % (95 %-ный ДИ [92,5; 100,0]) случаев. Этот показатель оставался стабильным на 7-е (100% (95 %-ный ДИ [92,5; 100,0]) и на 14-е (89,4 % (95 %-ный ДИ [76,9; 96,5]) сутки эксперимента. На 21-е сутки снова было отмечено углубление ПК в 95,7 % (95 %-ный ДИ [85,5; 99,5]) случаев (рис. 2, А). Изменения, зарегистрированные на 21-е сутки эксперимента, косвенно указывают на прогрессирование передней ПВР.

После нанесения травмы диагностировали также гифему в 91,5 % (95 %-ный ДИ [79,62; 97,63]) случаев. На 7-е сутки эксперимента отмечали ее полный лизис. Динамика гифемы в баллах представлена на рисунке 2, Б.

По данным обратной офтальмоскопии регистрировали гемофтальм различной степени выраженности в 100 % случаев (95 %-ный ДИ [83,1; 99,6]) (рис. 3, А). Непосредственно после травмы интенсивность гемофтальма составила $5,7 \pm 0,3$ балла из 12 возможных. Далее отмечали его постепенный лизис к окончанию эксперимента (рис. 3, Б).

По данным офтальмоскопии определяли также изменения СКГ и сетчатки. На 1-е сутки эксперимента гемофтальм в виде сгустков «оседал» в нижние квадранты, в верхних квадрантах СКГ определяли взвесь форменных элементов

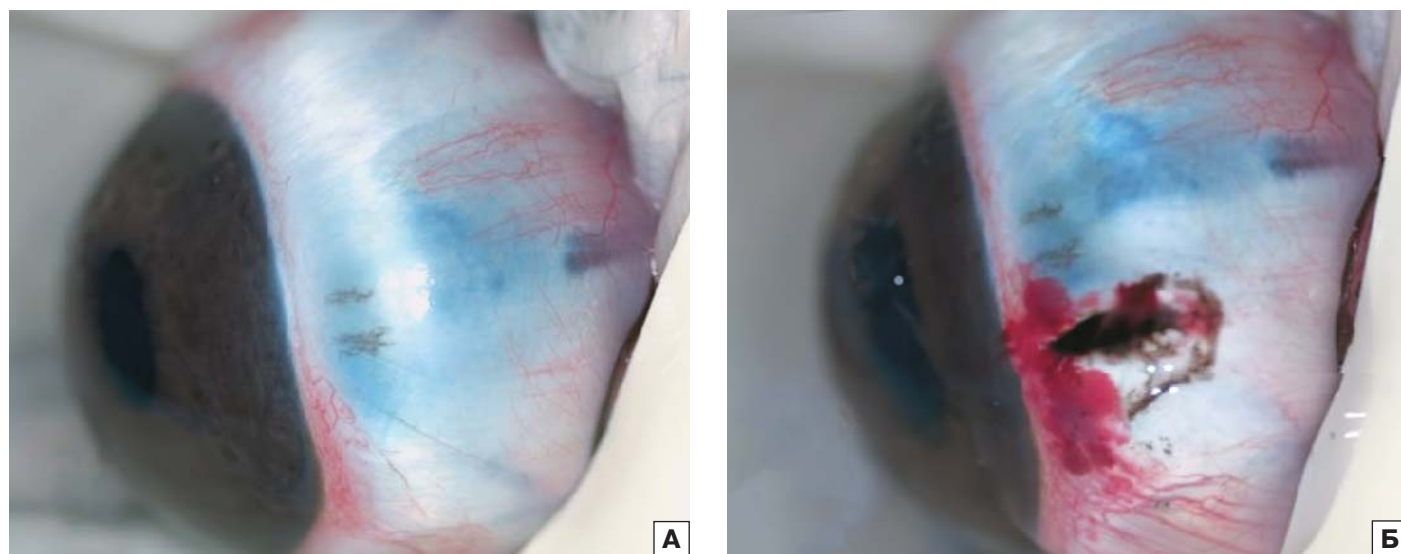


Рис. 1. Внешний вид глаза животного до (А) и после (Б) нанесения травмы

Fig. 1. The appearance of the animal's eye before (A) and after (B) injury

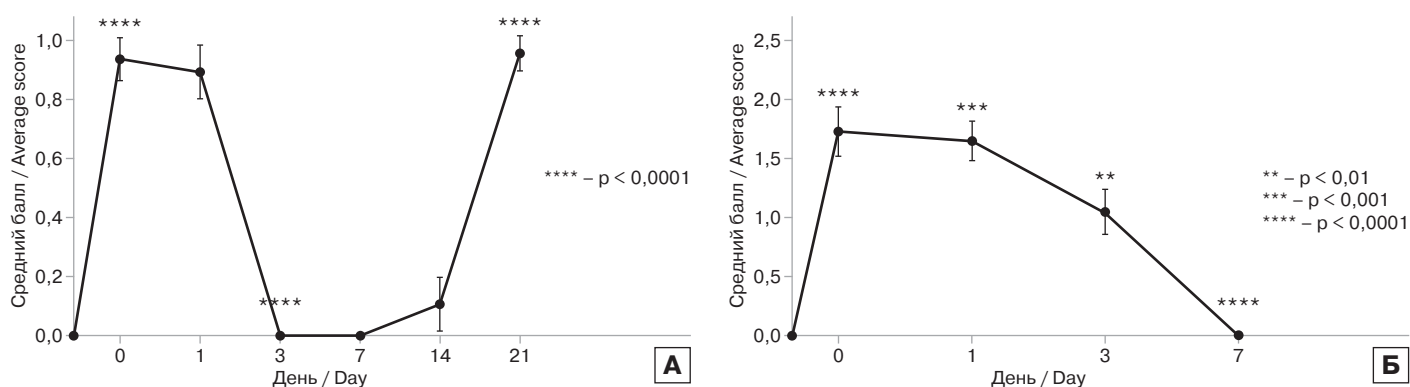


Рис. 2. Изменение глубины передней камеры (А) и гифемы (Б) при биомикроскопическом исследовании

Fig. 2. Changes in the depth of the anterior chamber (A) and hyphema (B) during biomicroscopic examination (on the abscissa axis are days after injury, on the ordinate axis is the average score)

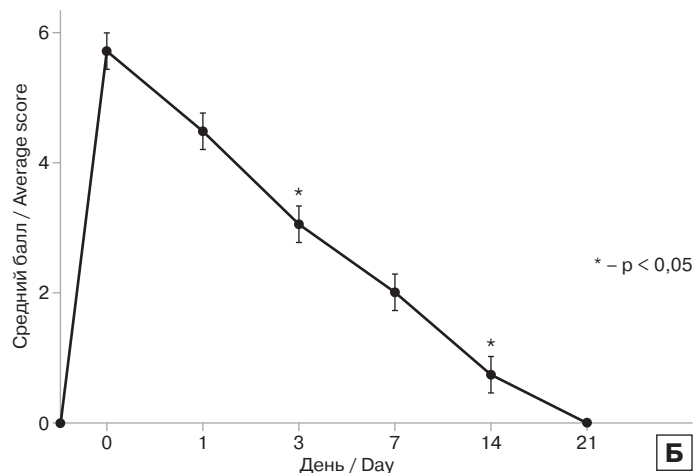
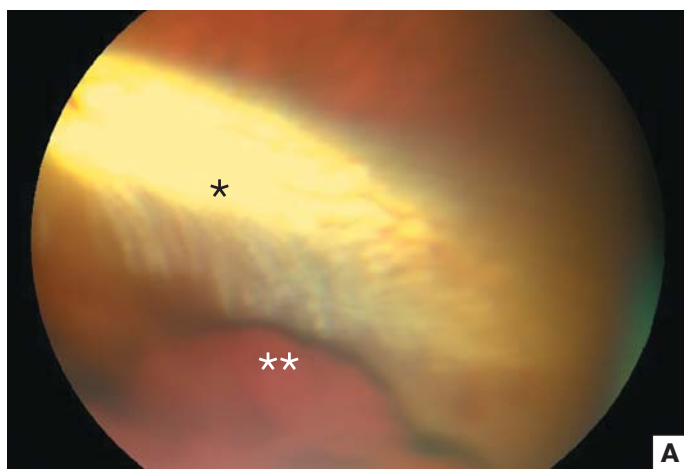


Рис. 3. Результаты офтальмоскопии: А — фундус-фото глазного дна кролика на 3-и сутки эксперимента: * — миелиновые волокна зрительного нерва, ** — гемофтальм, экранирующий нижние квадранты глазного дна; Б — динамика гемофтальма в стекловидном теле при офтальмоскопии

Fig. 3. Results of ophthalmoscopy: А — fundus-photo of the fundus of a rabbit on the 3rd day of the experiment, symbols: * — myelin fibers of the optic nerve, ** — hemophthalmus shielding the lower quadrants of the fundus; Б — dynamics of hemophthalmus in vitreous body during ophthalmoscopy (on the abscissa axis are days after injury, on the ordinate axis is the average score)

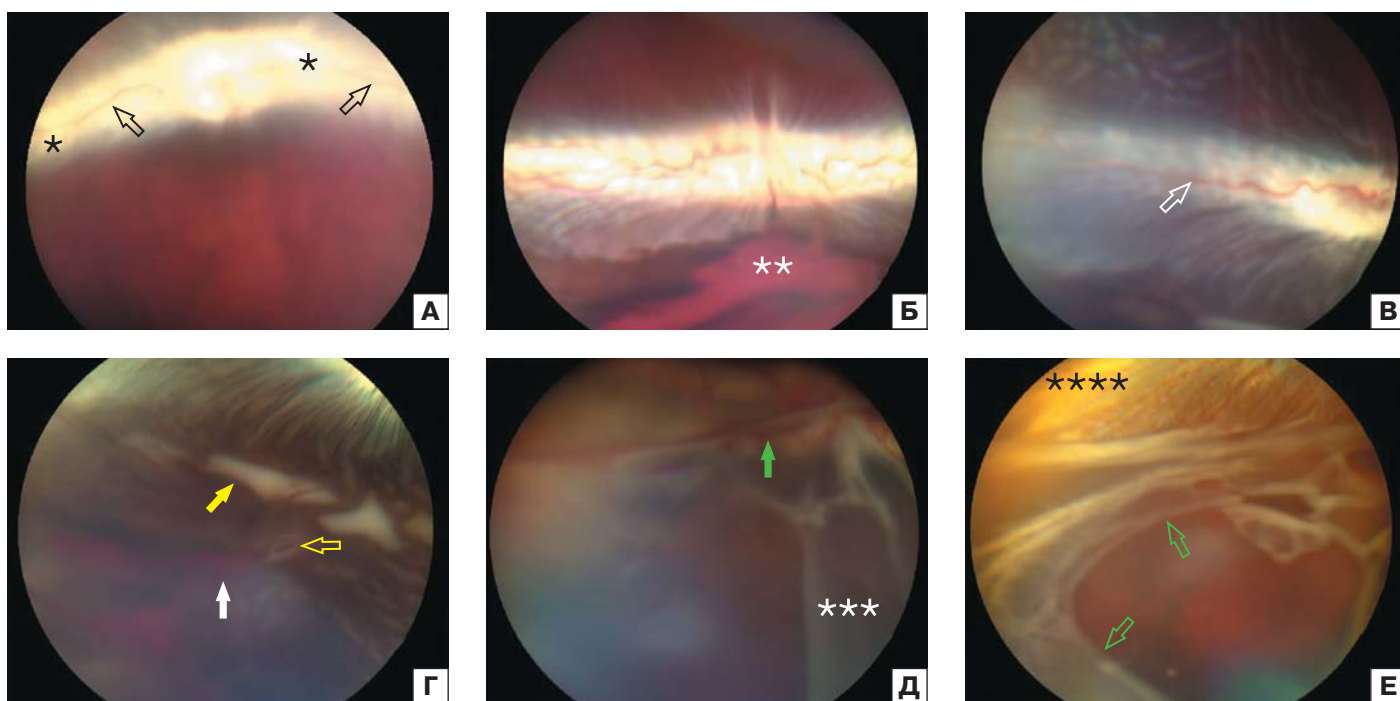


Рис. 4. Динамика офтальмоскопической картины при моделировании ОТГ типа В: А — 1-е, Б — 3-и, В — 7-е, Г, Д — 14-е, Е — 21-е сутки эксперимента, обозначения в тексте

Fig. 4. Dynamics of the ophthalmoscopic pattern in type B modeling: А — 1st; Б — 3rd; В — 7th; Г, Д — 14th; Е — 21st day experiment, notation in the text

крови. Сетчатка заднего полюса в верхних квадрантах хорошо визуализировалась, выглядела практически интактной, сосуды миелинизированных нервных волокон сетчатки (черная звездочка) имели обычный ход и калибр (черная контурная стрелка) (рис. 4, А). Такие изменения встречались с частотой 91,8 % (95 %-ный ДИ [85,8; 94,4]).

На 3-и сутки эксперимента в нижних квадрантах СКГ по-прежнему определяли сгустки крови (организующийся частичный гемофтальм — две белые звездочки), которые частично экранировали сетчатку. Офтальмоскопически ее изменений не определяли. Сосуды миелинизированных нервных

волокон сетчатки имели обычный ход и калибр (рис. 4, Б). Такая картина встречалась с частотой 94,8 % (95 %-ный ДИ [86,8; 96,1]).

На 7-е сутки эксперимента в нижних квадрантах СКГ наблюдались остатки лизировавшегося сгустка крови, который практически не препятствовал осмотру сетчатки. На ее поверхности уже определялись множественные фиброзные тяжи различной степени выраженности — начальные признаки пролиферативных изменений. Сосуды миелинизированных нервных волокон сетчатки (черная звездочка) имели обычный ход и калибр (белая контурная стрелка) (рис. 4, В).

Такие офтальмоскопические изменения были зафиксированы с частотой 87,2 % (95 %-ный ДИ [83,2; 99,5]).

На 14-е сутки эксперимента в СКГ определяли единичные остатки крови (белая сплошная стрелка) и экссудативные включения. Они незначительно затрудняли визуализацию глазного дна. На поверхности сетчатки визуализировали множественные фиброзные тяжи, которые сливались в участки фиброза (желтая сплошная стрелка). Это приводило к формированию дырчатых разрывов (желтая контурная стрелка). Выявляли участки тракционно-регатогенной отслойки сетчатки. Сосуды миелинизированных нервных волокон сетчатки были полнокровны, по их ходу определяли множественные интравитреальные кровоизлияния (зеленая сплошная стрелка), вероятно в результате тракций, возникающих в сетчатке при ПВР (рис. 4, Г, Д). Описанные изменения встречались с частотой 93,2 % (95 %-ный ДИ [79,2; 98,3]).

На 21-е сутки эксперимента геморрагические включения в СКГ в виде сгустков уже практически не наблюдались, это свидетельствовало о частичном лизисе гемофтальма.

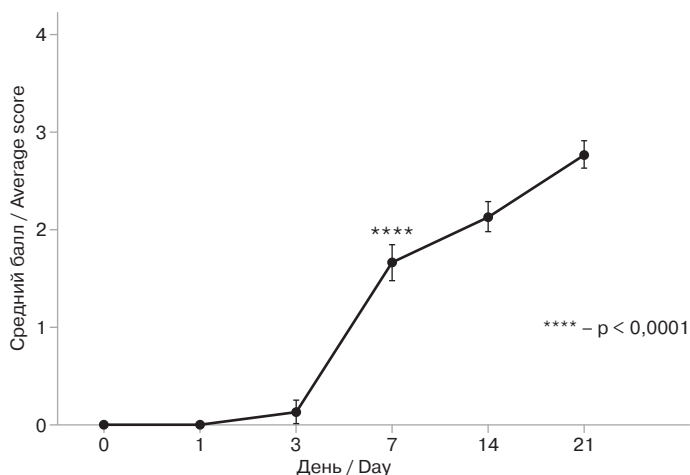


Рис. 5. Динамика признаков ПВР в СКГ при офтальмоскопии
Fig. 5. Dynamics of signs of PVR in the vitreous body during ophthalmoscopy (on the abscissa axis are days after injury, on the ordinate axis is the average score)

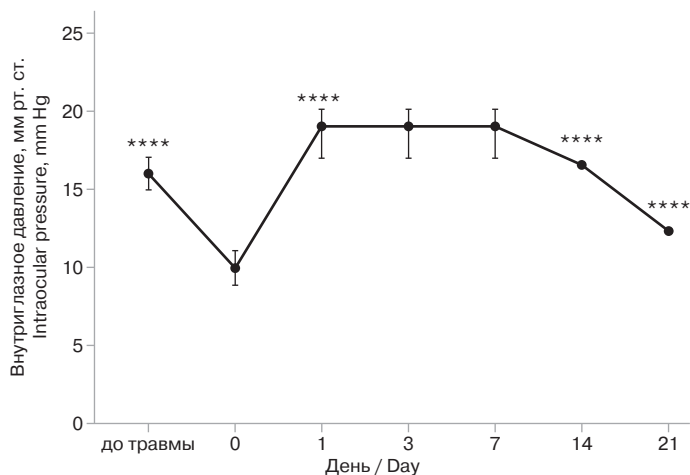


Рис. 6. Динамика ВГД в течение эксперимента: **** — наличие пролиферативных изменений сетчатки с усилением извитости сосудов
Fig. 6. Dynamics of intraocular pressure during the experiment (on the abscissa axis are days after injury, on the ordinate axis is the average score): **** — presence of proliferative changes in the retina with increased vascular tortuosity

Вместе с тем прозрачность стекловидного тела в целом уменьшалась (пропитывание элементами лизирующей крови, фиброз), что умеренно затрудняло визуализацию глазного дна. В СКГ также определяли выраженные фиброзные тяжи. Сетчатка была фиброзно изменена и отслоена во всех квадрантах, доступных осмотру. Выявляли гигантские разрывы сетчатки, края их были каллёмозными (зеленая контурная стрелка). Прогрессирование пролиферативных изменений сетчатки сопровождалось усилением извитости сосудов (четыре черные звездочки) (рис. 4, Е). Такая офтальмоскопическая картина наблюдалась с частотой 92,1 % (95 %-ный ДИ [87,2; 98,0]).

По данным обратной офтальмоскопии, выполненной в контрольные сроки эксперимента, начиная с 3-х суток определяли начальные признаки ПВР в виде единичных фиброзных тяжей, которые соответствовали 1 баллу. Такие признаки на указанном сроке встречались с частотой 12,9 % (95 %-ный ДИ [6,1; 25,2]). После этого в СКГ регистрировали резкое нарастание пролиферативных признаков различной степени выраженности. К окончанию наблюдения (на 21-е сутки) признаки ПВР в СКГ различной степени выраженности были диагностированы у 100 % экспериментальных животных (рис. 5), при этом грубые фиброзные тяжи и/или отслойка сетчатки, которые соответствовали 3 баллам, выявляли с частотой 77,0 % (95 %-ный ДИ [62,8; 86,4]).

По данным тонометрии ВГД до моделирования (у здоровых животных) составило $16,3 \pm 2,1$ мм рт. ст. Непосредственно после нанесения экспериментальной травмы отмечали выраженное снижение ВГД до $10,1 \pm 1,5$ мм рт. ст. Это, очевидно, было связано с разгерметизацией глазного яблока и потерей внутриглазного содержимого. К 1-м суткам эксперимента отметили повышение ВГД до $18,6 \pm 2,0$ мм рт. ст. Быстрое восстановление тонуса глазного яблока, по нашему мнению, произошло из-за герметизации раны стенки глазного яблока, ущемленного цилиарного и стекловидного тела, а также включения компенсаторных механизмов повышения продукции внутриглазной влаги. Этот уровень ВГД сохранялся до 7 сут ($18,8 \pm 2,0$ мм рт. ст.). После чего отмечали его понижение: ВГД на 14-е сутки составило $17,8 \pm 1,6$ мм рт. ст., а на 21-е — $13,7 \pm 2,1$ мм рт. ст. Такая динамика, вероятно, была обусловлена отслойкой цилиарного тела в результате прогрессирования передней ПВР (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в нашем эксперименте на основании рутинных офтальмологических методов исследования — биомикроскопии, офтальмоскопии и тонометрии по Маклакову изучена модель ООТГ типа В. Результаты этого исследования показали высокий процент (77,0—100 %) воспроизводимости анализируемых признаков. Это доказывает стандартизованность созданной нами модели при ее оценке по клиническим признакам.

В эксперименте изучены такие критерии модели, как полнослойная рана стенки глазного яблока, гифема, гипосфагма, изменение глубины ПК, гемофтальм, пролиферативные проявления сетчатки и колебания ВГД. С одной стороны, эти клинические признаки подтверждают обоснованность отнесения открытых травм глаз к тяжелым травмам, с другой — их анализ указывает на множество фокусов повреждений в полости глазного яблока и его оболочках, что дополнительно обосновывает целесообразность применения понятия и термина «синдром внутриглазного взаимного отягощения».

Литература/References

1. Волков В.В., Трояновский Р.Л., Монахов Б.В., Даниличев В.Ф. Повреждения органа зрения. В кн.: Ерюхин И.А., Хрупкин В.И., ред. Опыт медицинского обеспечения войск в Афганистане в 1979–1989 гг. Москва: ГВКГ им. акад. Н.Н. Бурденко. 2003; 3 (2): 61–95. [Volkov V.V., Troyanovsky R.L., Monakhov B.V., Danilichev V.F. Damage to the eye. In: Eryukhin I.A., Khrupkin V.I., eds. Experience of medical support of troops in Afghanistan in 1979–1989. Moscow: Main Military Clinical Hospital named after Academician N. N. Burdenko. 2003; 3 (2): 61–95 (In Russ.)].
2. Sobaci G, Akın T, Mutlu FM, Karagül S, Bayraktar MZ. Terror-related open-globe injuries: a 10-year review. *Am J Ophthalmol*. 2005; 139 (5): 937–9. doi:10.1016/j.ajo.2004.11.009
3. Нероев В.В., Гундорова Р.А., Кваша О.И., Аль-Даравиш Д.А.Ю. Пулевые ранения глаза и орбиты в мирное время. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2017. [Neroev V.V., Gundorova R.A., Kvasha O.I., Al'-Daravish D.A.Yu. Bullet wounds of the eye and orbit in peacetime. Moscow: GEOTAR-Media; 2017 (In Russ.)].
4. Сердюк В.Н., Устименко С.Б., Головкин В.В. Особенности оказания офтальмохирургической помощи больным с травмами глаз, полученными во время боевых действий в зоне АТО. *Україна. Здоров'я нації*. 2016; 4 (1) 41: 74–7. [Serdyuk V.N., Ustimenko S.B., Golovkin V.V. Features of providing ophthalmosurgical care to patients with eye injuries sustained during military operations in the ATO zone. *Ukraina. Zdorov'ya natsii*. 2016; 4 (1) 41: 74–7 (In Russ.)].
5. Волков В.В. Открытая травма глаза: монография. ВМедА; 2016. [Volkov V.V. Open eye trauma: monograph. VMeDA; 2016 (In Russ.)].
6. Шамрей Д.В., Куликов А.Н., Бойко Э.В., Чурашов С.В., Кольбин А.А. Современные возможности микроинвазивной витреоретинальной хирургии в реабилитации пациентов с посттравматической субтрофией глазного яблока. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2021; 16 (1): 118–23. [Shamrei D.V., Kulikov A.N., Boiko E.V., Churashov S.V., Kol'bin A.A. Possibilities of microinvasive vitreoretinal surgery in the rehabilitation of patients with post-traumatic phthisis bulbi. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo Tsentra im. N.I. Pirogova*. 2021; 16 (1): 118–23 (In Russ.)]. doi: 10.25881/BPNMSC.2021.18.96.022
7. Sobaci G, Mutlu FM, Bayer A, Karagül S, Yildirim E. Deadly weapon-related open-globe injuries: outcome assessment by the ocular trauma classification system. *Am J Ophthalmol*. 2000; 129 (1): 47–53. doi:10.1016/s0002-9394(99)00254-8
8. Сосновский С.В., Куликов А.Н., Чурашов С.В. О возможных причинах низких функциональных исходов комбинированной оптико-реконструктивной витреоретинальной хирургии при тяжелой открытой травме глаз. *Современные технологии в офтальмологии*. 2016; 1: 205–8. [Sosnovskii S.V., Kulikov A.N., Churashov S.V. On possible causes of low functional outcomes of combined optical-reconstructive vitreoretinal surgery for severe open eye trauma. *Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii*. 2016; 1: 205–8 (In Russ.)].
9. Esposito L, Clemente C, Bonora N, Rossi T. Modelling human eye under blast loading. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*. 2015; 18 (2): 107–15. doi:10.1080/10255842.2013.779684
10. Cleary PE, Ryan SJ. Method of production and natural history of experimental posterior penetrating eye injury in the rhesus monkey. *Am J Ophthalmol*. 1979; 88 (2): 212–20. doi:10.1016/0002-9394(79)90468-9
11. Кольбин А.А., Чурашов С.В., Куликов А.Н. и др. Стандартизированная экспериментальная модель огнестрельной открытой травмы глаза типа В, С, D. *Военно-медицинский журнал*. 2020; 341 (8): 31–8. [Kolbin A.A., Churashov S.V., Kulikov A.N., et al. Standardized experimental model of open-fire gunshot eye injury type B, C, D. *Voenno-Medicinskij zhurnal*, 2020; 341 (8): 31–8 (In Russ.)]. doi: 10.17816/RMMJ82355

Вклад авторов в работу: А.А. Кольбин — анализ литературы, написание текста, подготовка иллюстраций, финальная подготовка статьи к публикации; А.Н. Куликов — концепция исследования, научное редактирование, формулировка выводов; Р.Л. Трояновский — научное редактирование.

Author's contribution: A.A. Kol'bin — literature analysis, writing of the article, preparing illustrations, final preparation of the article for publication; A.N. Kulikov — research concept, scientific editing, formulation of conclusions; R.L. Troyanovsky — scientific editing.

Поступила: 17.02.2024. Переработана: 16.03.2024. Принята к печати: 18.03.2024
Originally received: 17.02.2024. Final revision: 16.03.2024. Accepted: 18.03.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ, ул. Академика Лебедева, д. 6, Санкт-Петербург, 194044, Россия
Алексей Анатольевич Кольбин — преподаватель кафедры офтальмологии, ORCID 0000-0002-8305-3049

Алексей Николаевич Куликов — д-р мед. наук, профессор, начальник кафедры (клиники) офтальмологии, ORCID 0000-0002-5274-6993

Роман Леонидович Трояновский — д-р мед. наук, профессор кафедры офтальмологии, ORCID 0000-0003-1353-9358

Для контактов: Алексей Анатольевич Кольбин,
kolba81@yandex.ru

S.M. Kirov Military Medical Academy, 6, Academician Lebedev St., St. Petersburg, 194044, Russia

Aleksei A. Kol'bin — Lecturer, chair of ophthalmology, ORCID 0000-0002-8305-3049

Aleksej N. Kulikov — Dr. of Med. Sci., associate professor, head of chair of ophthalmology, ORCID 0000-0002-5274-6993

Roman L. Troianovsky — Dr. of Med. Sci., associate professor, professor of chair of ophthalmology, ORCID 0000-0003-1353-9358

For contacts: Aleksei A. Kol'bin,
kolba81@yandex.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-129-133>

Интраоперационная тактика удаления крупного внутриглазного инородного тела в сочетании с отслойкой сетчатки. Клинический случай

М.С. Аль-Асталь¹, Г.К. Жургумбаева¹, Д.Р. Кырыкбаев¹, С.К. Самбет²✉

¹ ТОО «Казахский НИИ глазных болезней», ул. Толе би, д. 95а, Алматы, 050012/A05H2A8, Казахстан

² НАО «НМУ им. С.Д. Асфендиярова», ул. Толе би, д. 94, Алматы, 050012/A35B8H, Казахстан

Представлен клинический случай удаления внутриглазного инородного тела (ВГИТ) диасклерально с устранением отслойки сетчатки. Под наблюдением находился молодой пациент, получивший бытовую травму левого глаза. Магнитное инородное тело, предположительно «скрепка от пистолета для гвоздей», попало и травмировало левый глаз за 3 дня до момента госпитализации в стационар. Ранее пациенту по месту жительства произведена первичная хирургическая обработка раны роговицы, а также факоаспирация травматической катаракты. Решением консилиума рекомендовано хирургическое лечение с выбором трансовитреального доступа как основного подхода к извлечению ВГИТ. Однако во время операции стало понятно, что инородное тело из-за его длины и локализации под сетчаткой невозможно удалить трансовитреальным доступом, так как это приведет к значительной травматизации сетчатки. Рекомендовано удалить инородное тело диасклеральным методом в соответствии с его локализацией. Для защиты сетчатки и профилактики осложнений (отслойки сетчатки и геморрагий) было введено 3,0 мл перфторорганического соединения. Проведена дополнительная витрэктомия с удалением «базиса» стекловидного тела. При ревизии витреальной полости обнаружен ретинальный разрыв в зоне проекции входного отверстия, проведена эндолазеркоагуляция. При удалении ВГИТ окончательный выбор доступа, тактики и объема хирургического вмешательства происходит интраоперационно с целью уменьшения травматизации глаз, в частности сетчатки.

Ключевые слова: внутриглазное инородное тело; отслойка сетчатки; витрэктомия; диасклеральное удаление ВГИТ

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Аль-Асталь М.С., Жургумбаева Г.К., Кырыкбаев Д.Р., Самбет С.К. Интраоперационная тактика удаления крупного внутриглазного инородного тела в сочетании с отслойкой сетчатки. Клинический случай. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2):129-33. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-129-133>

Intraoperative tactics for the removal of a large intraocular foreign body in combination with retinal detachment. Clinical case

Muhammed S. Al-Astal¹, Gulnara K. Zhurgumbayeva¹, Dastan R. Kyrykbaev¹, Sanzhar K. Sambet²✉

¹ Kazakhstan Research Institute of Eye Diseases 95 a, Tole bi St., Almaty, 050012/ A05H2A8, Kazakhstan

² S.D. Asfendiyarov National Medical University, 94, Tole bi St., Almaty, 050012/A35B8H9, Kazakhstan
sanzhrs@gmail.com

Purpose: analysis of a clinical case: removal of IOFB in combination with retinal detachment. This report presents and describes a clinical case of removing an intraocular foreign body (IOFB) diascloerally, with the elimination of retinal detachment. Under our observation was a young patient who suffered domestic trauma to the left eye. A magnetic foreign body, presumably a “nail gun staple”, entered and injured

the left eye 3 days before hospitalization at the Kazakhstan Scientific Research Institute of Eye Diseases in Almaty, Kazakhstan. The patient had previously undergone primary surgical treatment of corneal wound + traumatic cataract phacoaspiration at the place of residence. The consensus decision recommended surgical treatment with the choice of transvitreal access as the main approach to IOFB extraction. However, during the operation, considering the localization of the foreign body under the retina and its length, it became clear that it was impossible to remove the foreign body with transvitreal access, as this would lead to significant retinal trauma. Recommended: remove the foreign body diasclerally according to its localization and location. The choice of access, tactics, and the extent of surgical intervention is finally decided intraoperatively and should be aimed at reducing eye trauma, especially the retina, during IOFB removal.

Keywords: intraocular foreign body; retinal detachment; vitrectomy; diascleral removal of intraocular foreign body

Conflict of interest: none.

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

For citation: Al-Astal M.S., Zhurgumbayeva G.K., Kyrykbaev D.R., Sambet S.K. Intraoperative tactics for the removal of a large intraocular foreign body in combination with retinal detachment. Clinical case. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 129-33 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-129-133>

Травмы, связанные с повреждением глаз, представляют собой серьезную проблему для здоровья человека. Доля таких травм среди всех видов повреждений составляет от 3 до 8 %. В последние годы травмы глаза занимают одно из ведущих мест среди причин инвалидности по зрению, составляя 22,8 % от общего числа первичных инвалидов и 30 % среди лиц трудоспособного возраста [1–4].

Разнообразие травм, связанных с попаданием инородных тел в глазное яблоко, является весьма значительным. Каждый клинический случай уникален и имеет свои особенности, что делает практически невозможным точное определение степени и масштаба повреждений в предоперационном периоде.

Существует несколько ключевых способов удаления инородных тел из глаза. Прямой доступ предполагает извлечение инородного тела через рану. Передний доступ заключается в удалении инородного тела из передней камеры глаза. Диасклеральный и трансовитреальный доступы являются более распространенными и часто используемыми методами в современной хирургии глаза. Трансовитреальный доступ позволяет удалять инородные тела, встроенные в задние слои глазного яблока, с использованием витреоретинальных технологий [1, 2].

Трансовитреальный доступ является одним из основных методов удаления внутриглазных инородных тел (ВГИТ) и имеет ряд значительных преимуществ по сравнению с диасклеральным методом. Прежде всего он увеличивает возможность удаления ВГИТ, которые находятся ближе к центру глазного яблока и в заднем сегменте глаза. Кроме того, он снижает риск повреждения сетчатки и хориоидеи, что иногда возникает при использовании диасклерального подхода.

Для предотвращения возможных осложнений, связанных с ВГИТ, необходимо применять экстренные и разнообразные методы лечения. Для минимизации травматизации глаза при извлечении ВГИТ из заднего сегмента глазного яблока выбор правильного хирургического доступа играет особенно важную и даже критическую роль [3–6].

В ряде ситуаций рентгеновская диагностика может показать, что ВГИТ находится в стекловидном теле. Если при этом обнаруживается проникающая рана роговицы, можно предположить, что ВГИТ проникло сквозь роговицу и хрусталик, а затем разместилось в витреуме. Тем не менее во время операции по удалению ВГИТ из витреума (витрэктомии) хирург может обнаружить повреждения сетчатки или зрительного нерва, что может свидетельствовать о том, что ВГИТ достигло заднего сегмента глаза и, возможно, отскочило обратно в полость стекловидного тела. В таких случаях объем оперативного вмешательства может

увеличиться, прогноз его результата становится более сложным и возможен пересмотр тактики и объема вмешательства непосредственно во время операции [2, 3, 7, 8].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под нашим наблюдением находился пациент мужского пола 16 лет, азиат. Жалобы на момент поступления: слезотечение, светобоязнь, отсутствие предметного зрения левого глаза. За три дня до этого во время сборки дивана получил бытовую травму левого глаза предположительно «гвоздем от пистолета для гвоздей». Экстренно госпитализирован в ГКБ по месту жительства. Произведена первичная хирургическая обработка раны роговицы и факоаспирация травматической катаракты.

Офтальмологический статус при поступлении: Visus OD = 0,6 с/к sph (–)2,0 D = 1,0. OS = 1/∞ pr. l. certae. Внутриглазное давление бесконтактно при поступлении: OD — 15,8 мм рт. ст., OS — 15,7 мм рт. ст.

OD — конъюнктив бледно-розовая, чистая, роговица прозрачная. Передняя камера средняя, влага прозрачная. Радужка субатрофичная. Зрачок округлой формы, фото-реакция сохранена. Хрусталик прозрачный. Глазное дно: диск зрительного нерва — бледно-розовый, границы четкие. Артерии сужены, вены расширены, ход сосудов прямой. В макулярной зоне рефлекс сохранен.

OS — выраженная смешанная инъекция глазного яблока, роговица отечная, в параоптической зоне на 3–4 ч узловые швы на месте, чистые. Передняя камера средняя, влага прозрачная. Радужка субатрофичная. Зрачок в центре, неправильной формы, реакция на свет отсутствует. В области зрачка хрусталик отсутствует. Экссудат, взвесь форменных элементов крови в стекловидном теле (гемофтальм). Глубже лежащие среды не просматриваются.

Результаты инструментальных исследований: А-scan — длина переднезадней оси (ПЗО) OS — 23,0 мм. В-scan: OS — помутнение стекловидного тела. В нижнем квадранте abl. retinae определяется тень за ВГИТ (рис. 1).

На рентгенографии черепа отчетливо видно ВГИТ и его локализация (рис. 2).

По данным рентгенолокализации: отмечается инородное тело металлической плотности размером 26 × 0,3 × 0,3 мм. Располагается между меридианами 5:00–6:00 ч, ближний конец на 5:00 ч, дальний конец на 6:00 ч.

DS: инородное тело залегает в среднепограничной зоне — передний краевой конец, в задней пограничной зоне — вне глазного яблока (рис. 3).

По результатам рентгенографии и схематической локализации ВГИТ мы предполагали, что ближний конец

края ВГИТ находится в полости стекловидного тела, а дистальный конец находится за глазом, соответственно такой локализации предполагается повреждение сетчатки в зоне входного отверстия, а также в зоне выходного отверстия в центральной зоне.

На этом основании был выбран трансквитреальный доступ и выставлен предварительный диагноз: «OS — двойная прободная рана глазного яблока, ВГИТ (магнитное).

Обработанное проникающее ранение роговицы со швами. Послеоперационная афакия. Посттравматический увеит. Гемофтальм свежий частичный. Эндофтальмит? Отслойка сетчатки (эхографически). OD —миопия слабой степени, осложненная, хориоретинальная».

В соответствии с диагнозом рекомендована витрэктомия + введение перфторорганического соединения (ПФОС) + трансквитреальное удаление ВГИТ + эндолазеркоагуляция сетчатки в зоне проекции разрыва и по всей периферии + замена ПФОС на силикон.

