

ISSN 2181-4236 (print)  
ISSN 2181-4244 (online)

Issue 2



Выпуск 2 | Том 17 | Август 2026

Journal of  
**Advanced  
Ophthalmology**



**ПЕРЕДОВАЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЯ**







ISSN 2181-4236 (print)  
ISSN 2181-4244 (online)

# ADVANCED OPHTHALMOLOGY

VOLUME 17 / ISSUE 2 / 2026

ТОМ 17 • ВЫПУСК 2 • 2026

## ПЕРЕДОВАЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

Медицинский рецензируемый журнал  
Medical reviewed journal

Авторы подтверждают, что не имеют  
конфликта интересов  
The authors declare that they have no  
competing interests

Публикуемые материалы соответствуют  
международно признанным этическим  
принципам  
Published materials conforms to  
internationally accepted ethical guidelines

**Тематика журнала:**  
Офтальмология

**Journal subject:**  
Ophthalmology

**Худайбердиев А.Р. - главный редактор**  
**Khudaiberdiev A.R. - editor in chief**

e-mail: [ao@scinnovations.uz](mailto:ao@scinnovations.uz)  
<https://ao.scinnovations.uz>

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

The Journal is included in the List of Peer-reviewed Scientific Journals recommended for publication of principal scientific results of dissertations competing for scientific degree of Candidate of Science and scientific degree of Doctor of Science.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с мнением редакции. К публикации принимаются только статьи, подготовленные в соответствии с правилами для авторов. Направляя статью в редакцию, авторы принимают условия договора публичной оферты. С правилами для авторов и договором публичной оферты можно ознакомиться на сайте: <https://ao.scinnovations.uz>. Полное или частичное воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения издателя — издательства «SCIENTIFIC INNOVATIONS».

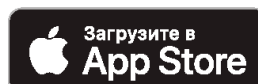
The Editorial Board is not responsible for the content of advertising materials. Editorial opinion does not always coincide with the opinion of the authors. Only the articles prepared according to the authors' guidelines are accepted for publication. Submitting an article to the editorial board the authors accept the terms and conditions of the public offer agreement. Authors' guidelines and public offer agreement may be found on the web-site: <https://ao.scinnovations.uz>. Complete or partial reproduction of the materials is allowed only by written permission of the Publisher — «SCIENTIFIC INNOVATIONS» Publishing Group.

Журнал зарегистрирован Агентством информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан. Свидетельство о регистрации № 057424 от 06.01.2023 г.

The journal is registered by the Agency for Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. Registration certificate No. 057424 dated January 06. 2023



Учредитель и Издатель:  
ООО «SCIENTIFIC INNOVATIONS»  
Founder and Publisher:  
«SCIENTIFIC INNOVATIONS» LLP  
[www.scinnovations.uz](http://www.scinnovations.uz)



**Главный редактор:**

**Худайбердиев А.Р.** – к.м.н., доцент (Узбекистан)

**Заместители главного редактора:**

**Янгиева Н.Р.** – д.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Туйчибаева Д.М.** – д.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Агзамова С.С.** – д.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Члены редакционной коллегии:**

**Ярмак О.А.** – к.м.н., доцент БелМАПО (Белоруссия)

**Вашкевич Г.В.** – к.м.н., доцент БелМАПО (Белоруссия)

**Абельский Д.Е.** – к.м.н., доцент БелМАПО (Белоруссия)

**Литвин И.Б.** – к.м.н. доцент СЗГМУ имени И.И.Мечникова

**Акшей Кхера** – к.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Урманова Ф.М.** – к.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Курьязова З.Х.** – к.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Мирбабаева Ф.А.** – к.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Одилова Г. Р.** – д.м.н., доцент БГМИ (Узбекистан)

**Салиев И.Ф.** – к.м.н., «Saif Optima» (Узбекистан)

**Юлдашева Н.М.** – д.м.н., РСНПМЦЭ (Узбекистан)

**Джамалова Ш.А.** – д.м.н., доцент РСНПМЦМГ (Узбекистан)

**Аббасханова Н.Х.** – к.м.н. (Узбекистан)

**Туйчибаева Н.М.** – д.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Магзумов Х.Б.**, к.м.н., доцент ТГМУ (Узбекистан)