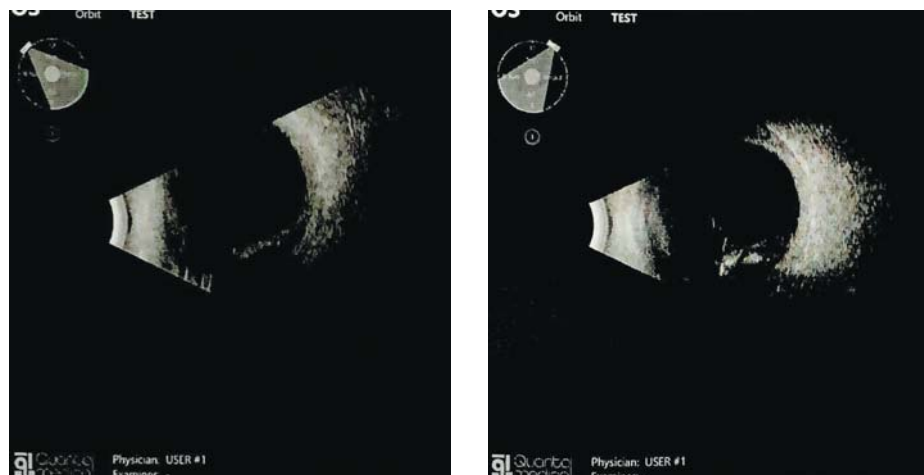


Рис. 1. В-scan OS: тень за ВГИТ

Fig. 1. B-scan: shadow behind intraocular foreign body (IOFB)



Рис. 2. Рентгенография черепа в двух проекциях

Fig. 2. Radiography of the skull in two projections: IOFB and its localization are clearly visible

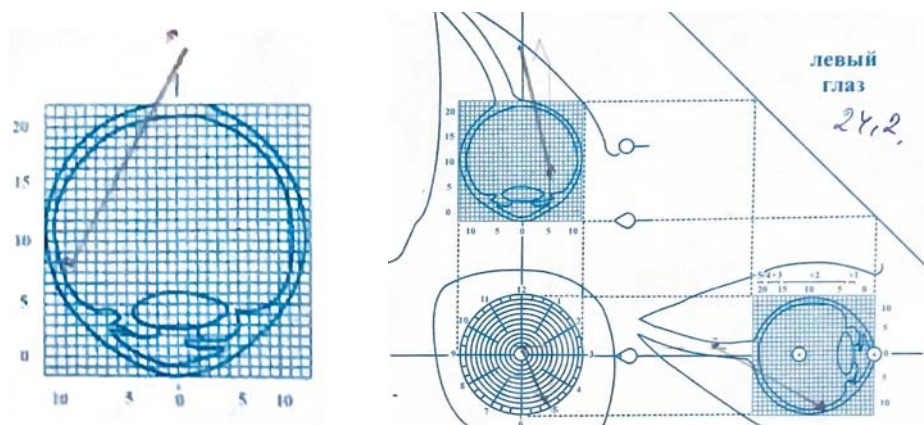


Рис. 3. Рентгенлокализация ВГИТ в OS

Fig. 3. X-ray localization of IOFB in OS

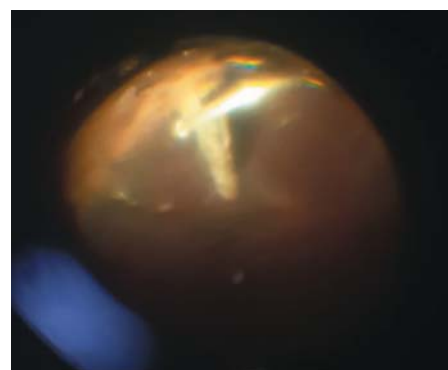


Рис. 4. Обнаружение ВГИТ после удаления «базиса» стекловидного тела

Fig. 4. Detection of IOFB after removal of the vitreous body base

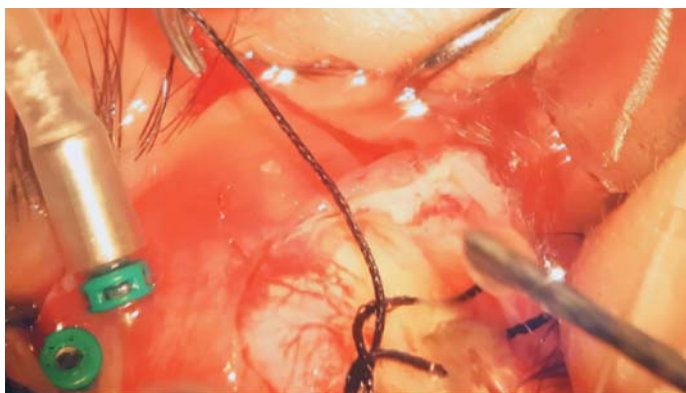


Рис. 5. Удаление ВГИТ пинцетом после положительной магнитной пробы
Fig. 5. Removal of VGIT with forceps after a positive magnetic test



Рис. 6. Изъятое инородное тело
Fig. 6. Removed foreign body



Рис. 7. Эндолазеркоагуляция сетчатки в зоне проекции разрыва
Fig. 7. Endolasercoagulation of the retina in the area of the break projection

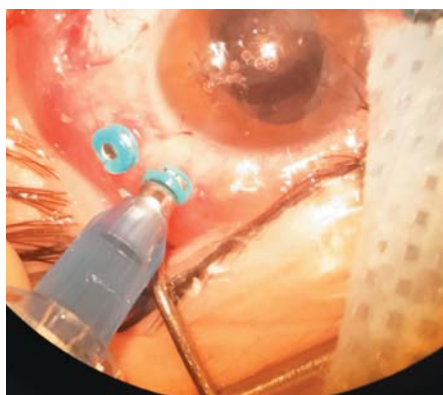


Рис. 8. Силиконовая тампонада. Последний этап операции
Fig. 8. Silicone tamponade. Final step of the surgery



Рис. 9. Контрольный осмотр пациента через 2 мес. Передний отрезок глаза
Fig. 9. Control examination in 2 months. Anterior eye segment

После удаления ВГИТ рана склеры ушита предварительно наложенным П-образным швом. Проведена дополнительная витрэктомия с удалением «базиса» стекловидного тела. При ревизии витреальной полости обнаружен ретиальный разрыв в зоне проекции входного отверстия, который, на наш взгляд, является ятрогенным (возник во время вскрытия глазного яблока). Сетчатка в заднем полюсе в зоне проекции выходного отверстия была сохранна. Для адекватного проведения эндолазеркоагуляции сетчатки в зоне ретиального разрыва и по периферии дополнительно введено 4,0 мл ПФОС.

Произведена эндолазеркоагуляция в зоне проекции разрыва и по всей периферии (рис. 7). Учитывая тяжесть травмы глаза, размер ВГИТ, высокий риск развития пролиферативного процесса в зоне проекции разрыва и по всей периферии, высокий риск развития отслойки сетчатки в послеоперационном периоде, мы решили завершить операцию силиконовой тампонадой. Произведена замена ПФОС на силикон (рис. 8).

Операция и послеоперационный период протекали без осложнений. В послеоперационном периоде проведено местное и общее антибактериальное, противовоспалительное лечение. Пациент был выписан на 8-е сутки с остротой зрения левого глаза 0,02 н/к.

Диагноз при выписке: «ОС — обработанная рана роговицы со швами. Послеоперационная афакия. Посттравматический увеит. Авитрия. Силикон в витреальной полости.

Состояние после операции по поводу отслойки сетчатки, удаление ВГИТ».

Офтальмологический статус при выписке: «ОС — незначительная инъекция глазного яблока. Роговица прозрачная, в параоптической зоне на 4 ч рана роговицы со швами, швы чистые. Передняя камера глубокая, влага прозрачная. Радужка субатрофичная. Зрачок медикаментозно расширен, реакция на свет вялая. В области зрачка хрусталик отсутствует. Авитрия. Силикон в витреальной полости. Сетчатка прилежит. Глазное дно: диск зрительного нерва бледноватый, границы ступеваны. Артерии сужены, вены расширены, ход сосудов не изменен. В макулярной зоне рефлекс сглажен. По периферии слабопигментированные лазеркоагуляты, блокирующие зоны дегенерации и крупного разрыва».

При осмотре через 2 мес после травмы отмечалось сохранение зрительных функций, прозрачности оптических сред глаза (рис. 9). Глазное дно — без патологических изменений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диасклеральный способ удаления ВГИТ является также эффективным при невозможности удаления ВГИТ трансклериальным путем. Данный клинический случай заслуживает внимания в связи с тем, что способ удаления крупного ВГИТ выбирался интраоперационно. Каждый случай индивидуален и основывается на расположении и размерах ВГИТ.

Предварительно решить, подходит ли тот или иной способ удаления ВГИТ, не всегда представляется возможным. Важно отметить, что для выбора метода операции важна четкая дооперационная диагностика. При удалении ВГИТ окончательный выбор доступа, тактики и объема хирургического вмешательства происходит интраоперационно с целью уменьшения травматизации глаз, в частности сетчатки.

Литература/References

1. Гундорова Р.А., Нероева В.В., Кашников В.В., ред. Травмы глаза. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2-е изд., 2014. [Gundorova R. A., Neroeva V.V., Kashnikov V.V., eds. Eye injuries. Moscow: GEOTAR-Media; 2nd ed., 2014 (In Russ.)].
2. Nicoară SD, Irimescu I, Călinici T, Cristian C. Intraocular foreign bodies extracted by pars plana vitrectomy: clinical characteristics, management,

outcomes and prognostic factors. *BMC Ophthalmol.* 2015 Nov 2; 15: 151. doi: 10.1186/s12886-015-0128-6

3. Банта Джеймс Т. Травма глаза. Москва: Медицинская литература; 2013. [Banta James T. Eye Trauma. Moscow: Medical Literature; 2013 (In Russ.)].
4. Kuhn F, Mester V, Morris R. Intraocular foreign bodies. In: Kuhn F, Dante JP. Ocular Trauma Principles and Practice. New York: Thieme; 2002: 235–364.
5. Garg A, Sachdev MS, Bovet JJ, Shukla B., eds. Clinical diagnosis and management of ocular trauma. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd, St. Louis. 2009: 155–9.
6. Shukla B, Natarajan S, eds. Management of ocular trauma. CBS Publishers: New Delhi. 2005: 71–7.
7. Boyd S, Sternberg P, eds. Modern management of ocular trauma. JP Highlights: New Delhi. 2009: 40–1.
8. Zhang Y, Zhang M, Jiang C, Qiu HY. Intraocular foreign bodies in China: clinical characteristics, prognostic factors, and visual outcomes in 1,421 eyes. *Am J Ophthalmol.* 2011 Jul; 152 (1): 66–73.e1. doi: 10.1016/j.ajo.2011.01.014

Вклад авторов в работу: М.С. Аль-Асталь — разработка дизайна исследования, утверждение окончательного варианта статьи; Г.К. Жургумбаева — разработка идеи и дизайна исследования, редактирование статьи; Д.Р. Кырыкбаев — сбор и анализ данных; написание текста рукописи; С.К. Самбет — анализ литературы, сбор и анализ данных.

Authors' contributions: M.S. Al-Astal — development of the study design, approval of the final version of the article; G.K. Zhurgumbayeva — development of the idea and design of the study, editing of the article; D.R. Kyrykbaev — data collection and analysis; writing of the article; S.K. Sambet — literature analysis, data collection and analysis.

Поступила: 04.02.2024. Переработана: 26.03.2024. Принята к печати: 27.03.2024
Originally received: 04.02.2024. Final revision: 26.03.2024. Accepted: 27.03.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ТОО «Казахский НИИ глазных болезней», ул. Толе би, д. 95а, Алматы, 050012/А05Н2А8, Казахстан

Мухаммед Салихович Аль-Асталь — канд. мед. наук, врач-офтальмолог, 2-е микрохирургическое отделение

Гульнара Кайратовна Жургумбаева — канд. мед. наук, заведующая 2-м отделением

Дастан Рахметоллаевич Кырыкбаев — докторант, врач-офтальмолог, 2-е микрохирургическое отделение

НАО «НМУ им. С.Д. Асфендиярова», ул. Толе би, д. 94, Алматы, 050012/А35В8Н, Казахстан

Санжар Кайсарович Самбет — резидент 3-го года обучения

Для контактов: Санжар Кайсарович Самбет, sanzhrs@gmail.com

Kazakhstan Research Institute of Eye Diseases, 95 a, Tole bi St., Almaty, 050012/ A05H2A8, Kazakhstan

Muhammed S. Al-Astal — Cand. of Med. Sci, ophthalmologist, 2nd microsurgery department

Gulnara K. Zhurgumbayeva — Cand. of Med. Sci., head of the 2nd department

Dastan R. Kyrykbaev — PhD (doctoral student), ophthalmologist. S.D. Asfendiyarov National Medical University, 94, Tole bi St., Almaty, 050012/A35B8H9, Kazakhstan

Sanzhar K. Sambet — 3rd year resident

For contacts: Sambet K. Sanzhar, sanzhrs@gmail.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-134-139>

Гемодинамика глаза на фоне комбинированного лечения тяжелой пролиферативной диабетической ретинопатии

В.В. Нероев^{1,2}, Н.В. Нероева¹, Т.Д. Охочимская¹✉, Т.Н. Киселева¹, Н.Е. Тарасевич¹

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Диабетическая ретинопатия (ДР) — тяжелое позднее нейромикрососудистое осложнение сахарного диабета. Приоритетным методом лечения ДР является панретинальная лазеркоагуляция, которая сочетается при необходимости с антиангиогенной терапией. Развитие выраженных тракционных изменений, гемофтальма, отслойки сетчатки — наиболее частые осложнения пролиферативной ДР. При прогрессировании пролиферативных процессов показано проведение хирургических витреальных вмешательств. Для оценки особенностей течения данного патологического процесса представляется целесообразным использовать ультразвуковое исследование (УЗИ) с оценкой кровотока и лазерную спекл-флоуграфию (ЛСФГ), характеризующие гемодинамику в магистральных сосудах глаз. Цель работы — изучить параметры кровотока методами УЗИ с оценкой кровотока и ЛСФГ у пациента с двусторонней тяжелой формой пролиферативной ДР, состоянием после панретинальной лазеркоагуляции, авитрией, артификацией. На момент исследования офтальмологический статус пациента стабилен. При достаточно высокой остроте зрения у пациента наблюдалось значительное снижение показателей ретинального кровотока при сохраненных показателях хориоидального кровотока. Заключение. На основании полученных данных можно сделать вывод о значительном вкладе хориоидального кровотока в поддержание зрительных функций. Мониторинг состояния гемодинамики глаза с помощью УЗИ и ЛСФГ является эффективным способом контроля количественных и качественных параметров кровотока при ДР, требующим дальнейшего изучения.

Ключевые слова: глазной кровоток; гемодинамика глаза; УЗИ с оценкой кровотока; лазерная спекл-флоуграфия; пролиферативная диабетическая ретинопатия

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Нероев В.В., Нероева Н.В., Охочимская Т.Д., Киселева Т.Н., Тарасевич Н.Е. Гемодинамика глаза на фоне комбинированного лечения тяжелой пролиферативной диабетической ретинопатии. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 134-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-134-139>

Hemodynamics of the eye during combined treatment of severe proliferative diabetic retinopathy

Vladimir V. Neroev^{1,2}, Natalia V. Neroeva¹, Tatiana D. Okhotsimskaya¹✉, Tatiana N. Kiseleva¹, Natalia E. Tarasevich¹

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² Russian University of Medicine, 20, Bldg. 1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia
tata123@inbox.ru

*Diabetic retinopathy (DR) is a severe late neuromicrovascular complication of diabetes mellitus. Panretinal laser photocoagulation is a method of choice of DR treatment; antiangiogenic therapy applies if necessary. The traction development, hemophthalmos, and retinal detachment are the most common complications of proliferative DR and needs vitreal surgery. Ultrasound examination with blood flow assessment and laser speckle flowgraphy (LSFG) are very useful methods in retinal blood flow detecting. **Purpose** of the study: to conduct blood flow parameters using ultrasound dopplerography with assessment of blood flow and LSFG in 67-year-old patient with bilateral severe proliferative DR after panretinal photocoagulation, avitria, pseudophakia and stable ophthalmological status. Patient observed a significant decrease in retinal blood flow and normal values of choroidal blood flow, combined with rather high visual acuity. **Conclusion.** Choroidal blood flow plays a significant role in maintenance of visual functions. Study of eye hemodynamic status by ultrasound dopplerography and LSFG is effective in DR patients. Quantitative and qualitative blood flow control proved usefulness in clinical practice and requires further study.*

Keywords: ocular blood flow; ocular hemodynamics; ultrasound with blood flow assessment; laser speckle flowgraphy; proliferative diabetic retinopathy

Conflict of interests: none.

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

For citation: Neroev V.V., Neroeva N. V., Okhotsimskaya T. D., Kiseleva T. N., Tarasevich N. E. Hemodynamics of the eye during combined treatment of severe proliferative diabetic retinopathy. Russian ophthalmologic journal. 2025; 18 (2): 134-9 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-134-139>

Диабетическая ретинопатия (ДР) является тяжелым поздним нейромикрососудистым осложнением сахарного диабета (СД) [1].

При развитии пролиферативной стадии заболевания показано проведение лазерной коагуляции, признанной золотым стандартом в лечении данной патологии [1, 2]. Как дополнительный метод воздействия на новообразованные сосуды применяются ингибиторы ангиогенеза (зарегистрированные показания для препарата ранибизумаб) [3–5]. При прогрессировании пролиферативного процесса и развитии выраженных тракционных изменений, гемофтальма, отслойки сетчатки показано проведение хирургических витреальных вмешательств. Анализируя результаты хирургического лечения, можно отметить, что удовлетворительный анатомический исход операции не всегда приводит к значимому повышению функциональных показателей. Причины данной проблемы многогранны, к ним можно отнести дегенеративные изменения в слоях сетчатки, а также изменения ретиальной гемоперфузии [6, 7].

Для выявления особенностей течения патологического процесса большую роль играют методы, которые позволяют исследовать состояние сосудистого русла, качественно и количественно оценить изменения кровотока.

Флюоресцентная ангиография (ФАГ) и оптическая когерентная томография в режиме «ангиография» (ОКТА) применяются для оценки сосудистых структур сетчатки и хориоидеи. ФАГ позволяет визуализировать сосуды сетчатки, оценить ишемические зоны и сосудистые аномалии, выявить новообразованные сосуды. Однако данный метод исследования имеет определенные ограничения, так как является инвазивным, может вызвать побочные реакции [8]. ОКТА дает возможность неинвазивно визуализировать ретиальную сосудистую сеть, вплоть до микрососудов, количественно оценить плотность сосудов, площадь фовеальной аваскулярной зоны. Однако метод не позволяет оценить динамические показатели кровотока и имеет ограничения в исследовании кровотока на периферии сетчатки [9, 10].

В этой связи интересны методики, дающие представление о гемодинамике в магистральных сосудах глаза. Ультразвуковое исследование (УЗИ) с оценкой кровотока позволяет неинвазивно исследовать состояние кровотока в ретробульбарных сосудах: глазной артерии (ГА), централь-

ной артерии сетчатки (ЦАС), задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА), а также получить данные о состоянии венозного кровотока. В режиме импульсной доплерографии этот метод дает возможность определить количественные показатели гемодинамики: максимальную систолическую (PSV или Vps) и конечную диастолическую (EDV или Vd) скорости кровотока, индекс резистентности (или индекс сопротивления, RI). Для проведения УЗИ в офтальмологии используют многофункциональные ультразвуковые сканеры и линейные датчики частотой 10–20 МГц. Однако УЗИ с оценкой кровотока имеет определенные ограничения, связанные с трудностью регистрации кровотока в сосудах мелкого калибра [11, 12].

Лазерная спекл-флоуграфия (ЛСФГ) — это новый неинвазивный метод двухмерной оценки ретиального и хориоидального кровотока в режиме реального времени, который может применяться для оценки объемных показателей кровотока в области диска зрительного нерва (ДЗН), макулы, а также в отдельных сосудах. Для получения спекл-контрастного изображения используется рассеянное излучение диодного лазера длиной волны 830 нм, который, отражаясь от структур глазного дна, формирует спекл-контрастные изображения, улавливаемые ССД-камерой. Движение форменных элементов крови приводит к изменению получаемых спекл-изображений. Полученный во время четырехсекундного исследования пул изображений анализируется компьютером, и формируется составная карта кровотока [13]. Основным показателем, определяемым с помощью ЛСФГ, носит название MBR (Mean Blur Rate, «средняя скорость размытия») — мера относительной скорости кровотока — и выражается в относительных единицах. Параметры MBR отдельно вычисляются для крупных сосудов (MV, MBR Vessels), для сосудов микроциркуляторного русла (MT, MBR Tissue) и для всего исследуемого участка глазного дна (MA, MBR All) [14].

Преимущества комплексной оценки глазного кровотока методами УЗИ с оценкой кровотока и ЛСФГ можно проиллюстрировать на примере клинического случая.

ЦЕЛЬ работы — изучить параметры кровотока методами УЗИ с оценкой кровотока и ЛСФГ у пациента с тяжелой формой пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Пациент С., 67 лет, СД 1-го типа, стаж 42 года. В настоящее время гликемия натощак 7–9 ммоль/л, стаж инсулинотерапии — 40 лет, получает базис-болюсную терапию. Артериальная гипертензия II степени, риск 3, артериальное давление (АД) компенсировано на комбинированной терапии (бета-блокаторы, блокаторы кальциевых каналов).

Впервые обратился в Центр в 2014 г. с жалобами на отсутствие предметного зрения на правом глазу (ОД) в течение 3 мес. В 2012 г. по месту жительства поставлен диагноз ДР, начато проведение транспупиллярной лазеркоагуляции на оба глаза (ОУ). В 2014 г., на момент первичного обращения в Центр, острота зрения: ОД — рг. 1. certaе, левого глаза (ОС) — 0,4 sph + 0,5 cyl - 1,75 ax 95 = 1,0. На ОУ внутриглазное давление (ВГД) в пределах нормы, передний отрезок без патологии. Офтальмоскопия глазного дна ОД затруднена из-за организовавшейся крови в стекловидном теле. На глазном дне ОС визуализировались признаки активной пролиферации в заднем полюсе и по сосудистым аркадам, единичные микроаневризмы, пигментированные лазеркоагуляты, зоны, свободные от коагулятов. Диагноз: «ОУ — пролиферативная ДР, состояние после лазеркоагуляции сетчатки, ОД — тотальный организовавшийся гемофтальм, осложненная катаракта, ОС — глиоз II степени».

На ОД была проведена операция — микроинвазивная витрэктомия с эндотампонадой силиконовым маслом 1300 cSt., в отсроченном периоде — фактоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) и удаление силиконового масла. На ОУ также выполнено интравитреальное введение ингибиторов ангиогенеза (ОД № 1, ОС № 1) по поводу макулярного отека с положительной динамикой и транспупиллярная лазерная коагуляция глазного дна до объема панретинальной. На фоне проведенного лечения состояние стабилизировалось, отмечен регресс пролиферативных изменений.

В 2023 г. гемофтальм ОС, проведена операция ОС — микроинвазивная витрэктомия, швартотомия, эндотампонада силиконовым маслом с последующим его удалением из

витреальной полости в сочетании с фактоэмульсификацией катаракты с имплантацией ИОЛ.

В 2024 г. при плановом осмотре офтальмологический статус стабилен. Острота зрения OD 0,4 н/к, OS 0,7–0,8 н/к. OU — ВГД в пределах нормы. Офтальмоскопически на ОД — ДЗН бледный, границы четкие, артерии сужены, вены неравномерного калибра, окклюзированные сосуды, остаточная фиброзная ткань в заднем полюсе, по всему глазному дну множественные пигментированные и атрофические фокусы по периферии глазного дна (старые лазеркоагуляты). На ОС — ДЗН деколорирован, границы четкие, сосуды сужены, местами окклюзированы. ОУ — сетчатка прилежит на всем протяжении, множественные пигментированные и атрофические фокусы по периферии глазного дна (старые лазеркоагуляты) (рис. 1).

Проведено исследование гемодинамики с применением ЛСФГ и УЗИ. По данным ЛСФГ на ОУ в области ДЗН наблюдалось значительное снижение MBR относительно возрастной нормы, более выраженное в крупных сосудах (в 2,5 раза). В сосудах микроциркуляторного русла показатели в 2 раза ниже нормальных значений. Показатели кровотока макулярной области не снижены относительно возрастной нормы (табл. 1, рис. 2, 3).

По данным УЗИ на ОУ наблюдался выраженный дефицит ретинального кровотока, умеренное снижение хориоидального кровотока и увеличение вазорезистентности. В ЦАС показатели были в 2 раза, в ЗКЦА на 25% ниже нормальных значений. В ГА кровоток был не изменен, симметричный (табл. 2, рис. 4).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Снижение кровотока у пациентов с тяжелыми формами ПДР подтверждено клиническими и инструментальными методами [11, 12, 15]. В работах В.В. Нероева и соавт. методом УЗИ с оценкой кровотока выявлено значимое снижение показателей кровотока в ЦАС, ГА, достоверное повышение RI в указанных сосудах у пациентов с тяжелыми формами ПДР [6]. С помощью ОКТА показано достоверное снижение плотности кровотока в поверхностной капиллярной сети и

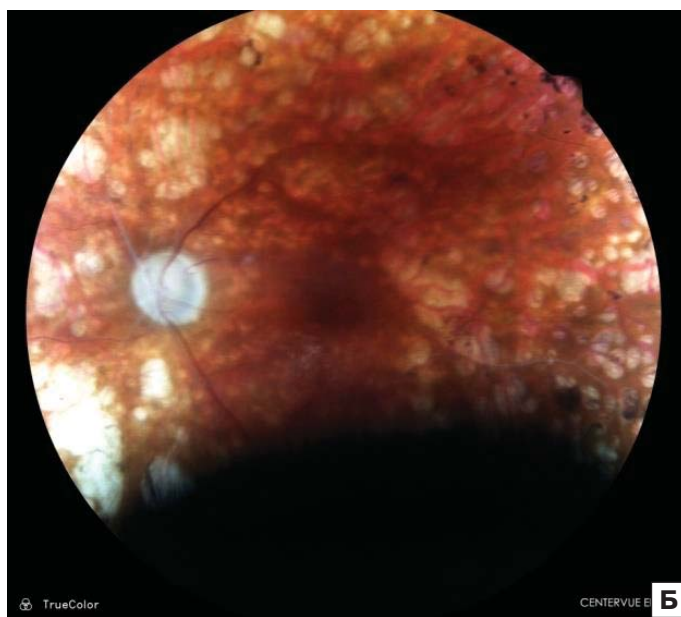
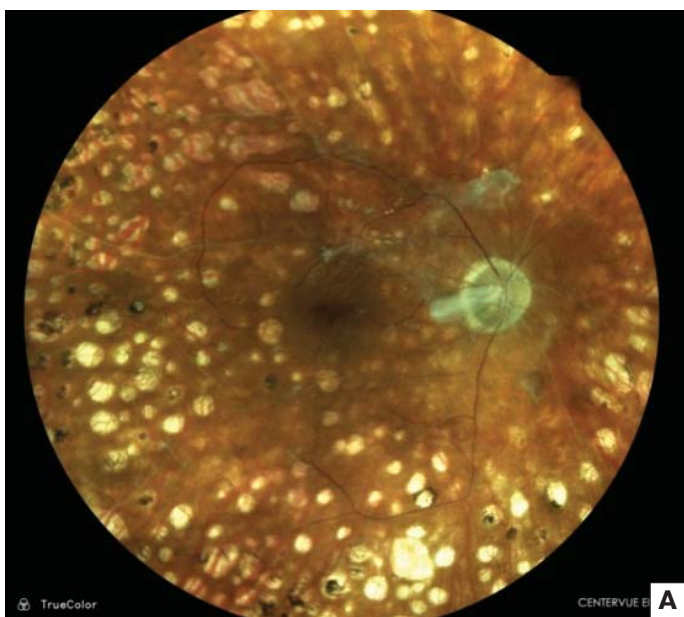


Рис. 1. Фото глазного дна правого и левого глаза
Fig. 1. Fundus photos of the right and left eyes

расширение фовеальной аваскулярной зоны (ФАЗ) у пациентов с СД [9, 10].

В настоящей работе проводилась оценка кровотока у пациента с СД 2-го типа и тяжелой пролиферативной ДР. Пр продемонстрированы гемодинамические изменения, характерные для тяжелой формы ПДР, на фоне проведенного комбинированного лечения. У пациента наблюдались значительное снижение показателей ретинального кровотока, определяемых методами ЛСФГ и УЗИ с оценкой кровотока. Отмечено снижение максимальной систолической скорости кровотока в ЦАС в 2 раза относительно возрастной нормы. Эти данные коррелировали с показателями гемодинамики ДЗН, определяемыми методом ЛСФГ. ДЗН является местом локализации магистральных ретинальных сосудов, и показатель MV ДЗН имеет выраженную корреляцию с гемодинамическими параметрами в ЦАС. Кровоток макулярной области, определяемый методом ЛСФГ, в большей степени отражает состояние хориоретинального кровотока, суммарный вклад хориоидального кровотока в анализируе-

Таблица 1. Изменение показателей гемодинамики пациента в области макулы и ДЗН по данным ЛСФГ
Table 1. Hemodynamic changes in patient macula and optic nerve head according to LSF

	Норма Norma	OD	OS
Макулярная область Macular area			
MBR	20,4 (16,7; 27,9)	30,1	29,1
MV	24,65 (18,68; 31,95)	36,1	35,9
MT	14,6 (11,6; 18,95)	20,6	18,0
Диск зрительного нерва Optic nerve disc			
MBR	23,25 (20,48; 27,60)	11,1	12,7
MV	38,5 (32,78; 45,2)	14,9	18,3
MT	13,35 (12,3; 17,25)	7,5	7,2

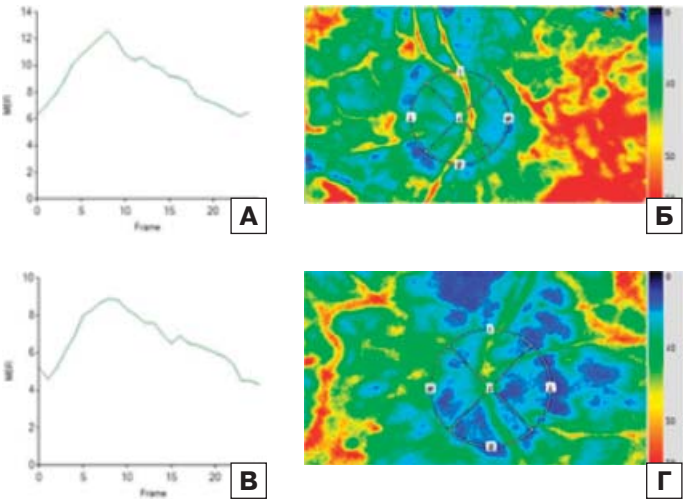


Рис. 2. Показатели глазного кровотока ДЗН по данным ЛСФГ. OD: кривая MBR (A) и картограмма (Б); OS: кривая MBR (B) и картограмма (Г)

Fig. 2. LSF optic nerve head blood flow. OD: MBR curve (A) and cartogram (Б); OS: MBR curve (B) and cartogram (Г)

мые показатели выше, чем ретинального. Показатели ЛСФГ макулярной области коррелируют с максимальной систолической скоростью кровотока в ЗКЦА. У обследованного пациента ретинальный кровоток был значительно снижен, что характерно для пациентов с тяжелой ПДР. Однако изменения хориоидального кровотока были снижены незначительно по данным УЗИ с оценкой кровотока и не отличались от нормы по данным ЛСФГ. Это коррелировало с достаточно высокой остротой зрения у пациента. Результаты исследований свидетельствуют о значимости хориоидального кровотока в поддержании функционального состояния макулярной области и возможности сохранения зрительных функций несмотря на снижение ретинального кровотока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка состояния гемодинамики глаза с помощью УЗИ с оценкой кровотока и ЛСФГ может служить ценным инструментом для более глубокого понимания механизма развития ДР и его осложнений. Роль хориоидального кровотока в поддержании функциональной активности сетчатки требует дальнейшего изучения.

Литература/References

1. Нероев В.В., Зайцева О.В., Михайлова Л.А. Распространенность диабетической ретинопатии в Российской Федерации по данным федеральной статистики. *Российский офтальмологический журнал*. 2023; 16 (3): 7–11. [Neroev V.V., Zaitseva O.V., Mikhailova L.A. Diabetic retinopathy prevalence in the Russian Federation according to all-Russia statistics. *Russian Ophthalmological Journal*. 2023; 16 (3): 7–11 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-3-7-11>

2. Аветисов С.Э., Егоров Е.А., Мошетова Л.К., Нероев В.В. Национальное руководство по офтальмологии. 2024: 653–64. [Avetisov S.E., Egorov E.A., Moshetova L.K., Neroev V.V. National Ophthalmology Guidelines. 2024: 653–64 (In Russ.)].

3. Writing Committee for the Diabetic Retinopathy Clinical Research Network; Gross JG, Glassman AR, Jampol LM, et al. Panretinal photocoagulation vs intravitreal Ranibizumab for proliferative diabetic retinopathy: A randomized clinical trial. *JAMA*. 2015 Nov 24; 314 (20): 2137–46. doi: 10.1001/jama.2015.15217

4. Бобыкин Е.В. Современные подходы к лечению диабетического макулярного отека. *Офтальмохирургия*. 2019; 1: 67–76. [Bobykin E.V. Current approaches to the treatment of diabetic macular edema. A literature review. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery*. 2019; 1: 67–76 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2019-1-67-76>

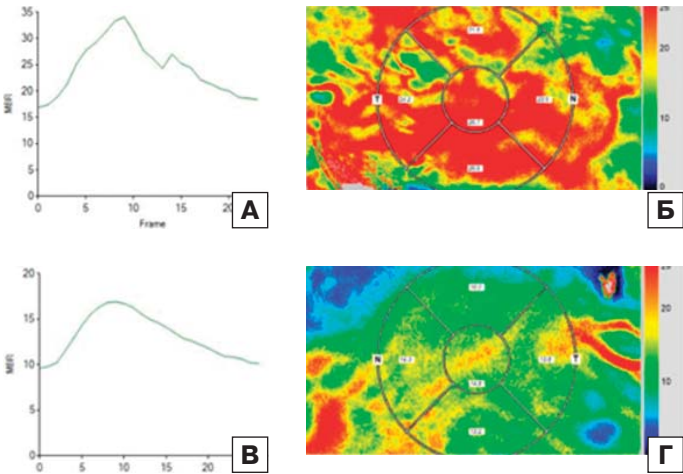


Рис. 3. Показатели глазного кровотока в области макулы по данным ЛСФГ. OD: кривая MBR (A) и картограмма (Б); OS: кривая MBR (B) и картограмма (Г)

Fig. 3. LSF macula ocular blood flow. OD: MBR curve (A) and cartogram (Б); OS: MBR curve (B) and cartogram (Г)

Таблица 2. Изменение показателей ретробульбарного кровотока пациента по данным УЗИ с оценкой кровотока
Table 2. Changes of patients retrobulbar blood flow according to ultrasound with blood flow assessment

OD			Показатели кровотока Blood flow indicators	OS			Норма Norma	
PSV, sm/s	EDV, sm/s	RI		PSV, sm/s	EDV, sm/s	RI	PSV, sm/s	RI
44,6	10,1	0,77	Глазная артерия Ophthalmic artery	44,6	9,3	0,79	30,0–45,0	0,70–0,80
4,1	0,0	1,0	Центральная артерия сетчатки Central retinal artery	5,7	0,0	1,0	10,5–13,5	0,65–0,75
3,2	—	—	Центральная вена сетчатки Central retinal vein	2,6	—	—	4,5–7,0	—
11,0	3,1	0,71	Задняя короткая цилиарная артерия латеральная Artery ciliares posteriores breves lateral	9,7	2,5	0,74	12,0–16,0	0,55–0,65
10,7	2,8	0,74	Задняя короткая цилиарная артерия медиальная Artery ciliares posteriores breves medial	10,5	2,4	0,72	12,0–16,0	0,55–0,65
13,1	—	—	Верхняя глазная вена Upper ocular vein	9,2	—	—	8,0–12,0	—

- Бобыкин Е.В., Морозова О.В., Береснева Н.С. Лечение заболеваний макулы: резюме ключевых рандомизированных клинических исследований. *Российский офтальмологический журнал*. 2021; 14 (4): 137–48. [Bobykin E.V., Morozova O.V., Beresneva N.S. Treatment of macular diseases: an overview of key randomized clinical trials. *Russian ophthalmological journal*. 2021; 14 (4): 137–48 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-4-137-148>
- Нероев В.В., Зайцева О.В., Киселева Т.Н., Рамазанова К.А., Курчаева З.В. Гемодинамика глаза у пациентов с осложненной формой пролиферативной диабетической ретинопатии. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2016; 3 (3): 96–9. [Neroev V.V., Zaitseva O.V., Kiseleva T.N., Ramazanova K.A., Kurchaeva Z.V. Ocular blood flow in patients with complicated proliferative diabetic retinopathy. *Tochka zrenija. Vostok — Zapad*. 2016; 3 (3): 96–9 (In Russ.)].
- Simó R, Simó-Servat O, Bogdanov P, Hernández C. Diabetic retinopathy: Role of neurodegeneration and therapeutic perspectives. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2022 Mar-Apr. 11 (2): 160–7. doi: 10.1097/APO.0000000000000510
- Аветисов С.Э., Егоров Е.А., Мошетова Л.К., Нероев В.В. Национальное руководство по офтальмологии. 2024: 144–50. [Avetisov S.E., Egorov E.A., Moshetova L.K., Neroev V.V. National Ophthalmology Guidelines. 2024: 144–50 (In Russ.)].
- Нероев В.В., Охочимская Т.Д., Фадеева В.А. ОКТ-ангиография в диагностике диабетической ретинопатии. *Точка зрения. Восток — Запад*. 2016; 1: 111–3. [Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. OCT angiography in diabetic retinopathy diagnosis. *Tochka zrenija. Vostok — Zapad*. 2016; 1: 111–3 (In Russ.)].
- Нероев В.В., Охочимская Т.Д., Фадеева В.А. Оценка микрососудистых изменений сетчатки при сахарном диабете методом ОКТ-ангиографии. *Российский офтальмологический журнал*. 2017; 10 (2): 40–5. [Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Fadeeva V.A. An account of retinal microvascular changes in diabetes acquired by OCT angiography. *Russian ophthalmological journal*. 2017; 10 (2): 40–5 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2017-10-2-40-45>
- Азнабаев Б.М., Габдрахманова А.Ф., Галлямова Г.Р. и др. Особенности гемодинамики глаза при диабетической ретинопатии. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2013; 4: 21–4. [Aznaabev B.M., Gabdrakhmanova A.F., Gallyamova G.R., et al. Features of eye hemodynamics in diabetic retinopathy. *Meditsinskij vestnik Bashkortostana*. 2013; 4: 21–4 (In Russ.)]. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-gemodinamiki-glaza-pri-diabeticheskoy-retinopatii>
- Нероев В.В., Зайцева О.В., Киселева Т.Н., Рамазанова К.А., Курчаева З.В. Особенности глазного кровотока у пациентов с осложненной пролиферативной диабетической ретинопатией. *Медицинская визуализация*. 2016; 1: 18–24. [Neroev V.V., Zaitseva O.V., Kiseleva T.N., Ramazanova K.A., Kurchaeva Z.V. Ocular blood flow in patients with complicated proliferative diabetic retinopathy. *Medical visualization*. 2016; 1: 18–24 (In Russ.)].
- Нероев В.В., Зайцева О.В., Охочимская Т.Д., Швецова Н.Е., Маркелова О.И. Определение возрастных изменений глазного кровотока методом лазерной спекл-флоутрографии. *Российский офтальмологический журнал*. 2023; 16 (2): 54–62. [Neroeva N.V., Zaitseva O.V., Okhotsimskaya T.D.,

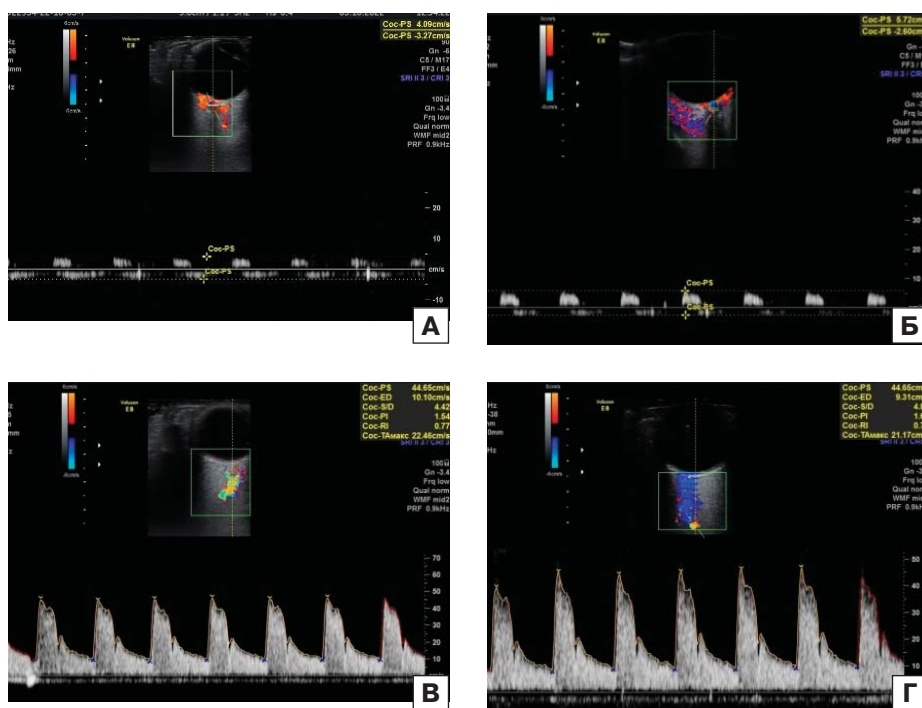


Рис. 4. УЗИ с оценкой кровотока в ретробульбарных сосудах. Спектр кровотока в центральной артерии сетчатки: А — правый глаз, Б — левый глаз — и в глазной артерии: В — правый глаз, Г — левый глаз

Fig. 4. Ultrasound assessment of blood flow in the retrobulbar vessels. Blood flow spectrum in central retinal artery: А — right eye, Б — left eye, and in opthalmic artery: В — right eye, Г — left eye

Shvetsova N.E., Markelova O.I. Age-related changes of ocular blood flow detecting by laser speckle flowgraphy. *Russian ophthalmological journal*. 2023; 16 (2): 54–62 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-2-54-62>

14. Нероев В.В., Охотимская Т.Д., Зайцева О.В. и др. Исследование возрастных изменений ретиальной гемодинамики методом лазерной спекл-флоуграфии. *Офтальмологические ведомости*. 2024; 17 (3): 37–46.

[Neroev V.V., Okhotsimskaya T.D., Zaytseva O.V., et al. Study of age-related retinal hemodynamic changes by laser speckle flowgraphy. *Ophthalmology reports*. 2024; 17 (3): 37–46 (In Russ.). doi: 10.17816/OV627230]

15. Sullu Y, Hamidova R, Beden U, et al. Effects of pars plana vitrectomy on retrobulbar haemodynamics in diabetic retinopathy. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2005; 33: 246–51. doi: 10.1111/j.1442-9071.2005.01013.x

Вклад авторов в работу: В.В. Нероев — руководство проектом; Н.В. Нероева — концепция и дизайн статьи, научное редактирование; Т.Д. Охотимская — написание статьи, статистическая обработка данных, научное редактирование; Н.Е. Тарасевич — проведение исследований, написание статьи, статистическая обработка данных; Т.Н. Киселева — научное редактирование.

Authors' contribution: V.V. Neroev — project administration; N.V. Neroeva — concept, design and editing of the article; T.D. Okhotsimskaya — data processing, writing and editing of the article; N.E. Tarasevich — patient's examination, data processing, writing of the article; T.N. Kiseleva — editing of the article.

Поступила: 21.01.2025. Переработана: 20.03.2025. Принята к печати: 21.03.2025
Originally received: 21.01.2025. Final revision: 20.03.2025. Accepted: 21.03.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

² ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, ул. Десятская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Владимир Владимирович Нероев — академик РАН, д-р мед. наук, профессор, директор¹, заведующий кафедрой глазных болезней факультета дополнительного профессионального образования², ORCID 0000-0002-8480-0894

Наталья Владимировна Нероева — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник, начальник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, ассистент кафедры НМО¹, ORCID 0000-0003-1038-2746

Татьяна Дмитриевна Охотимская — канд. мед. наук, врач-офтальмолог отделения по лечению патологии сетчатки и зрительного нерва¹, ORCID 0000-0003-1121-4314

Татьяна Николаевна Киселева — д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник, начальник отдела ультразвуковых исследований¹, ORCID 0000-0002-9185-6407

Наталья Евгеньевна Тарасевич — аспирант отдела патологии сетчатки и зрительного нерва¹, ORCID 0009-0004-3406-0033

Для контактов: Татьяна Дмитриевна Охотимская, tata123@inbox.ru

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² Russian University of Medicine, 20, Bldg. 1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia

Vladimir V. Neroev — Academician of RAS, Dr. of Med. Sci., professor, director¹, head of chair of eye diseases of the faculty of additional professional education², ORCID 0000-0002-8480-0894

Natalia V. Neroeva — Cand. of Med. Sci., head of the department of pathology of the retina and optic nerve, assistant professor, department of continuing medical education¹, ORCID 0000-0003-1038-2746

Tatiana D. Okhotsimskaya — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist at the department of pathology of the retina and optic nerve¹, ORCID 0000-0003-1121-4314

Tatiana N. Kiseleva — Dr. of Med. Sci., professor, head of the ultrasound department, principal researcher of the ultrasound department¹, ORCID 0000-0002-9185-6407

Natalia E. Tarasevich — PhD student of the department of pathology of the retina and optic nerve¹, ORCID 0009-0004-3406-0033

For contacts: Tatiana D. Okhotsimskaya, tata123@inbox.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-140-145>



Случай оссификации фильтрационной подушки при увеальной меланоме

С.В. Саакян^{1,2}, Н.С. Измайлова¹, С.Ю. Петров¹✉, В.Р. Алиханова¹, А.А. Жаров¹

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

² ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Представлен клинический случай несвоевременно распознанной и неадекватно леченной меланомы радужки, приведшей к развитию вторичной гипертензии и вторичной катаракты при отсутствии экстрабульбарного роста и наличии оссификации в зоне фильтрационной подушки спустя 6 мес после трабекулэктомии на фоне увеальной меланомы. Очаги оссификации не сопровождалась воспалительной реакцией и позволяли функционировать хирургически созданным путям оттока внутриглазной жидкости. Представленный случай подтверждает необходимость полноценного обследования пациентов и повышения уровня онконастороженности специалистов.

Ключевые слова: меланома радужки; вторичная глаукома; трабекулэктомия; оссификация; фильтрационная подушка

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Саакян С.В., Измайлова Н.С., Петров С.Ю., Алиханова В.Р., Жаров А.А. Случай оссификации фильтрационной подушки при увеальной меланоме. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 140-5. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-140-145>

Clinical case of bleb ossification in uveal melanoma

Svetlana V. Saakyan^{1,2}, Natalia S. Izmailova¹, Sergey Yu. Petrov¹✉, Valida R. Alikhanova¹, Andrey A. Zharov¹

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 20, Bldg. 1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia
glaucomatosis@gmail.com

We present a clinical case of untimely recognized and inadequately treated iris melanoma, which led to the development of secondary hypertension and secondary cataract in the absence of extrabulbar growth and the presence of bleb ossification during 6 months after trabeculectomy against the background of uveal melanoma. Ossification was not accompanied by an inflammatory reaction and allowed the surgically created a well function filtering bleb. The case confirms the need for a full examination of patients and for increasing the specialists level of oncological alertness.

Keywords: iris melanoma; secondary glaucoma; trabeculectomy; ossification; filtering bleb

Conflict of interest: there is no conflict of interest.

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

For citation: Saakyan S.V., Izmailova N.S., Petrov S.Yu., Alikhanova V.R., Zharov A.A. Clinical case of bleb ossification in uveal melanoma. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 140-5 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-140-145>

ЦЕЛЬ данного сообщения — представить уникальный клинический случай оссификации фильтрационной подушки при анулярной меланоме радужки через 6 мес после проведенной трабекулэктомии без экстрабульбарного роста.

Меланома сосудистой оболочки глаза — наиболее часто встречающаяся (85 %) первичная злокачественная внутриглазная опухоль нейроэктодермального происхождения, ее частота в мире 1:6–8 млн населения, чаще всего проявляется в возрасте 30–80 лет [1–4]. Утрата зрительных функций, плохой витальный прогноз при меланоме хориоидеи (МХ) определяют медицинскую и социальную значимость своевременно проводимой терапии [5–7].

В настоящее время, несмотря на трудности диагностики МХ, особенно при начальных формах и преэкваториальной локализации, разработана система органосохранных операций, позволяющих в большинстве случаев сохранить глаз и зрение. В то же время МХ остается единственным заболеванием, которое до настоящего времени считается неизлечимым. Меланома радужки отличается от МХ хорошим витальным прогнозом, что обусловлено не только более ранним выявлением морфологической структуры, но и другим молекулярно-генетическим профилем. Однако даже благоприятный витальный прогноз не является гарантией сохранения глаза. Как правило, это связано с поздней диагностикой, когда единственным и безальтернативным методом лечения является энуклеация. Показаниями для ликвидационного лечения являются большие размеры опухоли, вторичная гипертензия вследствие инфильтрации угла передней камеры (УПК) опухолью, непрозрачные среды и экстрабульбарный рост, который резко усугубляет не только витальный прогноз, но и приводит к ухудшению качества жизни больного в связи с невозможностью проведения полноценных реконструктивно-реабилитационных мероприятий и необходимостью расширенной энуклеации с иссечением большого объема тканей орбиты и частично — прилежащих мышц.

На сегодняшний день глаукома также является значимым социальным заболеванием [8, 9]. Число больных глаукомой в мире в настоящее время составляет около 65 млн [10]. По прогнозам, количество пациентов к 2040 г. может вырасти до 111,8 млн [11]. В Российской Федерации в 2022 г. было зарегистрировано 1 250 558 больных глаукомой. Доказанным условием предотвращения прогрессирования глаукомной оптической нейропатии является снижение внутриглазного

давления (ВГД). Согласно клиническим рекомендациям «Глаукома первичная открытоугольная» (утверждены Минздравом РФ 16.02.2021), лечение начинают с местной гипотензивной терапии, при ее недостаточной эффективности проводят лазерное лечение или прибегают к хирургии [12].

Современное хирургическое лечение заключается в формировании новых путей оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ) через субконъюнктивальное и субтеноновое пространство с формированием так называемой фильтрационной подушки (ФП) — полости между склерой и конъюнктивой, через которую происходит отток ВГЖ. Одна из ключевых проблем хирургии глаукомы — ранние процессы избыточного рубцевания в зоне ФП, снижающие продолжительность гипотензивного эффекта вмешательства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В декабре 2023 г. в ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России обратилась пациентка М., 66 лет, с жалобами на низкое зрение и изменение цвета радужки правого глаза.

Со слов пациентки, в 2022 г. она отметила нечеткость зрения правого глаза, по месту жительства была диагностирована глаукома, назначен гипотензивный режим без эффекта, в июле 2023 г. проведена модифицированная трабекулэктомия, гипотензивные препараты на момент обращения не закапывает. В ноябре 2023 г. планировалось проведение фактоэмюльсификации с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) на правом глазу, при дообследовании по месту жительства заподозрено новообразование радужки, и пациентка была направлена в НМИЦ ГБ им. Гельмгольца.

Офтальмологическое обследование включало визометрию, пневмотонометрию, периметрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, гониоскопию и ультразвуковую биомикроскопию (УЗБМ).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При первичном офтальмологическом осмотре данные визометрии: OD = 0,2 с/к сфр –0,75 цили –1,5 ах 75 = 0,8, OS = 0,5 с/к сфр 0,75 = 0,9–1,0. Данные пневмотонометрии: OD = 8,7 мм рт. ст., OS = 9,3 мм рт. ст. По данным кинетической периметрии на OD отмечено концентрическое сужение поля зрения до 20°, на OS поле зрения соответствует возрастной норме.

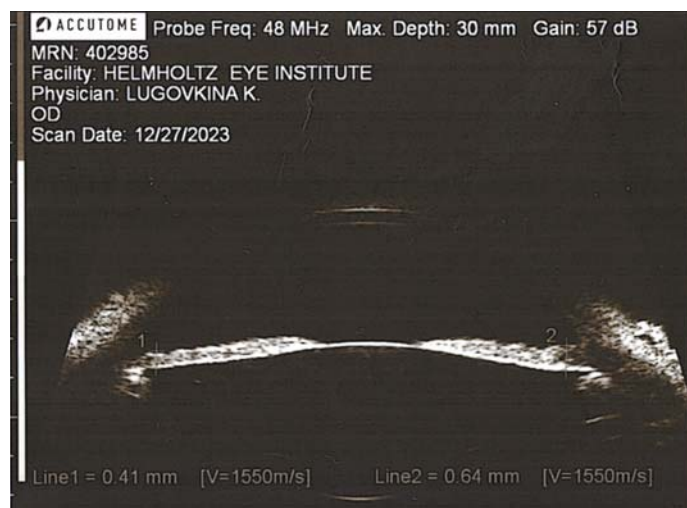


Рис. 1. Ультразвуковая биомикроскопия правого глаза
Fig. 1. Ultrasonic biomicroscopy OD

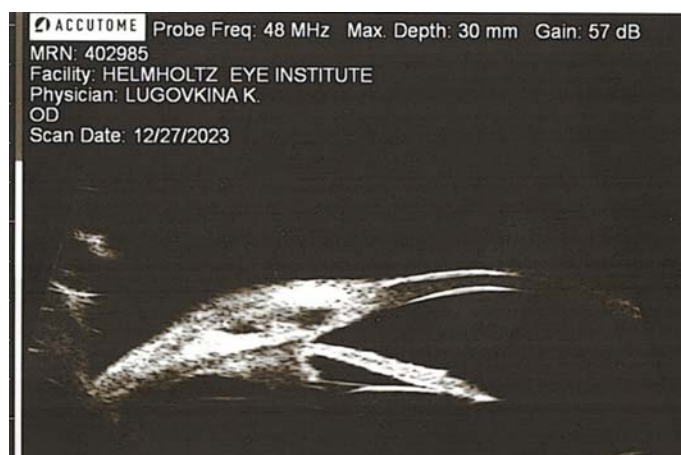


Рис. 2. Ультразвуковая биомикроскопия правого глаза в зоне угла передней камеры и фильтрационной подушки
Fig. 2. Ultrasonic biomicroscopy OD (the anterior chamber angle and the bleb)

Status oculorum OD — глаз спокоен, положение глаза правильное, движения глаза в полном объеме, конвергенция сохранена. Данные биомикроскопии: конъюнктива век и глазного яблока бледно-розовая, склера не изменена, в верхнем отделе над лимбом отмечены признаки рубцовых изменений конъюнктивы в области ФП, роговица гладкая, влажная, блестящая, сферическая, прозрачная. Передняя камера средней глубины, равномерная, влага прозрачная, зрачок подтянут к 7 ч, реакция на свет ослаблена. На радужке по меридианам с 3 до 9 ч определяется плоскостной рост неравномерно пигментированного новообразования с нечеткими неровными границами с множественными отсевами по всей поверхности радужки и выраженными сосудами в толще новообразования, с распространением в УПК. С 5 до 8 ч пигментное образование распространяется до зрачкового края. Хрусталик с начальными помутнениями. Стекловидное тело прозрачно. Данные офтальмоскопии: диск зрительного нерва бледный с сероватым оттенком, экскавация диска — 0,9, границы четкие, артерии сужены, вены умеренно полнокровны, в макулярной зоне и на периферии без очаговой патологии.

Status oculorum OS — при осмотре, биомикроскопии и офтальмоскопии патологических изменений не выявлено.

Гониоскопия OD: анулярный рост пигментированной ткани по УПК с 1 до 9 ч.

Данные УЗБМ OD: роговица в центре — 0,41 мм, передняя камера — 3,14 мм, толщина хрусталика — 4,07 мм. В верхнем квадранте — акустические признаки антиглаукомной операции. На 1–2, 3 и 9 ч в области вершины УПК — гипоехогенная ткань, зона перехода радужки в цилиарное тело расширена. На 4–5 и 7–8 ч — аналогичные изменения в области УПК, а также утолщение отростчатой части цилиарного тела до 0,87 мм. С 1 до 8 ч радужка неравномерно утолщена. На всем протяжении передний профиль радужки характеризуется множественными проминирующими до 0,3 мм фокусами (рис. 1, 2).

Диагноз OD: «новообразование радужки с анулярным ростом по УПК, T1cN0M0, с множественными опухолевыми отсевами, первичная открытоугольная оперированная ПА глаукома, начальная катаракта».

В январе 2024 г. произведена энуклеация OD с пластикой культи и радиокоагуляцией тканей орбиты и эндопротезированием («Экофлон» 19 мм) (рис. 3). Операция и послеоперационный период прошли без осложнений, пациентка выписана для наблюдения офтальмологом по месту жительства.

Данные гистологического исследования. При патоморфологическом исследовании новообразование радужки имеет строение смешанноклеточной меланомы G2 с диффузным (анулярным) характером роста, представленной преимущественно эпителиоидными клетками (70 % от объема опухоли) с примесью веретеновидных клеток типа В (30 % от объема опухоли), с умеренно выраженным пигментобразованием. Опухоль расположена

в зоне радужки, преимущественно в области иридокорнеального угла с инвазией в складчатую часть цилиарного тела и многочисленными сливающимися отсевами на поверхности и переднего пограничного листка радужки (рис. 4, А).

По меридиану на 12 ч условного циферблата выявлена полость склеральной фистулы, содержащей немногочис-

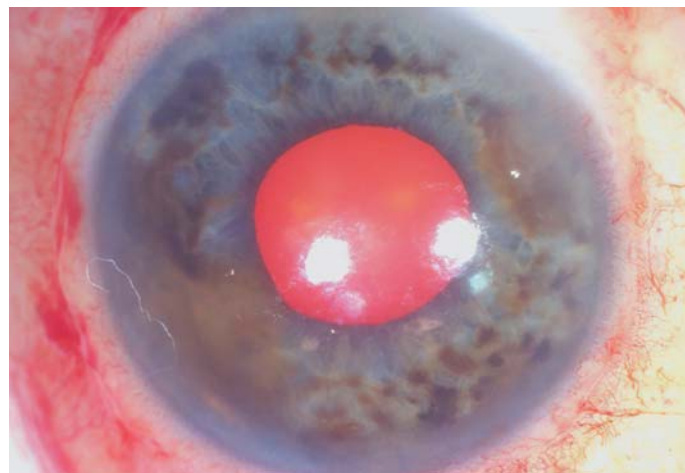


Рис. 3. Биомикроскопия энуклеированного правого глаза
Fig. 3. Biomicroscopy of the enucleated right eye

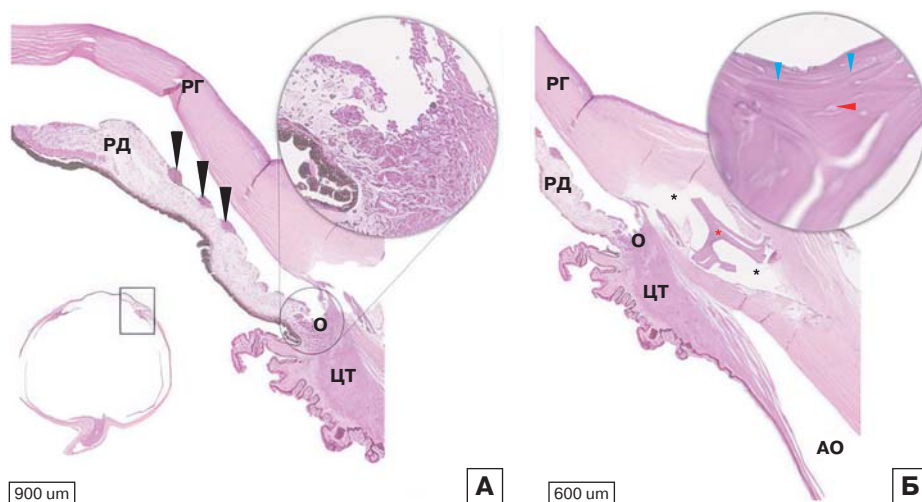


Рис. 4. Гистологический препарат энуклеированного глазного яблока (окраска — гематоксиллин и эозин). А — смешанноклеточная меланома радужки, занимающая угол передней камеры с инфильтрацией трабекулярной сети и инвазией в строму передних отделов цилиарного тела и цилиарную мышцу (▼ (черная) — отсевы опухоли на поверхности переднего пограничного листка радужки). Б — зона склеральной фистулы и ФП с формированием фокуса гетеротопической оссификации, представленного балками зрелой ламеллярной костной ткани без признаков гемопоэза (* (черная) — полость склеральной фистулы; * (красная) — зона гетеротопической оссификации; ▼ (черная) — ламеллы костной ткани, ▼ (красная) — лакуна костной ткани). РГ — роговица; РД — радужка; О — опухоль радужки, инфильтрирующая ячейки трабекулярной сети; ЦТ — цилиарное тело; АО — искусственная отслойка цилиарного тела и хориоидеи

Fig. 4. Histological specimen of an enucleated eyeball (stained with hematoxylin and eosin). А — mixed cell melanoma of the iris, occupying the anterior chamber angle with infiltration of the trabecular meshwork and invasion into the stroma of the anterior parts of the ciliary body and the ciliary muscle (▼ (black) — tumor screenings on the surface of the anterior border leaf of the iris). Б — zone of scleral fistula and bleb with the formation of a focus of heterotopic ossification, represented by beams of mature lamellar bone tissue without signs of hematopoiesis (* (black) — scleral fistula cavity; * (red) — zone of heterotopic ossification; ▼ (black) — lamellae of bone tissue, ▼ (red) — lacuna of bone tissue). РГ — cornea; РД — iris; О — iris tumor infiltrating the cells of the trabecular meshwork; ЦТ — ciliary body; АО — artificial detachment of the ciliary body and choroid

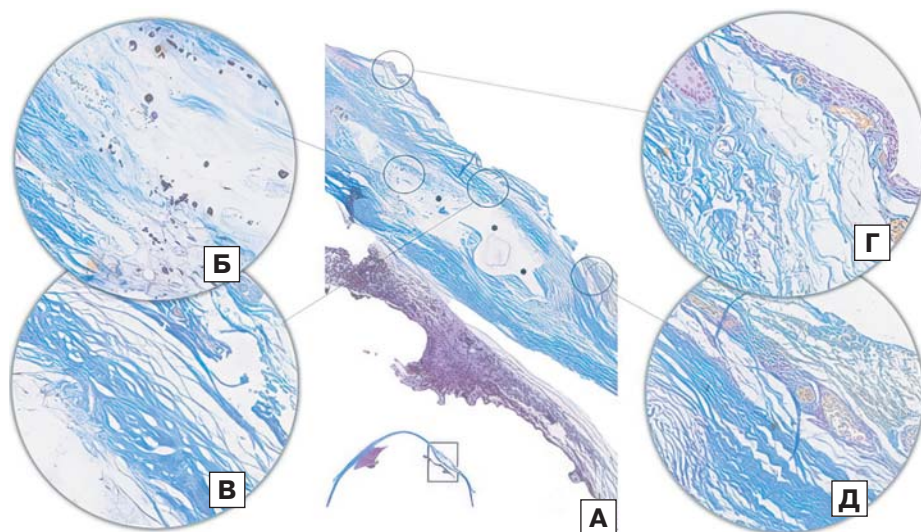


Рис. 5. Гистологический препарат энуклеированного глазного яблока (окраска по Массону): А — зона склеральной фистулы и ФП — обзорный снимок; Б — в полости ФП эритроциты, меланофаги и диссоциированные клетки опухоли; В — разрастания плотной и рыхлой неоформленной соединительной ткани в зоне ФП; Г — выраженный отек субконъюнктивальной стромы; Д — в зоне ФП неравномерно выраженная, преимущественно периваскулярная лимфогистиоцитарная инфильтрация

Fig. 5. Histological specimen of an enucleated eyeball (stained according to Masson): A — area of scleral fistula and bleb — overview image; Б — in the bleb — red blood cells, melanophages and dissociated tumor cells; В — proliferation of dense and loose unformed connective tissue in the bleb; Г — subconjunctival stroma swelling; Д — unevenly expressed, predominantly perivascular lymphohistiocytic infiltration in the bleb

ленные нативные эритроциты, а также мелкие комплексы клеток опухоли и меланофаги (рис. 5, Б). Стенки фистулы и ткани в области ФП представлены плотной и рыхлой неоформленной фиброзной тканью с образованием неправильной формы балок зрелой ламеллярной костной ткани, образованной костным матриксом, содержащим лакуны. Костные балки окружены фиброзной тканью, выполняющей немногочисленные межбалочные пространства без признаков гемопоэза (рис. 4, Б). В фиброзной ткани, в области ФП, отмечена неравномерно выраженная, преимущественно периваскулярная лимфогистиоцитарная инфильтрация, отек субконъюнктивальной стромы (рис. 5).

ОБСУЖДЕНИЕ

Меланома радужки отличается от МХ хорошим витальным прогнозом, что обусловлено не только более ранним выявлением, морфологической структурой, но и другим молекулярно-генетическим профилем. Несмотря на это, при беспиgmentном плоскостном и диффузном росте ее своевременная диагностика представляет определенные трудности, что приводит к развитию анулярного блока, к блоку УПК и развитию вторичной гипертензии и вторичной катаракты. Наш клинический случай подтверждает такое развитие заболевания, и именно поэтому назначенный гипотензивный режим не дал эффекта, и в июле 2023 г. потребовалось проведение модифицированной трабекулэктомии с формированием состоятельной ФП, которая, несмотря на развитие рубцовых изменений, позволила стабилизировать ВГД. Только более тщательный осмотр больной позволил врачам первичного звена заподозрить наличие опухоли и направить пациентку в федеральный центр. Уникальным в данном случае оказывается не только наличие работающей оссифицированной подушки, но и отсутствие экстрабульбарного роста при наличии смешанноклеточной меланомы.

Особый интерес также представляет формирование оссифицированной подушки. Под метаплазией (metaplasia; греч. *metaplasso* — преобразовывать, превращать) понимают стойкое превращение одного типа ткани в другой, отличающийся от исходного морфологически и функционально. Метаплазия является приспособительным процессом, позволяющим выживать в изменившихся условиях существования благодаря структурной перестройке. Костная метаплазия кожи представляет собой процесс превращения соединительной ткани дермы в костную в результате хронического дистрофического процесса или продуктивного воспаления в рубцах и при склеродермии. Оссификации могут подвергаться участки некроза подкожного жирового слоя, очаги кровоизлияний, инородные тела и деструктивные участки, обусловленные ишемическими явлениями, иногда в области отложения солей извести. Патогистологически в тканях кожи определяются округлой формы очаги, имеющие строение кости с типичными для нее костными канальцами, остеocyтами, ретикулярной соединительной тканью и кровеносными сосудами, заполненными эритроцитами.

Если участки костной метаплазии развились на фоне хронического воспаления, то они окружены воспалительными инфильтратами и рубцовой соединительной тканью.

Внутриглазная костная метаплазия — относительно редкая в настоящее время гистологическая находка, описываемая в виде клинических случаев, связанная с доброкачественной клеточной трансформацией. Для ее развития необходим длительный хронический воспалительный процесс. В 1969 г. Е. Finkelstein и М. Boniuk [13] на основании гистологического исследования 2486 энуклеированных глаз описали 119 случаев внутриглазной оссификации после травмы (61), врожденной деформации (12), на фоне кератитов/иритов (9), отслойки сетчатки (6) и после хирургических вмешательств (5). Сроки энуклеации после травмы составили от 2 нед до 78 лет, что свидетельствует о возможности оссификации в относительно короткие сроки. В 1989 г. О. Schnaudigel [14] описал 30 случаев внутриглазной оссификации из 423 энуклеированных глаз после травмы (60 %) и хронического увеита (25 %). Оссификация была отмечена в сроки 4–44 года после начала заболевания. Несмотря на данные о ранних сроках оссификации, клинические случаи последних лет свидетельствуют о развитии костной метаплазии в сроки от 10 лет [15–17].

В 2004 г. D. Miller и соавт. [18] описали случай интраретинальной костной метаплазии и кальцификации при экссудативном ретините (болезнь Коатса). По данным иммуногистохимического исследования ретинальной оссификации S. Toуган и соавт. [19] определили ключевую роль фактора дифференциации роста (GDF-5), костного морфогенетического белка (BMP-7) и трансформирующего фактора роста $\beta 1$ (TGF- $\beta 1$), связав ретинальную оссификацию с гиперплазией ретинального пигментного эпителия (РПЭ). Считается, что клетки РПЭ под воздействием провоспалительных цитокинов могут трансформироваться в такие ме-

зенихимальные клетки, как фибробласты и остеокласты [20]. Предпосылкой для клеточной гиперплазии с дальнейшей оссификацией считаются условия для миграции клеток (разрыв сетчатки, травма, операция) [21, 22]. В 2019 г. описан случай макулярной оссификации на фоне возрастной дегенерации [23], 3 случая хориоидальной оссификации без сопутствующей офтальмопатологии [24], хориоидальная оссификация на фоне аномалии диска зрительного нерва по типу «утренней славы» [25]. В 2022 г. описан случай интраокулярной оссификации паразитарной капсулы у ребенка [26]. В 2023 г. R. Bonatti и соавт. [27] описали случай множественных очагов оссификации УПК у пациента с развитой стадией глаукомы, которые были удалены при трабекулэктомии.

В описанном нами случае очаги зрелой ламеллярной костной ткани с лакунарным костным матриксом обнаружены в полости нормально функционирующей ФП, о чем свидетельствует низкий уровень офтальмотонуса и наличие рыхлой и плотной фиброзной ткани в стенках подушки. Можно предположить, что оссификация произошла в течение 6 мес после трабекулэктомии, травмирующее действие которой, вероятно, могло послужить стимулирующим фактором для остеогенеза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами представлен уникальный случай несвоевременно распознанной и неадекватно леченной меланомы радужки, приведшей к развитию вторичной гипертензии и вторичной катаракты при отсутствии экстрабульбарного роста и оссификации в зоне ФП спустя 6 мес после трабекулэктомии на фоне увеальной меланомы. Очаги оссификации не сопровождалась воспалительной реакцией и позволяли функционировать хирургически созданным путем оттока ВГЖ. Представленный случай еще раз подтверждает необходимость полноценного обследования наших пациентов и повышения уровня онконастороженности специалистов.

Литература/References

- Balch CM, Soong SJ, Gershenwald JE, et al. Prognostic factors analysis of 17,600 melanoma patients: validation of the American Joint Committee on Cancer melanoma staging system. *J Clin Oncol*. 2001; 19 (16): 3622–34. doi:10.1200/JCO.2001.19.16.3622
- Chao C, Martin RC, 2nd, Ross MI, et al. Correlation between prognostic factors and increasing age in melanoma. *Ann Surg Oncol*. 2004; 11 (3): 259–64. doi:10.1245/aso.2004.04.015
- Саакян С.В., Амирян А.Г., Цыганков А.Ю. Особенности клинического течения и витальный прогноз при увеальной меланоме у пациентов молодого возраста. *Вестник офтальмологии*. 2013; 129 (6): 4–9. [Saakyan S.V., Amiryany A.G., Tsygankov A.Yu. Clinical course and vital prognosis for uveal melanoma in young patients. *Vestnik oftal'mologii*. 2013; 129 (6): 4–9 (In Russ.)].
- Kincaid MC. Uveal melanoma. *Cancer Control*. 1998; 5 (4): 299–309. doi:10.1177/107327489800500401
- Dockery PW, DeSimone JD, Liu CK, et al. Effectiveness of treatment for iris melanoma: surgical versus radiotherapeutic approaches. *Can J Ophthalmol*. 2023. doi:10.1016/j.jcjo.2023.10.021
- Melendez-Moreno A, Yesiltas YS, Wrenn J, Singh AD. Iris melanoma: Prognostication for metastasis. *Surv Ophthalmol*. 2023; 68 (5): 957–63. doi:10.1016/j.survophthal.2023.05.006
- Shields CL, Kaliki S, Furuta M, Mashayekhi A, Shields JA. Clinical spectrum and prognosis of uveal melanoma based on age at presentation in 8,033 cases. *Retina*. 2012; 32 (7): 1363–72. doi:10.1097/IAE.0b013e31824d09a8
- Tham YC, Li X, Wong TY, et al. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*. 2014; 121 (11): 2081–90. doi:10.1016/j.ophtha.2014.05.013
- Нероев В.В., Киселева О.А., Бессмертный А.М. Основные результаты мультицентрового исследования эпидемиологических особенностей первичной открытоугольной глаукомы в Российской Федерации. *Российский офтальмологический журнал*. 2013; 6 (3): 4–7. [Neroev V.V., Kiseleva O.A., Bessmertny A.M. Main results of a multicenter study of the epidemiological features of primary open-angle glaucoma in the Russian Federation. *Russian ophthalmological journal*. 2013; 6 (3): 4–7 (In Russ.)].
- Quigley HA, Broman AT. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol*. 2006; 90 (3): 262–7. doi:10.1136/bjo.2005.081224
- Sotimehin AE, Ramulu PY. Measuring Disability in Glaucoma. *J Glaucoma*. 2018; 27 (11): 939–49. doi:10.1097/IJG.0000000000001068
- Клинические рекомендации «Глаукома первичная открытоугольная» 2020 (16.02.2021), утверждены Минздравом РФ. [Clinical Guidelines “Primary open angle glaucoma”. 2020 (16.02.2021), Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation (In Russ.)].
- Finkelstein EM, Boniuk M. Intraocular ossification and hematopoiesis. *Am J Ophthalmol*. 1969; 68 (4): 683–90. doi: 10.1016/0002-9394(69)91253-7
- Schnaudigel O.E. [Intraocular ossification]. *Klin Monbl Augenheilkd*. 1989; 195 (4): 232–4 (In German). doi:10.1055/s-2008-1046446
- Ekinci Koktekir B, Karabagli P, Gonul S, Bozkurt B, Gedik S. Extensive bone formation in a painful blind eye. *J Craniofac Surg*. 2014; 25 (6): e562–3. doi:10.1097/SCS.0000000000001109
- Lawson BM, Reddy SG, Jody NM. Extensive intraocular osseous metaplasia with bone marrow formation. *JAMA Ophthalmol*. 2018; 136 (8): e182377. doi:10.1001/jamaophthalmol.2018.2377
- Wang Y, Cui W, Liu R, Tian Y, Ni W, Zhou C. Silicone oil-associated extensive intraocular ossification: A case report. *Eur J Ophthalmol*. 2021; 31(5): NP53–NP56. doi:10.1177/1120672120925785
- Miller DM, Benz MS, Murray TG, Dubovy SR. Intraretinal calcification and osseous metaplasia in coats disease. *Arch Ophthalmol*. 2004; 122 (11): 1710–2. doi: 10.1001/archophth.122.11.1710
- Toyras S, Lin AY, Edward DP. Expression of growth differentiation factor-5 and bone morphogenic protein-7 in intraocular osseous metaplasia. *Br J Ophthalmol*. 2005; 89 (7): 885–90. doi:10.1136/bjo.2004.056374
- Jakobiec FA, Thanos A, Stagner AM, Grossniklaus HE, Proia AD. So-called massive retinal gliosis: A critical review and reappraisal. *Surv Ophthalmol*. 2016; 61 (3): 339–56. doi:10.1016/j.survophthal.2015.12.002
- Loewenstein JI, Hogan RN, Jakobiec FA. Osseous metaplasia in a preretinal membrane. *Arch Ophthalmol*. 1997; 115 (1): 117–9. doi:10.1001/archophth.1997.01100150119023
- Shah V, Vemuganti GK, Jalali S, Das T. Osseous metaplasia in an epiretinal membrane in eales disease. *Retina*. 2002; 22 (5): 641–3. doi: 10.1097/00006982-200210000-00018
- Quhill H, Stewart S, Rennie IG. In vivo diagnosis of intraocular osseous metaplasia in neovascular age-related macular degeneration. *Indian J Ophthalmol*. 2019; 67 (2): 300–2. doi: 10.4103/ijo.IJO_1076_18
- Ma F, Li T, Kozak I, Shang Q, Ma J. Novel observations in choroidal osteoma by multispectral imaging: a pilot case series. *Int Ophthalmol*. 2020; 40 (12): 3413–30. doi:10.1007/s10792-020-01528-9
- Wang S, Wang X, Wang Y, Bi H. Case report: Multimodal imaging in a rare case of morning glory disc anomaly complicated with choroidal ossification. *Front Med (Lausanne)*. 2022; 9 (826860). doi:10.3389/fmed.2022.826860
- Krasny J, Sach J. Forms of ocular larval toxocariasis in childhood. A review. *Cesk Slov Oftalmol*. 2022; 2: 1001–9. doi:10.31348/2022/28
- Bonatti R, He B, Pasternak S, Eadie BD. A unique case of glaucoma associated with heterotopic bone formation in the anterior chamber angle. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2023; 32 (101959). doi:10.1016/j.ajoc.2023.101959

Вклад авторов в работу: С.В. Саакян, Н.С. Измайлова, С.Ю. Петров, А.А. Жаров — концепция и дизайн исследования, обработка и интерпретация данных, написание статьи; В.Р. Алиханова — выполнение хирургической операции.

Authors' contribution: S.V. Saakyan, N.S. Izmailova, S.Yu. Petrov, A.A. Zharov — concept and design of the study, data collection, processing and interpretation, writing of the article; V.R. Alikhanova — the surgery performance.

Поступила: 31.05.2024. Переработана: 02.06.2024. Принята к печати: 05.06.2024

Originally received: 31.05.2024. Final revision: 02.06.2024. Accepted: 05.06.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

² ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Светлана Владимировна Саакян — чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, профессор, начальник отдела офтальмоонкологии и радиологии¹, заведующая учебной частью кафедры глазных болезней ФДПО², ORCID 0000-0001-8591-428X

Наталья Сергеевна Измайлова — начальник отдела патологической анатомии и гистологии, ведущий научный сотрудник, врач-патологоанатом¹, ORCID 0000-0002-4713-5661

Сергей Юрьевич Петров — д-р мед. наук, начальник отдела глаукомы¹, ORCID 0000-0001-6922-0464

Валида Рамисовна Алиханова — канд. мед. наук, врач-офтальмолог¹, ORCID 0000-0001-7558-8484

Андрей Александрович Жаров — научный сотрудник отдела патологической анатомии и гистологии, врач-патологоанатом¹, ORCID 0000-0003-1103-6570

Для контактов: Сергей Юрьевич Петров,
glaucomatosis@gmail.com

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² A.I. Evdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, 20, Bldg. 1, Delegatskaya St., Moscow, 127473, Russia

Svetlana V. Saakyan — corresponding member of RAS, Dr. of Med. Sci., professor, head of ocular oncology and radiology department¹, deputy director of education, chair of ophthalmology², ORCID 0000-0001-8591-428X

Natalia S. Izmailova — head of the department of pathological anatomy and histology, leading researcher, pathologist¹, ORCID 0000-0002-4713-5661

Sergey Yu. Petrov — Dr. of Med. Sci., head of glaucoma department¹, ORCID 0000-0001-6922-0464

Valida R. Alikhanova — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist, ocular oncology and radiology department¹, ORCID 0000-0001-7558-8484

Andrey A. Zharov — researcher at the department of pathological anatomy and histology, pathologist¹, ORCID 0000-0003-1103-6570

For contacts: Sergey Yu. Petrov,
glaucomatosis@gmail.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-146-152>



Проведение витрэктомии при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки с позиции одномоментной или отсроченной факоэмульсификации катаракты. Систематический обзор

А.С. Головин¹, С.А. Сай², А.В. Малышев², И.Г. Овечкин³✉

¹ ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница», пр-т Луначарского, д. 45, корп. 2, Санкт-Петербург, 194291, Россия

² ГБУЗ «НИИ краевой клинической больницы № 1 им. проф. С.В. Очаповского» минздрава Краснодарского края, ул. 1 Мая, д. 167, Краснодар, Краснодарский край, 350086, Россия

³ Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Волоколамское ш., д. 91, Москва, 125310, Россия

Обзор посвящен проблеме хирургического лечения (на основе витрэктомии, ВЭ) регматогенной отслойки сетчатки (РОС) с позиции проведения/непроведения одномоментной факоэмульсификации катаракты. Анализ литературы выполнялся с использованием баз данных RSCI и PubMed. Полученные результаты свидетельствуют о примерно сходных (88,7–100,0%) уровнях вероятности достижения анатомически полного прилегания сетчатки при факовитрэктомии (ФВЭ) и при обособленной ВЭ. Наряду с этим, отмечается тенденция к некоторой миопизации глаза после ФВЭ по сравнению с ВЭ, которая может быть связана с многофакторностью (формулы расчета, тип ИОЛ) влияния ФВЭ на послеоперационную рефракцию. Кроме того, данные литературы указывают на сходный характер и частоту осложнений при указанных хирургических подходах к лечению РОС. К настоящему моменту нет четких рекомендаций, следует ли выполнять в первую очередь ВЭ без операции на хрусталике или комбинированная ФВЭ может быть лучшей стратегией. В перспективном плане следует отметить разработку альтернативных критериев безопасности и эффективности оперативного вмешательства, связанных с экспертной оценкой состояния глазного дна и определением показаний к проведению ФВЭ (стадии пролиферативной витреоретинопатии, длительности заболевания, локализации ретинальных разрывов и пролиферативного процесса), а также с исследованием динамики качества жизни пациента.