**Максудова Л.М.** – д.м.н., доцент ЦРПКМР (Узбекистан)

**Норматова Н.М.** – д.м.н., доцент ЦРПКМР (Узбекистан)

**Редакционный совет**

**Имшенецкая Т.А.** – д.м.н., профессор БелМАПО (Белоруссия)

**Бойко Э.В.** – д.м.н., профессор СЗГМУ им. И.И.Мечникова

**Малиновский Г.Ф.** – д.м.н., профессор БелМАПО (Белоруссия)

**Красильникова В.Л.** – д.м.н., профессор БелМАПО (Белоруссия)

**Иойлева Е.Э.** д.м.н., профессор МНТК МГ им. С.Н.Федорова (Россия)

**Chhugani K.** – M.S., Speciality eye care centres (India).

**Филиз Ашрафи** – профессор, Измирский Университет (Турция)

**Ribhu Soni** – M.S., Eye Care Centre (India)

**Бикбов М.М.**, д.м.н., профессор (Россия)

**Камилов Х.М.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Мухамадиев Р.О.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Бахритдинова Ф.А.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Билалов Э.Н.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Юсупов А.А.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Юсупов А.Ф.** – д.м.н., профессор РСНПМЦМГ (Узбекистан)

**Каримова М.Х.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Бузруков Б.Т.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Икрамов А.Ф.** – д.м.н., профессор (Узбекистан)

**Ответственный секретарь:**

**Дусмухамедова А.М.**

**Технический редактор:**

**Зувев А.В.**

**Editor-in-Chief:**

**Khudaiberdiev A.R.** – PhD, docent (Uzbekistan)

**Deputy Chief Editors:**

**Yangieva N.R.** – DSc, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Tuychibaeva D.M.** – DSc, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Agzamova S.S.** – DSc, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Members of the editorial board:**

**Yarmak O.A.** – PhD, docent, BelMAPE (Belarus)

**Vashkevich G.V.** – PhD, docent, BelMAPE (Belarus)

**Abelsky D.E.** – PhD, docent, BelMAPE (Belarus)

**Litvin I.B.** – PhD, docent, NWSMU named after I.I. Mechnikov

**Khera A.** – PhD, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Urmanova F.M.** – PhD, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Kuryazova Z.Kh.** – PhD, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Mirbabaeva F.A.** – PhD, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Odilova G.R.**, MD, docent, BSMI (Uzbekistan)

**Saliev I.F.** – PhD, «Saif Optima» (Uzbekistan)

**Yuldasheva N.M.** – DSc, RSSPMCE (Uzbekistan)

**Djamalova Sh.A.** – DSc, docent, RSSAPMCEM (Uzbekistan)

**Abbaskhanova N.X.** – PhD (Uzbekistan)

**Tuychibaeva N.M.** – DSc, docent, TSMU (Uzbekistan)

**Magzumov H.B.**, PhD, Associate Professor, TSMU (Uzbekistan)

**Maksudova L.M.** – Ph.D., docent, PDCQMW (Uzbekistan)

**Normatova N.M.** – DSc, docent, PDCQMW (Uzbekistan)

**Editorial Council**

**Imshenetskaya T.A.** – DSc, Professor, BelMAPE (Belarus)

**Boyko E.V.** – DSc, Professor NWSMU, named after I.I. Mechnikov

**Malinovsky G.F.** – DSc, Professor, BelMAPE (Belarus)

**Krasilnikova V.L.** – DSc, Professor, BelMAPE (Belarus)

**Ioyleva E.E.** DSc, Professor at MNTK MG named after S.N.Fedorova (Russia)

**Chhugani K.** – M.S., Speciality eye care centres (India).

**Filiz Ashrafi** – Izmir University, Professor (Türkiye)

**Ribhu Soni** – M.S., Eye Care Centre (India)

**Bikbov M.M.**, DSc, Professor (Russia)

**Kamilov Kh.M.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Muhamadiev R.O.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Bakhritdinova F.A.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Bilalov E.N.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Yusupov A.A.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Yusupov A.F.** – DSc, Professor RSSPMCEM (Uzbekistan)

**Karimova M.Kh.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Buzrukov B.T.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Ikramov A.F.** – DSc, Professor (Uzbekistan)