Ключевые слова: регматогенная отслойка сетчатки; витрэктомия; факовитрэктомия; комбинированная витреоретинальная хирургия

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Головин А.С., Сай С.А., Малышев А.В., Овечкин И.Г. Проведение витрэктомии при хирургическом лечении регматогенной отслойки сетчатки с позиции одномоментной или отсроченной факоэмульсификации катаракты. Систематический обзор. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 146-52. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-146-152>

Vitrectomy in the surgical treatment of rhegmatogenic retinal detachment from the position of immediate or delayed cataract phacoemulsification. Systematic review

Aleksandr S. Golovin¹, Sergey A. Sai², Aleksey V. Malyshev², Igor G. Ovechkin³✉

¹ Leningrad Regional Clinical Hospital, 45, Bldg. 2, Lunacharsky Ave., St. Petersburg, 194291, Russia

² Prof. S.V. Ochapovsky Research Institute of Regional Clinical Hospital No. 1, 167, May 1st St., Krasnodar, 350086, Russia

³ Academy of Postgraduate Education, 91, Volokolamskoe Hgwy, Moscow, 125310, Russia
doctoro@mail.ru

The review is devoted to the problem of surgical treatment (based on vitrectomy, VE) of rhegmatogenous retinal detachment (RRD) from the position of performing/not performing one-stage cataract phacoemulsification. The literature analysis was performed using the RSCI and PubMed databases. The obtained results indicate approximately similar (88.7–100.0%) levels of probability of achieving anatomically complete retinal reattachment during phacovitrectomy (FVE) and during isolated vitrectomy (VE). Along with this, a tendency towards some myopization of the eye after FVE is noted compared to VE, which may be associated with the multifactorial nature (calculation formulas, IOL type) of the effect of FVE on postoperative refraction. In addition, the literature data show a similar nature and frequency of complications in the above surgical approaches to the treatment of RRD. At present, there are no clear recommendations whether VE without lens surgery should be performed first or whether combined FVE may be a better strategy. In the long term, it is necessary to note the development of alternative criteria for the safety and effectiveness of surgical intervention related to expert assessment of the fundus condition and determination of indications for FVE (stage of proliferative vitreoretinopathy, duration of the disease, localization of retinal breaks and proliferative process), as well as a study of the dynamics of the patient's "quality of life".

Keywords: rhegmatogenous retinal detachment; vitrectomy; phacovitrectomy; combined vitreoretinal surgery

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Golovin A.S., Sai S.A., Malyshev A.V., Ovechkin I.G. Vitrectomy in the surgical treatment of rhegmatogenic retinal detachment from the position of immediate or delayed cataract phacoemulsification. Systematic review. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 146–52 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-146-152>

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) представляет собой угрожающее зрению заболевание, развивающееся после разрывов сетчатки, вызванных травмой или связанных со структурными аномалиями сетчатки, патологической близорукостью, осложненной операцией по удалению катаракты или задней отслойкой стекловидного тела (ЗОСТ). РОС чаще встречается у взрослых пациентов с близорукостью и/или псевдофакией, в то же время разрывы сетчатки могут также возникать и у более молодых пациентов, особенно после травмы или в связи с наследственными аномалиями коллагена [1–4]. Ежегодная заболеваемость РОС (на 100 тыс. населения), по данным литературы, достаточно вариабельна и составляет 2,6 во Франции [5], от 9,5 до 12,1 — в Великобритании [6], 13,7 — в Дании [7] и Польше [8], 18,2 — в Нидерландах [9], при этом важно подчеркнуть, что более 80% пациентов являются лицами трудоспособного возраста [10].

Следует отметить, что до недавнего времени ведущим методом хирургического лечения РОС являлось экстрасклеральное пломбирование (ЭСП, круговое, меридиональное, радиальное и комбинированное), которое представляет собой экстраокулярную операцию, обеспечивающую существенное снижение вероятности возникновения осложнений (помутнение хрусталика, пролиферативная витреоретинопатия, ПВР) по сравнению с витреальной хирургией. Неоспоримым преимуществом ЭСП также является относительно невысо-

кая стоимость необходимого инструментария и расходных материалов для ее выполнения, что с учетом новых подходов к проведению ЭСП, основанных на персонализированном расчете длины круговой склеральной пломбы, обеспечивает достаточно широкое применение данного метода в практике офтальмохирургов, особенно при лечении неосложненной РОС у молодых (до 40 лет) пациентов, при РОС без ЗОСТ, на факичных глазах, при единичных или круговых разрывах на крайней периферии за линией экватора [11–14]. В то же время проведение ЭСП является фактором риска развития ряда осложнений, связанных с передней и задней ишемией глазного яблока вследствие сдавления (образование пролежней, эрозии склеры, протрузии, инфицирование и смещение пломбы, дистрофические изменения сетчатки, диплопия и косоглазие, изменения рефракции). Кроме того, сдавление глаза может вызывать болевой синдром и удлиняет период послеоперационной реабилитации [15–18]. В этой связи необходимо подчеркнуть, что методика лечения РОС в настоящее время, как правило, основывается на проведении витрэктомии (ВЭ) (ВЭ с использованием инструментов калибра 23/25/27G), что связано с достоинствами хирургического вмешательства (малотравматичность, полный визуальный контроль), обеспечивающего в большинстве случаев практически 100%-ное прилегание сетчатки на операционном столе. При этом стекловидное тело фрагментируется и

аспирируется, что устраняет тракцию сетчатки и уплощает отслоившуюся сетчатку с последующей тампонадой воздухом, газом или силиконовым маслом [11, 19–21].

Несмотря на анатомическое восстановление сетчатки, частым побочным эффектом ВЭ, выполненной на факичном глазу, является прогрессирующее развитие катаракты и, следовательно, достаточно быстрая необходимость хирургического вмешательства по поводу катаракты, что технически сложнее, поскольку отсутствует поддержка стекловидного тела. Комбинация факоемульсификации (ФЭК) с ВЭ обеспечивает определенные преимущества, в том числе лучшую визуализацию во время операций на сетчатке и более широкий доступ к основанию стекловидного тела. Однако комбинированная процедура имеет и определенные недостатки, такие как более длительное время операции с возможными дополнительными осложнениями (например, отеком роговицы), повышенный риск послеоперационных аномалий рефракции, а также послеоперационная анизометропия. Кроме того, удаление естественного хрусталика связано с полной потерей остаточной функции аккомодации [22–26].

ЦЕЛЮ настоящего систематического обзора явился анализ литературных данных по проблеме хирургического лечения РОС (на основе ВЭ) с позиции проведения/непроведения одномоментной ФЭК. Систематический обзор выполнен с использованием баз данных RSCI и PubMed, при этом ключевыми словами поиска являлись: «витрэктомия», «хрусталикосохраняющая витрэктомия», «витрэктомия с хирургией катаракты», «факовитрэктомия», «витрэктомия с факоемульсификацией», «комбинированная витреоретинальная хирургия», «регматогенная отслойка сетчатки» и «отслойка сетчатки». В рамках подготовки обзора проанализированы статьи, посвященные следующим аспектам: частота анатомически полного прилегания сетчатки, послеоперационная рефракция, а также частота интра- и/или послеоперационных осложнений.

Сравнительный анализ достижения после операции анатомически полного прилегания сетчатки. Результаты сравнительного анализа литературных данных, оценивающих достижение после операции анатомически полного прилегания сетчатки при проведении только ВЭ и при сочетании ФЭК и ВЭ (факовитрэктомия, ФВЭ), представлены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ анатомически полного прилегания сетчатки после проведения витрэктомии (ВЭ) и факовитрэктомии (ФВЭ) по поводу регматогенной отслойки сетчатки

Table 1. Comparative analysis of anatomically complete retinal reattachment after vitrectomy (VE) and phacovitrectomy (FVE) for rhegmatogenous retinal detachment

Источник литературы Reference	Число глаз Number of eyes		Достижение анатомически полного прилегания сетчатки, в % от общего числа глаз Achieving anatomically complete retinal attachment, in % of the total number of eyes		Уровень значимости различий Significance of differences p
	ФВЭ FVE	ВЭ VE	ФВЭ FVE	ВЭ VE	
S. Loukovaara, J. Haukka [22]	126	156	80,1	90,5	Нет данных No data
J. Guber и соавт. [24]	516	501	89,3	90,4	> 0,05
Y. Helmu и соавт. [27]	20	20	100	99,5	> 0,05
A. Tan и соавт. [28]	127	139	84,3	89,2	> 0,05
P. Mora и соавт. [4]	30	29	96,7	89,7	> 0,05
M. Kim и соавт. [25]	82	111	91,5	92,8	> 0,05
V. Radeck и соавт. [29]	2163	451	93	88,7	0,002

Представленные в таблице 1 данные свидетельствуют о примерно сходных уровнях вероятности достижения анатомически полного прилегания сетчатки при ФВЭ и при ВЭ. При этом в дополнение к данным таблицы следует отметить важность опыта офтальмохирурга. В частности, в работе [25] ФВЭ была выполнена на 60 (58,8%) глазах опытными хирургами и на 51 (56,0%) глазу — молодыми хирургами, а ВЭ соответственно на 42 (41,2%) глазах опытными и на 40 (44,0%) глазах — молодыми хирургами. В группе ВЭ эффективность восстановления сетчатки существенно не различалась (91,7% для опытных хирургов и 94,1% для молодых специалистов). В группе ФВЭ показатель анатомического успеха был выше, когда операцию выполняли старшие хирурги (97,6% против 85,0%), хотя авторы отметили выявленную разницу как «незначительную».

Наряду с этим, особый интерес представляют данные работы [29] вследствие большого числа наблюдений (ФВЭ, n = 2163; ВЭ, n = 451). 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 конечном итоге была очень «небольшой» и, возможно, была связана с отсутствием рандомизации обеих групп по возрасту, размеру РОС и срокам проведения хирургического вмешательства.

В заключение данного раздела следует отметить, что выбор ВЭ для лечения РОС определяет необходимость стойкого и постоянного миопии, а также максимальной визуализации структур глаза (роговицы, хрусталика, стекловидного тела). Любая постоянная или временная непрозрачность данных структур существенно снижает эффективность применяемых хирургических манипуляций. В частности, помутнения могут скрывать небольшие разрывы сетчатки, существенно затруднять освобождение стекловидного тела от тракции на периферии сетчатки и собственно эндолазерное лечение. Несмотря на то, что ВЭ при прозрачном хрусталике или начальной катаракте является эффективным и быстрым методом, необходимо учитывать хорошо известный риск последующего образования катаракты и трудности, связанные с ФЭК без поддержки стекловидного тела. В целом большинство авторов заключают, что эффективность анатомического восстановления сетчатки статистически сопоставима, если ФЭК выполняется либо во

время ВЭ, либо позже [23, 25–28], хотя некоторые офтальмохирурги отдают предпочтение ФВЭ, что связывается с большой (более 80%) вероятностью развития катаракты в течение первого года после проведения обособленной ВЭ по поводу РОС [24, 29, 30].

Результаты сравнительной оценки послеоперационной рефракции. Результаты сравнительной оценки послеоперационной рефракции после хирургического лечения РОС на основе ФВЭ и ВЭ представлены в таблице 2.

Представленные в таблице 2 данные литературы свидетельствуют о тенденции к некоторой миопизации глаза после ФВЭ по сравнению с ВЭ. Однако важно подчеркнуть многофакторность влияния на послеоперационную рефракцию. В этой связи следует отметить, что биометрия глаза в анализируемых работах часто описывалась кратко и

различалась в разных исследованиях несмотря на то, что точность и адекватность биометрии имеют решающее значение при планировании ФЭК. Наряду с этим, тенденция к миопизации может быть связана с выбором неоптимальной формулы расчета ИОЛ (в представленных исследованиях применялась, как правило, формула SRK/t) с учетом собственно типа ИОЛ (монофокальная, мультифокальная, ИОЛ с расширенной глубиной фокуса). Любая неточность измерения изложенных параметров и (или) выбор неадекватной формулы могут повлиять на окончательные рефракционные результаты [27, 32–35].

Сравнительная оценка интра- и (или) послеоперационных осложнений.

В рамках сравнительного анализа частоты и характера интра- и/или послеоперационных осложнений следует отметить следующие ранее проведенные исследования. В работе [30] проведен анализ 834 операций по поводу РОС (458 — ФВЭ, 376 — ВЭ), основным интраоперационным осложнением был разрыв задней капсулы хрусталика, кроме того, отмечалась травма радужной оболочки и сложный капсулорексис, при этом данные осложнения встречались несколько чаще (без статистически значимых различий) в группе ВЭ. В то же время проведение ФВЭ чаще сопровождалось помутнением задней капсулы и дислокацией ИОЛ. Важно подчеркнуть, что частота эндофтальмита была сопоставима в двух группах. Y. Helmu и соавт. [27] не обнаружили статистически значимых различий в частоте интраоперационных осложнений между двумя исследуемыми группами. Однако в группе ФВЭ наблюдалась более высокая частота ранних послеоперационных осложнений, включая повышение внутриглазного давления (ВГД), связанное с необходимостью применения противоглаукомных капель (65% пациентов), и отек роговицы (30%). В исследовании A. Tan и соавт. [28] частота формирования эпиретинальной мембраны и макулярного отека была одинаковой в обеих группах, при этом проведение ФВЭ было связано с более быстрым восстановлением зрения.

Проведенный анализ литературы указывает на сходный характер и частоту осложнений при обоих хирургических подходах к лечению РОС [4, 27, 28, 36]. 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 непростой задачей, особенно для близоруких глаз; в таких сложных случаях обычно устанавливают ИОЛ с фиксацией радужной оболочки, но на расположение ИОЛ может повлиять дальнейшее изменение зрачка или атрофия радужной оболочки. Наиболее частыми послеоперационными осложнениями являются образование эпиретинальной мембраны, макулярный отек и повышение ВГД, частота которых, как правило, одинакова после применения обоих методов [25, 36, 37]. 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 [24, 25, 38–42].

Оценивая в целом представленные данные литературы, следует еще раз подчеркнуть, что, несмотря на определенные преимущества проведения обособленной ВЭ пациентам с РОС, образование катаракты в послеоперационном периоде

Таблица 2. Сравнительный анализ послеоперационной рефракции при проведении витрэктомии (ВЭ) и факовитрэктомии (ФВЭ) по поводу регматогенной отслойки сетчатки

Table 2. Comparative analysis of postoperative refraction during vitrectomy (VE) and phacovitrectomy (FVE) for rhegmatogenous retinal detachment

Источник литературы Reference	Число глаз Number of eyes		Средняя ошибка рефракции (по величине сферического эквивалента, $M \pm \sigma$, дптр) Average refractive error (by spherical equivalent value, $M \pm \sigma$, D)		Уровень значимости различий Significance of differences p
	ФВЭ FVE	ВЭ VE	ФВЭ FVE	ВЭ VE	
Y. Kim и соавт. [31]	38	25	$-0,40 \pm 1,07$	$0,07 \pm 0,56$	0,028
A. Tan и соавт. [28]	127	139	$-0,32 \pm 1,28$	$0,16 \pm 1,53$	0,047
G. Moussa и соавт. [32]	70	41	$-0,08 \pm 0,92$	$-0,07 \pm 0,56$	> 0,05
M. Kim и соавт. [25]	82	111	$-0,58 \pm 0,97$	$-0,18 \pm 0,84$	0,014

является неизбежным: до 80% пациентов в течение первого года [24]. Удаление хрусталика перед выполнением ВЭ улучшает визуализацию заднего полюса, а также периферической части сетчатки, обеспечивая хороший доступ к основанию стекловидного тела. Интраоперационные осложнения ФЭК, 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, однако при ФВЭ несколько выше частота послеоперационных осложнений. Рефракционные результаты после удаления катаракты у пациентов с ранее выполненной ВЭ могут быть более вариабельными, чем прогнозируемые с использованием традиционных формул расчета ИОЛ [43–45].

В заключение следует отметить актуальность проблемы сравнительной оценки ФВЭ и ВЭ при хирургическом лечении РОС. С нашей точки зрения, дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку альтернативных критериев безопасности и эффективности оперативного вмешательства. В этой связи в литературе присутствуют лишь отдельные исследования [21], рассматривающие динамику качества жизни (КЖ) пациента. Между тем данный показатель признается важным при оценке клинической эффективности как витреоретинальной, так и катарактальной хирургии [46–50]. Наряду с этим, следует отметить перспективность применения апробированного в витреоретинальной хирургии методического подхода, связанного с оценкой качественных критериев, основанных на экспертной оценке состояния глазного дна офтальмохирургом [51]. Кроме того, требуется совершенствование хирургических техник в зависимости от выраженности при РОС пролиферативной витреоретинопатии (ПВР) [52, 53]. Практическое применение изложенных подходов обеспечит комплексное решение рассматриваемого вопроса, так как к настоящему моменту, по мнению авторов работы [29], «нет четких указаний на то, следует ли выполнять витрэктомию в первую очередь без операции на хрусталике или комбинированная факовитрэктомия может быть лучшей стратегией».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о примерно сходной (88,7–100,0%) вероятности достижения анатомически полного прилегания сетчатки при ФВЭ и при обособленной ВЭ. Наряду с этим, в литературе отмечается тенденция к некорректной миопизации глаза после ФВЭ по сравнению с ВЭ, которая может быть связана с многофакторностью (формулы расчета, тип ИОЛ) влияния на послеоперационную рефракцию глаза. Кроме того, данные литературы указывают на сходный характер и частоту осложнений при обоих хирургических подходах к лечению РОС. К настоящему моменту нет четких указаний на то, следует ли выполнять ВЭ в первую очередь без операции на хрусталике или комбинированная ФВЭ может быть лучшей стратегией. В перспективном плане следует отметить разработку альтернативных критериев безопасности и эффективности оперативного вмешательства, связанных с экспертной оценкой состояния заднего дна и определения показаний к проведению ФВЭ (стадии ПВР, длительности заболевания, локализации ретинальных разрывов и пролиферативного процесса), а также с исследованием динамики КЖ пациента.

Литература/References

- Garafalo AV, Calzetti G, Cideciyan AV, et al. Cone vision changes in the enhanced s-cone syndrome caused by NR2E3 gene mutations. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018 Jul 2; 59 (8): 3209–19. doi: 10.1167/iov.18-24518
- Lin JY, Ho WL, Ger LP, Sheu SJ. Analysis of factors correlated with the development of pseudophakic retinal detachment—a long-term study in a single medical center. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013 Feb; 251 (2): 459–65. doi: 10.1007/s00417-012-2043-3
- Chen SN, Lian IeB, Wei YJ. Epidemiology and clinical characteristics of rhegmatogenous retinal detachment in Taiwan. *Br J Ophthalmol*. 2016 Sep; 100 (9): 1216–20. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-307481
- Mora P, Favilla S, Calzetti G, et al. Pars plana vitrectomy alone versus pars plana 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
- Baudin F, Benzenine E, Mariet AS, et al. Impact of COVID-19 lockdown on surgical procedures for retinal detachment in France: a national database study. *Br J Ophthalmol*. 2023 Apr; 107 (4): 565–9. doi: 10.1136/bjophthalmol-2021-319531
- Mitry D, Charteris DG, Yorston D, et al. The epidemiology and socioeconomic associations of retinal detachment in Scotland: a two-year prospective population-based study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2010 Oct; 51 (10): 4963–8. doi: 10.1167/iov.10-5400
- Hajari JN, Bjerrum SS, Christensen U, Kiilgaard JF, Bek T. A nationwide study on the incidence of rhegmatogenous retinal detachment in Denmark, with emphasis on the risk of the fellow eye. *Retina*. 2014 Aug; 34 (8): 1658–65. doi: 10.1097/IAE.000000000000104
- Nowak MS, Żurek M, Grabka-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
- Van de Put MAJ, Hooymans JMM, Los LI. Dutch Rhegmatogenous Retinal Detachment Study Group. The incidence of rhegmatogenous retinal detachment in The Netherlands. *Ophthalmology*. 2013; 120: 616–22. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.09.001
- Ullrich M, Zwickl H, Findl O. Incidence of rhegmatogenous retinal detachment in myopic phakic eyes. *J Cataract Refract Surg*. 2021 Apr 1; 47 (4): 533–541. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000420
- Znaor L, Medic A, Binder S, Vucinovic A, Marin Lovric J. Pars plana vitrectomy versus scleral buckling for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019 Mar 8; 3 (3): CD009562. doi: 10.1002/14651858.CD009562.pub2
- Cankurtaran V, Citirik M, Simsek M, Tekin K, Teke MY. Anatomical and functional outcomes of scleral buckling versus primary vitrectomy in pseudophakic retinal detachment. *Bosn J Basic Med Sci*. 2017 Feb 21; 17 (1): 74–80. doi: 10.17305/bjbm.2017.1560
- Казайкин В.Н., Клейменов А.Ю., Лизунов А.В. и др. Программный калькулятор для индивидуального расчета длины круговой (циркулярной) ленты. *Российский офтальмологический журнал*. 2023; 16 (4): 24–9. [Kazaikin V.N., Kleimenov A.Yu., Lizunov A.V., et al. A software for individual calculation of encircling buckle (circular band) length. *Russian ophthalmological journal*. 2023; 16 (4): 24–9 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-4-24-29>
- Казайкин В.Н., Лизунов А.В., Липина М.А., Клейменов А.Ю., Чашин Г.В. Клинико-функциональные и анатомо-топографические результаты лечения пациентов с отслойкой сетчатки методом кругового вдавления склеры с использованием калькулятора персонализированного расчета длины круговой пломбы. *Офтальмохирургия*. 2024; 3 (141): 40–9. [Kazaikin V.N., Lizunov A.V., Lipina M.A., Kleimenov A.Yu., Chashchin G.V. Clinical, functional and anatomical-topographic results of retinal detachment treatment using method of circular scleral depression and personalized calculation of the length of a circular scleral buckle. *Fyodorov journal of ophthalmic surgery*. 2024; 3 (141): 40–9 (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2024-3-40-49
- Gharbiya M, Visoli G, Iannetti L, et al. Comparison between scleral buckling and vitrectomy in the onset of cystoid macular edema and epiretinal membrane after rhegmatogenous retinal detachment repair. *Retina*. 2022 Jul 1; 42 (7): 1268–76. doi: 10.1097/IAE.0000000000003475
- Lee DH, Han JW, Kim SS, et al. Long-term effect of scleral encircling on axial elongation. *Am J Ophthalmol*. 2018 May; 189: 139–45. doi: 10.1016/j.ajo.2018.03.001
- Velez FG. A 2020 update on 20/20 X 2 diplopia after ocular surgery: Strabismus following retinal detachment surgery. *J Binocul Vis Ocul Motil*. 2021 Oct-Dec; 71 (4): 132–7. PMID: 34752180.
- Sena DF, Kilian R, Liu SH, Rizzo S, Virgili G. Pneumatic retinopexy versus scleral buckle for repairing simple rhegmatogenous retinal detachments. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021 Nov 11; 11 (11): CD008350. doi: 10.1002/14651858.CD008350.pub3
- Sahanne S, Tuuminen R, Haukka J, Loukovaara S. A retrospective study comparing outcomes of primary rhegmatogenous retinal detachment repair by scleral buckling and pars plana vitrectomy in Finland. *Clin Ophthalmol*. 2017 Mar 10; 11: 503–9. doi: 10.2147/OPHT.S128746
- Thylefors J, Zetterberg M, Jakobsson G. Anatomical outcome of retinal detachment surgery comparing different surgical approach. *Acta Ophthalmol*. 2021 Sep; 99 (6): e908–e913. doi: 10.1111/aos.14678
- Zajner C, Leung B, Sheidow T, Malvankar-Mehta MS. Quality of life after pars plana vitrectomy, scleral buckle, or pneumatic retinopexy for rhegmatogenous retinal detachment: A meta-analysis. *Curr Eye Res*. 2023 Nov 8; 1–8. doi: 10.1080/02713683.2023.2280440
- Loukovaara S, Haukka J. Repair of primary RRD - comparing pars plana vitrectomy procedure with combined phacovitrectomy with standard foldable intraocular lens implantation. *Clin Ophthalmol*. 2018 Aug 15; 12: 1449–57. doi: 10.2147/OPHT.S171451
- Caiaio RR, Magalhães O Jr, Badaró E, et al. Effect of lens status in the surgical success of 23-gauge primary vitrectomy for the management of rhegmatogenous retinal detachment: the Pan American Collaborative Retina Study (PACORES) group results. *Retina*. 2015 Feb; 35 (2): 326–33. doi: 10.1097/IAE.0000000000000307
- 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: 1587–91. doi: 10.2147/OPHT.S215352
- 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
- Bellucci C, Benatti L, Rossi M, et al. Cataract progression following lens-sparing pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Sci Rep*. 2022 Dec 21; 12 (1): 22064. doi: 10.1038/s41598-022-26415-4
- 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
- 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
- Radeck V, Helbig H, Maerker D, et al. Rhegmatogenous retinal detachment repair—does age, sex, and lens status make a difference? *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2022 Oct; 260 (10): 3197–204. doi: 10.1007/s00417-022-05674-x
- Erçalik 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): 238–42. doi: 10.1016/j.sjopt.2017.04.005
- Kim YK, Woo SJ, Hyon JY, Ahn J, Park KH. Refractive outcomes of combined phacovitrectomy and delayed cataract surgery in retinal detachment. *Can J Ophthalmol*. 2015 Oct; 50 (5): 360–6. doi: 10.1016/j.cjco.2015.07.003
- Moussa G, Sachdev A, Mohite AA, et al. 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): 1605–11. doi: 10.1097/IAE.0000000000003092

33. 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: 973–80. doi: 10.2147/OPTH.S165875
34. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of intraocular lens calculation formulas. *Ophthalmology*. 2018 Feb; 125 (2): 169–78. doi: 10.1016/j.opth.2017.08.027
35. Першин К.Б., Пашинова Н.Ф., Лих И.А., Цыганков А.Ю. Особенности расчета оптической силы ИОЛ на «коротких» глазах. Обзор литературы. *Офтальмология*. 2022; 19 (2): 272–9. [Pershin K.B., Pashinova N.F., Likh I.A., Tsygankov A.Yu. Intraocular lens optic power calculation on “short” eyes. A Review. *Ophthalmology in Russia*. 2022; 19 (2): 272–9 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-2-272-279>
36. Mirshahi A, Khalilipour E, Faghihi H, et al. 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
37. Takahashi S, Adachi K, Suzuki Y, Maeno A, Nakazawa M. Profiles of inflammatory cytokines in the vitreous fluid from patients with rhegmatogenous retinal detachment and their correlations with clinical features. *Biomed Res Int*. 2016; 2016: 4256183. doi: 10.1155/2016/4256183
38. Farahvash A, Popovic MM, Eshtiahi A, Kertes PJ, Muni RH. Combined versus sequential phacoemulsification and pars plana vitrectomy: A meta-analysis. *Ophthalmol Retina*. 2021 Nov; 5 (11): 1125–38. doi: 10.1016/j.oret.2021.01.004
39. 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): 1120–6. doi: 10.1177/1120672119855209
40. Port AD, Nolan JG, Siegel NH, et al. 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
41. Wu AM, Wu CM, Tseng VL, et al. Characteristics associated with receiving cataract surgery in the US Medicare and Veterans Health Administration Populations. *JAMA Ophthalmol*. 2018 Jul 1; 136 (7): 738–45. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2018.1361
42. Zhou Y, Lu Q, Chen Z, Lu P. A Prediction nomogram for recurrent retinal detachment. *Risk Manag Healthc Policy*. 2023 Mar 28; 16: 479–88. doi: 10.2147/RMHP.S403136
43. Seider MI, Michael Lahey J, Fellenbaum PS. Cost of phacovitrectomy versus vitrectomy and sequential phacoemulsification. *Retina*. 2014 Jun; 34 (6): 1112–5. doi: 10.1097/IAE.0000000000000061
44. Bellucci C, Romano A, Ramanzini F, et al. 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
45. Lamson TL, Song J, Abazari A, Weissbart SB. Refractive outcomes of phacoemulsification after pars plana vitrectomy using traditional and new intraocular lens calculation formulas. *J Cataract Refract Surg*. 2019 Mar; 45 (3): 293–7. doi: 10.1016/j.jcrs.2018.10.032
46. Ng H, Vermeer KA, van Meurs JC, La Heij EC. Visual acuity inadequately reflects vision-related quality of life in patients after macula-off retinal detachment surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020 Aug 3; 61 (10): 34. doi: 10.1167/iovs.61.10.34
47. Овечкин И.Г., Малышев А.В., Карапетов Г.Ю. и др. Сравнительная оценка эффективности различных методик оценки качества жизни у пациентов с витреоретинальной патологией. *Офтальмология*. 2016; 13 (4): 265–72. [Ovechkin I.G., Malyshev A.V., Karapetov G.Yu., et al. Comparative evaluation of the different assessment methods of life quality in patients with vitreoretinal pathology. *Ophthalmology in Russia*. 2016; 13 (4): 265–72 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2016-4-265-272>
48. Samadi B, Lundström M, Kugelberg M. Improving patient-assessed outcomes after cataract surgery. *Eur J Ophthalmol*. 2017 Jun 26; 27 (4): 454–9. doi: 10.5301/ejo.5000927
49. Покровский Д.Ф., Овечкин Н.И., Юдин В.Е., Овечкин И.Г. Исследование качества жизни применительно к катарактальной хирургии: традиционные и перспективные подходы. *Российский офтальмологический журнал*. 2022; 15 (1): 153–7. [Pokrovsky D.F., Ovechkin N.I., Yudin V.E., Ovechkin I.G. Quality of life as viewed from cataract surgery: traditional and perspective approaches. *Russian ophthalmological journal*. 2022; 15 (1): 153–7 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-1-153-157>
50. Тешев А.Ф., Малышев А.В. Качество жизни пациентов с далеко зашедшей стадией пролиферативной диабетической ретинопатии после применения различных технологий витрэктомии. *Российский офтальмологический журнал*. 2024; 17 (1): 68–73. [Teshev A.F., Malyshev A.V. Quality of life of patients with an advanced stage of proliferative diabetic retinopathy after application of various vitrectomy technologies. *Russian ophthalmological journal*. 2024; 17 (1): 68–73 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-1-68-73>
51. Головин А.С., Овечкин И.Г., Тешев А.Ф. Классификационные признаки тяжелых стадий пролиферативной диабетической ретинопатии (клинические случаи). *Офтальмология*. 2024; 21 (1): 167–71. [Golovin A.S., Ovechkin I.G., Teshev A.F. Classification features of severe stages of proliferative diabetic retinopathy (clinical cases). *Ophthalmology in Russia*. 2024; 21 (1): 167–71 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-1-167-171>
52. Fallico M, Russo A, Longo A, et al. Internal limiting membrane peeling versus no peeling during primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018 Jul 19; 13 (7): e0201010. doi: 10.1371/journal.pone.0201010
53. Kunikata H, Abe T, Nakazawa T. Historical, Current and future approaches to surgery for rhegmatogenous retinal detachment. *Tohoku J Exp Med*. 2019 Jul; 248 (3): 159–68. doi: 10.1620/tjem.248.159

Вклад авторов в работу: А.В. Малышев — основная идея, дизайн статьи; А.С. Головин, С.А. Сай — анализ литературных источников, написание текста; И.Г. Овечкин — редактирование статьи.

Authors' contribution: A.V. Malyshev — main idea, article design; A.S. Golovin, S.A. Sai — analysis of literary sources, writing of the article; I.G. Ovechkin — editing of the article.

Поступила: 16.03.2025. Переработана: 09.04.2025. Принята к печати: 10.04.2025

Originally received: 16.03.2025. Final revision: 09.04.2025. Accepted: 10.04.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ГБУЗ «Ленинградская областная клиническая больница», пр-т Луначарского, д. 45, корп. 2, Санкт-Петербург, 194291, Россия

Александр Сергеевич Головин — канд. мед. наук, заведующий офтальмологическим отделением, ORCID 0000-0002-4803-9241

ГБУЗ «НИИ краевой клинической больницы № 1 им. проф. С.В. Очаповского» Минздрава Краснодарского края, ул. 1 Мая, д. 167, Краснодар, Краснодарский край, 350086, Россия

Сергей Александрович Сай — врач-офтальмолог, ORCID 0009-0008-5849-1988

Алексей Владиславович Малышев — д-р мед. наук, доцент, заведующий глазным отделением, ORCID 0000-0002-1448-9690

Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Волоколамское ш., д. 91, Москва, 125310, Россия

Игорь Геннадьевич Овечкин — д-р мед. наук, профессор, ORCID 0000-0003-3996-1012

Для контактов: Игорь Геннадьевич Овечкин,
doctoro@mail.ru

Leningrad Regional Clinical Hospital, 45, Bldg. 2, Lunacharsky Ave., St. Petersburg, 194291, Russia

Aleksandr S. Golovin — Cand. of Med. Sci., head of ophthalmological department, ORCID 0000-0002-4803-9241

Prof. S.V. Ochapovsky Research Institute of Regional Clinical Hospital No. 1, 167, May 1st St., Krasnodar, 350086, Russia

Sergey A. Sai — ophthalmologist of the children's outpatient department, ORCID 0009-0008-5849-1988

Aleksey V. Malyshev — Dr. of Med. Sci., assistant professor, head of ophthalmological department, ORCID 0000-0002-1448-9690

Academy of Postgraduate Education, 91, Volokolamskoe Hgwy, Moscow, 125310, Russia

Igor G. Ovechkin — Dr. of Med. Sci., professor, ORCID 0000-0003-3996-1012

For contacts: Igor G. Ovechkin,
doctoro@mail.ru



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-153-159>

Избыточное рубцевание в хирургии глаукомы. Часть 3. Методы предоперационной профилактики

С.Ю. Петров✉, Е.В. Яни, О.М. Филиппова, А.Д. Епхиева

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Изучение факторов профилактики избыточного рубцевания при антиглаукомной хирургии создает фундамент для разработки методов воздействия на эти процессы в послеоперационном периоде с целью повышения эффективности вмешательства. Анализ литературы показал, что систематизированный подход к подготовке успешного оперативного лечения глаукомы должен включать рациональный выбор предшествующей гипотензивной терапии с бесконсервантными препаратами, профилактику повреждений глазной поверхности с применением слезозаместительной и иммуносупрессивной терапии, а также предоперационную противовоспалительную профилактику стероидными и нестероидными средствами с доказанной офтальмогипертензионной безопасностью.

Ключевые слова: глаукома; хирургия глаукомы; глазная поверхность; избыточное рубцевание

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Петров С.Ю., Яни Е.В., Филиппова О.М., Епхиева А.Д. Избыточное рубцевание в хирургии глаукомы. Часть 3. Методы предоперационной профилактики. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 153-9. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-153-159>

Wound healing in glaucoma surgery. Part 3. Methods of preoperative prevention

Sergey Yu. Petrov✉, Elena V. Yani, Olga M. Filippova, Anzhela D. Epkhieva

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
glaucomatosis@gmail.com

Study of factors preventing excessive scarring in antiglaucoma surgery creates a foundation for developing methods of influencing these processes in the postoperative period in order to increase the effectiveness of the intervention. Analysis of the literature showed that a systematic approach to preparing for successful surgical treatment of glaucoma should include a rational choice of previous hypotensive therapy with preservative-free drugs, prevention of damage to the ocular surface using tear substitute and immunosuppressive therapy, as well as preoperative anti-inflammatory prophylaxis with steroid and non-steroid agents with proven ophthalmic hypertension safety.

Keywords: glaucoma, glaucoma surgery, ocular surface, wound healing

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Несмотря на значительный рост количества выполняемых микроинвазивных антиглаукомных вмешательств, фистулизирующие операции, направленные на создание субконъюнктивальных путей оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ), обладают наиболее выраженным гипотензивным эффектом [1–3]. Помимо классической трабекулэктомии (ТЭ), на оттоке ВГЖ под конъюнктиву основано действие непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ), трубчатых/клапанных дренажей, шунтов Ex-PRESS и «Репер-НН», микрошунта Preserflo, гелевого стента XEN и др. Ведущей причиной хирургического неуспеха данных вмешательств является избыточное рубцевание зоны операции, причины и факторы риска которого были описаны в двух предыдущих обзорах литературы [4, 5]. Основные методы снижения рубцевания касаются интраоперационного и раннего послеоперационного периода и включают применение цитостатиков и прочих антифибротических агентов. Однако, если учесть тот факт, что ключевые механизмы предрасположенности к субконъюнктивальному фиброзу закладываются задолго до принятия решения о хирургическом вмешательстве, анализ возможных методов профилактики рубцевания в предоперационном периоде представляется актуальным.

Процессы субконъюнктивального фиброза являются следствием изменения тканей переднего отрезка, развившегося на фоне патологических изменений глазной поверхности вследствие самостоятельного заболевания, системного поражения и/или местной гипотензивной терапии. Так, согласно D. Yu и соавт. [6], состояние глазной поверхности напрямую связано с продолжительностью гипотензивного эффекта после антиглаукомной хирургии. Под группой заболеваний глазной поверхности (ЗГП) понимают синдром сухого глаза (ССГ), конъюнктивиты, кератиты и блефариты с дисфункцией мейбомиевых желез [7, 8]. У пациентов с глаукомой вследствие длительной местной гипотензивной терапии частота ЗГП существенно превышает показатели в здоровой популяции [9]. По данным R. Fechtner и соавт. [10] и E. Leung и соавт. [11], распространенность ЗГП на фоне местной терапии составляет от 49 до 59%. Выраженный ССГ был обнаружен у 8,7 и 15% пациентов, применявших 2 или 3 местных гипотензивных препарата соответственно [12]. Частота тяжелых форм рубцового конъюнктивита, вызванного инстилляцией гипотензивных лекарств, согласно J. Thorn и соавт. [13], может достигать 20%. R. Arita и соавт. [14] описали значительные изменения в морфологии и функции мейбомиевых желез на фоне местного применения простагландинов и β -блокаторов.

Считается, что на состояние тканей поверхности глаза прямо или косвенно могут оказывать влияние сами действующие ингредиенты гипотензивных препаратов. Так, β -блокаторы, снижающие секрецию ВГЖ цилиарным телом, могут влиять на синтез слезной жидкости в основной и добавочных слезных железах [15]. По данным импрессионной цитологии на фоне инстилляций тимолола малеата через 3 и 6 мес терапии увеличиваются показатели окрашивания конъюнктивы, метаплазия ее эпителия и снижается число бокаловидных клеток как в группах тимолола с консервантом, так и без консерванта [16].

Известно влияние аналогов простагландинов на гладкомышечную стенку кровеносных сосудов, вызывающих их дилатацию и, как следствие, длительную гиперемию конъюнктивы, а также, при определенных обстоятельствах, диapedез жидкой фракции крови. Простагландины оказывают негативное влияние на функцию мейбомиевых желез [14], а также вызывают атрофию периорбитального жира [17]. По данным M. Figus и соавт. [18], сравнивших действие 0,1% биматопроста с 4-кратным количеством бензалкония хлорида (БХ) с 0,3% биматопростом, более выраженные ощущения жжения, инородного тела и сухости глаз через 6 и 12 мес были в группе с высокой концентрацией БХ.

Местное применение ингибиторов карбоангидразы также связывают с повреждающим действием на структуры поверхности глаза, однако это относится преимущественно к препаратам с низкими значениями pH. Исследование на кроликах, сравнивающее воздействие бримонидина, дорзоламида, тимолола и латанопроста, показало, что дорзоламид с самой низкой концентрацией БХ (0,0075%) вызывал больше повреждений глазной поверхности, чем латанопрост или тимолол, имевшие более высокие концентрации консерванта [19].

Показана местная токсичность бримонидина, приводящая к гиперемии и фолликулярной реакции со стороны конъюнктивы в 30% случаев [20]. Согласно A. Kamath и соавт. [21], применение 0,2% бримонидина снизило показатель теста Ширмера к концу года терапии в 9% случаев. Сравнительное исследование 0,2% бримонидина с низкотоксичным консервантом пурит, 0,15% бримонидина с пуритом и 0,2% бримонидина с БХ не выявило различий в снижении внутриглазного давления (ВГД), однако в случае с 0,2%-ным препаратом аллергический конъюнктивит наблюдался в 14% по сравнению с 9% при 0,15%-ной концентрации, что позволяет предположить ведущее влияние именно действующего вещества [22].

Экспериментальное исследование бримонидина, тимолола и латанопроста показало повышение уровня активности матриксной металлопротеиназы 3 (ММП-3), что способствует деградации субконъюнктивального внеклеточного матрикса и может оказать влияние на процессы послеоперационного ранозаживления [23]. Кроме того, D. Broadway и соавт. [24] показали, что увеличение числа инстиллируемых препаратов коррелирует со снижением успеха последующей ТЭ. С. Vaudouin и соавт. [25] выявили у пациентов после ТЭ в образцах конъюнктивальной и трабекулярной ткани более высокий уровень воспалительных клеточных элементов и фибробластов в случаях, когда лечение осуществлялось несколькими препаратами, в сравнении с монотерапией.

Гипотензивные препараты последнего десятилетия, регистрация которых ожидается в России, Нетарсудил и Латанопростена Бунод, также оказывают влияние на поверхность глаза. Нетарсудил вызывает гиперемию конъюнктивы у 59% пациентов по сравнению с 11% при лечении тимололом, а также способствует развитию конъюнктивальных кровоизлияний в 17% [26]. По данным F. Zaman и соавт. [27], более 5% пациентов на нетарсудиле отмечали гиперемию, нечеткость зрения, кровоизлияния и болезненность при инстилляции. Однократные инстилляции латанопростена

также сопровождались гиперемией конъюнктивы (5,9%), болезненностью (3,6%) и субъективным дискомфортом (4,6%) [28].

БХ, ведущий консервант в офтальмологической фармацевтике, пожалуй, ответственен за большинство значимых побочных эффектов, связанных с длительным применением местной гипотензивной терапии. Способность БХ к лизису клеточных липидных мембран приводит к десквамации эпителия тканей глазной поверхности [29]. Длительное применение БХ ассоциируется с активацией кератоцитов и дистрофией нервного сплетения [19]. Описано влияние БХ на растворение липидного и муцинового слоев слезной пленки, деструкцию бокаловидных клеток, дистрофию мейбомиевых желез, снижение слезопродукции, а также токсическое воздействие на эпителий слезоотводящих структур [19, 30, 31]. А. Stevens и соавт. [32], проанализировав состав переднекамерной влаги, доказали влияние БХ на повышение уровня внутриглазного воспаления.

Однако ведущим фактором, снижающим эффективность хирургического вмешательства, является провоспалительная активация БХ субконъюнктивальных структур. Гистологические исследования показали, что длительная консервантная терапия значительно повышает количество макрофагов, лимфоцитов, тучных клеток и фибробластов в конъюнктиве и теноновой капсуле [24, 33]. Эти данные подтверждены иммунологическими исследованиями с использованием импрессионной цитологии и биопсии конъюнктивы, показавшими повышенную экспрессию провоспалительных маркеров HLA-DR, ICAM-1 и 3, CD45RO и CD23 [25, 34]. Экспрессия HLA-DR и CD23 также продемонстрирована у пациентов с консервантной гипотензивной терапией без клинических признаков заболевания поверхности глаза. У пациентов, получавших бесконсервантный тимолол, экспрессия HLA-DR существенно не менялась [35].

Выраженность провоспалительных тканевых изменений коррелирует с числом инстиллируемых препаратов, концентрацией консерванта и длительностью терапии [10, 36]. Длительное применение местных противоугловых препаратов провоцирует экспрессию провоспалительных маркеров с предрасположенностью к избыточному рубцеванию. D. Broadway и соавт. [24] отметили низкий успех хирургии у пациентов, получавших местную терапию более трех лет (55%). Ретроспективное исследование M. Lavin и соавт. [37] продемонстрировало высокий уровень гипотензивного успеха первичной ТЭ без предшествующей терапии в сравнении с ТЭ, выполненной после 12 мес местного лечения.

Таким образом, все предоперационные методы профилактики избыточного рубцевания так или иначе должны быть направлены на нормализацию состояния тканей переднего отрезка глаза.

Коррекция местного гипотензивного режима. Данный комплекс методов включает применение фиксированных комбинаций, временную отмену местного гипотензивного режима и переход на бесконсервантные препараты. Информация о преимуществе фиксированных комбинаций, заключающемся в уменьшении числа применяемых флаконов, снижении общего объема инстиллируемого БХ и повышающем комплаентность, приводится во всех руководствах по глаукоме. Временная отмена гипотензивного режима на 1–2 нед, так называемая drop holiday, особенно в сочетании с противовоспалительной и слезозаместительной терапией, позволяет тканям в некоторой степени нормализовать метаболическое состояние и практикуется в странах Европы у 30% опрошенных специалистов [38]. Однако такой метод возможен только для высококомплаентных пациентов,

осознающих строго временный характер лекарственной отмены, только на период перед операцией. Drop holiday также осложняется необходимостью заместительного приема ацетазоламида для компенсации ВГД [39], что чревато системными побочными эффектами.

Перевод пациентов на бесконсервантную терапию продиктован клинически доказанной частичной обратимостью токсических эффектов БХ [9, 40]. Р. Sampragna и соавт. [41] описали снижение признаков цитологических воспалительных процессов конъюнктивы и роговицы через 3 мес после замены консервированного тимолола на бесконсервантный препарат. Н. Uusitalo и соавт. [42] отметили субъективное снижение выраженности ССГ и увеличение времени разрыва слезной пленки после перехода с латанопроста с БХ на бесконсервантный тафлупрост. Отечественные исследователи отметили нормализацию морфологии эпителия и передних слоев роговицы после прекращения с препаратов, содержащих БХ, на менее токсичный поликватерний [43]. Однако в ряде работ подчеркивается возможность улучшения состояния поверхности глаза только на начальной стадии ЗГП [44, 45].

Местная противовоспалительная терапия. Как было описано выше, длительное применение местных гипотензивных препаратов способствует развитию субклинического воспаления с избыточным рубцеванием в зоне операции. Таким образом, местное применение противовоспалительных препаратов стероидного/нестероидного ряда призвано снизить степень выраженности воспалительной реакции. Распространение методики частично сдерживалось развитием трабекулярной офтальмогипертензии на фоне местного применения дексаметазона, описаной М. Arfaly в 1963 г. [46]. Позже оказалось, что длительность применения стероида для развития трабекулярной ретенции составляет порядка 6 нед, а полученные данные об ограниченной генетической детерминированности гипертензии в значительной степени снизили настороженность в отношении данной методики [47]. Однако есть сведения, что частота высокой чувствительности к дексаметазону наблюдается у 90% пациентов с первичной глаукомой в сравнении с 5% в общей популяции [48]. Появившийся позже стероид фторметолон, характеризующийся значительно меньшим офтальмогипертензивным эффектом, заменил дексаметазон в предоперационной терапии пациентов с глаукомой [49, 50].

Первыми эффективность местной противовоспалительной терапии в снижении клеточной провоспалительной инфильтрации конъюнктивы и повышении хирургического результата ТЭ продемонстрировали С. Baudouin и соавт. [25] и D. Broadway и соавт. [51]. Позже по данным импрессионного цитологического анализа было отмечено снижение экспрессии антигена HLA-DR спустя 1 мес местного применения фторметолон и индометацина перед хирургией [52]. Используя культуры линий фибробластов теноновой капсулы, К. Nguyen и D. Lee [53] выявили высокую антипролиферативную активность нестероидных противовоспалительных препаратов. С. Breusegem и соавт. [54] описали снижение потребности в послеоперационном нидлинге фильтрационной подушки и возможность меньшего назначения гипотензивной терапии после ТЭ, выполненной на фоне предоперационной терапии стероидными и нестероидными препаратами в течение 1 мес.

Слезозаместительная терапия. Данный вид терапии не является патогномоничным для предоперационного периода и рекомендуется в качестве постоянной добавочной терапии всем пациентам с глаукомой, имеющим клинически выраженный ССГ. По данным ретроспективных исследований,

препараты искусственной слезы применяют более 50% пациентов с глаукомой [55]. Однако следует подчеркнуть, что, во-первых, еще один препарат может снизить общую комплаентность пациента, а во-вторых, ощутив субъективный дискомфорт от инстилляций слезозаменителя, в отличие от применения гипотензивных препаратов, пациент может чаще отдавать ему предпочтение в ежедневных инстилляциях. Пациента следует также предупреждать о раздельном применении препаратов, поскольку наличие в глазу вязкого раствора искусственной слезы может затруднить проникновение в переднюю камеру гипотензивного препарата, закапанного вскоре после слезозаменителя.

Выбирая препарат для слезозаместительной терапии, следует отдавать предпочтение бесконсервантным формам, а также оценивать сравнительную эффективность гиалуроновой кислоты и гидроксипропилметилцеллюлозы. Так, сравнительное исследование P. Prabhasawat и соавт. [56] продемонстрировало преимущество бесконсервантного препарата Гиалуроната Натрия. T. Pauloin и соавт. [57] показали возможность гиалуроната натрия в снижении токсического воздействия БХ в экспериментальной культуре клеток. J. Alpar [58] отметил, что гиалуронат натрия снижает пролиферацию фибробластов и образование коллагена после хирургии глаукомы.

Ряд авторов рассматривают возможность коррекции ССГ у пациентов с глаукомой постановкой слезных obturаторов [59], однако это неприменимо в предоперационном периоде, поскольку нарушает естественный отток слезы по слезоотводящим путям и может повысить риск инфицирования.

При выраженных признаках блефарита оправданно применение терапевтических методик, направленных на гигиену век: массаж с прогреванием и назначение специализированных гелевых препаратов, что поможет нормализовать структуру слезной пленки, а также снизить риск потенциальной микробной контаминации [60].

Иммуномодулирующая терапия. Циклоспорин — вещество, оказывающее при системном введении иммунодепрессивный эффект. При угнетении продукции слезы у пациентов с сухим кератоконъюнктивитом циклоспорин, применяемый местно, оказывает противовоспалительное и иммуномодулирующее действие. Препарат Рестасис (0,05% циклоспорин, Аллерган) на фоне терапии двумя и более гипотензивными препаратами за 6 мес значительно улучшил симптоматику ССГ, а также плотность суббазального нервного сплетения роговицы [61]. В зарубежной практике в комплексной терапии ССГ вместе с рестасисом применяют 5% лифитеграст (Xiidra, Shire Pharmaceuticals) — антагонист трансмембранного рецептора интегрин, подавляющий воспаление, опосредованное Т-лимфоцитами, участвующими в патогенезе ЗГП [62].

Противовоспалительная активность омега-3 жирных кислот, несмотря на противоречивые данные клинических исследований, также считается перспективной в комплексной терапии ССГ при патологии мейбомиевых желез и сниженной слезопродукции [63, 64]. Описана хорошая переносимость ежедневных доз 2000 мг эйкозапентаеновой кислоты и 1000 мг докозагексаеновой кислоты в системной терапии резистентных форм ЗГП [65]. Мета-анализ 2019 г. показал, что системное применение омега-3 жирных кислот значительно улучшило симптоматику ЗГП [66]. Однако результаты расширенного исследования системного применения омега-3 жирных кислот при ССГ в течение 12 нед не показали значимых различий с группой плацебо [67].

Важно отметить, что эффективность описанных выше иммуномодулирующих методов может быть клинически значимой только при длительном местном или системном применении, что несколько ограничивает их использование в предоперационной терапии глаукомы.

Определение рациональной хирургической тактики. Выраженная токсико-аллергическая реакция на местную гипотензивную терапию является безусловным показанием для специфической подготовки пациента к предстоящему антиглаукомному вмешательству и разработке комплекса интра- и послеоперационных методов пролонгации гипотензивного эффекта, включающих порой необходимость применения цитостатиков и нидлинга фильтрационных подушек. При недоступности и/или невозможности проведения данных мер следует сделать выбор в пользу вмешательств, не затрагивающих конъюнктиву: лазерная трабекулопластика, микроимпульсная трансклеральная циклокоагуляция, микроинвазивная хирургия шлеммова канала. Очевидно, что указанные манипуляции обладают значимо менее выраженным и менее продолжительным гипотензивным эффектом, что также необходимо учитывать в определении тактики лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По современным представлениям, глаукома является заболеванием, при котором в патологический процесс вовлечены не только дренажная зона, зрительный нерв и решетчатая пластинка, но и многие другие структуры и ткани глаза: сетчатка, хориоидея, а также передняя глазная поверхность — роговица и конъюнктива. Несмотря на усовершенствование диагностической аппаратуры и других методов, позволяющих осуществлять углубленное изучение патоморфологических и функциональных проявлений глаукомного процесса, лечение по-прежнему осуществляется по трем основным направлениям: консервативная терапия, лазерные и хирургические вмешательства. При всем многообразии предложенных антиглаукомных операций на снижение их гипотензивной эффективности и продолжительности нормализации ВГД наиболее значительное влияние оказывает послеоперационное рубцевание созданных в процессе операции путей оттока водянистой влаги и инкапсуляция фильтрационных подушек. В контексте продолжительности гипотензивной эффективности хирургических вмешательств при глаукоме изучение факторов, влияющих на успешность операций, представляется крайне интересной задачей. Более того, подобные исследования создают фундамент для разработки методов воздействия на процессы послеоперационного рубцевания и, возможно, их ремоделирования. Рассмотренные в данном аналитическом обзоре сведения выявляют несколько возможных направлений для повышения эффективности глаукомной хирургии:

- рациональный выбор предшествующей гипотензивной терапии — предпочтение бесконсервантным препаратам или выбор в пользу более безопасных консервантов; оптимизация и минимизация концентрации лекарственных соединений; применение фиксированных комбинаций; исключение полипрагмазии; сокращение сроков консервативного лечения;

- профилактика повреждений глазной поверхности — нормализация состава слезной пленки, профилактика ССГ; применение слезозаместительной и иммуносупрессивной терапии;

- по возможности допущение периода предоперационной отмены гипотензивной топической терапии drop holiday («терапевтических каникул»); предоперационное

применение этапа противовоспалительной профилактики нестероидными противовоспалительными средствами или стероидами с доказанной офтальмогипертензионной безопасностью;

— выбор наименее инвазивного метода хирургического вмешательства с минимальной травматизацией глазных тканей и др.

Lumepamypa/References

- Mai DD, Ingram Z, Oberfeld B, Sola-Del Valle D. Combined microinvasive glaucoma surgery - A review of the literature and future directions. *Semin Ophthalmol*. 2023; 38 (6): 529–36. doi:10.1080/08820538.2023.2181665
- Meshksar A, Razeghinejad MR, Azimi A. Ab-interno trabeculotomy procedures: A review. *J Curr Ophthalmol*. 2023; 35 (2): 110–24. doi:10.4103/joco.joco_45_23
- Traverso CE, Carassa RG, Fea AM, et al. Effectiveness and safety of xen gel stent in glaucoma surgery: A systematic review of the literature. *J Clin Med*. 2023; 12 (16). doi:10.3390/jcm12165339
- Измайлова Н.С., Петров С.Ю., Дзевисова А.Д. Избыточное рубцевание в хирургии глаукомы. Часть 1. Морфология рубцового процесса. *Российский офтальмологический журнал*. 2024; 17 (4): 116–20. [Izmailova N.S., Petrov S.Yu., Dzebisova A.D. Wound healing in glaucoma surgery. Part 1. Wound healing morphology. *Russian ophthalmological journal*. 2024; 17 (4): 116–20 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-4-116-120>
- Измайлова Н.С., Петров С.Ю., Епхивева А.Д. Избыточное рубцевание в хирургии глаукомы. Часть 2. Факторы риска. *Российский офтальмологический журнал*. 2025; 18 (1): 145–9. [Izmailova N.S., Petrov S.Yu., Epkhieva A.D. Wound healing in glaucoma surgery. Part 2. Risk factors. *Russian ophthalmological journal*. 2025; 18 (1): 145–9 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-1-145-149>
- Yu DY, Morgan WH, Sun X, et al. The critical role of the conjunctiva in glaucoma filtration surgery. *Prog Retin Eye Res*. 2009; 28 (5): 303–28. doi:10.1016/j.preteyeres.2009.06.004
- The definition and classification of dry eye disease: report of the Definition and Classification Subcommittee of the International Dry Eye WorkShop (2007). *Ocul Surf*. 2007; 5 (2): 75–92. doi:10.1016/s1542-0124(12)70081-2
- Barabino S, Aragona P, di Zazzo A, Rolando M, with the contribution of selected ocular surface experts from the Societa Italiana di Dacriologia e Superficie O. Updated definition and classification of dry eye disease: Renewed proposals using the nominal group and Delphi techniques. *Eur J Ophthalmol*. 2021; 31 (1): 42–8. doi:10.1177/1120672120960586
- Pisella PJ, Pouliquen P, Baudouin C. Prevalence of ocular symptoms and signs with preserved and preservative free glaucoma medication. *Br J Ophthalmol*. 2002; 86 (4): 418–23. doi:10.1136/bjo.86.4.418
- Fechtner RD, Godfrey DG, Budenz D, et al. Prevalence of ocular surface complaints in patients with glaucoma using topical intraocular pressure-lowering medications. *Cornea*. 2010; 29 (6): 618–21. doi:10.1097/ICO.0b013e3181c325b2
- Leung EW, Medeiros FA, Weinreb RN. Prevalence of ocular surface disease in glaucoma patients. *J Glaucoma*. 2008; 17 (5): 350–35. doi:10.1097/IJG.0b013e31815c5f4f
- Rossi GC, Tinelli C, Pasinetti GM, Milano G, Bianchi PE. Dry eye syndrome-related quality of life in glaucoma patients. *Eur J Ophthalmol*. 2009; 19 (4): 572–9. doi:10.1177/112067210901900409
- Thorne JE, Anhalt GJ, Jabs DA. Mucous membrane pemphigoid and pseudomphigoid. *Ophthalmology*. 2004; 111 (1): 45–52. doi:10.1016/j.optha.2003.03.001
- Arita R, Itoh K, Maeda S, et al. Comparison of the long-term effects of various topical antiglaucoma medications on meibomian glands. *Cornea*. 2012; 31 (11): 1229–34. doi:10.1097/ICO.0b013e31823f8e7d
- Petounis AD, Akritopoulos P. Influence of topical and systemic beta-blockers on tear production. *Int Ophthalmol*. 1989; 13 (1–2): 75–80. doi:10.1007/BF02028642
- Aydin Kurna S, Acikgoz S, Altun A, et al. The effects of topical antiglaucoma drugs as monotherapy on the ocular surface: a prospective study. *J Ophthalmol*. 2014; 2014: 460483. doi:10.1155/2014/460483
- Rabinowitz MP, Katz LJ, Moster M.R, et al. Unilateral prostaglandin-associated periorbitopathy: a syndrome involving upper eyelid retraction distinguishable from the aging sunken eyelid. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2015; 31 (5): 373–8. doi:10.1097/IOP.0000000000000351
- Figus M, Nardi M, Piaggi P, et al. Bimatoprost 0.01% vs bimatoprost 0.03%: a 12-month prospective trial of clinical and in vivo confocal microscopy in glaucoma patients. *Eye (Lond)*. 2014; 28 (4): 422–9. doi:10.1038/eye.2013.304
- Noecker RJ, Herrygers LA, Anwaruddin R. Corneal and conjunctival changes caused by commonly used glaucoma medications. *Cornea*. 2004; 23 (5): 490–6. doi:10.1097/01.icc.0000116526.57227.82
- Schuman JS, Horwitz B, Choplin NT, et al. A 1-year study of brimonidine twice daily in glaucoma and ocular hypertension. A controlled, randomized, multicenter clinical trial. Chronic Brimonidine Study Group. *Arch Ophthalmol*. 1997; 115 (7): 847–52. doi:10.1001/archophth.1997.01100160017002
- Kamath AP, Satyanarayana S, Rodrigues F. Ocular surface changes in primary open angle glaucoma with long term topical anti glaucoma medication. *Med J Armed Forces India*. 2007; 63 (4): 341–5. doi:10.1016/S0377-1237(07)80011-6
- Katz LJ. Twelve-month evaluation of brimonidine-purite versus brimonidine in patients with glaucoma or ocular hypertension. *J Glaucoma*. 2002; 11 (2): 119–26. doi:10.1097/00061198-200204000-00007
- Corrales RM, Stern ME, De Paiva CS, et al. Desiccating stress stimulates expression of matrix metalloproteinases by the corneal epithelium. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2006; 47 (8): 3293–302. doi:10.1167/iovs.05-1382
- Broadway DC, Grierson I, O'Brien C, Hitchings RA. Adverse effects of topical antiglaucoma medication. I. The conjunctival cell profile. *Arch Ophthalmol*. 1994; 112 (11): 1437–45. doi:10.1001/archophth.1994.01090230051020
- Baudouin C, Pisella PJ, Fillacier K, et al. Ocular surface inflammatory changes induced by topical antiglaucoma drugs: human and animal studies. *Ophthalmology*. 1999; 106 (3): 556–63. doi:10.1016/S0161-6420(99)90116-1
- Serle JB, Katz LJ, McLaurin E, et al. Two phase 3 clinical trials comparing the safety and efficacy of netarsudil to timolol in patients with elevated intraocular pressure: Rho Kinase elevated IOP treatment trial 1 and 2 (ROCKET-1 and ROCKET-2). *Am J Ophthalmol*. 2018; 186: 116–27. doi:10.1016/j.ajo.2017.11.019
- Zaman F, Gieser SC, Schwartz GF, Swan C, Williams JM. A multicenter, open-label study of netarsudil for the reduction of elevated intraocular pressure in patients with open-angle glaucoma or ocular hypertension in a real-world setting. *Curr Med Res Opin*. 2021; 37 (6): 1011–20. doi:10.1080/03007995.2021.1901222
- Weinreb RN, Liebmann JM, Martin KR, Kaufman PL, Vittitow JL. Latanoprostene Bunod 0.024% in subjects with open-angle glaucoma or ocular hypertension: Pooled phase 3 study findings. *J Glaucoma*. 2018; 27 (1): 7–15. doi:10.1097/IJG.0000000000000831
- Chen W, Zhang Z, Hu J, et al. Changes in rabbit corneal innervation induced by the topical application of benzalkonium chloride. *Cornea*. 2013; 32 (12): 1599–606. doi:10.1097/ICO.0b013e3182a8196f
- Baratz KH, Nau CB, Winter EJ, et al. Effects of glaucoma medications on corneal endothelium, keratocytes, and subbasal nerves among participants in the ocular hypertension treatment study. *Cornea*. 2006; 25 (9): 1046–52. doi:10.1097/01.icc.0000230499.07273.c5
- Lee SE, Lim HB, Oh S, Lee K, Lee SB. Effects of topical anti-glaucoma medications on outcomes of endoscopic dacryocystorhinostomy: Comparison with age- and sex-matched controls. *J Clin Med*. 2024; 13 (2). doi:10.3390/jcm13020634
- Stevens AM, Kestelyn PA, De Bacquer D, Kestelyn PG. Benzalkonium chloride induces anterior chamber inflammation in previously untreated patients with ocular hypertension as measured by flare meter: a randomized clinical trial. *Acta Ophthalmol*. 2012; 90 (3): e221–224. doi:10.1111/j.1755-3768.2011.02338.x
- Sherwood MB, Grierson I, Millar L, Hitchings RA. Long-term morphologic effects of antiglaucoma drugs on the conjunctiva and Tenon's capsule in glaucomatous patients. *Ophthalmology*. 1989; 96 (3): 327–35. doi:10.1016/s0161-6420(89)32888-0
- Baudouin C, Garcher C, Haouat N, Bron A, Gastaud P. Expression of inflammatory membrane markers by conjunctival cells in chronically treated patients with glaucoma. *Ophthalmology*. 1994; 101 (3): 454–60. doi:10.1016/s0161-6420(94)31322-4
- Pisella PJ, Debbasch C, Hamard P, et al. Conjunctival proinflammatory and proapoptotic effects of latanoprost and preserved and unpreserved timolol: an ex vivo and in vitro study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2004; 45 (5): 1360–8. doi:10.1167/iovs.03-1067
- Pauly A, Meloni M, Brignole-Baudouin F, Warnet JM, Baudouin C. Multiple endpoint analysis of the 3D-reconstituted corneal epithelium after treatment with benzalkonium chloride: early detection of toxic damage. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2009; 50 (4): 1644–52. doi:10.1167/iovs.08-2992
- Lavin MJ, Wormald RP, Migdal CS, Hitchings R.A. The influence of prior therapy on the success of trabeculectomy. *Arch Ophthalmol*. 1990; 108 (11): 1543–8. doi:10.1001/archophth.1990.01070130045027
- Taylor R, Batra R, Mohamed S. A National survey of glaucoma specialists on the preoperative (Trabeculectomy) management of the ocular surface. *Semin Ophthalmol*. 2016; 31 (6): 519–25. doi:10.3109/08820538.2014.986585
- Lorenz K, Wasielica-Poslednik J, Bell K, et al. Efficacy and safety of preoperative IOP reduction using a preservative-free fixed combination of dorzolamide/timolol eye drops versus oral acetazolamide and dexamethasone eye drops and assessment of the clinical outcome of trabeculectomy in glaucoma. *PLoS One*. 2017; 12 (2): e0171636. doi:10.1371/journal.pone.0171636
- Bron A, Chiambaretta F, Pouliquen P, Rigal D, Rouland JF. [Efficacy and safety of substituting a twice-daily regimen of timolol with a single daily instillation of nonpreserved beta-blocker in patients with chronic glaucoma or ocular

- hypertension]. *J Fr Ophthalmol*. 2003; 26 (7): 668–74. 2003 Sep; 26 (7): 668–74. French. PMID: 13130253.
41. Campagna P, Macri A, Rolando M, Calabria G. Chronic topical eye preservative-free beta-blocker therapy effect on the ocular surface in glaucomatous patients. *Acta Ophthalmol Scand Suppl*. 1997; 224: 53. doi:10.1111/j.1600-0420.1997.tb00480.x
 42. Uusitalo H, Chen E, Pfeiffer N, et al. Switching from a preserved to a preservative-free prostaglandin preparation in topical glaucoma medication. *Acta Ophthalmol*. 2010; 88 (3): 329–36. doi:10.1111/j.1755-3768.2010.01907.x
 43. Каменских Т.Г., Веселова Е.В., Колбенов И.О., Петрова Ю.В. Влияние различных консервантов на состояние роговицы при инстилляциях аналогов простагландинов. *Национальный журнал Глаукома*. 2015; 14 (3): 49–57. [Kamenskikh T.G., Veselova E.V., Kolbenev I.O., Petrova Y.V. Effect of different preservatives on the cornea during instillation of prostaglandin analogues. *Russian journal of Glaucoma*. 2015; 14 (3): 49–57 (In Russ.)].
 44. Gandolfi S, Paredes T, Goldberg I, et al. Comparison of a travoprost BAK-free formulation preserved with polyquaternium-1 with BAK-preserved travoprost in ocular hypertension or open-angle glaucoma. *Eur J Ophthalmol*. 2012; 22 (1): 34–44. doi:10.5301/ejo.5000001
 45. Gimenez-Gomez R, Garcia-Catalan MR, Gallardo-Galera JM. Tear clearance and ocular symptoms in patients treated with preservative-free prostaglandins. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2013; 88 (3): 88–91. doi:10.1016/j.oftal.2012.06.003
 46. Armaly M.F. Effect of corticosteroids on intraocular pressure and fluid dynamics. II. The effect of dexamethasone in the glaucomatous eye. *Arch Ophthalmol*. 1963; 70: 492–9. doi:10.1001/archophth.1963.00960050494011
 47. Roberti G, Oddone F, Agnifili L, et al. Steroid-induced glaucoma: Epidemiology, pathophysiology, and clinical management. *Surv Ophthalmol*. 2020; 65 (4): 458–72. doi:10.1016/j.survophthal.2020.01.002
 48. Lewis JM, Priddy T, Judd J, et al. Intraocular pressure response to topical dexamethasone as a predictor for the development of primary open-angle glaucoma. *Am J Ophthalmol*. 1988; 106 (5): 607–12. doi:10.1016/0002-9394(88)90595-8
 49. Cantrill HL, Palmberg PF, Zink HA, et al. Comparison of in vitro potency of corticosteroids with ability to raise intraocular pressure. *Am J Ophthalmol*. 1975; 79 (6): 1012–7. doi:10.1016/0002-9394(75)90687-x
 50. Mindel JS, Tavittian HO, Smith H, Jr, Walker EC. Comparative ocular pressure elevation by medrysone, fluorometholone, and dexamethasone phosphate. *Arch Ophthalmol*. 1980; 98 (9): 1577–8. doi:10.1001/archophth.1980.01020040429006
 51. Broadway DC, Grierson I, Sturmer J, Hitchings RA. Reversal of topical antiglaucoma medication effects on the conjunctiva. *Arch Ophthalmol*. 1996; 114 (3): 262–7. doi:10.1001/archophth.1996.01100130258004
 52. Baudouin C, Nordmann JP, Denis P, et al. Efficacy of indomethacin 0.1% and fluorometholone 0.1% on conjunctival inflammation following chronic application of antiglaucomatous drugs. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2002; 240 (11): 929–35. doi:10.1007/s00417-002-0581-9
 53. Nguyen KD, Lee DA. Effect of steroids and nonsteroidal antiinflammatory agents on human ocular fibroblast. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1992 Aug; 33 (9): 2693–701. PMID: 1386351.
 54. Breusegem C, Spielberg L, Van Ginderdeuren R, et al. Preoperative nonsteroidal anti-inflammatory drug or steroid and outcomes after trabeculectomy: a randomized controlled trial. *Ophthalmology*. 2010; 117 (7): 1324–30. doi:10.1016/j.ophtha.2009.11.038
 55. Iyer JV, Zhao Y, Lim FPM, Tong L, Wong TTL. Ocular lubricant use in medically and surgically treated glaucoma: a retrospective longitudinal analysis. *Clin Ophthalmol*. 2017; 11: 1191–6. doi:10.2147/OPTH.S134570
 56. Prabhasawat P, Ruangvaravate N, Tesavibul N, Thewthong M. Effect of 0.3% Hydroxypropyl Methylcellulose/Dextran versus 0.18% Sodium Hyaluronate in the treatment of ocular surface disease in glaucoma patients: A randomized, double-blind, and controlled study. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2015; 31 (6): 323–9. doi:10.1089/jop.2014.0115
 57. Pauloin T, Dutot M, Warnet JM, Rat P. In vitro modulation of preservative toxicity: high molecular weight hyaluronan decreases apoptosis and oxidative stress induced by benzalkonium chloride. *Eur J Pharm Sci*. 2008; 34 (4–5): 263–73. doi:10.1016/j.ejps.2008.04.006
 58. Alpar JJ. Sodium hyaluronate (Healon) in glaucoma filtering procedures. *Ophthalmic Surg*. 1986 Nov; 17 (11): 724–30. PMID: 3808582.
 59. Sherwin JC, Ratnarajan G, Elahi B, Bilkiewicz-Pawelec A, Salmon JF. Effect of a punctal plug on ocular surface disease in patients using topical prostaglandin analogues: a randomized controlled trial. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018; 46 (8): 888–94. doi:10.1111/ceo.13311
 60. Arita R, Morishige N, Shirakawa R, Sato Y, Amano S. Effects of eyelid warming devices on tear film parameters in normal subjects and patients with meibomian gland dysfunction. *Ocul Surf*. 2015; 13 (4): 321–30. doi:10.1016/j.jtos.2015.04.005
 61. Saini M, Dhiman R, Dada T, Tandon R, Vanathi M. Topical cyclosporine to control ocular surface disease in patients with chronic glaucoma after long-term usage of topical ocular hypotensive medications. *Eye (Lond)*. 2015; 29 (6): 808–14. doi:10.1038/eye.2015.40
 62. Perez VL, Pflugfelder SC, Zhang S, et al. Novel integrin antagonist for treatment of dry eye disease. *Ocul Surf*. 2016; 14 (2): 207–15. doi:10.1016/j.jtos.2016.01.001
 63. Deinema LA, Vingrys AJ, Wong CY, et al. A randomized, double-masked, placebo-controlled clinical trial of two forms of Omega-3 supplements for treating dry eye disease. *Ophthalmology*. 2017; 124 (1): 43–52. doi:10.1016/j.ophtha.2016.09.023
 64. Tellez-Vazquez J. Omega-3 fatty acid supplementation improves dry eye symptoms in patients with glaucoma: results of a prospective multicenter study. *Clin Ophthalmol*. 2016; 10: 617–26. doi:10.2147/OPTH.S96433
 65. Dry Eye A., Management Study Research G, Asbell PA, Maguire MG, Pistilli M, et al. n-3 Fatty acid supplementation for the treatment of dry eye disease. *N Engl J Med*. 2018; 378 (18): 1681–90. doi:10.1056/NEJMoa1709691
 66. Giannaccare G, Pellegrini M, Sebastiani S, et al. Efficacy of Omega-3 fatty acid supplementation for treatment of dry eye disease: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Cornea*. 2019; 38 (5): 565–73. doi:10.1097/ICO.0000000000001884
 67. Hussain M, Shtein RM, Pistilli M, et al. The Dry Eye Assessment and Management (DREAM) extension study — A randomized clinical trial of withdrawal of supplementation with omega-3 fatty acid in patients with dry eye disease. *Ocul Surf*. 2020; 18 (1): 47–55. doi:10.1016/j.jtos.2019.08.002

Вклад авторов в работу: С.Ю. Петров, Е.В. Яни, О.М. Филиппова — концепция обзора, написание статьи; А.Д. Епхиева — анализ литературы, написание статьи.

Authors' contribution: S.Yu. Petrov, E.V. Yani, O.M. Filippova — concept of publication, writing of the article; A.D. Epkhieva — literature analysis, writing of the article.

Поступила: 19.02.2024. Переработана: 21.02.2024. Принята к печати: 22.02.2024

Originally received: 19.02.2024. Final revision: 21.02.2024. Accepted: 22.02.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Сергей Юрьевич Петров — д-р мед. наук, начальник отдела глаукомы, ORCID 0000-0001-6922-0464

Елена Владимировна Яни — канд. мед. наук, руководитель отдела инфекционных и аллергических заболеваний глаз, ORCID 0000-0003-1527-9414

Ольга Маратовна Филиппова — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела глаукомы, ORCID 0000-0001-9082-4537

Анжела Давидовна Епхиева — аспирант, ORCID 0009-0006-8100-9681

Для контактов: Сергей Юрьевич Петров,
glaucomatosis@gmail.com

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Sergey Yu. Petrov — Dr. of Med. Sci., head of glaucoma department, ORCID 0000-0001-6922-0464

Elena V. Yani — Cand. of Med. Sci., head of the department of infectious and allergic eye diseases, ORCID 0000-0003-1527-9414

Olga M. Filippova — Cand. of Med. Sci., researcher, glaucoma department, ORCID 0000-0001-9082-4537

Anzhela D. Epkhieva — PhD student of glaucoma department, ORCID 0009-0006-8100-9681

For contacts: Sergey Yu. Petrov,
glaucomatosis@gmail.com

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-160-167>



Эффективность и безопасность ципрофлоксацина, мази глазной и капель для глаз, 0,3 %, в современной терапии инфекционно-воспалительных заболеваний глаз. Обзор литературы

А.В. Трубилин¹, Е.Г. Полунина¹✉, Е.А. Серебрянникова², А.Г. Иксанова³, Т.Д. Устинова⁴

¹ Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Волоколамское ш., д. 91, Москва, 125371, Россия

² ООО «Сайнсфайлз», ул. Парниковая, д. 8, Екатеринбург, 620135, Россия

³ Научно-образовательный центр фармацевтики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ул. Кремлевская, д. 18, Казань, 420008, Россия

⁴ АО «Татхимфармпрепараты», ул. Беломорская, д. 260, Казань, 420091, Россия

Бактериальный конъюнктивит является основной причиной обращений пациентов к офтальмологам, причем заболеваемость высока как среди детей, так и среди взрослых. В действующей редакции Клинических рекомендаций раздела «Конъюнктивиты», одобренной Научно-практическим советом Минздрава РФ, в качестве этиотропной терапии для лечения инфекционного конъюнктивита (бактериального, хламидийного) или при подозрении/профилактике вторичной бактериальной инфекции при конъюнктивите другой этиологии с антибактериальной целью рекомендуются антибактериальные и антисептические средства. Антибактериальные средства в лекарственной форме капель для глаз представлены следующими международными непатентованными наименованиями (МНН): офлоксацин, цiproфлоксацин, левофлоксацин, моксифлоксацин, нетилмицин, тобрамицин, хлорамфеникол, в лекарственной форме глазных мазей: МНН тетрациклин, эритромицин, тетрациклин + хлорамфеникол. Из антисептических средств представлены капли для глаз с МНН пиклоксидин и бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмоний. В настоящем обзоре систематизированы данные, посвященные сравнительной эффективности и безопасности глазных капель и мазей цiproфлоксацина, а также оценке их клинической значимости в лечении бактериальных инфекций глаз.

Ключевые слова: блефароконъюнктивит; блефарит; конъюнктивит; ячмень; фторхинолоны; цiproфлоксацин; капли для глаз; глазная мазь

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Трубилин А.В., Полунина Е.Г., Серебрянникова Е.А., Иксанова А.Г., Устинова Т.Д. Эффективность и безопасность цiproфлоксацина, мази глазной и капель для глаз, 0,3 %, в современной терапии инфекционно-воспалительных заболеваний глаз. Обзор литературы. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 160-7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-160-167>

Efficacy and safety of ciprofloxacin, eye ointment and eye drops, 0.3 %, in modern therapy of infectious and inflammatory eye diseases. A review

Aleksandr V. Trubilin¹, Elizaveta G. Polunina¹✉, Elena A. Serebryannikova², Alfiya G. Iksanova³, Tatyana D. Ustinova⁴

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

²ООО "Sciencefiles", 8, Parnikovaya St., Ekaterinburg, 620135, Russia

³Kazan (Volga Region) Federal University, 18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008, Russia

⁴АО "Tatkhimfarmpreparaty", 260, Belomorskaya St., Kazan, 420091, Russia

lpolunina@mail.ru

Bacterial conjunctivitis is the main reason for patients to visit ophthalmologists, and the incidence is high among both children and adults. In the current version of the Clinical Guidelines for the section "Conjunctivitis", approved by the Scientific and Practical Council of the Ministry of Health of the Russian Federation, antibacterial and antiseptic agents are recommended as etiotropic therapy for the treatment of infectious conjunctivitis (bacterial, chlamydial) or in case of suspicion/prevention of secondary bacterial infection in conjunctivitis of other etiologies with antibacterial purposes. Antibacterial agents in the dosage form of eye drops are represented by the following International Nonproprietary Names (INN): ofloxacin, ciprofloxacin, levofloxacin, moxifloxacin, netilmicin, tobramycin, chloramphenicol, in the dosage form of eye ointments: INN tetracycline, erythromycin, tetracycline + chloramphenicol. Of the antiseptic agents, eye drops are presented with the INN picloxidine and benzyltrimethyl-myristoylamino-propylammonium. The review presents the comparative efficacy and safety of ciprofloxacin eye drops and ointment, as well as on the assessment of their clinical significance in the treatment of bacterial eye infections.