**Executive secretary:**

**Dusmuhamedova A.M.**

**Technical editor:**

**Zuev A.V.**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <u><a href="#">Jurayev T.B., Karimova M.X.</a></u><br>FUKS ENDOTELIAL DISTROFIYASINI DSAEK JARROHLIGI BILAN DAVOLASHDA KO'Z YOSH SUYUQLIGIDAGI GEPATOTSITLAR O'SISH OMILINI KLINIK-LABORATOR AHAMIYATI<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.001                                                 | 7-10  |
| <u><a href="#">Собиров О.О., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Мирхаликов Ф.Р.</a></u><br>КЎЗ ТУБИНИНГ РАҚАМЛИ КОЛОРИМЕТРИЯСИ АСОСИДА МАРКАЗИЙ СЕРОЗ ХОРИОРЕТИ-НОПАТИЯНИ МИКРОИМПУЛЬСЛИ ЛАЗЕР ЁРДАМИДА ДАВОЛАШНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.002             | 11-15 |
| <u><a href="#">Xodjahanova D.K., Yusupov A.F., Karimova M.X., Djamalova Sh.A.</a></u><br>РЕАКТИВ АРТРИТ БИЛАН ОГ'РИГАН БЕМОРЛАРДА КО'ЗНИНГ OLD SEGMENTI ZARARLANISHLARI VA QURUQ KO'Z SINDROMI<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.003                                                         | 16-20 |
| <u><a href="#">Xuddiyeva N. Yu.</a></u><br>METABOLIK SINDROM BILAN BOG'LIQ RETINAL O'ZGARISHLARDA OKT VA OKT-ANGIOGRAFIYA BIOMARKERLARI: ADABIYOTLAR SHARHI<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.004                                                                                            | 21-27 |
| <u><a href="#">Абдурахимова Ф.К., Юсупов А.Ф.</a></u><br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕФРАКЦИОННЫХ И КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДВУХЛИН-ЗОВОЙ И ОДНОЛИНЗОВОЙ ИМПЛАНТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКОЙ МИОПИЕЙ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.005                                                           | 28-31 |
| <u><a href="#">Азимова Г.А., Закирходжаев Р.А.</a></u><br>КЕРАТОРЕФРАКЦИОН ЖАРРОҲЛИҚДАН КЕЙИНГИ НЕЙРОПАТИК КЎЗ ОҒРИҒИНИНГ КЛИНИК ВА МОРФОЛОГИК ҲУСУСИЯТЛАРИ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.006                                                                                            | 32-37 |
| <u><a href="#">Akmalov B.A., Karimova M.X., Djamalova Sh.A., Toshpulatov S.O.</a></u><br>KERATOKONUSLI BEMORLARDA QURUQ KO'Z SINDROMINING KLINIK XUSUSIYATLARI VA DIAGNOSTIKASI<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.007                                                                        | 38-41 |
| <u><a href="#">Нозимов А.Э., Аскарлов К.Ш., Пирназаров М.Е., Обиджонов У.А., Давронов О.Д.</a></u><br>ПРИЧИНЫ И КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЛАЗ С ДИСЛОКАЦИЯМИ ЗАДНЕКАМЕРНЫХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ФАКОЭМУЛЬСИФИ-КАЦИИ КАТАРАКТЫ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.008 | 42-46 |
| <u><a href="#">Ахмедова Ш.А., Махкамова Д.К.</a></u><br>КОРРЕЛЯЦИЯ СТРУКТУРНЫХ И НЕЙРОМЕТАБОЛОМНЫХ МАРКЕРОВ ГЛАУКОМНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ НЕЙРОПАТИИ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.009                                                                                                           | 47-50 |
| <u><a href="#">Базарбаева К.Г., Юсупов А.Ф., Абдиназаров Д.А., Тимуров М.Н.</a></u><br>КОМПЛЕКСНАЯ БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КРОССЛИНКИНГА РОГОВИЦЫ ПРИ КЕРАТОКОНУСЕ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.010                                                     | 51-55 |
| <u><a href="#">Bobojonov D.S., Yusupov A.F.</a></u><br>VITREORETINAL JARROHLIKDAN KEYIN SILIKON MOYI TAMPONADASI DAVOMIYILIGINING MAKULA SOHASIDAGI MORFOLOGIK VA PERFUZION O'ZGARISHLARGA TA'SIRI<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.011                                                     | 56-59 |
| <u><a href="#">Домладжонов И.А., Махмадзода Ш.К.</a></u><br>МИКРОСОСУДИСТАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ГЛАЗНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ КАТАРАКТЕ: СТАДИЙНЫЙ АНАЛИЗ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.012                                                                                                                 | 60-63 |
| <u><a href="#">Жалалов А.К., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Мирхаликов Ф.Р.</a></u><br>ПРОЛИФЕРАТИВ ДИАБЕТИК РЕТИНОПАТИЯДА НЕОВАСКУЛЯР ГЛАУКОМАНИ ДАВОЛАШГА ДИФФЕРЕНЦИАЛ ЁНДАШУВ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.013                                                          | 64-67 |
| <u><a href="#">Жахонгиров И.Ж., Камилов Х.М., Хакимова З.К., Шерматов А.А.</a></u><br>ФАРҒОНА ВИЛОЯТИДА ЯШОВЧИ УЗОҚ УМР КЎРУВЧИЛАРДА КЎЗНИНГ ОЛДИНГИ ЮЗАСИ ЯЛЛИГ'ЛАНИШ КАСАЛЛИКЛАРИНИ ПРОФИЛАКТИКАСИНИНГ ДОЛЗАРБЛИГИ<br><b>DOI:</b> 10.57231/j.ao.2026.17.2.014                                   | 68-72 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <u>Закирходжаева М.А., Каримова М.Х..</u><br>ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУ-<br>ГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМОЙ<br>DOI: 10.57231/j.ao.2026.17.2.015                                                                                                     | 73-77   |
| <u>Захидов О.У., Захидов У.Б.</u><br>ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРНОСТЬ ТЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ГЛАУКОМЫ У БОЛЬНЫХ С<br>МИОПИЕЙ И КАТАРАКТОЙ<br>DOI: 10.57231/j.ao.2026.17.2.016                                                                                                         | 78-81   |
| <u>Иномжонova М.И., Каримова М.Х., Саиджонов С.С.</u><br>АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕДНЕЙ ПОСЛОЙНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ ПРИ<br>ЛЕЧЕНИИ КЕРАТОКОНУСА: ХИРУРГИЧЕСКИЕ И РЕФРАКЦИОННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ С ОЦЕНКОЙ<br>ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО СТАТУСА<br>DOI: 10.57231/j.ao.2026.17.2.017        | 82-86   |
| <u>Исмаилов А.У., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Хусанбаев Х.Ш. .</u><br>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКРИНИНГА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ С ИСПОЛЬ-<br>ЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА<br>DOI: 10.57231/j.ao.2026.17.2.018                                               | 87-91   |
| <u>Козловская М.В., Имшенецкая Т.А., Ярмaк О.А.</u><br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОФТАЛЬМИТА И СТЕРИЛЬНОГО ВОСПА-<br>ЛЕНИЯ ПОСЛЕ ИНТРАВИТРЕАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ АФЛИБЕРЦЕПТА: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ<br>АНАЛИЗ ДВУХ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ<br>DOI: 10.57231/j.ao.2026.17.2.019 | 92-103  |
| <u>Мавлянова С.Р., Каримова М.Х., Мавлянова У.Ф..</u><br>ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ГЛАЗНОГО ДНА И ПАРАМЕТРОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ВО ВРЕМЯ<br>ПРИСТУПА МИГРЕНИ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)<br>DOI: 10.57231/j.ao.2026.17.2.020                                                                    | 104-107 |