Keywords: blepharoconjunctivitis; blepharitis; conjunctivitis; barley; fluoroquinolones; ciprofloxacin; eye drops; eye ointment

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

For citation: Trubilin A.V., Polunina E.G., Serebryannikova E.A., Iksanova A.G., Ustinova T.D. Efficacy and safety of ciprofloxacin, eye ointment and eye drops, 0.3 %, in modern therapy of infectious and inflammatory eye diseases. A review. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2):160-7 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-160-167>

Бактериальный конъюнктивит является основной причиной обращений пациентов к офтальмологам, причем заболеваемость высока как среди детей, так и среди взрослых [1]. В действующей редакции Клинических рекомендаций раздела «Конъюнктивиты», одобренной Научно-практическим советом Минздрава РФ, в качестве этиотропной терапии для лечения инфекционного конъюнктивита (бактериального, хламидийного) или при подозрении/профилактике вторичной бактериальной инфекции при конъюнктивите другой этиологии с антибактериальной целью рекомендуются антибактериальные и антисептические средства. Антибактериальные средства в лекарственной форме капель для глаз представлены следующими международными непатентованными наименованиями (МНН): офлоксацин, ципрофлоксацин, левофлоксацин, моксифлоксацин, нетилмицин, тобрамицин, хлорамфеникол, в лекарственной форме глазных мазей: МНН тетрациклин, эритромицин, тетрациклин + хлорамфеникол. Из антисептических средств представлены капли для глаз с МНН пиклоксидин и бензилдиметил-миристоиламино-пропиламмоний [1].

В настоящем обзоре предпринята попытка систематизировать данные о сравнительной эффективности и безопасности глазных капель и мази ципрофлоксацина, а также их клинической значимости в лечении бактериальных инфекций глаз.

Сравнение эффективности мягких и жидких форм антибиотиков в терапии инфекционно-воспалительных заболеваний глаз. В терапии инфекционно-воспалительных заболеваний глаз предпочтение традиционно отдается глазным каплям

из-за простоты их применения. Данные литературы свидетельствуют о том, что в отдельных случаях глазные мази могут оказывать более длительное действие. Однако при назначении мазевых форм антибактериальных глазных капель следует учитывать, что данная лекарственная форма может временно затуманивать зрение, что нередко является причиной, по которой предпочтение отдают глазным каплям [2]. Кроме того, отдельные авторы предполагают, что мазевые формы имеют меньшую растворимость по сравнению с глазными каплями. Вследствие этого действующие вещества, входящие в их состав, не способны в значительной степени проникать в роговицу для достижения оптимального терапевтического эффекта, в соответствии с этим предлагают дифференцированный подход к назначению того или иного вида лекарственного средства [3]. Необходимо отметить, что при конъюнктивите вовлечение в воспалительный процесс роговицы глаза в виде кератита или язвы роговицы происходит не всегда, это относят к осложненному течению бактериального конъюнктивита [4].

Отличия в параметрах эффективности и безопасности мягких и жидких лекарственных форм антибактериальных средств изучались в рамках доклинических и клинических исследований.

Сравнительная эффективность глазных капель и мази ципрофлоксацина была изучена на модели животных при лечении экспериментального кератита, который был индуцирован у кроликов *P. aeruginosa*. Мазь и капли ципрофлоксацина снижали количество жизнеспособных бактерий на роговице более чем в 4 ($p < 0,0001$) и 7 ($p < 0,0001$)

раз по сравнению с плацебо-контролем соответственно. Был сделан вывод о том, что капли ципрофлоксацина более эффективны, чем мазь. Хотя, несмотря на эти различия, необходимые минимальные ингибирующие концентрации (МИК) были достигнуты для обеих лекарственных форм. Важным является то, что общее количество нанесенного ципрофлоксацина с каплями было в 10 раз больше, чем при применении мази. Несмотря на такое значительное различие в количестве изначально поступившего действующего вещества, концентрации антибиотика в водянистой влаге различались лишь в два раза в пользу капель [2].

Интересные результаты получены при сравнении глазных лекарственных форм гентамицина. В рамках сравнительного исследования мази и раствора гентамицина при лечении кератита, вызванного *Pseudomonas aeruginosa* у кроликов, существенных различий в терапевтической эффективности между двумя лекарственными формами выявлено не было, однако мазь гентамицина снижала количество колоний даже при увеличенных интервалах лечения до 4 ч на модели тяжелого кератита [5].

Позже в рамках клинического исследования было продемонстрировано, что мазь гентамицина обеспечивала статистически значимо более высокие концентрации аминогликозида в тканях глаза в сравнении с каплями (310,6 и 45 мг/л соответственно). Более того, после нанесения мази детектируемые концентрации гентамицина сохранялись до 40 мин в сравнении с 10 мин для капель. Это также свидетельствует о более пролонгированном действии глазных мазей, что позволяет снизить частоту применения и повысить удобство для пациента [6].

В другом рандомизированном проспективном исследовании капли с антибиотиком, инстиллируемые в конъюнктивальный мешок, были так же эффективны, как и мазь, наносимая на края век, в снижении их бактериальной колонизации [7].

В доклиническом исследовании оценивалась эффективность глазного геля 3 мг/г и капель 5 мг/мл левофлоксацина в терапии бактериального кератита у кроликов, вызванного *Staphylococcus aureus*. Ввиду лучшего проникновения фторхинолона в ткани глаза, что было подтверждено высокоэффективной жидкостной хроматографией (ВЭЖХ), более эффективным оказался гель [8].

Относительно офлоксацина существуют данные литературы, подтверждающие, что применение этого антибиотика в виде мази позволяет обеспечивать более длительное нахождение действующего вещества в глазу [9]. Глазная мазь на основе офлоксацина может успешно применяться как в сочетании с глазными каплями, так и самостоятельно для лечения инфекционных заболеваний глаз [10].

Представляет интерес исследование Г.З. Галеевой и А.Ю. Расческова [11] у 89 детей с одного года до 14 лет с воспалительными заболеваниями передней поверхности и придаточного аппарата глаза (дакриоцистит, ячмень, абсцесс века, конъюнктивит, кератит), ведущими возбудителями которых являлись *H. influenzae* (34 %), *S. pneumoniae* (24 %), *S. aureus* (10 %) и микробные ассоциации *S. aureus* + *S. haemolyticus* (10 %). Концентрация ципрофлоксацина в слезе через 1–4 ч после закладывания в конъюнктивальную полость стандартного количества глазной мази превышала таковую глазной мази офлоксацина. Исследователи связывают этот результат с различной растворимостью действующих веществ в составе мази.

На проникновение действующего вещества в роговицу влияют концентрация активного компонента, его растворимость в липидах и время контакта с поверхностью.

Так, глазные капли не обладают способностью длительно удерживаться в месте действия, что обуславливает необходимость их частого применения [2]. Согласно инструкции по медицинскому применению, частота использования глазной мази ципрофлоксацина составляет 2–3 раза в день, в отличие от глазных капель ципрофлоксацина (4 раза в день и более в зависимости от заболевания) [12, 13].

Сравнительные аспекты безопасности глазных капель и мазей. В рамках рассмотрения возможных преимуществ мази над каплями необходимо также упомянуть и аспекты безопасности. В этом вопросе в первую очередь стоит остановиться на вспомогательных веществах, используемых в производстве данных лекарственных форм.

В большинстве композиций глазных капель в качестве консерванта используется бензалкония гидрохлорид (БХ), который известен своим цитотоксическим эффектом в отношении тканей глаза [14].

Пороговая концентрация БХ, при которой возникает токсичность, оценивается в ~0,005 % [15]. При этом в глазных каплях, содержащих ципрофлоксацин, БХ используется в концентрации 0,01 % [12]. Как в культуре тканей, так и на моделях животных было показано, что БХ снижает выживаемость клеток роговицы, конъюнктивы, трабекулярной сети и клеток цилиарного эпителия. На животных моделях БХ вызывал повреждение эпителия роговицы, потерю бокаловидных клеток конъюнктивы и задержку заживления ран роговицы. БХ также индуцирует апоптоз эпителиальных клеток роговицы, лимфоцитарную инфильтрацию эпителия и стромы конъюнктивы на животных моделях и повышает уровни маркеров воспаления в тканях глаза. Фрагментация ДНК и окислительное повреждение продемонстрированы в клетках трабекулярной сети, подвергшихся воздействию БХ, что приводило к изменению экспрессии генов в этих клетках [16]. Токсичность БХ клинически проявляется как боль/дискомфорт в глазах, повышенное слезоотделение, субконъюнктивальное воспаление/фиброз, увеличение времени разрыва слезной пленки, точечный кератит [16]. Цитотоксические и провоспалительные свойства БХ могут спровоцировать развитие или усугубить течение синдрома сухого глаза [14]. Это состояние обуславливает плохую переносимость местной антибактериальной терапии [10].

Одной из стратегий преодоления нежелательных эффектов БХ является использование препаратов, содержащих альтернативные консерванты [16]. Например, метилпарагидроксибензоат, входящий в состав мази Офтоципро® (МНН: ципрофлоксацин), является менее токсичным для эпителия роговицы и конъюнктивы, чем БХ, входящий в состав глазных капель [15]. Снижение токсических побочных эффектов от глазных капель, содержащих БХ, может повысить соблюдение пациентами режима лечения и приведет к более благоприятному клиническому исходу [17].

Добавление в мазевую основу ланолина обеспечивает хорошую смачиваемость мази слезной жидкостью и фиксацию мази на конъюнктиве и роговице глаза. В результате этого наблюдается значительное снижение эпителиопатии роговицы и конъюнктивы при длительном лечении воспалительных заболеваний передней поверхности глаза. Так, по данным Г.З. Закировой и А.Ю. Расческова [15], у детей на фоне применения глазной мази ципрофлоксацина эпителиопатия составила 4,5 %, в то время как на фоне применения антибактериальных капель (фторхинолоны 2-го и 3-го поколения, аминогликозиды), содержащих в составе консервант БХ, эпителиопатия отмечена в 41,7 % случаев.

Еще один важный аспект безопасности — возможность системной адсорбции антибиотика при применении

в качестве местной терапии. Особенности глазных капель является обеспечение высоких концентраций действующих веществ в небольшом объеме, т. е. в одной капле. Лекарственный препарат, оказываясь в конъюнктивальной полости, сразу же разбавляется слезной жидкостью, частично проникает в конъюнктиву и роговицу, но большая часть попадает в полость носа через носослезный канал, где всасывается через слизистую оболочку [18]. Поэтому при использовании ципрофлоксацина в виде глазных капель возможна его системная абсорбция [12]. При местном применении глазной мази ципрофлоксацина системная абсорбция низкая [13]. Минимальная системная абсорбция действующего вещества при местном применении снижает риск системных побочных эффектов, что соответствует современным принципам использования антибактериальных препаратов [19].

Таким образом, рассмотренные ключевые моменты преимуществ безопасности глазных мазей над каплями — снижение токсического воздействия БХ и вероятности возникновения системных нежелательных реакций — обуславливают лучшую переносимость терапии. Это в свою очередь в клинической практике означает более высокую приверженность пациентов лечению.

Развитие устойчивости к антимикробным препаратам в офтальмологии. Чрезмерное и неправильное использование антибиотиков как в медицине, так и сельском хозяйстве, недостаточная осведомленность общественности и загрязнение окружающей среды приводят к устойчивости ко многим антибиотикам.

В Греции в 2019 г. исследовали устойчивость к антимикробным препаратам при бактериальном конъюнктивите у детей [20]. Более высокая устойчивость *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* и *Haemophilus spp.* обнаружена к ампициллину (50 % организмов), цефтриаксону (23 %), цефтазидиму (21 %) и сульфаметоксазолу (20 %). Показатели устойчивости к ципрофлоксацину были низкими (0–2 %), в то время как ни один из исследованных организмов не был устойчив к гентамицину, амикацину и ванкомицину [20].

Несомненно, присутствуют региональные различия в структуре устойчивости, на которые, вероятно, влияет местная практика применения антибиотиков.

Многонациональное, многоцентровое исследование инфекционного кератита, проведенное Азиатским обществом по изучению роговицы (ACSIKS), позволило дать сравнительное базовое описание факторов риска, микробиологии и результатов инфекционного кератита в развитых и развивающихся странах Азии (Индия, Гонконг, Сингапур, Япония, Южная Корея, Таиланд, Филиппины, Тайвань, Китай) [21]. Изоляты из Индии продемонстрировали самые высокие показатели устойчивости к антибиотикам среди всех центров и включали моксифлоксацин (47,5 %) и ципрофлоксацин (39,8 %). Также из Индии были получены 48 из 59 изолятов MDR. В других центрах ACSIKS показатели устойчивости к антибиотикам были значительно ниже и обычно составляли менее 10 % [21].

В ретроспективном исследовании S. Chatterjee и соавт. [22] оценивались тенденции развития резистентности к фторхинолонам среди бактериальных изолятов от глазных инфекций за 16-летний период с 2005 по 2020 г. в Офтальмологическом институте Центральной Индии. Среди 725 грамположительных бактерий устойчивость к ципрофлоксацину, офлоксацину, гатифлоксацину и моксифлоксацину составила 55,9, 42,7, 47,6 и 45,6 % соответственно. Среди 266 грамотрицательных бактерий устойчивость к ципрофлоксацину, офлоксацину, гатифлоксацину и моксифлоксацину составила 57,9, 56,0, 59,9 и 74,3 % соответственно. Вместе с тем

у грамположительных бактерий наблюдалась тенденция к снижению резистентности к ципрофлоксацину ($p < 0,001$), офлоксацину ($p < 0,001$) и моксифлоксацину ($p < 0,001$), тогда как у грамотрицательных бактерий наблюдалось снижение резистентности только к моксифлоксацину ($p = 0,04$) [22].

Повышение осведомленности об устойчивости к антимикробным препаратам приводит к улучшению практики назначения лекарств врачами, что свою очередь снижает устойчивость к некоторым антибиотикам.

Так, в США с середины 2000-х гг. проводится 2 проспективных общенациональных многоцентровых надзорных исследования по мониторингу устойчивости к антимикробным препаратам при глазных инфекциях (TRUST с 2005 по 2008 г. и ARMOR с 2009 г.).

С 2009 по 2016 г. в рамках исследования ARMOR были собраны образцы 1198 пациентов с подозрением на бактериальный конъюнктивит (глазная инфекция). Эти образцы были взяты из 57 разных мест в 40 штатах [23]. Оценивалась антибиотикорезистентность *in vitro* глазных изолятов, включая наиболее распространенные *S. aureus*, *CoNS*, *S. pneumoniae*, *P. aeruginosa* и *H. influenzae*. Отмечено небольшое статистически значимое снижение показателей устойчивости к противомикробным препаратам *in vitro* для *S. aureus*: к азитромицину, ципрофлоксацину, тобрамицину, триметоприму и оксациллину. Для *CoNS* также отмечено небольшое значимое снижение устойчивости *in vitro* к изолятам ципрофлоксацину ($p = 0,0125$) и *P. aeruginosa* ($p = 0,0249$) [23].

С 2009 по 2019 г. в другом исследовании в рамках ARMOR были собраны 1499 образцов изолятов роговицы пациентов с бактериальным кератитом [23]. Эти образцы были взяты из разных мест (61 населенный пункт) в 30 штатах. Наиболее распространенными изолятами были *CoNS* (35 %, $n = 525$), *S. aureus* (28,6 %, $n = 429$), *P. aeruginosa* (25,6 %, $n = 385$) и *S. pneumoniae* (8,5 %, $n = 127$). Наблюдалось некоторое незначительное снижение резистентности к тобрамицину у изолятов *S. aureus* (среднее изменение за год 1,65 %, $p = 0,001$) и к ципрофлоксацину у изолятов *CoNS* (среднее изменение за год 0,95 %, $p = 0,03$). Для изолятов MRSA наблюдалось значительное снижение резистентности к ципрофлоксацину (среднее изменение 1,14 %; $p = 0,01$) и тобрамицину (среднее изменение 3,60 %; $p = 0,001$), тогда как MRCoNS показал увеличение резистентности к тобрамицину (среднее изменение +3,43 %; $p = 0,001$). Тенденции резистентности к противомикробным препаратам оставались стабильными для изолятов *P. aeruginosa* и *S. pneumoniae* в течение периода исследования [23].

J. Lomholt и M. Kilian [24] изучили чувствительность к ципрофлоксацину 106 глазных изолятов *Pseudomonas aeruginosa* из Великобритании, Дании, Индии, США и Австралии. Три (3,3 %) из 90 изолятов кератита, один из Великобритании и два из Индии, имели значения МПК 16 мг/л или 32 мг/л. Изолят из Великобритании имел мутацию в *gyrA* (*Thr83Ile*), тогда как два индийских изолята показали мутации как в *gyrA* (*Thr83Ile*), так и в *parC* (*Ser87Leu*). Остальные изоляты от кератита, эндофтальмита, синдрома красного глаза, вызванного контактными линзами (CLARE) и футлярами для хранения контактных линз, показали значения МПК ниже 1 мг/л. Несколько аллельных форм *gyrA* и одна вариация продукта гена *texR* обнаружены у 10 чувствительных к ципрофлоксацину штаммов. Таким образом, подавляющее большинство глазных изолятов *P. aeruginosa* из стран Европы были полностью чувствительны к ципрофлоксацину, а концентрация глазных капель ципрофлоксацина, используемых для местного лечения (3000 мг/л), превышает значения МПК для штаммов, зарегистрированных

как устойчивые. Мутации более чем в одном гене-мишени были связаны с более высокими значениями МПК [24].

Программа наблюдения за устойчивостью к противомикробным препаратам при бактериальном кератите была создана в Сиднее в 2016 г. в Сиднейской офтальмологической больнице в сотрудничестве с NSW Health Pathology (BOSS) [23]. В этом исследовании обнаружена низкая устойчивость к цефалотину и ципрофлоксацину для часто выделяемых патогенов, *CoNS*, *MSSA* и *P. aeruginosa*. *MSSA* был устойчив к хлорамфениколу (21 %), ципрофлоксацину (7 %) и гентамицину (7 %), в то время как *CoNS* был устойчив к цефалотину (9 %), гентамицину (9 %) и ципрофлоксацину (9 %). *Corynebacterium spp.* были устойчивы к цефалотину (40 %), хлорамфениколу (25 %) и ципрофлоксацину (14 %). Только 7 % *P. aeruginosa* были устойчивы к ципрофлоксацину [23].

Одними из принципов адекватной антибиотикотерапии при глазных инфекциях среди прочих в контексте роста антибиотикорезистентности является использование местных лекарственных препаратов, сокращение длительности терапии и избегание недостаточно эффективного лечения. При этом цель местной антибиотикотерапии — достижение концентраций выше МИК, но ниже токсических при сохранении длительного пребывания действующего вещества в месте действия [25].

При закапывании антибиотиков в конъюнктивальный мешок препарат разбавляется в слезной пленке, распределяется по всей поверхности глаза и контактирует с поверхностным слоем роговицы (роговичным эпителием) и конъюнктивой, которые покрывают глазное яблоко и внутреннюю поверхность век. Концентрация антибиотика в слезах постепенно уменьшается с течением времени, причины этого следующие: разбавление в слезной пленке, резорбция на уровне конъюнктивы, выведение через слезный канал и проникновение через роговицу в переднюю камеру [25]. Антибиотик проникает в роговицу тем лучше, чем больше он находится в вязкой подложке (что увеличивает время остаточной активности), чем более он липофилен и чем ниже его молекулярный вес (что позволяет ему легче преодолевать клеточный барьер) [25]. Параметрами, характеризующими кинетику топических антибиотиков на уровне глаз, являются: площадь под кривой концентрации антибиотика в слезах (AUC); максимальная концентрация в слезах (C_{max}); проникновение через роговицу в переднюю камеру; системная проницаемость антибиотика [25].

Целью топической антибиотикотерапии является получение эффективных концентраций (выше МИК и ниже токсической концентрации) при сохранении максимальной продолжительности контакта с глазом. Эта максимальная продолжительность контакта зависит от вязкости объекта, класса антибиотика, pH, осмотической концентрации и типа адъювантов, содержащихся в препарате. На основании этих фармакокинетических данных считается, что гели и мази, содержащие антибиотики, имеют более длительную остаточную концентрацию и более мощный и продолжительный антибактериальный эффект [25].

Ципрофлоксацин в терапии инфекционно-воспалительных заболеваний глаз. Ципрофлоксацин является антибактериальным средством группы фторхинолонов второго поколения и обладает широким спектром антимикробной активности в отношении большинства грамположительных и грамотрицательных патогенов, ассоциированных с глазными инфекциями, включая хламидии.

Ципрофлоксацин используется для лечения вызванных чувствительными микроорганизмами инфекционно-воспа-

лительных заболеваний глаз, таких как острый и подострый конъюнктивит, блефарит, блефароконъюнктивит, кератит, кератоконъюнктивит, бактериальная язва роговицы, хронический дакриоцистит, мейбомит, инфекционные поражения глаз после травм и попадания инородных тел [12, 13].

В исследовании Т.Н. Воронцовой и соавт. [26] оценивалась МИК ряда самых распространенных в клинической практике антибактериальных препаратов (ципрофлоксацина, офлоксацина, левофлоксацина, моксифлоксацина, гатифлоксацина и тобрамицина) в отношении выделенных из конъюнктивальной полости больных *Staphylococcus epidermidis*, *S. aureus*, *Streptococcus spp.*, грамотрицательной микрофлоры, таких как синегнойная палочка, *E. brevis*, *K. pneumoniae*, а также *S. marcescens*. Примечательно, что самая низкая МИК для грамотрицательной микрофлоры оказалась у ципрофлоксацина — 0,034 мкг. Низкий показатель МИК отмечен также у левофлоксацина — 0,051 мкг. МИК офлоксацина и гатифлоксацина была значительно большей и практически одинаковой: 0,096 и 0,102 мкг. Самая высокая МИК зафиксирована у тобрамицина (7,050 мкг) [26].

В настоящее время в РФ лекарственные препараты для офтальмологического применения, содержащие ципрофлоксацин, доступны в виде глазных капель и мазей.

В российских клинических рекомендациях «Конъюнктивиты» (2024) ципрофлоксацин в форме глазных капель рекомендован в качестве этиотропной терапии для лечения инфекционного конъюнктивита (бактериального, хламидийного) или при подозрении/профилактике вторичной бактериальной инфекции при конъюнктивите другой этиологии с антибактериальной целью: по 1–2 капли один раз в 4 ч, курс лечения — 5–10 дней [1].

Эффективность, профиль безопасности и переносимость мази ципрофлоксацина неоднократно изучены в рамках клинических исследований у взрослой и детской популяции.

Так, в многоцентровом клиническом исследовании при лечении бактериального кератита с помощью 0,3%-ной глазной мази ципрофлоксацина у 93 % пациентов наблюдалось полное излечение или улучшение состояния [27].

В исследовании эффективности, переносимости и безопасности 0,3%-ной глазной мази ципрофлоксацина Офтоципро® в лечении инфекционно-воспалительных заболеваний переднего отдела глаза (блефароконъюнктивита, поверхностного и глубокого травматического кератита) отмечен положительный терапевтический эффект у 96,05 % (73 глаза) пациентов [28].

В исследовании В.Н. Трубилина и соавт. [29] подтверждена эффективность глазной мази ципрофлоксацина Офтоципро® для лечения острых и хронических воспалительных заболеваний век у пациентов с острым мейбомитом, ячменем, острым блефароконъюнктивитом, хроническим мейбомитом, халязионом в стадии обострения и хроническим блефароконъюнктивитом (включая двух детей 3 и 7 лет) [29]. Такое локальное применение глазных мазей на поверхности век, например при наружном ячмене и халязионе, имеет неоспоримые преимущества. В отсутствие контакта с конъюнктивальной полостью минимизируется площадь воздействия антибактериального препарата на глазную поверхность, что способствует сохранению естественной микрофлоры конъюнктивальной полости [18, 30]. В то же время антибактериальные препараты в виде мазей имеют пролонгированное действие за счет длительного сохранения на коже [31].

Результаты применения глазной мази ципрофлоксацина 0,3 % Офтоципро® при бактериальных кератитах

Таблица. Преимущества и недостатки лекарственных форм ципрофлоксацина для офтальмологического использования
Table. Advantages and disadvantages of ciprofloxacin dosage forms for ophthalmic use

Капли Drops	+	• Применение с 0 лет • Высокая скорость растворения и проникновения • Высокие уровни содержания действующего вещества в небольшом объеме • Use from 0 years • High rate of dissolution and penetration • High levels of active substance in a small volume
	—	• Наличие БХ как токсического вещества по отношению к глазным тканям • Высокая частота приема (4 раза в день и чаще) • Необходимость соблюдения интервалов при закапывании нескольких глазных капель (вторые по очереди капли вымываются быстрее) • Осторожность при инстилляциях (нельзя вводить субконъюнктивально или в переднюю камеру глаза) • Срок годности 2 года (после вскрытия флакона — 42 дня) • The presence of benzalkonium hydrochloride as a toxic substance in relation to eye tissues • High frequency of administration (4 times a day or more) • The need to observe intervals when instilling several eye drops (the second drops in a row are washed out faster) • Caution when instilling (cannot be administered subconjunctivally or into the anterior chamber of the eye) • Shelf life is 2 years (after opening the bottle — 42 days)
Мазь Ointment	+	• Возможность локального использования при воспалительном процессе на поверхности век • Отсутствие контакта с конъюнктивальной полостью при использовании на поверхности век • Возможность использования глазных капель перед закладыванием глазной мази • Использование в качестве консерванта метилпарагидроксибензоата (менее токсичного для клеток эпителия роговицы и конъюнктивы, чем БХ) • Фиксирование мази на конъюнктиве и роговице глаза • Меньшая частота приема (2–3 раза в день, в отличие от капель 4 раза — каждые 2 ч в день) • Повышение приверженности пациентов терапии • Снижение вероятности возникновения антибиотикорезистентности • Срок годности 3 года (после вскрытия упаковки — не более 6 нед) • Possibility of local use in case of inflammatory process on the surface of eyelids • No contact with conjunctival cavity when used on the surface of eyelids • Possibility of using eye drops before applying eye ointment • Use of methyl parahydroxybenzoate as a preservative (less toxic for corneal and conjunctival epithelial cells compared to benzalkonium hydrochloride) • Fixation of ointment on the conjunctiva and cornea of the eye • Less frequency of administration (2–3 times a day as opposed to drops 4 times — every 2 hours a day) • Increased patient compliance with therapy • Reduced likelihood of antibiotic resistance • Shelf life is 3 years (after opening the package — no more than 6 weeks)
	—	• Применение с 2 лет • Специфическая техника закладывания мази • Рекомендуется использовать ватные палочки или ватные тампоны • Временное затуманивание зрения • Use from 2 years • Specific technique for applying ointment • It is recommended to use cotton swabs • Temporary blurred vision

(в т. ч. хламидийных кератоконъюнктивитах) и язвах роговицы показали хорошую переносимость и высокую клиническую эффективность: выздоровление (в т. ч. у детей и подростков) достигается в 87,5 % случаев [32].

Глазная мазь Офтоципро® («Татхимфармпрепараты», Россия) продемонстрировала эффективность в лечении детей в возрасте от 3 до 18 лет с блефароконъюнктивитом бактериальной и хламидийной этиологии в сочетании с отсутствием выраженных побочных эффектов [33].

В настоящее время глазная мазь Офтоципро® зарегистрирована для применения у детей с 2 лет [13]. Глазные капли, содержащие ципрофлоксацин, можно применять у новорожденных (с 0 дней) [12].

Показано, что у детей с одного года до 14 лет с воспалительными заболеваниями передней поверхности и придаточного аппарата глаза через час после закладывания в конъюнктивальную полость стандартного количества глазной мази с ципрофлоксацином Офтоципро® антибактериальная концентрация в слезе составила 1,5 мг/мл, что превышает МИК для большинства ведущих возбудителей (*H. influenzae*, *S. pneumoniae*, *S. aureus*), кроме умеренно чувствительных штаммов *S. pneumoniae* [11].

Дополнительно необходимо выделить некоторые недостатки мази: временное затуманивание зрения, что является причиной того, что их применение рекомендовано перед сном [34], и специфическая техника закладывания мази (следует оттянуть веко вниз, ввести в конъюнктивальный мешок полоску мази, а затем прижать веко с помощью ватных палочек или ватных тампонов) [13].

Основные преимущества и недостатки различных лекарственных форм ципрофлоксацина для офтальмологического использования приведены в таблице.

ВЫВОДЫ

Возможность выбора лекарственной формы ципрофлоксацина или использование комбинации глазных капель и мази могут помочь персонализировать подход к лечению пациентов с инфекционно-воспалительными заболеваниями глаз в зависимости от особенностей течения патологического процесса.

Глазная мазь ципрофлоксацина Офтоципро® («Татхимфармпрепараты», Россия) имеет преимущества перед глазными каплями в связи с более длительной возможностью удерживания действующего вещества в месте действия, мень-

шей кратностью применения, обеспечением более стабильных по времени концентраций действующего вещества после применения. С точки зрения безопасности глазная мазь Офтоципро® не содержит в составе БХ и обладает меньшей системной абсорбцией — это снижает риски возникновения нежелательных реакций.

В совокупности преимущества мази обеспечивают большую приверженность пациентов терапии, что в особенности влияет на снижение вероятности возникновения антибиотикорезистентности. Препарат Офтоципро® также может использоваться локально при развитии воспалительного процесса на поверхности век, он не вступает в контакт с конъюнктивальной полостью, что способствует сохранению естественной микрофлоры.

Вышеперечисленное свидетельствует о том, что мазевая форма антибактериального препарата Офтоципро® может быть рекомендована к широкому применению в офтальмологической практике.

Литература/References

1. Клинические рекомендации «Конъюнктивиты». [Clinical guidelines «Conjunctivitis»] (In Russ.) Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/629_2
2. Hobden JA, O'Callaghan RJ, Insler MS, Hill JM. Ciprofloxacin ointment versus ciprofloxacin drops for therapy of experimental *Pseudomonas* keratitis. *Cornea*. 1993 Mar; 12 (2): 138–41. doi: 10.1097/00003226-199303000-00008
3. Lin A, Rhee MK, Akpek EK, et al. American Academy of Ophthalmology preferred practice pattern cornea and external disease panel. Bacterial Keratitis Preferred Practice Pattern®. *Ophthalmology*. 2019 Jan; 126 (1): P1–P55.
4. Бабушкин А.Э., Шевчук Н.Е. Бактериальные конъюнктивиты (обзор литературы). *Точка Зрения Восток — Запад*. 2021; 3: 87–90. [Babushkin A.E., Shrivchuk N.E. Bacterial conjunctivitis (literature review). *Point of View. East—West*. 2021; 3: 87–90 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2021-3-87-90>
5. Hyndiuk RA, Skorich DN, Davis SD, et al. Fortified antibiotic ointment in bacterial keratitis. *Am J Ophthalmol*. 1988 Mar 15; 105 (3): 239–43. doi: 10.1016/0002-9394(88)90002-5
6. Lomholt JA, Møller JK, Ehlers N. Prolonged persistence on the ocular surface of fortified gentamicin ointment as compared to fortified gentamicin eye drops. *Acta Ophthalmol. Scand*. 2000; 78 (1): 34–6. doi: 10.1034/j.1600-0420.2000.078001034.x
7. Hashemi K, Chuang AZ, Schweitzer C, Lanier JD. Comparison of antibiotic drops placed in the conjunctival cul-de-sac to antibiotic ointment applied to the lid margin in reduction of bacterial colonization on the lid margin. *Cornea*. 2000 Jul; 19 (4): 459–63. doi: 10.1097/00003226-200007000-00010
8. Li X, Liu L, Deng Y, et al. Pharmacokinetics and bioequivalence of a generic empagliflozin tablet versus a brand-named product and the food effects in healthy Chinese subjects. *Drug Dev Ind Pharm*. 2020 Sep; 46 (9): 1487–94. doi: 10.1080/03639045.2020.1810263
9. Zhou J.S. Ofloxacin content in tears following topical use of 0.3 % ointment. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi Chin. J. Ophthalmol*. 1991; 27 (2): 115–7.
10. Егоров А.Е. Офлоксацин 0,3 % глазные капли и мазь в современной терапии воспалительно-инфекционных заболеваний глаз (обзор литературы). *РМЖ Клиническая офтальмология*. 2012; 13 (3): 114–7. [Egorov A.E. Ofloxacin 0.3 % ophthalmological solution and eye ointment in today treatment of inflammatory and infectious eye diseases. Literary review. *RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2012; 13 (3): 114–7 (In Russ.)].
11. Галеева Г.З., Расческов А.Ю. Терапия воспалительных заболеваний передней поверхности и придаточного аппарата глаза у детей в свете современных представлений о множественной лекарственной устойчивости возбудителей. *Российский офтальмологический журнал*. 2017; 10 (2): 87–90. [Galeeva G.Z., Raschekov A.Yu. The therapy of inflammatory diseases of the anterior segment and the adnexa of children in the light of modern ideas on multiple drug resistance of pathogens. *Russian ophthalmological journal*. 2017; 10 (2): 87–90 (In Russ.)]. doi: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-87-90
12. Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Ципромед, капли для глаз 0,3 % (Сентисс Фарма Пвт.Лтд, РУ П N012981/01). [Product monograph Cipromed, eye drops 0.3 %. (Sentiss Pharma, Registration code: П N012981/01 (In Russ.)]. Available at: https://grls.rosminzdrav.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=620d64ae-fc62-439b-b0d94dd161df0bdc (accessed: 02.12.2024)
13. Инструкция по медицинскому применению лекарственного препарата Офтоципро® (АО «Татхимфармпрепараты», РУ ЛП-№(001649)-(РГ-РУ)). [Product monograph Oftocipro. (JSC «Tatchempharmpreparaty»,

Registration code: ЛП-№(001649)-(РГ-РУ) (In Russ.)]. Available at: https://grls.rosminzdrav.ru/Grls_View_v2.aspx?routingGuid=eb894369-959f-4d6a-9ec5e7b223152893 (accessed: 02.12.2024)

14. Петров С.Ю., Сафонова Д.М. Консерванты в офтальмологических препаратах: от бензалкония хлорида к поликватернию. *РМЖ Клиническая офтальмология*. 2014; 14 (2): 97–108. [Petrov S.Yu., Safonova D.M. Ophthalmic preservatives: from benzalkonium chloride to polyquaternium. Literature review. *RMZh. Klinicheskaya oftal'mologiya*. 2014; 14 (2): 97–108. (In Russ.)].
15. Закирова Г.З., Расческов А.Ю. Глазная мазь Офтоципро в комплексном лечении кератитов у детей. *Российский офтальмологический журнал*. 2015; 8 (4): 38–41. [Galeeva G.Z., Raschekov A.Yu. Oftocipro eye ointment in the combined treatment of keratitis in children. *Russian ophthalmological journal*. 2015; 8 (4): 38–41 (In Russ.)].
16. Goldstein MH, Silva FQ, Blender N, Tran T, Vantipalli S. Ocular benzalkonium chloride exposure: problems and solutions. *Eye (Lond)*. 2022 Feb; 36 (2): 361–8. doi: 10.1038/s41433-021-01668-x
17. Azari AA, Arabi A. Conjunctivitis: A systematic review. *J Ophthalmic Vis Res*. 2020; 15 (3): 372–95. doi: 10.18502/jovr.v15i3.7456
18. Трубилин В.Н. Терапевтическая офтальмология и заболевания глазной поверхности: Учебное пособие. Москва: ФМБА, 2023. [Trubilin V.N. Therapeutic ophthalmology and diseases of the ocular surface: A textbook. Moscow: FMBA, 2023 (In Russ.)].
19. Drago L. Topical antibiotic therapy in the ocular environment: The benefits of using Moxifloxacin eyedrops: 4. *Microorganisms. Multidisciplinary Digital Publishing Institute*. 2024; 12 (4): 649. doi: 10.3390/microorganisms12040649
20. Oikonomakou M-Z, Makri OE, Panoutsou E, et al. Bacteriology and antimicrobial susceptibility patterns of childhood acute bacterial conjunctivitis in Western Greece. *Med. Hypothesis Discov. Innov. Ophthalmol. J*. 2019; 8 (4): 266–71. PMID: 31788487
21. Khor W-B, Lakshminarayanan R, Periyah MH, et al. The antibiotic resistance profiles of *Pseudomonas aeruginosa* in the Asia Cornea Society Infectious Keratitis Study. *Int Ophthalmol*. 2024; 44 (1): 361. doi: 10.1007/s10792-024-03270-y
22. Chatterjee S, Agrawal D, Gomase SN, et al. Fluoroquinolone resistance in bacterial isolates from ocular infections: Trend in antibiotic susceptibility patterns between 2005–2020. *Indian J. Ophthalmol*. 2022; 70 (12): 4391–8. doi: 10.4103/ijo.IJO_1033_22
23. Cabrera-Aguas M, Chidi-Egboka N, Kandel H, Watson SL. Antimicrobial resistance in ocular infection: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2024 Apr; 52 (3): 258–5. doi: 10.1111/ceo.14377
24. Lomholt JA, Kilian M. Ciprofloxacin susceptibility of *Pseudomonas aeruginosa* isolates from keratitis. *Br J Ophthalmol*. 2003; 87 (10): 1238–40. doi: 10.1136/bjo.87.10.1238
25. Aramă V. Topical antibiotic therapy in eye infections — myths and certainties in the era of bacterial resistance to antibiotics. *Romanian J Ophthalmol*. 2020; 64 (3): 245–60.
26. Воронцова Т.Н., Попов В.Ю., Шапорова В.Я. Результаты определения минимальной подавляющей концентрации современных местных антибактериальных препаратов. *Офтальмология*. 2014; 11 (3): 68–73. [Vorontsova T.N., Popov V.Y., Shaporova V.J. Minimal inhibitory concentrations of modern topical antimicrobials. *Ophthalmology*. 2014; 11 (3): 68–73. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2014-3-68-73
27. Wilhelmus KR, Hyndiuk RA, Caldwell DR, et al. 0.3 % ciprofloxacin ophthalmic ointment in the treatment of bacterial keratitis. The Ciprofloxacin Ointment/Bacterial Keratitis Study Group. *Arch. Ophthalmol*. 1993; 111 (9): 1210–8. doi: 10.1001/archophth.1993.01090090062020
28. Абдулаева А.Э., Амиров А.Н., Сайфуллина Ф.Р. Применение препарата Офтоципро в лечении инфекционно-воспалительно заболеваний переднего отрезка глаза. *Российский офтальмологический журнал*. 2013; 6 (2): 101–3. [Abdulaeva A.E., Amirov A.N., Sajfullina F.R. Using Oftocipro in the treatment of infectious and inflammatory diseases of the anterior segment of the eye. *Russian ophthalmological journal*. 2013; 6 (2): 101–3 (In Russ.)].
29. Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Анджелова Д.В. и др. Применение антибактериальных глазных мазей в лечении острых и хронических заболеваний век и конъюнктивы. *Офтальмология*. 2019; 16 (1): 31–7. [Trubilin V.N., Polunina E.G., Angelova D.V., et al. The antibacterial eye ointments in the treatment of eyelids and conjunctiva acute and chronic diseases. *Ophthalmology*. 2019; 16 (1): 31–7 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2019-1-31-37>
30. Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Кожухов А.А. и др. Медикаментозная терапия конъюнктивитов. Литературный обзор. *Глаз*. 2023; 25 (3): 225–33. [Trubilin V.N., Polunina E.G., Kozhukhov A.A., et al. Medical therapy for conjunctivitis. Literature review. *The EYE*. 2023; 25 (3): 225–33 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33791/2222-4408-2023-3-225-233>
31. Трубилин В.Н., Полунина Е.Г., Анджелова Д.В. и др. Алгоритм лечения мейбомита, ячменя и халазiona. *Офтальмология*. 2019; 16 (4): 515–21. [Trubilin V.N., Polunina E.G., Andzhelova D.V., et al. The treatment algorithm

- for meibomyitis, hordeolum and chalazion. *Ophthalmology*. 2019; 16 (4): 515–21 (In Russ.)). <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2019-4-515-521>
32. Рыскулова Э.К., Хуснитдинова Э.Г., Ибрафилова Г.З., Бабушкин А.Э. Эффективность мази Офтоципро в лечении бактериальных кератитов и язв роговицы. *Точка Зрения Восток — Запад*. 2016; 1: 142–4. [Ryskulova E.K., Khusnitdinova E.G., Israfilova G.Z., Babushkin A.E. Ointment Ofthicipro efficiency in the treatment of bacterial keratitis and corneal ulcers. *Point of View. East — West*. 2016; 1: 142–4 (In Russ.)].
 33. Ефимова Е.Л., Бржеский В.В. Новые возможности антибактериальной терапии блефароконъюнктивита у детей. *Офтальмология*. 2021; 18 (4): 932–7. [Efimova E.L., Brzheskiy V.V. New possibilities of antibiotic therapy for blepharconjunctivitis in children. *Ophthalmology in Russia*. 2021; 18 (4): 932–7 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-4-932-937>
 34. Kumar N, Kumar R, Malhotra M, et al. Ophthalmic ointment & formulation: A review. *Int J Med Pharm Drug Res*. 2024; 8 (2): 47–60. doi: 10.22161/ijmpd.8.2.6

Вклад авторов в работу: А.В. Трубилин, Е.Г. Полунина — научное редактирование статьи; Е.А. Серебрянникова, А.Г. Иксанова — сбор материала и написание текста; Т.Д. Устинова — обработка материала.