## FUKS ENDOTELIAL DISTROFIYASINI DSAEK JARROHLIGI BILAN DAVOLASHDA KO'Z YOSH SUYUQLIGIDAGI GEPATOTSITLAR O'SISH OMILINI KLINIK-LABORATOR AHAMIYATI

Jurayev T.B.<sup>1</sup>, Karimova M.X.<sup>2</sup>

1. Shifokor oftalmolog, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy – amaliy tibbiyot markazi, jorayevtemur930@gmail.com, +998(97)4486211, <https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>

2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy – amaliy tibbiyot markazi direktor o'rinbosari, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

**Annotatsiya. Dolzarbliqi.** Gepatotsitlar o'sish faktori (Hepatocyte Growth Factor, HGF) ko'p yo'nalishli ta'sirga ega bo'lgan oqsil bo'lib, uni shox parda hujayralari va ko'z yosh bezi ishlab chiqaradi. Tajriba sharoitida bu faktor shox pardaning ichki hujayralari ko'payishini rag'batlantiradi, ularning ko'chish qobiliyatini kuchaytiradi va oksidlovchi ta'sirga chidamliligini oshiradi. Uning ko'z yosh suyuqligida topilishi shox parda ichki qavatining tiklanishiga ta'sir qiluvchi tabiiy boshqaruv yo'li mavjudligini ko'rsatadi. Biroq jarrohlilikdan oldingi bu faktorning miqdori keratoplastika natijasiga qanchalik bog'liqligi shu paytgacha to'liq o'rganilmagan. **Tadqiqot maqsadi.** Fuks endotelial distrofiyasi bilan og'rigan bemorlarda DSAEK jarrohliligining funksional natijalariga ko'z yosh suyuqligidagi hepatotsitlar o'sish faktorining jarrohlilikdan oldingi miqdori qanchalik ta'sir qilishini va o'zgarish dinamikasini baholash. **Materiallar va usullar.** Fuks endotelial distrofiyasi bilan og'rigan 24 nafar bemorlar tekshirildi. **Natijalar.** Gepatotsit o'sish faktorining miqdori ikki bosqichli o'zgarish ko'rsatdi: boshlang'ich o'rtacha 478 pikogramm/millilitrdan uchinchi oyga kelib eng yuqori 870 pikogramm/millilitrgacha ko'tarildi va olti oyga borib 815 pikogramm/millilitr atrofida barqarorlashdi. Jarrohlilikdan oldin bu faktorning miqdori 500 pikogramm/millilitr va undan yuqori bo'lgan bemorlarda olti oydan keyingi ko'rish o'tkirligida sezilarli darajada yaxshilanish kuzatildi ( $0,57 \pm 0,04$  ga nisbatan  $0,34 \pm 0,05$ ;  $p=0,003$ ), shuningdek ularda graft birikish darajasi yuqoriroq ko'rsatkichlarni ko'rsatdi. Tanlangan garft kiritish usulida hujayralar zichligining yo'qotilishi atigi 8 foizni tashkil etdi. **Xulosa.** Jarrohlilikdan oldin ko'z yosh suyuqligidagi hepatotsitlar o'sish faktorining miqdorini o'lchash jarrohlilikning muvaffaqiyatli o'tish darajasini tahmin qilish va shox parda tiniqlik darajasini oldindan aniqlash imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** endotelial keratoplastika, Fuks distrofiyasi, hepatotsitlar o'sish faktori, ko'z yosh suyuqligi, bashoratlovchi biomarker, shox parda densitometriyasi.

### Iqtibos keltirish uchun:

Jurayev T.B., Karimova M.X. Fuks endotelial distrofiyasini dsaek jarrohligi bilan davolashda ko'z yosh suyuqligidagi hepatotsitlar o'sish omilini klinik-laborator ahamiyati. *Ilg'or oftalmologiya.* 2026;17(2):7-10.

## CLINICAL AND LABORATORY SIGNIFICANCE OF TEAR FLUID HEPATOCYTE GROWTH FACTOR (HGF) IN DSAEK SURGERY FOR THE TREATMENT OF FUCHS ENDOTHELIAL CORNEAL DYSTROPHY

Juraev T.B.<sup>1</sup>, Karimova M.Kh.<sup>2</sup>

1. Ophthalmologist, Republican specialized scientific-practical medical center of eye microsurgery, jorayevtemur930@gmail.com, +998(97)4486211, <https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy director of the Republican specialized scientific-practical medical center of eye microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

**Abstract. Relevance.** Hepatocyte Growth Factor (HGF) is a versatile protein with multiple effects, produced by corneal cells and the lacrimal gland. In experimental settings it promotes the proliferation of the inner corneal cells, strengthens their ability to migrate, and makes them more resistant to oxidative stress. The fact that it can be detected in tear fluid points to a natural regulatory pathway that supports the recovery of the inner corneal layer. Yet how closely the preoperative level of this factor relates to the outcome of keratoplasty has not been fully explored until now. **Purpose of the study.** To assess how the preoperative tear fluid level of hepatocyte growth factor affects the functional outcomes of DSAEK surgery in patients with Fuchs endothelial corneal dystrophy, and to evaluate the dynamics of its changes over time. **Materials and methods.** Twenty-four patients with Fuchs endothelial corneal dystrophy were examined. **Results.** The level of hepatocyte growth factor followed a two-stage course: from a baseline mean of 478 pg/ml it rose to a peak of 870 pg/ml by the third month and then settled at around 815 pg/ml by the sixth month. Patients whose preoperative level was 500 pg/ml or higher showed a marked improvement in visual acuity at six months ( $0,57 \pm 0,04$  compared with  $0,34 \pm 0,05$ ;  $p=0,003$ ), and the graft also attached more securely in these patients. With the chosen graft delivery method, the loss of cell density was only 8 percent. **Conclusion.** Measuring the level of hepatocyte growth factor in tear fluid before surgery makes it possible to anticipate how successfully the operation will go and to predict the degree of corneal transparency in advance.