Authors' contribution: A.V. Trubilin, E.G. Polunina — scientific editing of the article; E.A. Serebryannikova, A.G. Iksanova — data collection and writing of the article; T.D. Ustinova — data processing.

Поступила: 05.02.2025. Переработана: 06.03.2025. Принята к печати: 07.03.2025
Originally received: 05.02.2025. Final revision: 06.03.2025. Accepted: 07.03.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Волоколамское ш., д. 91, Москва, 125371, Россия

Александр Владимирович Трубилин — канд. мед. наук, доцент кафедры офтальмологии, ORCID 0009-0003-5112-5321

Елизавета Геннадьевна Полунина — д-р мед. наук, профессор, профессор кафедры офтальмологии, ORCID 0000-0002-8551-0661

ООО «Сайнсфайлз», ул. Парниковая, д. 8, Екатеринбург, 620135, Россия

Елена Александровна Серебрянникова — канд. фарм. наук, медицинский писатель, ORCID 0000-0002-8948-5029

Научно-образовательный центр фармацевтики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», ул. Кремлевская, д. 18, Казань, 420008, Россия

Альфия Габдулахатовна Иксанова — канд. биол. наук, старший научный сотрудник, ORCID 0000-0003-0474-6638

АО «Татхимфармпрепараты», ул. Беломорская, д. 260, Казань, 420091, Россия

Татьяна Дмитриевна Устинова — бренд-менеджер медицинского отдела, ORCID 0009-0005-0173-3817

Для контактов: Елизавета Геннадьевна Полунина,
lpolunina@mail.ru

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

Aleksandr V. Trubilin — Cand. of Med. Sci., associate professor of chair of ophthalmology, ORCID 0009-0003-5112-5321

Elizaveta G. Polunina — Dr. of Med. Sci., professor, professor of chair of ophthalmology, ORCID 0000-0002-8551-0661

ООО «Sciencefiles», 8, Parnikovaya St., Ekaterinburg, 620135, Russia

Elena A. Serebryannikova — Cand. of Pharm. Sci., medical writer, ORCID 0000-0002-8948-5029

Kazan (Volga Region) Federal University, 18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008, Russia

Alfiya G. Iksanova — Cand. of Biol. Sci., senior researcher, scientific and educational center of pharmaceuticals, ORCID 0000-0003-0474-6638

АО «Tatkhimfarmpreparaty», 260, Belomorskaya St., Kazan, 420091, Russia

Tatyana D. Ustinova — brand manager, medical department, ORCID 0009-0005-0173-3817

For contacts: Elizaveta G. Polunina,
lpolunina@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-168-172>



Современные методы устранения дефектов КОНЬЮНКТИВЫ

И.А. Филатова, С.А. Шеметов, О.В. Соколова✉

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Конъюнктивa — это тонкая слизистая, обильно васкуляризованная ткань, выстилающая внутреннюю поверхность век и глазное яблоко до лимба и образующая пространство между веками и глазным яблоком — конъюнктивальный мешок. Выполняя важные физиологические функции, конъюнктивa является структурой, необходимой для сохранения нормальной анатомии и физиологии глаза. Поражение конъюнктивы вследствие воздействия многообразных факторов может приводить к возникновению существенных функциональных нарушений органа зрения, которые необходимо устранять исключительно оперативным путем. Хирургическое лечение состояний, сопровождающихся дефицитом конъюнктивы, в настоящее время считается одной из актуальных и непростых задач офтальмохирургии. Существует множество тактик лечения и модификаций операций для устранения дефекта конъюнктивы, а также локального и тотального симблефарона, которые объединены необходимостью использования различных замещающих материалов после перемещения собственных тканей. При этом требования, предъявляемые к замещающим тканям, являются достаточно высокими: они должны быть клинически совместимыми с тканями организма, обладать необходимой эластичностью, а также быть доступными для хирургической пересадки. Идеальным подходом можно считать использование собственной конъюнктивы, но, к сожалению, он не всегда оказывается осуществимым. В обзоре представлены экспериментально-клинические результаты применения современных хирургических тактик: трансплантации аутологичной и аллогенной конъюнктивы, слизистой оболочки полости рта, амниотической мембраны, биоматериала «Аллоплант», аутологичных культивированных эпителиальных клеток слизистой рта.

Ключевые слова: дефект конъюнктивы; симблефарон; аутослизистая; коллаген I типа

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Филатова И.А., Шеметов С.А., Соколова О.В. Современные методы устранения дефектов конъюнктивы. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 168-72. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-168-172>

Modern methods of eliminating conjunctival defects

Irina A. Filatova, Sergey A. Shemetov, Olesya V. Sokolova✉

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
olv.sokolova@mail.ru

The conjunctiva is a thin mucous, richly vascularized tissue lining the inner surface of the eyelids and the eyeball to the limbus and forming the space between the eyelids and the eyeball — the conjunctival sac. Performing important physiological functions, the conjunctiva is a structure necessary for maintaining the normal anatomy and physiology of the eye. Conjunctival damage due to the impact of various factors can lead to the occurrence of significant functional disorders of the eye, which must be eliminated exclusively by surgery. Surgical treatment of conditions accompanied by conjunctival deficiency is currently considered one of the urgent and difficult tasks of ophthalmic surgery. There are many treatment tactics and modifications of operations to eliminate conjunctival defects, as well as local and total symblepharon, which are united by the need to use various replacement materials after moving the patient's own tissues. At the same time, the requirements for replacement tissues are quite high: they must be clinically compatible with the body's tissues, have the necessary elasticity, and be accessible

for surgical transplantation. The ideal approach is to use one's own conjunctiva, but, unfortunately, it is not always feasible. The review presents experimental and clinical results of using modern surgical tactics: transplantation of autologous and allogeneic conjunctiva, oral mucosa, amniotic membrane, Alloplant biomaterial, autologous cultured epithelial cells of the oral mucosa.

Keywords: conjunctival defect; simblepharon; autosucous; type I collagen

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: authors have no financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Filatova I.A., Shemetov S.A., Sokolova O.V. Modern methods of eliminating conjunctival defects. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 168–72 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-168-172>

Конъюнктивa (tunica conjunctiva; от лат. *conjungere* — соединять) — это тонкая слизистая ткань, она обильно васкуляризирована и покрывает внутреннюю поверхность век и переднюю поверхность глазного яблока до роговицы. В норме конъюнктивa прозрачная, имеет бледно-розовый цвет и не имеет рубцов. Это высокочувствительная ткань, которая легко подвергается травматизации и рубцеванию и выполняет важные физиологические функции. Выстилая внутреннюю поверхность век и глазное яблоко до лимба, она образует пространство между веком и глазом — конъюнктивальный мешок. Секрет ее желез участвует в образовании слезной жидкости, необходимой для защиты роговицы от пересыхания и удаления инородных тел. Кроме того, благодаря обильному кровоснабжению, конъюнктивa участвует в доставке защитных клеток иммунной системы для борьбы с инфекциями [1, 2]. Травмы разнообразной этиологии, воспалительные заболевания, оперативные вмешательства (удаление новообразований, иссечение птеригиума, устранение рубцовых сращений век, в том числе симблефарона) могут ухудшить структурную и функциональную целостность глазной поверхности и стать причиной возникновения дефицита конъюнктивы, ее рубцевания и потери функций [3]. Повреждения конъюнктивы ведут к снижению выработки слезной жидкости, содержащей лизоцим, лактоферрин и лимфоциты. При этом нарушается одна из основных функций конъюнктивы, а именно защитная, выведение инородных тел и увлажнение поверхности глазного яблока [4, 5].

Стоит отметить, что при недостатке слезной жидкости роговица как оптическая линза теряет прозрачность и сферичность своей поверхности. Содержащиеся в секрете конъюнктивы вода, соли, белковые и липидные фракции выполняют трофическую функцию для роговой оболочки. Таким образом, качество и количество слезной жидкости важны для нормальной работы всей системы глазной поверхности [6, 7].

Изменение нормальной анатомии глазной поверхности не только снижает качество жизни пациентов, нарушая объем движений глазного яблока, но и приводит к возникновению существенных функциональных нарушений, которые необходимо устранять исключительно с применением хирургических методов. Так, повреждение и дефицит конъюнктивы приводят к достаточно серьезным осложнениям — сокращению сводов, сращению век с глазным яблоком, формированию симблефарона и анкилоблефарона, а в случае потери глаза приводят к заращению конъюнктивальной полости и невозможности глазного протезирования.

ЦЕЛЬЮ данного обзора является анализ отечественных и зарубежных источников литературы, посвященной современным методам устранения дефектов конъюнктивы.

В настоящее время наиболее часто применяется трансплантация аутологичной и аллогенной конъюнктивы, слизистой оболочки полости рта, амниотической мембраны [8].

При этом требования, предъявляемые к замещающим тканям, являются достаточно высокими: они должны быть клинически совместимыми с тканями организма, обладать достаточной эластичностью, а также быть доступными для хирургической пересадки [9].

Трансплантация аутологичной конъюнктивы в этом отношении является наиболее выгодной, поскольку замещающая ткань обладает идентичными свойствами, что позволяет снизить риск отторжения трансплантата. Конъюнктивальную пластику местными тканями можно использовать только при наличии дефектов небольшого размера из-за ограниченного количества этих тканей, что существенно сужает круг пациентов, для которых данный вариант станет методом выбора [7, 10].

Кроме того, пластику местными тканями применяют в условиях небольшого локального дефекта, так как для данного способа лечения необходимо наличие неповрежденных участков конъюнктивы, что не всегда возможно в случаях обширных травм. При перемещении тканей всегда возникает также риск резкого сокращения сводов, ведущего к завороту век и смещению лоскутов. Парный глаз пациента может стать донором конъюнктивы, что при успешном приживлении приводит к удовлетворительному функциональному результату. Но стоит отметить существенный дополнительный риск инфекционных осложнений на здоровом глазу, рубцевания конъюнктивы в зоне взятия лоскута и сокращения его сводов. А при обширных двусторонних травмах данный способ лечения оказывается вовсе недоступен.

В литературе есть данные об использовании кадаверных тканей в офтальмохирургии [11–14]. Однако данный вид хирургического лечения сопряжен с трудностями, свойственными трансплантации любого донорского материала, а именно с необходимостью дополнительного обследования трупа донора на наличие у него различной инфекционной патологии и получения согласия родственников на процедуру, тщательного подбора донора по антигенной совместимости с выбором способа консервации материала и др. [11, 15]. Несмотря на случаи благоприятного приживления тканей при гомотрансплантации трупной конъюнктивы для лечения различных форм симблефарона, О.Д. Морозова [15] в своей работе описывает случаи частичного и полного некроза пересаженных тканей. Все это ставит под вопрос универсальность описанного метода.

Для замещения дефектов конъюнктивы могут использовать аутологичные слизистые полости рта пациента [1]. Примерно с 1951 г., когда был предложен наиболее эффективный метод, и по настоящее время авторы описывают различные его модификации [16]. В нашей стране трансплантацию аутослизистой губы при лечении ожоговой травмы активно применяют для лечения симблефарона, а также заращений полости при анофтальме. Операции выполняют в отдаленные сроки (не ранее 12 мес после травмы — после стихания воспалительных реакций и формирования зрелых рубцов),

а также в отдаленном периоде после удаления глаза по поводу ретинобластомы с последующей лучевой терапией [17–20]. В этих случаях для реконструкции конъюнктивальной полости рассекают рубцы и освобождают окружающие ткани. Затем с губы выкраивают необходимое количество лоскутов аутослизистой (от 1 до 4). Лоскуты выкраивают различной толщины в зависимости от их фиксации — на склеру или на заднюю поверхность век. Важную роль для приживления трансплантатов играет натяжение лоскута и выполнение блефарорафии на сроки от 1 до 6 мес [21]. Однако выкраивание лоскутов сопряжено с дополнительной травмой в области взятия трансплантата. Недостатком данного метода можно также считать отличия в строении конъюнктивы от слизистой рта, которые становятся причиной недостаточного косметического (пересаженная ткань имеет достаточно яркий цвет) и функционального результата. Кроме того, при тотальных симблефаронах зачастую требуются повторные операции, так как пересаженным тканям свойственно сокращаться. В этом случае на месте взятия тканей с губы и щеки остается рубцово-измененная слизистая ткань, что не оставляет возможности для повторного взятия лоскута [16].

Отдельные авторы описывают также случаи отторжения донорских тканей и некроза трансплантата, из-за чего данные способы сложно назвать идеальными [22].

В нашей стране применяется биоматериал «Аллоплант» (БМА), который разработан во Всероссийском центре глазной и пластической хирургии под руководством профессора Э.Р. Мулдашева. БМА изготавливают в форме мембраны, он представляет собой тонкую, полупрозрачную, умеренно эластичную и прочную на разрыв пленку. БМА обладает низкими антигенными свойствами, препятствует образованию грубой соединительной ткани в области трансплантации и благодаря этому нашел свое применение в офтальмологии для лечения локального симблефарона. Реконструктивные операции, в ходе которых дефект замещается биоматериалом, обеспечивают удовлетворительный косметический и функциональный эффект. БМА применяют для пластики конъюнктивы при хирургическом лечении птеригиума, используя его в том числе и как «барьерную» ткань против рецидивирования [23–26]. Однако чаще БМА применяют для закрытия незначительных по площади дефектов.

Одним из наиболее известных и часто используемых трансплантатов для замещения тканей в офтальмохирургии, дерматологии, отоларингологии является амниотическая мембрана (АМ). АМ — это самый внутренний слой плаценты, расположенный рядом с плодом. Клинические испытания показали, что она способствует эпителизации и дифференциации эпителия глазной поверхности [27].

Трансплантацию АМ можно назвать одним из традиционных методов лечения дефектов конъюнктивы [28]. Поскольку эта ткань обладает противовоспалительными свойствами и способствует заживлению тканей из-за наличия в ней факторов роста кератоцитов и эпидермального фактора роста, ее, как и аутослизистые, успешно применяют в реконструктивной хирургии [29, 30].

АМ также поддерживает эпителизацию, обладает антифибротными, противовоспалительными и антимикробными свойствами [31]. Кроме того, АМ можно использовать не только как самостоятельный трансплантат, но и как каркас для культивации аутологичных клеток конъюнктивы *ex vivo* с дальнейшей ее трансплантацией при лечении первичного птеригиума [32]. Будущие модификации, включая эпителиальный клеточный компонент на АМ и техники 3D-печати биологических матриц на основе желатина, эластина, коллагена, могут улучшить результаты хирургического лечения, но

в настоящее время надежные сравнительные исследования пока отсутствуют [33, 34].

Одним из современных способов лечения состояний, сопровождающихся дефицитом конъюнктивы, является трансплантация аутологичных культивированных эпителиальных клеток слизистой рта. За рубежом СОМЕТ (cultivated oral mucosal epithelial transplantation) в сочетании с местной противовоспалительной терапией (24 нед) признана безопасным и эффективным методом лечения симблефарона, обладающим длительным эффектом [35].

В нашей стране культивированные клетки слизистой активно используют в регенеративной медицине для реконструкции эпителия в зависимости от гистологического типа. Для участков тканей, строение которых в норме соответствует неороговевающему многослойному эпителию, применяют трансплантат культуры эпителия слизистой щеки (буккальный эпителий, БЭ). Его используют в офтальмологии для реконструкции эпителия роговицы, в хирургии и стоматологии — при язвах пищевода и полости рта, в урологии — для лечения стриктур уретры и гипоспадии [36–39].

Но, к сожалению, на современном этапе развития отечественной регенеративной медицины не существует оптимального вида оперативного вмешательства, позволяющего максимально бережно произвести пластику тканей конъюнктивы. Использование культивированных клеток слизистой рта до сих пор не нашло широкого применения в офтальмологии и недостаточно изучено.

К биоматериалам, разработанным для восстановления и регенерации конъюнктивы, предъявляются некоторые требования: они должны быть достаточно стабильными (т. е. физически прочными), тонкими, способными имитировать естественную архитектуру тканей, эластичными, а также не должны вызывать яркой воспалительной реакции [40, 41].

В связи с этим поиск новых путей решения проблемы замещения утраченной конъюнктивы продолжается [3, 8].

На наш взгляд, перспективным является использование изделий медицинского назначения на основе коллагена — фибриллярного белка, составляющего основу соединительной ткани человека, для стимуляции регенерации эпителиальных тканей. В частности, применение биологических раневых покрытий на основе коллагена I типа человека позволяет значительно сократить сроки заживления ран кожи при поверхностных ожогах [42, 43]. Данный метод лечения также весьма эффективен при лечении ран донорского поля. Согласно данным литературы, через 10–12 сут после операции и применения коллагена вторичная марлевая повязка самопроизвольно отделялась от раны, а рана полностью покрывалась эпителием [44].

Кроме того, коллаген человека I типа используют для лечения ингаляционных травм, что более сопоставимо с травмами слизистой оболочки глаза. Нанесение стерильного коллагена осуществляют с помощью фибробронхоскопа при визуальном контроле процессов санации, аппликации и фиксации с обеспечением полного покрытия повреждения [45].

Проведенные исследования доказывают, что биологические покрытия на основе коллагена могут служить биопластическим матриксом для формирования новой ткани, благодаря защитной для эндогенных и экзогенных факторов роста функции, препятствующей деградации. Благодаря способности инактивировать протеиназы и контролировать раневой экссудат, использование повязок на основе коллагена I типа можно также считать перспективным при лечении состояний, сопровождающихся дефицитом тканей [46].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время поиск методов устранения дефектов конъюнктивы продолжается. Каждый существующий способ имеет свои достоинства и недостатки, поэтому в лечении следует опираться на навыки специалиста, имеющиеся материальные возможности медицинского учреждения и степень тяжести состояния пациента. Учитывая перспективность применения коллагеновых повязок, следует рассмотреть возможность их применения в пластической офтальмохирургии для устранения дефектов конъюнктивы.

Литература/References

1. Вит В.В. Строение зрительной системы человека. Одесса. Издательство: Астропринт; 2003: 33–9. [Vit V.V. The structure of the human visual system. Odessa. Publisher: Astroprint; 2003: 33–9 (In Russ.).]
2. Nichols BA. Conjunctiva. *Microsc Res Tech*. San Francisco. 1996; 1; 33 (4): 296–319. doi: 10.1002/(SICI)1097-0029(19960301)33:4<296::AID-JEMT2>3.0.CO;2-O
3. Гушина М.Б., Терешенко А.В., Гущин А.В., Афанасьева Д.С. Замещение дефектов конъюнктивы: возможности и ограничения. *PMЖ. Клиническая офтальмология*. 2022; 22 (2): 137–44. [Gushchina M.B., Tereshchenko A.V., Gushchin A.V., Afanasyeva D.S. Replacement of conjunctival defects: possibilities and limitations. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2022; 22 (2): 137–44 (In Russ.).] doi:10.32364/2311-7729-2022-2-137-144
4. Даниличев В.Ф., ред. Современная офтальмология. Руководство. 2-е изд. Санкт-Петербург. Издательство: Питер; 2009: 38–42. [Danilichev V.F., ed. Modern ophthalmology. Manual. 2nd ed. St. Petersburg. Publisher: Piter; 2009: 38–42 (In Russ.).]
5. Сомов Е.Е. Клиническая анатомия органа зрения. 5-е изд. Москва. Издательство: МЕДпресс-информ; 2021: 27–31. [Somov E.E. Clinical anatomy of the visual organ. 5th edition. Moscow. Publisher: MEDpress-Inform; 2021: 27–31 (In Russ.).]
6. Паштаев Н.П., Андреев А.Н. Клиническая анатомия и физиология органа зрения. Москва: ООО «Издательство «Офтальмология». 2018; 229–42. [Pashtayev N.P., Andreev A.N. Clinical anatomy and physiology of the organ of vision. Moscow: Ophthalmology Publishing House LLC. 2018; 229–42 (In Russ.).]
7. Сафонова Т.Н., Патеюк Л.С. Система глазной поверхности. *Вестник офтальмологии*. 2015; 131 (1): 96–103. [Safonova T.N., Pateyuk L.S. Ocular surface system. *Vestnik oftal'mologii*. 2015; 131 (1): 96–103 (In Russ.).] doi: 10.17116/oftalma2015131196-102
8. Гушина М.Б., Афанасьева Д.С. Комплексный подход к коррекции дисфункции глазной поверхности у пациентов с ожогом глаз. Клиническое наблюдение. *PMЖ. Клиническая офтальмология*. 2021; 21 (4): 253–7. [Gushchina M.B., Afanasyeva D.S. Complex approach to correction of ocular surface dysfunction in patients with ocular burns. Clinical observation. *RMJ. Clinical ophthalmology*. 2021; 21 (4): 253–7 (In Russ.).] doi:10.32364/2311-7729-2021-21-4-253-257
9. Spaniol K, Borrelli M, Menzel-Severing J, Geerling G. Bindehautrekonstruktion – Status quo regenerativer Therapieformen jenseits des Limbu. *Ophthalmologie*. 2022; Sep; 119 (9): 902–9. (German). doi: 10.1007/s00347-022-01673-9
10. Филатова И.А., Кондратьева Ю.П., Бородин Ю.И. Хирургическое лечение первичного и рецидивирующего птеригиума. *Российский офтальмологический журнал*. 2021; 14 (3): 97–101. [Filatova I.A., Kondratieva Y.P., Borodin Y.I. Surgical treatment of primary and recurrent pterygium. *Russian Ophthalmological Journal*. 2021; 14 (3): 97–101 (In Russ.).] doi: 0.21516/2072-0076-2021-14-3-97-101
11. Каныков В.Н., Стадников А.А., Трубина О.М. и др. Морфологические исследования применения различных видов аллотрансплантатов для целей офтальмохирургии. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2007; 12: 114–8. [Kanyukov V.N., Stadnikov A.A., Trubina O.M., et al. Morphologic studies of application of different types of allografts for ophthalmosurgery. *Bulletin of the Orenburg State University*. 2007; 12: 114–8 (In Russ.).]
12. Алексеев С.А. Опыт пересадки слизистой губы трупа при операции Меллингена – Сапезко. *Вестник офтальмологии*. 1963; 6: 77–9. [Alekshev S.A. Experience of lip mucosa transplantation of a cadaver at Mellingen – Sapezhko operation. *Vestnik oftal'mologii*. 1963; 6: 77–9 (In Russ.).]
13. Овсепян Т.Л. Гомотрансплантация конъюнктивы и роговицы от плодов и погибших новорожденных больным с рецидивирующим птеригиумом и с частичным симблефароном. *Вестник офтальмологии*. 1971; 2: 28. [Hovsepyan T.L. Homotransplantation of conjunctiva and cornea from fetuses and dead newborns to patients with recurrent pterygium and partial symblepharon. *Vestnik oftal'mologii*. 1971; 2: 28 (In Russ.).]
14. Гундорова Р.А., Макаров П.В., Васильев А.В. Способ хирургического лечения дефектов конъюнктивы и роговицы. Патент на изобретение РФ № 2177283. 2001. [Gundorova R.A., Makarov P.V., Vasiliev A.V. Method of surgical treatment of conjunctiva and cornea defects. RU Patent No. 2177283. 2001 (In Russ.).]
15. Морозова О.Д. Иммуноморфология при экспериментальной гомотрансплантации конъюнктивы. *Вестник офтальмологии*. 1973; 6: 23–6. [Morozova O.D. Immunomorphology in experimental homotransplantation of conjunctiva. *Vestnik oftal'mologii*. 1973; 6: 23–6 (In Russ.).]
16. Miotti G, Zeppieri M, Rodda A, Salati C, Parodi PC. How and when of eyelid reconstruction using autologous transplantation. *World J Transplant*. 2022; 18; 12 (7): 175–83. doi: 10.5500/wjt.v12.i7.175
17. Филатова И.А., Шеметов С.А., Мохаммад И.Д. Способ коррекции анофтальмического синдрома и контурной пластики орбиты при атрофии тканей орбиты после лучевой терапии. Патент на изобретение РФ № 2021105860, 2021. [Filatova I.A., Shemetov S.A., Mohammad I.D. Method of correction of anophthalmic syndrome and contour plasty of the orbit at atrophy of orbital tissues after radiation therapy. Patent RU No. 2021105860, 2021 (In Russ.).]
18. Филатова И.А. Изменения тканей орбиты вследствие постлучевой атрофии в отдаленном периоде. *Паллиативная медицина и реабилитация*. 2004; 4: 48a–48. [Filatova I.A. Changes in orbital tissues due to post-radiation atrophy in the remote period. *Palliative medicine and rehabilitation*. 2004; 4: 48a–48 (In Russ.).]
19. Филатова И.А. Реконструктивные вмешательства при исходах современной бытовой и производственной травмы вспомогательного аппарата. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2018; 37 (2): 81–4. [Filatova I.A. Reconstructive interventions in outcomes of modern domestic and industrial trauma of the accessory apparatus. *Izvestiya Rossiyskoy voenno-meditsinskoy akademii*. 2018; 37 (2): 81–4 (In Russ.).]
20. Филатова И.А. Анофтальм. Патология и лечение. Москва. Издательство: ИП «Степанов Б.Э.»; 2007: 114–40. [Filatova I.A. Anophthalmos. Pathology and treatment. Moscow. Publisher: IP Stepanov B.E.; 2007: 114–40 (In Russ.).]
21. Филатова И.А. Последствия ожоговой травмы вспомогательного аппарата глаза у детей. Эффективность хирургического лечения. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2018; 13 (1): 42–5. [Filatova I.A. Consequences of burn injury of the accessory apparatus of the eye in children. Effectiveness of surgical treatment. *Russian pediatric ophthalmology*. 2018; 13 (1): 42–5 (In Russ.).] doi: 10.18821/1993-1859-2018-13-1-42-45
22. Гмыря А.И. Реконструктивные пластические операции на переднем отрезке глазного яблока. Проблемы гомопластики и аллопластики. Киев. Здоровье. 1967. [Gmyrya A.I. Reconstructive plastic surgeries on the anterior segment of the eyeball. Problems of homoplasty and alloplasty. Kiev. Zdorovye. 1967 (In Ukraine)].
23. Галимова В.У., Кадыров Р.З., Рашид М.Ж. Хирургическое лечение узкого симблефарона с применением биоматериала «Аллоплант». *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2004; 117–8. [Galimova V.U., Kadyrov R.Z., Rashid M.J.. Surgical treatment of narrow symblepharon with the use of biomaterial “Alloplant”. *Bulletin of the Orenburg State University*. 2004; 117–8 (In Russ.).]
24. Каныков В.Н., Стадников А.А., Ломухина Е.А. Способ хирургического лечения птеригиума. Патент на изобретение РФ № 2327439 С1; 2008. [Kanyukov V.N., Stadnikov A.A., Lomukhina E.A. Method of surgical treatment of pterygium. Patent RU No 2327439, 2008 (In Russ.).]
25. Чеснокова Е.Ф. Анализ результатов оперативного лечения рецидивирующего птеригиума. *Современные технологии в офтальмологии*. 2018; 3 (6): 167–8. [Chesnokova E.F. Analysis of the results of surgical treatment of recurrent pterygium. *Modern technologies in ophthalmology*. 2018; 3 (6): 167–8 (In Russ.).]
26. Кадыров Р.З. Хирургическое лечение эпибульбарных опухолей органа зрения с применением биоматериалов «Аллоплант». *Креативная хирургия и онкология*. 2011; 4: 82–5. [Kadyrov R.Z. Surgical treatment of epibulbar tumors of the visual organ using Alloplant biomaterials. *Creative surgery and oncology*. 2011; 4: 82–5 (In Russ.).]
27. Абрамова И.Ф., Бойко Э.В., Черныш В.Ф. Об использовании амниотической мембраны с целью конъюнктивальной пластики в эксперименте. *Офтальмохирургия*. 2004; 3: 8–12. [Abramova I.F., Boyko E.V., Chernysh V.F. On the use of amniotic membrane for conjunctival plasty in experiment. *Ophthalmosurgery*. 2004; 3: 8–12 (In Russ.).]
28. Meller D, Pauklin M, Thomassen H, Westekemper H, Steuhl KP. Amniotic membrane transplantation in the human eye. *Dtsch Arztebl Int*. 2011 Apr; 108 (14): 243–8. doi: 10.3238/arztebl.2011.0243
29. Koizumi NJ, Inatomi TJ, Sotozono CJ, et al. Growth factor mRNA and protein in preserved human amniotic membrane. *Curr Eye Res*. 2000 Mar; 20 (3): 173–7. PMID: 10694891.
30. Tseng SC, Espana EM, Kawakita T, et al. How does amniotic membrane work? *Ocul Surf*. 2004 Jul; 2 (3): 177–87. doi: 10.1016/s1542-0124(12)70059-9

31. Jirsova K, Jones GLA. Amniotic membrane in ophthalmology: properties, preparation, storage and indications for grafting—a review. *Cell Tissue Bank*. 2017; 18 (2): 193–204. doi: 10.1007/s10561-017-9618-5
32. Bertolin M, Pedrotti E, Bonacci E, et al. Renewal of conjunctival epithelium over amniotic membrane to perform autologous simple conjunctival epithelial transplantation (SCET): in vitro validation and results of clinical application for primary pterygium. *BMJ Open Ophthalmol*. 2022; 7(Suppl 2): A9–A10. doi: 10.1136/bmjophth-2022-EEBA.22
33. Dehghani S, Rasouljanboroujeni M, Ghasemi H, et al. 3D-Printed membrane as an alternative to amniotic membrane for ocular surface/conjunctival defect reconstruction: An in vitro & in vivo study. *Biomaterials*. 2018; 174: 95–112. doi: 10.1016/j.biomaterials.2018.05.013
34. Solomon A, Espana EM, Tseng SC. Amniotic membrane transplantation for reconstruction of the conjunctival fornices. *Ophthalmology*. 2003; 110 (1): 93–100. doi: 10.1016/s0161-6420(02)01441-0
35. Komai S, Inatomi T, Nakamura T, et al. Long-term outcome of cultivated oral mucosal epithelial transplantation for fornix reconstruction in chronic cicatrizing diseases. *Br J Ophthalmol*. 2022; 106 (10): 1355–62. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-318547
36. Борзенко С.Ф., Малугин Б.Э., Герасимов М.Ю. и др. Безфидерная культура эпителия слизистой губы человека для тканевой инженерии и регенеративной медицины. *Вестник РАМН*. 2020; 75 (5): 561–70. [Borzenok S.F., Malugin B.E., Gerasimov M.Yu., et al. Feederless culture of human lip mucosa epithelium for tissue engineering and regenerative medicine. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2020; 75 (5): 561–70 (In Russ.)].
37. Юдинцева Н.М., Нашекина Ю.А., Шевцов М.А. и др. Использование тканеинженерной конструкции, заселенной клетками буккального эпителия, для заместительной уретропластики. *Цитология*. 2020; 62 (4): 266–77. [Yudintseva N.M., Nashedkina Y.A., Shevtsov M.A., et al. Use of a tissue-engineered construct populated with buccal epithelial cells for replacement urethroplasty. *Cytology*. 2020; 62 (4): 266–77 (In Russ.)]. doi:10.31857/S0041377120040082
38. Ченцова Е.В., Петрова А.О., Егорова Н.С. и др. Применение био-конструкции с культивированными клетками буккального эпителия в лечении пациентов с повреждениями роговицы. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020; 4 (35): 46–7. [Chentsova E.V., Petrova A.O., Egorova N.S., et al. Application of bioconstruction with cultured buccal epithelial cells in the treatment of patients with corneal damage. *Modern technologies in ophthalmology*. 2020; 4 (35): 46–7 (In Russ.)]. doi: 10.25276/2312-4911-2020-4-46-47
39. Ченцова Е.В., Боровкова Н.В., Целая Т.В. и др. Трансплантация эпителиального пласта слизистой оболочки полости рта в лечении дефектов роговицы при тотальной лимбально-клеточной недостаточности. *Офтальмологические ведомости*. 2022; 15 (2): 83–91. [Chentsova E.V., Borovkova N.V., Tselaya T.V., et al. Transplantation of oral mucosa epithelial layer in the treatment of corneal defects in total limbal-cell insufficiency. *Ophthalmologic bulletin*. 2022; 15 (2): 83–91 (In Russ.)]. doi: 10.17816/OV108732
40. Schrader S, Notara M, Beaconsfield M, et al. Tissue engineering for conjunctival reconstruction: established methods and future outlooks. *Curr Eye Res*. 2009; 34 (11): 913–24. doi: 10.3109/02713680903198045
41. Makuloluwa AK, Hamill KJ, Rauz S, et al. Biological tissues and components, and synthetic substrates for conjunctival cell transplantation. *Ocul Surf*. 2021; 22: 15–26. doi: 10.1016/j.jtos.2021.06.003
42. Колокольчикова Е.Г., Сычевский М.В., Жиркова Е.А., Смирнов С.В., Бочарова В.С. Морфологическая оценка влияния коллагеновой повязки на заживление ожоговых ран IIIa степени. *Трансплантология*. 2010; (3–4): 64–71. [Kolokolchikova E. G., Sychevsky M. V., Zhirkova E. A., Smirnov S. V., Bocharova V. S. Morphologic evaluation of the effect of collagen dressing on healing of IIIa degree burn wounds. *Transplantation*. 2010; (3–4): 64–71 (In Russ.)].
43. Murthy TKG, Chowdary BS. Evaluation of wound healing activity of statin impregnated collagen scaffold in Wistar albino rats. *Current Indian Science*. 2023; 1. <https://www.eurekaselect.com/article/131330>
44. Жиркова Е.А., Сачков А.В., Спиридонова Т.Г. и др. Лечение ожогов и ран донорского поля с использованием повязок на основе аллогенного коллагена I-го типа. *Трансплантология*. 2022; 14 (4): 432–43. [Zhirkova E.A., Sachkov A.V., Spiridonova T.G., et al. Treatment of burns and wounds of the donor field using dressings based on allogenic collagen type I. *Transplantation*. 2022; 14 (4): 432–43 (In Russ.)]. doi: 10.23873/2074-0506-2022-14-4-432-443
45. Макаров А.В., Миронов А.В., Галанкина И.Е. и др. Влияние ранней санационной фибробронхоскопии с аппликацией коллагена I-го типа человека на сроки эпителизации повреждений слизистой оболочки трахеи и бронхов у пациентов с интубационной травмой. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2018; 7 (2): 111–6. [Makarov A.V., Mironov A.V., Galankina I.E., et al. Effect of early sanation fibrobronchoscopy with application of human collagen type I on the timing of epithelialization of tracheal and bronchial mucosal lesions in patients with inhalation trauma. *Journal im. N.V. Sklifosovsky Emergency Medical Care*. 2018; 7 (2): 111–6 (In Russ.)]. doi: 10.23934/2223-9022-2018-7-2-111-116
46. Будкевич Л.И., Мирзоян Г.В., Габитов Р.Б. и др. Биопластический коллагеновый материал «Коллост» при лечении ожоговой травмы. *Современные технологии в медицине*. 2020; 12 (1): 92–7. [Budkevich L.I., Mirzoyan G.V., Gabitov R.B., et al. Bioplastic collagen material “Collost” in the treatment of burn injury. *Modern technologies in medicine*. 2020; 12 (1): 92–7 (In Russ.)]. doi:10.17691/stm2020.12.1.12

Вклад авторов в работу: И.А. Филатова — идея и концепция обзора, утверждение рукописи для публикации; С.А. Шеметов — редактирование статьи; О.В. Соколова — поиск и анализ литературы, написание статьи.

Authors' contribution: I.A. Filatova — idea and concept of the review, approval of the manuscript for publication; S.A. Shemetov — editing of the article; O.V. Sokolova — search and analysis of literature, writing of the article.

Поступила: 05.04.2024. Переработана: 16.04.2024. Принята к печати: 17.04.2024

Originally received: 05.04.2024. Final revision: 16.04.2024. Accepted: 17.04.2024

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Ирина Анатольевна Филатова — д-р мед. наук, профессор, начальник отдела пластической хирургии и глазного протезирования, главный научный сотрудник, ORCID 0000-0001-5449-4980

Сергей Александрович Шеметов — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела пластической хирургии и глазного протезирования, ORCID 0000-0002-4608-5754

Олеся Васильевна Соколова — аспирант отделения пластической хирургии и глазного протезирования, ORCID 0009-0003-5782-2507

Для контактов: Олеся Васильевна Соколова, olv.sokolova@mail.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Irina A. Filatova — Dr. of Med. Sci., professor, head of the department of plastic surgery and ocular prosthetics, principal researcher, ORCID 0000-0001-5449-4980

Sergey A. Shemetov — Cand. of Med. Sci., researcher of the department of plastic surgery and ocular prosthetics, ORCID 0000-0002-4608-5754

Olesya V. Sokolova — PhD student of the department of plastic surgery and ocular prosthetics, ORCID 0009-0003-5782-2507

For contacts: Olesya V. Sokolova, olv.sokolova@mail.ru

<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-173-178>



Актуальные аспекты изучения аккомодационных нарушений в контексте автономной нервной регуляции

А.Ж. Фурсова^{1,2✉}, М. К. Артыкова³

¹ ГБУЗ НСО «Государственная Новосибирская областная клиническая больница», ул. Немировича-Данченко, д. 130, Новосибирск, 630087, Россия

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный пр-т, д. 52, Новосибирск, 630091, Россия

³ ГБУЗ НСО «Городская клиническая поликлиника № 29», ул. Рассветная, д. 1, Новосибирск, 630129, Россия

Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) у детей связано со спазмом аккомодационной мышцы, снижением остроты зрения вдаль и астенопическими симптомами. Исследования подчеркивают роль автономной нервной системы (АНС) в регуляции аккомодации, а дисбаланс между симпатической и парасимпатической активностью, вызванный стрессом и зрительной нагрузкой, может способствовать развитию ПИНА. Современные методы диагностики, такие как вариабельность сердечного ритма и пуллометрия, позволяют изучать влияние АНС на аккомодацию. Рассматриваются методы коррекции, включая медикаментозные и физиотерапевтические подходы, а также восстановление вегетативного баланса. Отмечена необходимость дальнейших исследований, направленных на изучение влияния АНС на аккомодационные процессы у детей.