**Keywords:** endothelial keratoplasty, Fuchs dystrophy, hepatocyte growth factor, tear fluid, prognostic biomarker, corneal densitometry.

**For citation:**

Juraev T.B., Karimova M.Kh. Clinical and laboratory significance of tear fluid hepatocyte growth factor in dsaek surgery for the treatment of fuchs endothelial corneal dystrophy. Advanced Ophthalmology. 2026;17(2):7-10.

## КЛИНИКО-ЛАБОРАТОРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ФАКТОРА РОСТА ГЕПАТОЦИТОВ СЛЁЗНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ХИРУРГИИ DSAEK В ЛЕЧЕНИИ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОЙ ДИСТРОФИИ ФУКСА

Жураев Т.Б.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>

1. Врач-офтальмолог, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, jorayevtemur930@gmail.com, +998(97)4486211, <https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

**Аннотация. Актуальность.** Фактор роста гепатоцитов (Hepatocyte Growth Factor, HGF) — это многофункциональный белок, который вырабатывают клетки роговицы и слёзная железа. В эксперименте он стимулирует размножение внутренних клеток роговицы, усиливает их способность к перемещению и повышает устойчивость к окислительному воздействию. То, что его удаётся обнаружить в слёзной жидкости, говорит о существовании естественного механизма регуляции, который поддерживает восстановление внутреннего слоя роговицы. Однако насколько дооперационный уровень этого фактора связан с исходом кератопластики, до сих пор изучено не до конца. **Цель исследования.** Оценить, как дооперационный уровень фактора роста гепатоцитов в слёзной жидкости влияет на функциональные результаты операции DSAEK у пациентов с эндотелиальной дистрофией Фукса, а также проследить динамику его изменений. **Материалы и методы.** Обследованы 24 пациента с эндотелиальной дистрофией Фукса. **Результаты.** Уровень фактора роста гепатоцитов менялся в два этапа: с исходного среднего значения 478 пикограмм на миллилитр он поднялся до пика 870 пикограмм на миллилитр к третьему месяцу, а к шестому месяцу стабилизировался около 815 пикограмм на миллилитр. У пациентов с дооперационным уровнем 500 пикограмм на миллилитр и выше острота зрения через шесть месяцев заметно улучшилась ( $0,57 \pm 0,04$  против  $0,34 \pm 0,05$ ;  $p=0,003$ ), и трансплантат у них приживался прочнее. При выбранном способе введения трансплантата потеря плотности клеток составила всего 8 процентов. **Заключение.** Измерение уровня фактора роста гепатоцитов в слёзной жидкости до операции позволяет предположить, насколько успешно пройдёт вмешательство, и заранее оценить степень прозрачности роговицы.

**Ключевые слова:** эндотелиальная кератопластика, дистрофия Фукса, фактор роста гепатоцитов, слёзная жидкость, прогностический биомаркер, денситометрия роговицы.

**Для цитирования:**

Жураев Т.Б., Каримова М.Х. Клинико-лабораторное значение фактора роста гепатоцитов слёзной жидкости при хирургии Dsaek в лечении эндотелиальной дистрофии фукса. Передовая офтальмология. 2026;17(2):7-10.

**Dolzarbligi.** Shox pardaning endoteliy qavati ko'zning eng nozik to'qimalaridan biri hisoblanadi. Uning hujayralari tug'ilgandan keyin ko'payish qobiliyatini yo'qotadi va shikastlangan taqdirda o'zini tiklay olmaydi. Sog'lom kattalarda bu hujayralarning zichligi har bir kvadrat millimetrga taxminan ikki yarim mingdan uch mingacha bo'ladi. Ularning soni ma'lum darajadan pasayganda shox parda suyuqligini ushlab turish qobiliyatini yo'qotadi, natijada to'qima shishadi va shaffofligini yo'qotadi. Aynan shu jarayon Fuks endotelial distrofiyasining asosida yotadi va bu kasallik dunyoda shox parda ko'chirib o'tkazishga eng ko'p sabab bo'ladigan holatlardan biridir [1, 8].

So'nggi yigirma yil ichida davolash yondashuvi sezilarli o'zgardi. Ilgari yagona tub yechim shox pardaning butun qalinligini almashtirishdan iborat bo'lgan bo'lsa, hozir kasallangan ichki qavatni tanlab almashtirish imkoniyati paydo bo'ldi. Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty (DSAEK) jarrohligida shox pardaning

endoteliy qavati kichik kesma orqali yangi donor to'qimasiga almashtiriladi. Bu yondashuv ko'rish o'tkirligini tiklaydi, tiklanish muddatini qisqartiradi va to'qimaning rad etilish ehtimolini pasaytiradi [1, 2].

Donor to'qimasini ko'z ichiga kiritishning bir necha usuli mavjud bo'lib, ular hujayralarga turlicha mexanik ta'sir ko'rsatadi. Oldindan kartrijga joylangan tayyor tizim (Transplantat Ready DSAEK) to'qimaning asbob-uskunalar bilan eng kam darajada aloqada bo'lishini ta'minlaydi va shu tufayli jarrohlik vaqtida hujayra yo'qotilishini kamaytiradi. Shu sababli biz ushbu tadqiqotda aynan shu kiritish usulini barcha bemorlar uchun yagona standart sifatida tanladik [3, 4].

Jarrohlik texnikasi takomillashishi bilan bir qatorda jarrohlik natijasini oldindan bilish imkonini beradigan biologik belgilarga qiziqish ham ortib bormoqda. Gepatotsitlar o'sish faktori (Hepatocyte Growth Factor, HGF) ko'p yo'nalishli ta'sirga ega bo'lgan oqsil bo'lib, uni shox parda hujayralari va ko'z yosh bezi ishlab chiqaradi. Tajriba sharoitida bu

faktor shox pardaning ichki hujayralari ko'payishini rag'batlantiradi, ularning ko'chish qobiliyatini kuchaytiradi va oksidlovchi ta'sirga chidamliligini oshiradi [5, 9]. Uning ko'z yosh suyuqligida topilishi shox parda ichki qavatining tiklanishiga ta'sir qiluvchi tabiiy boshqaruv yo'li mavjudligini ko'rsatadi [7]. Biroq jarrohlikdan oldingi bu faktorning miqdori keratoplastika natijasiga qanchalik bog'liqligi shu paytgacha o'rganilmagan edi.

**Tadqiqot maqsadi.** Ko'z yosh suyuqligidagi gepatotsitlar o'sish faktorining vaqt davomidagi o'zgarish dinamikasini kuzatish va uni Fuks distrofiyasi bilan og'rigan bemorlarda jarrohlik natijasini oldindan baholash.

**Tadqiqotning materiali va tekshiruv usullari.** Tadqiqot Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazida 2022-yildan 2026-yilgacha bo'lgan davrda o'tkazildi.

Tadqiqotga Fuks endotelial distrofiyasi tashxisi bilan kasallangan 24 nafar bemor kiritildi. Barcha bemorlarda DSAEK jarrohligi Transplantat Ready DSAEK tizimi yordamida amalga oshirildi. Tadqiqotga kiritish mezonlari quyidagilar bo'ldi: ilgari shox pardada o'tkazilgan jarrohlik amaliyotlari o'tkazilmaganligi, anamnezda glaukoma mavjud emasligi, ko'zning faol yallig'lanish kasalliklari yo'qligi, og'ir quruq ko'z sindromi va ko'z ichidagi sun'iy implantlar yo'qligi.

Barcha bemorlarga belgilangan muddatlarda – jarrohlikdan oldin hamda undan uch va olti oy o'tib – bir xil tekshiruvlar majmuasi o'tkazildi. Bularga maxsus jadval bo'yicha ko'rish o'tkirligini aniqlash, ko'z ichi bosimini aniqlash, avtokeratofraktometriya, biomikroskopiya, endothelial mikroskopiya, keratopahimetriya (Old-OCT) kiradi.

Ko'z yosh suyuqligi namunalari steril mayda kapillyarlar yordamida pastki konyunktiva burmasidan, shilliq pardaga tegmasdan, besh mikrolitr hajmda olindi. Namunalar 3 xil vaqtda – jarrohlikdan oldin hamda undan uch va olti oy o'tib – yig'ildi. Gepatotsitlar o'sish faktorining miqdori ko'p tarmoqli immunofermentli tahlil (IFA) usulida, sezgirli millilitr boshiga 1,2 pikogramm bo'lgan tahlil tizimida aniqlandi.

Olingan ma'lumotlar statistik tomondan qayta ishlandi. Taqsimotning me'yoriyligi Shapiro–Uilk mezoni bilan baholandi, ko'rsatkichlar orasidagi bog'liqlik Pirson koeffitsiyenti orqali aniqlandi. Farqlar p qiymati 0,05 dan kichik bo'lganda ahamiyatli deb hisoblandi.