Ключевые слова: аккомодация; привычно-избыточное напряжение аккомодации; автономная нервная система; зрительная нагрузка; симпатическая и парасимпатическая регуляция; диагностика; коррекция аккомодационных нарушений

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Фурсова А.Ж., Артыкова М.К. Актуальные аспекты изучения аккомодационных нарушений в контексте автономной нервной регуляции. Российский офтальмологический журнал. 2025; 18 (2): 173-8. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-173-178>

Current aspects of studying accommodation disorders in the context of autonomic nervous regulation

Anzhella Zh. Fursova^{1,2✉}, Manizha K. Artykova³

¹ Novosibirsk Regional Clinical Hospital, 130, Nemirovich-Danchenko St., Novosibirsk, 630087, Russia

² Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospekt, Novosibirsk, 630091, Russia

³ City Clinical Polyclinic # 29, 1, Rassvetnaya St., Novosibirsk, 630129, Russia

anzhellafursova@yandex.ru

Habitual excessive accommodation tension (HEAT) in children is associated with ciliary muscle spasm, reduced distance visual acuity, and asthenopic symptoms. Studies highlight the role of the autonomic nervous system (ANS) in accommodation regulation, while an imbalance between sympathetic and parasympathetic activity, triggered by stress and visual load, may contribute to the development of HEAT. Modern diagnostic methods, such as heart rate variability and pupillometry, enable the study of ANS influence on accommodation. Various correction approaches are considered, including pharmacological and physiotherapeutic methods, as well as restoring autonomic balance. Further

Keywords: accommodation; habitual excessive accommodation tension; autonomic nervous system; visual load; sympathetic and parasympathetic regulation; diagnosis; accommodation disorder correction

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Fursova A.Zh., Artykova M.K. Current aspects of studying accommodation disorders in the context of autonomic nervous regulation. Russian ophthalmological journal. 2025; 18 (2): 173–8 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2025-18-2-173-178>

Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) у детей — распространенная патология, характеризующаяся устойчивым спазмом аккомодационной мышцы, нарушением зрительных функций на дальние расстояния и развитием симптомов астигматизма. Согласно S. Bharadwaj и соавт. [1] и E. Parageorgiou и соавт. [2], распространенность ПИНА среди детей школьного возраста достигает 20–30% и имеет тенденцию к увеличению. Кроме того, по данным Е.П. Тарутты и соавт. [3], наличие ПИНА увеличивает риск развития миопии в 3 раза, и у 77,8% детей с ПИНА впоследствии развивается осевая миопия.

По прогнозам B. Holden и соавт. [4], к 2050 г. миопия будет отмечаться у 49,8% мирового населения. Согласно данным всероссийской диспансеризации, в начале XXI в. заболеваемость миопией среди детей и подростков возросла в 1,5 раза по сравнению с предыдущим десятилетием. В 2000 г. миопия отмечалась у 26% выпускников школ и 50% выпускников гимназий и лицеев, из них 10–12% имели высокую степень. К 2017–2018 гг. ее частота достигла 2,4% у первоклассников, 19,7% — у пятиклассников, 38,6% — у выпускников, а среди выпускников гимназий — 50,7%. [5, 6]. При этом в литературе отсутствуют конкретные данные о заболеваемости и распространенности ПИНА.

В последние десятилетия растет внимание к роли автономной нервной системы (АНС) в патогенезе нарушений аккомодации у детей. АНС регулирует множество физиологических процессов, включая модуляцию аккомодации, что критически влияет на развитие ее патологических изменений [7, 8]. Современный образ жизни с повышенными зрительными нагрузками вызывает функциональные изменения в АНС, приводящие к хроническому перенапряжению цилиарной мышцы [9, 10]. Дополнительные факторы — стресс, недостаток физической активности, несбалансированный образ жизни, психоэмоциональные и когнитивные нагрузки — усиливают активацию симпатической системы и нарушают аккомодационный ответ. АНС способна адаптироваться к подобным условиям, однако в ряде случаев эта адаптация становится патологической, приводя к формированию функциональных нарушений [11–14].

ЦЕЛЬ обзора — изучение влияния состояния АНС на аккомодацию в детском возрасте и определение основных факторов, способствующих развитию аккомодационных нарушений.

Роль АНС в управлении аккомодацией. АНС регулирует аккомодацию через симпатический и парасимпатический отделы, контролируя тонус цилиарной мышцы: парасимпатическая система (через ядро Эдингера — Вестфаля) активирует цилиарную мышцу, увеличивая кривизну хрусталика для зрения вблизи, а симпатическая расслабляет ее после нагрузки, восстанавливая аккомодационный резерв [15, 16]. По данным F. Wu и соавт. [17], ацетилхолин инициирует аккомодацию, а норадреналин снижает ее напряжение. Баланс между этими системами влияет на аккомодацию, зрачковые реакции и внутриглазное давление, а его нарушение снижает зрительную устойчивость; хронический стресс ослабляет

аккомодацию (вызывая астигматизм), а избыток парасимпатической активности повышает тонус цилиарной мышцы и усиливает риск миопии [7, 9, 13, 15, 18]. Кроме того, АНС регулирует глазное кровоснабжение: симпатическая активация вызывает вазоконстрикцию, а парасимпатическая — вазодилатацию, улучшая питание сетчатки, при этом дисбаланс этих механизмов может способствовать глаукоме и ишемическим повреждениям [19, 20].

Особенности аккомодации у детей и возрастные различия в состоянии АНС. Аккомодация у детей — это высокоадаптивный процесс, который отличается от аккомодации у взрослых ввиду незрелости глазных структур, нейросенсорных путей и возрастных физиологических особенностей. У детей амплитуда аккомодации может превышать 15 D (по сравнению с 4–6 D у взрослых), что обусловлено эластичностью хрусталика и эффективной работой цилиарной мышцы, но ее нестабильность связана с незрелостью механизмов, регулирующих баланс между аккомодацией и дезаккомодацией. Лабильная пластичность зрительных путей делает детскую аккомодацию уязвимой к перегрузкам. Кроме того, изменения аккомодации тесно связаны с ростом глаза и изменением рефракции: слабая аккомодационная реакция в процессе эметропизации повышает риск развития миопии, что может быть связано с дисфункцией парасимпатической системы [16, 21–23].

Патофизиология нарушений аккомодации у детей. ПИНА представляет собой функциональное нарушение зрительной системы, характеризующееся длительным и избыточным сокращением цилиарной мышцы, которое приводит к миопизации манифестной рефракции, не влияя при этом на максимальную скорректированную остроту зрения [24]. Критерий диагностики ПИНА включает разницу между манифестной и циклоплегической рефракцией, превышающую 0,5 D. Для оценки этой разницы сравнивают данные циклоплегической рефракции с рефракцией, полученной при субъективной коррекции на узкий зрачок, или с показаниями одного и того же авторефрактометра [25]. По мнению Т.А. Морозовой и С.М. Пикусовой [26], более точным методом диагностики ПИНА является компьютерная аккомодография. Для этого состояния характерны преобладание желто-красных оттенков на аккомодограмме, коэффициент аккомодационного ответа выше 0,65 и микрофлюктуации более 62 в мин.

Американская ассоциация оптометристов не выделяет понятие ПИНА, рассматривая все случаи повышенного сокращения цилиарной мышцы как спазм аккомодации, тогда как отечественные специалисты различают спазм и ПИНА по клинической картине, механизмам развития и терапии. Спазм аккомодации представляет собой острое состояние с резким повышением тонуса, приводящим к миопизации и снижению максимальной скорректированной остроты зрения, в то время как ПИНА — хроническое состояние с устойчивым повышением тонуса, вызывающее миопизацию без ухудшения остроты зрения [24]. Кроме того, спазм аккомодации связан с нарушениями в работе АНС, где амплитудные флюктуации при длительном зрительном напряжении могут

служить маркером дисфункции АНС, особенно у детей с аккомодационными нарушениями [27, 28].

Влияние факторов внешней среды и образа жизни на аккомодацию у детей. Зрительная нагрузка существенно влияет на аккомодацию и работу АНС, поскольку активное участие парасимпатической системы может вызывать кратковременные и долговременные изменения в зрительной системе [17]. В исследовании В.В. Андрианова и соавт. [29] показано, что зрительная нагрузка при выполнении компьютерных заданий влияет на вегетативную нервную систему, изменяя частоту сердечных сокращений, давление и вариабельность сердечного ритма. В работе Z. Lin и соавт. [30] подробно описано явление транзиторной миопии, вызванной зрительной нагрузкой на близком расстоянии. Это состояние сопровождается снижением способности к быстрой дезаккомодации после длительного напряжения, что может быть связано с дисбалансом симпатической и парасимпатической регуляции. Аналогичные выводы были сделаны F. Dutheil и соавт. [31], которые определили подавление симпатической активности у лиц с миопией после длительного выполнения работы на близком расстоянии. Исследования подчеркивают роль симпатической системы в поддержании тонуса аккомодации и предотвращении ее перенапряжения. S. Lin и соавт. [20] показали, что повышенная симпатическая активность связана с изменениями толщины хориоидеи и длины глаза, влияющими на аккомодацию и прогрессирование миопии у детей. В то же время А.Е. Апрельев и соавт. [32] выявили четкую зависимость между объемом аккомодации и типом преобладающего вегетативного тонуса, при этом степень миопии не оказывала значимого влияния на этот показатель.

Когнитивный и эмоциональный стресс также играет важную роль в развитии нарушений аккомодации. Л.Е. Федорищева и соавт. [33] установили, что стресс у детей снижает запас относительной аккомодации до 1,57 D, увеличивает привычный тонус аккомодации до $0,87 \pm 0,17$ D и сопровождается тахикардией, гипергидрозом и бледностью кожи, указывая на активацию симпатической вегетативной нервной системы (ВНС). А.В. Дыбова и соавт. [12] утверждают, что стресс вызывает дисбаланс ВНС, усиливающий спазм цилиарной мышцы. Однако в приведенных выше исследованиях нет объективных данных о влиянии стресса на изменения параметров ВНС, что указывает на необходимость дальнейшего изучения этого вопроса.

N. Ferencova и соавт. [8] и J. Yamaguchi и соавт. [34], анализируя изменения параметров зрачковых реакций, установили, что различные стрессовые условия активируют симпатический отдел АНС, что проявляется увеличением латентного периода зрачкового рефлекса, снижением скорости сужения зрачка и увеличением времени восстановления зрачка до исходного размера. Авторы упоминают о связи зрачковых реакций и механизмов аккомодации, однако в существующих исследованиях эти аспекты детально не рассматриваются.

Опубликованы работы, свидетельствующие о влиянии физической работоспособности на функционирование АНС и механизмы аккомодации. Согласно исследованию S. Kurtieva [35], физическая выносливость напрямую определяется преобладающим тонусом АНС: ваготония снижает работоспособность, а симпатикотония — повышает. С другой стороны, как указывают F. Moscatelli и соавт. [36], сама физическая активность способна корректировать баланс АНС, ослабляя парасимпатический тонус и усиливая симпатический.

В работе Е.П. Тарутта и соавт. [37] показали, что через год регулярных занятий бадминтоном происходит ослаб-

ление манифестной рефракции в среднем на $0,92 \pm 0,82$ дптр, снижение тонуса аккомодации — на $0,85 \pm 0,77$ дптр, повышение скорости кровотока в глазничной артерии и центральной артерии сетчатки, повышение положительной сферической аберрации, снижение аберраций, связанных с рассогласованием и иррегулярностью элементов оптической системы (tilt, trefoil, coma), что косвенно свидетельствует об укреплении связочного аппарата хрусталика. В статье Н.Л. Чердниченко [14] также показано, что занятия бадминтоном в течение 6 мес улучшают аккомодацию у 75% детей, уменьшают миопию на $0,21–0,27$ D и увеличивают резервы аккомодации в 1,2 раза, что сопровождалось нормализацией симпатической активности (повышение оксигенации крови на 4,8%, снижение частоты сердечных сокращений — на 9,15 уд/мин). В то же время J. Vega и соавт. [38] при высокоинтенсивных тренировках выявили временное увеличение задержки аккомодации, но не обнаружили значимой связи между изменениями аккомодации и вегетативной регуляцией.

Несмотря на обширные данные о влиянии различных факторов на регуляцию АНС и аккомодацию, тема остается актуальной из-за многофакторности механизмов, противоречивых результатов и методологических различий. Факторы, влияющие на АНС и аккомодацию у пациентов с ПИНА, недостаточно изучены, что требует дальнейших комплексных исследований.

Методы диагностики и мониторинга аккомодационных нарушений с учетом автономной регуляции. Анализ данных литературы показывает, что для диагностики аккомодационных нарушений и выявления их связи с вегетативной регуляцией используется широкий спектр методов, основанных на изучении как периферической, так и центральной активности АНС [13]. Одним из основных показателей является вариабельность сердечного ритма (ВСР), который широко используется для оценки состояния АНС в контексте аккомодационных нарушений. М. Вуфо и соавт. [39] изучили связь между ВСР и пупиллометрией, выявив слабую и статистически незначимую корреляцию ($r = -0,12$, $p > 0,05$) между диаметром зрачка и HF-компонентами, что указывает на незрелость парасимпатической регуляции АНС. S. Artamonova и соавт. [40] выявили у подростков с миопией доминирование симпатической активности ВНС и централизацию управления сердечным ритмом, указывающую на напряжение в работе ВНС. B. Redondo и соавт. [41] установили, что низкие значения ВСР связаны с ухудшением и нестабильностью аккомодации, ее снижением на 15–20% и увеличением времени отклика на визуальный стимул. Корреляционный анализ показал значительную отрицательную связь ($r = -0,72$, $p < 0,05$).

М. Вуфо и соавт. [39] обнаружили, что электродермальная активность (ЭДА) отражает симпатическую активность и может использоваться для диагностики аккомодационных нарушений. У детей ЭДА ($3,5 \mu S$) и диаметр зрачка (6,3 мм) были выше, чем у взрослых ($1,8 \mu S$ и 4,8 мм), что указывает на преобладание симпатической регуляции, влияющей на аккомодацию. Методы функциональной нейровизуализации позволяют также изучать механизмы регуляции АНС и их влияние на зрительную систему, выявляя активацию зрительных и парасимпатических центров при аккомодации. Исследование S. Rockswold и соавт. [42] зафиксировало у пациентов с легкой черепно-мозговой травмой снижение активности аккомодационных областей на 15–25%.

Пупиллометрия — важный метод диагностики аккомодационных нарушений, оценивающий баланс симпатической и парасимпатической активности через реакции зрачков. Ш. Духаер и соавт. [43] показали, что динамика

зрачковых реакций при аккомодации и конвергенции коррелирует с вегетативным тонусом: у детей с преобладанием парасимпатического тонуса сужение зрачка при аккомодации более выражено. Замедленное сужение может свидетельствовать о гиперактивности парасимпатической системы (спазм аккомодации), а слабое расширение — о сниженной симпатической активности [9, 20].

Некоторые авторы предлагают использовать методы фотоплетизмографии и лазерной доплеровской флоуметрии для оценки микроваскулярной активности, позволяющие анализировать изменения кровотока как индикатор состояния АНС в области глазного яблока и сетчатки. Исследование S. Lin и соавт. [20] выявило, что повышенная активность симпатической системы у детей, связанная с изменением кровотока, снижает толщину хориоидеи (адреналин — на 1,60 мкм, норадреналин — на 0,53 мкм) и увеличивает осевую длину глаза на 0,002 мм.

Выявлена связь микроциркуляции с аккомодацией и АНС, однако эти процессы изучались отдельно. Так, Е.П. Тарутта и соавт. [44] показали, что улучшение кровообращения в цилиарной зоне и задних цилиарных артериях повышает абсолютную аккомодацию на 2,61 D и снижает тонус покоя на 0,2 D. Y. Sheng и L. Zhu [45] установили, что нейромедиаторы АНС (норадреналин, ацетилхолин, нейропептиды) регулируют тонус сосудов, а эндотелий, выделяя оксид азота и эндотелин, может модулировать активность АНС. Учитывая небольшое количество исследований взаимосвязи нарушений аккомодации, микроциркуляции и состояния АНС, это направление можно считать перспективным для дальнейших исследований.

Методы коррекции и профилактики аккомодационных нарушений у детей. Современные методы профилактики и лечения аккомодационных нарушений учитывают нейрофизиологические механизмы и используют современные технологии для их коррекции.

Применение лекарственных средств, корректирующих тонус АНС, значительно уменьшает симптомы спазма аккомодации. Исследование Е.П. Тарутты и соавт. [46] показало, что 2,5%-ный ирифрин замедляет прогрессирование миопии (с 0,95 до 0,2 D/год), увеличивает запасы аккомодации (+0,67 D) и снижает рост длины глаза (0,06 вместо 0,27 мм), изменяя тонус цилиарной мышцы в сторону симпатикотонии (уменьшая темновой фокус на 0,29 D и динамическую рефракцию на 0,32 D). Другое исследование установило, что циклопентолат 1% повышает остроту зрения и аккомодационные резервы до 2,5–3,0 D, тогда как фенилэфрин 2,5% оказывает менее выраженный эффект. Комбинированное применение этих препаратов обеспечивает комплексное улучшение зрительных показателей и устраняет астенопические жалобы за счет воздействия на оба отдела АНС [47].

Оптимизация вегетативного тонуса улучшает аккомодацию через снижение симпатической и усиление парасимпатической активности. Исследование M. Collins и соавт. [48] показало, что дыхательные упражнения влияют на осевую длину глаза (AL) ($p < 0,05$): активация симпатической системы увеличивала AL на 5 ± 1 мкм ($p = 0,04$) и размер зрачка на $0,3 \pm 0,1$ мм ($p = 0,03$). Корреляция между изменениями PS и AL была слабой, но значимой ($\beta = 3,4$, $p < 0,05$).

Физиотерапевтические методы лечения аккомодационных нарушений имеют разную эффективность в зависимости от состояния АНС. Исследования Д. Дубко и соавт. [49] показали, что при эйтонии электростимуляция и магнитостимуляция значительно улучшают зрение и аккомодацию (некорригированную остроту зрения на $0,07 \pm 0,02$, запасы относительной аккомодации (ЗОА) —

до $2,2 \pm 0,1$ D, средний суммарный аккомодационный коэффициент эффективности (ΣАКЭ) — $87,0 \pm 2,5$). При ваготонии методы также эффективны, но с меньшими результатами (ЗОА = $1,8 \pm 0,2$ D, ΣАКЭ = $83,0 \pm 1,5$). Низкоэнергетическая лазерстимуляция дает слабый эффект при эйтонии и ваготонии, но лучше работает при симпатикотонии (ЗОА = $2,1 \pm 0,2$ D, ΣАКЭ = $86,0 \pm 1,7$). Исследование Т.П. Кашенко и соавт. [50] показало, что сочетание тренировок аккомодации с транскраниальной магнитотерапией и магнитной симпатокоррекцией улучшает аккомодацию и стабилизирует вегетативный статус, с наилучшими показателями в группе с магнитной симпатокоррекцией (повышение объема абсолютной аккомодации на 1,82 D).

В отечественных и зарубежных исследованиях описаны различные методы воздействия на АНС. Так, R. Bruno и L. Ghiadoni [51] обнаружили, что 8-недельное употребление полифенолов (ежедневно 160 г различных ягод) снижает активность симпатической нервной системы на 15% и влияет на окислительный стресс и артериальное давление. M. Daniela и соавт. [52] отметили улучшение вариабельности сердечного ритма на 15–20% после 8 нед умеренных физических нагрузок. R. Wadhwania [53] установил, что витамин D поддерживает автономную регуляцию, а его дефицит снижает ВСР, ослабляя парасимпатический контроль. I. Vocharin и соавт. [54] зафиксировали значительные изменения показателей ВСР (от 30 до 170% в зависимости от параметра) и повышение адаптивных возможностей у спортсменов, принимавших адаптогены. Однако данные методы не изучались при ПИНА и нарушениях аккомодации у детей, что требует дальнейших исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на обширные исследования АНС в контексте ПИНА у детей, остаются неясными вопросы распространенности заболевания с учетом пола, возраста и этнических особенностей. Роль физической работоспособности и состояния периферической микроциркуляции, тесно связанных с активностью АНС, изучена недостаточно. Актуально совершенствовать терапевтические подходы, ориентированные на коррекцию микроциркуляции и стабилизацию вегетативного баланса, что позволит повысить эффективность лечения, предотвратить прогрессирование заболевания и обеспечить долгосрочную сохранность зрительных функций.

Литература/References

1. Bharadwaj SR, Roy S, Satgunam PN. Spasm of near reflex: objective assessment of the near-triad. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020; 61 (8): 18–18. doi:https://doi.org/10.1167/iops.61.8.18
2. Papageorgiou E, Kardaras D., Kapsalaki E. et al. Spasm of the near reflex: a common diagnostic dilemma? *Int J Ophthalmol*. 2021; 14 (4): 541. doi: 10.18240/ijo.2021.04.10
3. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А. Факторы риска развития миопии в дошкольном и раннем школьном возрастах и меры ее профилактики. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2019; 14 (1): 25–33. [Tarutta E.P., Proskurina O.V., Tarasova N.A., Markosyan G.A. Risk factors for myopia development in preschool and early school age and its prevention measures. *Rus. Ped. Ophthalmol*. 2019; 14 (1): 25–33 (In Russ.)]. doi: 10.17816/1993-1859-2019-14-1-4-25-33
4. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016; 123 (5): 1036–42. doi: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006
5. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А., Максимова М.В. Комплексный подход к профилактике и лечению прогрессирующей миопии у школьников. РМЖ. *Клиническая офтальмология*. 2018; 18 (2): 70–6. [Tarutta E.P., Iomdina E.N., Tarasova N.A., Markosyan G.A., Maksimova M.V. Comprehensive approach to the prevention and treatment of progressive myopia in schoolchildren. *RMJ. Clinical Ophthalmology*. 2018; 18 (2): 70–6 (In Russ.)].

6. Проскурина О.В., Маркова Е.Ю., Бржеский В.В. и др. Распространенность миопии у школьников некоторых регионов России. *Офтальмология*. 2018; 15 (3): 348–53. [Proskurina O.V., Markova E.Y., Brzhesky V.V., et al. Prevalence of myopia in schoolchildren from some regions of Russia. *Ophthalmology*. 2018; 15 (3): 348–53 (In Russ.)]. doi.org/10.18008/1816-5095-2018-3-348-353
7. DL A., Raju TR. Autonomic nervous system and control of visual function. *Ann Neurosci*. 2023; 30 (3): 151–3. doi.org/10.1177/09727531231176119
8. Ferencova N., Visnovcova Z., Olexova L.B., et al. Eye pupil – a window into central autonomic regulation via emotional/cognitive processing. *Physiol Res*. 2021; 70 (4): 669–82. doi:10.33549/physiolres.934749
9. Dukhayer S., Bushuieva NM, Slobodianyk SB. Pupil response to accommodation and convergence in healthy children and adolescents of various age groups and autonomic nervous system tone. *Journal of Ophthalmology*. 2020; 85 (2): 36–44. doi: 10.31288/oftalmolzh202023644
10. Апрелев А.Е., Сетко Н.П., Пашинина Р.В., Исеркепова А.М., Ясин И.А. Нарушение вегетативной нервной системы как фактор риска развития и прогрессирования миопии. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2016; 11 (1): 157–9. [Aprelev A.E., Setko N.P., Pashinina R.V., Iserkepova A.M., Yasin I.A. Dysfunction of the autonomic nervous system as a risk factor for myopia development and progression. *Med. Bulletin of Bashkortostan*. 2016; 11 (1): 157–9 (In Russ.)].
11. Mihelcic M., Podlessek A. Cognitive workload affects ocular accommodation and pupillary response. *J Optom*. 2023; 16 (2): 107–15. doi.org/10.1016/j.optom.2022.05.001
12. Дыбова А.В., Рагулина М.В. Влияние психологических аспектов общего стресса на привычно-избыточный тонус аккомодации цилиарной мышцы глаза у подростков. *Психологическая наука и практика в современном обществе: реальность и тенденции развития*. 2021: 114–20. [Dybova A.V., Ragulina M.V. Influence of psychological aspects of general stress on the habitual excessive tone of ciliary muscle accommodation in adolescents. *Psych. science and practice in modern society*. 2021: 114–20 (In Russ.)].
13. Иомдина Е.Н., Тарутта Е.П., Маркосян Г.А. и др. Вариации индекса Кердо как показателя баланса вегетативной нервной системы у детей и подростков с прогрессирующей миопией. *Глаз*. 2013; 2: 22–5. [Iomdina E.N., Tarutta E.P., Markosyan G.A. et al. Variations of the Kerdo index as an indicator of the balance of the autonomic nervous system in children and adolescents with progressive myopia. *Glaz*. 2013; 2: 22–5 (In Russ.)].
14. Чередниченко Н.Л. Влияние физической нагрузки на состояние аккомодации, рефрактогенеза и регуляцию вегетативной нервной системы у детей и подростков. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2016; 11 (3): 468–70. [Cherednichenko N.L. Influence of physical activity on accommodation state, refractogenesis, and autonomic nervous system regulation in children and adolescents. *Med. Bulletin of the North Caucasus*. 2016; 11 (3): 468–70. (In Russ.)]. doi: 10.14300/mnnc.2016.11107
15. May PJ, Reiner A, Gamlin PD. Autonomic regulation of the eye. *Oxford Res Encycl Neurosci*. 2019. doi.org/10.1093/acrefore/9780190264086.013.276
16. Motlagh M, Geetha R. Physiology, accommodation [Internet]. *Treasure Island (FL): StatPearls Publishing*; 2025. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542189/>
17. Wu F, Zhao Y, Zhang H. Ocular autonomic nervous system: an update from anatomy to physiological functions. *Vision*. 2022; 6 (1):6. doi.org/10.3390/vision6010006
18. Ampolu N, Yarravarapu D, Satgunam P, et al. Impact of induced pseudomyopia and refractive fluctuations of accommodative spasm on visual acuity. *Clin Exp Optom*. 2023; 106 (8): 876–82. doi.org/10.1080/08164622.2022.2140583
19. Umemoto R, Hashimoto Y, Imabayashi S, et al. Changes in choroidal thickness in healthy participants after induction of sympathetic hyperactivity using the cold pressor test. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023; 261 (2): 585–7. doi:10.1007/s00417-022-05820-5
20. Lin S, Zhu B, Wang T, et al. Sympathetic nervous system activity is associated with choroidal thickness and axial length in school-aged children. *Br J Ophthalmol*. 2024; 108 (3): 405–10. doi.org/10.1136/bjo-2022-322165
21. Baikoff G. Measurement of accommodation. In: *Anterior Segment Optical Coherence Tomography*. CRC Press; 2024: 139–46.
22. Chung I. Testing accommodation in children. In: *The Pediatric Eye Exam Quick Reference Guide: Office and Emergency Room Procedures*. IGI Global; 2022: 200–21. doi: 10.4018/978-1-7998-8044-8.ch010
23. Rucker F, Taylor C, Kaser-Eichberger A, et al. Parasympathetic and sympathetic control of emmetropization in chick. *Exp Eye Res*. 2023; 232: 109508. doi.org/10.1016/j.exer.2023.109508
24. Катаргина Л.А., Тарутта Е.П., Проскурина О.В. и др. Аккомодация: к вопросу о терминологии. *Российский офтальмологический журнал*. 2011; 4 (3): 93–4. [Katargina L.A., Tarutta E.P., Proskurina O.V., et al. Accommodation: on the issue of terminology. *Russian ophthalmological journal*. 2011; 4 (3): 93–4 (In Russ.)].
25. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Критерии постановки диагноза привычно-избыточного напряжения аккомодации на основании субъективных и объективных параметров аккомодации. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2013; (1): 34–8. [Tarutta E.P., Tarasova N.A. Criteria for diagnosing habitual excessive accommodation tension based on subjective and objective accommodation parameters. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2013; 1: 34–8 (In Russ.)].
26. Морозова Т.А., Пикусова С.М. Привычно-избыточное напряжение аккомодации: современное состояние проблемы. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2024; 79 (5): 453–62. [Morozova T.A., Pikusova S.M. Habitual excessive accommodation tension: current state of the problem. *Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2024; 79 (5): 453–62 (In Russ.)]. doi.org/10.15690/vramn17955
27. García-Montero M, Felipe-Márquez G. Pseudomyopia: a review. *Vision*. 2022; 6 (1): 17. doi.org/10.3390/vision6010017
28. Hilora M, Tripathy K. Accommodative Excess. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan. PMID: 37276314.
29. Андрианов В.В., Василюк Н.А., Бирюкова Е.В., Казакова В.В. Вегетативные и психофизические показатели студентов в процессе учебного компьютерного тестирования. *Академический журнал Западной Сибири*. 2014; 10 (3): 49. [Andrianov V.V., Vasilyuk N.A., Biryukova E.V., Kazakova V.V. Autonomic and psychophysiological indicators of students during academic computer testing. *Academic Journal of Western Siberia*. 2014; 10 (3): 49 (In Russ.)].
30. Lin Z, Vasudevan B., Liang Y. B, et al. The association between nearwork-induced transient myopia and progression of refractive error: a 3-year cohort report from Beijing myopia progression study. *J Optom*. 2021; 14 (1): 44–9. doi.org/10.1016/j.optom.2020.05.004
31. Duthel F, Oueslati T, Delamarre L, et al. Myopia and near work: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2023; 20 (1): 875. doi.org/10.3390/ijerph20010875
32. Апрелев А.Е., Сетко Н.П., Караулова Е.С. и др. Зависимость объема аккомодации от преобладания вида вегетативного тонуса центральной нервной системы у студентов с миопией различной степени. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2015; 10 (2): 88–91. [Aprelev A.E., Setko N.P., Karaulova E.S., et al. Dependence of accommodation volume on the predominant type of autonomic tone of the central nervous system in students with different degrees of myopia. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2015; 10 (2): 88–91 (In Russ.)].
33. Федорищева Л.Е., Еременко К.Ю., Александрова Н.Н. Сравнительная характеристика напряжения аккомодации у школьников младших классов в зависимости от эмоционального состояния. *Офтальмология*. 2014; 10 (3): 54–7. [Fedorishcheva L.E., Eremenko K.Y., Aleksandrova N.N. Comparative analysis of accommodation tension in primary school children depending on emotional state. *Ophthalmology*. 2014; 10 (3): 54–7 (In Russ.)].
34. Yamaguchi J, Kinoshita K., Hosokawa T, et al. The eyes are the windows of the soul: Portable automated pupillometry to monitor autonomic nervous activity in CO₂ narcosis: A case report. *Medicine*. 2023; 102 (19): E33768. doi: 10.1097/MD.00000000000033768
35. Kurtieva S. Physical performance assessment in adolescents with autonomic dysfunction. *Int J Med Sci Clin Res Stud*. 2021; 1 (6): 143–6. doi.org/10.47191/ijmscrs/v1i-6-04
36. Moscatelli F, Sessa F, Valenzano A, et al. The influence of physical exercise, stress and body composition on autonomic nervous system: A narrative review. *Sport Mont*. 2022; 20 (2): 131–4. doi: 10.26773/smj.220620
37. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А. и др. Изменение некоторых функциональных и анатомо-оптических параметров глаза у детей с ПИНА и псевдомиопией на фоне регулярных занятий бадминтоном. *Российский офтальмологический журнал*. 2019; 12 (4): 51–63. [Tarutta E.P., Tarasova N.A., Markosyan G.A., et al. Changes in functional, anatomical and optical parameters of the eye in children with habitually excessive accommodation stress and pseudomyopia after regular badminton playing. *Russian ophthalmological journal*. 2019; 12 (4): 51–63 (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-4-51-63>
38. Vera J, Luque-Casado A., Redondo B, et al. Ocular accommodative response is modulated as a function of physical exercise intensity. *Curr Eye Res*. 2019; 44 (4): 442–50. doi.org/10.1080/02713683.2018.1557210c
39. Bufo MR, Guidotti M, De Faria C, et al. Autonomic tone in children and adults: Pupillary, electrodermal and cardiac activity at rest. *Int J Psychophysiol*. 2022; 180: 68–78. doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2022.07.009
40. Artamonova SY, Ammosova AM, Stepanova LA, et al. Features of vegetative homeostasis in teenagers with myopia. In: *Conference on Health and Wellbeing in Modern Society (CHW 2021)*. Atlantis Press; 2022: 21–5. doi: 10.2991/ahsr.k.220103.005
41. Redondo B, Vera J., Luque-Casado A, et al. Associations between accommodative dynamics, heart rate variability and behavioural performance during sustained attention: A test-retest study. *Vision Res*. 2019; 163: 24–32. doi.org/10.1016/j.visres.2019.07.001

42. Rockswold SB, Burton PC, Chang A, et al. Functional magnetic resonance imaging and oculomotor dysfunction in mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2019; 36 (7): 1099–105. doi.org/10.1089/neu.2018.5796
43. Духаер Ш., Бушуева Н.Н., Слободяник С.Б. Особенности диагностики спазма аккомодации у детей с учетом тонуса вегетативной нервной системы с использованием пупиллографии при инстиляции мидриатиков. *Офтальмология. Восточная Европа*. 2020; 10 (1): 96–104. [Dukhayer Sh., Bushuieva N.N., Slobodanyk S.B. Features of diagnosing accommodation spasm in children considering autonomic nervous system tone using pupillography with mydriatic instillation. *Ophthalmology. Eastern Europe*. 2020; 10 (1): 96–104 (In Russ.)]. doi: 10.34883/PI.2020.10.1.011
44. Тарутта Е.П., Киселева Т.Н., Тарасова Н.А., Епишина М.В. Изменение параметров аккомодации и показателей гемодинамики в сосудах глаза на фоне аппаратного лечения близорукости. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2014; (1): 42–5. [Tarutta E.P., Kiseleva T.N., Tarasova N.A., Epishina M.V. Changes in accommodation parameters and hemodynamic indicators in eye vessels during hardware treatment of myopia. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2014; 1: 42–5 (In Russ.)].
45. Sheng Y, Zhu L. The crosstalk between autonomic nervous system and blood vessels. *Int J Physiol Pathophysiol Pharmacol*. 2018; 10 (1): 17.
46. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Филинова О.Б. Влияние 2,5%-ного ирифрина на показатели аккомодации и динамику рефракции у пациентов с прогрессирующей миопией. *Российский офтальмологический журнал*. 2010; 3 (2): 30–3. [Tarutta E.P., Iomdina E.N., Tarasova N.A., Filinova O.B. The effect of 2.5% Irifrin on accommodation parameters and refraction dynamics in patients with progressive myopia. *Russian ophthalmological journal*. 2010; 3 (2): 30–3 (In Russ.)].
47. Духаер Ш., Бушуева Н.Н., Слободяник С.Б. Результаты медикаментозного лечения больных с нарушениями аккомодации с учетом баланса вегетативной иннервации и данных пупиллографии. *Офтальмологический журнал*. 2018; (6): 10–8. [Dukhayer Sh., Bushuieva N.N., Slobodanyk S.B. Results of drug treatment of patients with accommodation disorders considering autonomic innervation balance and pupillography data. *Ophthalmological journal*. 2018; (6): 10–8 (In Russ.)]. doi: 10.31288/oftalmolzh201861018
48. Collins MJ, Hoseini-Yazdi H, Read SA, et al. Non-pharmacological stimulation of the autonomic nervous system and short-term changes in axial length. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2024; 65 (7): 2712. https://iovs.arvojournals.org/article.aspx?articleid=2794667
49. Дубко Д.А., Егоров В.В., Смолякова Г.П. Клиническая эффективность применения различных физиотерапевтических методов воздействия при аккомодационных нарушениях у детей со школьной миопией в зависимости от нервно-вегетативного состояния организма. *Современные технологии в офтальмологии*. 2017; 4: 68–71. [Dubko D.A., Egorov V.V., Smolyakova G.P. Clinical efficacy of various physiotherapeutic methods in children with school myopia depending on the neurovegetative state. *Modern Techn. in Ophthalmol*. 2017; 4: 68–71 (In Russ.)].
50. Кашченко Т.П., Райгородский Ю.М., Уварова Г.И., Корнюшина Т.А. Аппаратная симпатокоррекция в лечении нарушений аккомодации и миопии у детей. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2015; 14 (5): 25–30. [Kashchenko T.P., Raigorodsky Yu.M., Uvarova G.I., Kornushina T.A. Hardware sympatocorrection in the treatment of accommodation disorders and myopia in children. *Physiotherapy, balneology and rehabilitation*. 2015; 14 (5): 25–30 (In Russ.)].
51. Bruno RM, Ghiadoni L. Polyphenols, antioxidants and the sympathetic nervous system. *Curr Pharm Des*. 2018; 24 (2): 130–9. doi: 10.2174/1381612823666171114170642
52. Daniela M, Catalina L, Ilie O, et al. Effects of exercise training on the autonomic nervous system with a focus on anti-inflammatory and antioxidant effects. *Antioxidants*. 2022; 11 (2): 350. doi.org/10.3390/antiox11020350
53. Wadhwan R. Is Vitamin D deficiency implicated in autonomic dysfunction? *J Pediatr Neurosci*. 2017; 12 (2): 119–23. doi: 10.4103/jpn.JPN_1_17
54. Bocharin I, Eshiev A, Guryanov M, et al. Results of using a plant adaptogen to improve the functional state of athletes. *J Phys Educ Sport*. 2024; 24 (11): 1884–91. https://www.efsupit.ro/images/stories/november2024/Art%20284.pdf

Вклад авторов в работу: А.Ж. Фурсова — концепция и дизайн исследования, научное редактирование, финальная подготовка статьи к публикации; М.К. Артыкова — сбор и обработка данных литературы, написание и редактирование статьи.

Authors' contribution: A.Zh. Fursova — study concept and design, scientific editing, final preparation of the article for publication; M.K. Artykova — literature data collection and analysis, writing and editing of the article.

Поступила: 11.02.2025. Переработана: 12.02.2025. Принята к печати: 13.02.2025

Originally received: 11.02.2025. Final revision: 12.02.2025. Accepted: 13.02.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ГБУЗ НСО «Государственная Новосибирская областная клиническая больница», ул. Немировича-Данченко, д. 130, Новосибирск, 630087, Россия

² ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Красный пр-т, д. 52, Новосибирск, 630091, Россия

Анжелла Жановна Фурсова — д-р мед. наук, профессор, заведующая офтальмологическим отделением¹, заведующая кафедрой офтальмологии², ORCID 0000-0001-6311-5452

ГБУЗ НСО «Городская клиническая поликлиника № 29», ул. Рассветная, д. 1, Новосибирск, 630129, Россия

Манижа Каримджоновна Артыкова — врач-офтальмолог детского поликлинического отделения, ORCID 0009-0004-2828-4540

Для контактов: Анжелла Жановна Фурсова,
anzhellafursova@yandex.ru

¹ Novosibirsk Regional Clinical Hospital, 130, Nemirovich-Danchenko St., Novosibirsk, 630087, Russia

² Novosibirsk State Medical University, 52, Krasny Prospect, Novosibirsk, 630091, Russia

Anzhella Zh. Fursova — Dr. of Med. Sci., head of the ophthalmological department¹, head of chair of ophthalmology², ORCID 0000-0001-6311-5452

City Clinical Polyclinic No 29, 1, Rassvetnaya St., Novosibirsk, 630129, Russia

Manizha K. Artykova — ophthalmologist of the children's outpatient department, ORCID 0009-0004-2828-4540

For contacts: Anzhella Zh. Fursova,
anzhellafursova@yandex.ru