**Natijalar va muhokama.** Tanlangan graft kiritish usulida olti oydan keyin hujayralar zichligining yo'qotilishi atigi 8% tashkil etdi. Endotelial hujayralari

soni har bir kvadrat millimetrdan  $2771 \pm 44$  dan  $2549 \pm 51$  gacha kamaydi. Shu bilan birga hujayralarning morfofunktsional holati ham barqaror saqlanib qoldi (geksoganal hujayralar 64% dan 60% gacha o'zgardi). Bu ko'rsatkichlar graft to'qimasining birikish darajasini yuqoriligini va shox pardaning yuqori morfofunktsional holatini izohlaydi. Adabiyotda ham jarrohlik vaqtidagi dastlabki hujayra yo'qotilishi to'qimaning uzoq muddatli omon qolishini belgilovchi asosiy omil ekanligi ta'kidlanadi [2].

**Funksional natijalar.** Ko'rish o'tkirligi jarrohlikdan oldingi  $0,12 \pm 0,01$  dan oltinchi oyga kelib  $0,6 \pm 0,05$  gacha ko'tarildi. Shox pardaning markaziy qalinligi 812 mikrometrdan 614 mikrometrgacha kamaydi, shaffoflikni baholovchi densitometriya ko'rsatkichi esa 40 birlikkacha pasaydi. Bularning barchasi shox parda shaffofligi sezilarli darajada tiklanganidan dalolat beradi.

Gepatotsitlar o'sish faktorining o'zgarishi. Jarrohlikdan oldingi o'rtacha miqdor 478 pikogramm/millilitr edi. Vaqt davomida aniq ikki bosqichli manzara kuzatildi: uchinchi oyga kelib miqdor eng yuqori nuqtaga – 870 pikogramm/millilitrga yetdi, bu boshlang'ich darajadan 82 foizga ko'p, so'ngra biroz pasayib olti oyga borib 815 pikogramm/millilitr atrofida barqarorlashdi (1-jadval). Bunday manzara – keskin ko'tarilish va keyin barqaror holatga o'tish – to'qima tiklanishi bilan bog'liq jarayonlarga xos bo'lib, gepatotsitlar o'sish faktorining shox parda shikastlanishidagi tiklovchi ta'siri haqidagi ma'lumotlarga mos keladi [5, 6]. Tadqiqotning eng muhim qismi jarrohlikdan oldingi HGF miqdori bilan natijalar o'rtasidagi bog'liqlik bo'ldi. Jarrohlikdan oldin gepatotsitlar o'sish faktori miqdori 500 pikogramm/millilitr va undan yuqori bo'lgan o'n ikki nafar bemorda olti oydan so'ng ko'rish o'tkirligi ushbu miqdor 500 dan past bo'lgan o'n ikki nafar bemorga nisbatan sezilarli darajada yaxshi bo'ldi: mos ravishda  $0,57 \pm 0,04$  va  $0,34 \pm 0,05$  ( $p=0,003$ ). Bundan tashqari, HGF miqdori yuqori bo'lgan guruhda graft to'qimasining birikish darajasi yuqori ko'rsatkichlarni ko'rsatdi. Ushbu natijalar shox pardaning «biologik tayyorligi» tushunchasini ilgari surishga asos bo'ladi: ko'z yosh suyuqligida tiklovchi omillarning yetarli darajada bo'lishi donor to'qimasining yangi muhitga moslashuvi uchun qulay sharoit yaratadi [7]. Agar bu bog'liqlik kengroq tadqiqotlarda tasdiqlansa, jarrohlikdan oldin ushbu faktor miqdorini aniqlash bemorlarni tanlash tartibiga kiritilishi mumkin.

**Tadqiqotning cheklovlari.** Tadqiqotning ayrim cheklovlari mavjud. Bemorlar soni nisbatan kam

**1-jadval. Ko'z yosh suyuqligidagi gepatotsitlar o'sish faktori va ko'rish o'tkirligining o'zgarishi (24 bemor)**

| Ko'rsatkich                                  | Jarrohlikdan oldin | 3 oy | 6 oy            |
|----------------------------------------------|--------------------|------|-----------------|
| Ko'rish o'tkirligi (o'rtacha)                | 0,11               | 0,38 | 0,45            |
| Gepatotsitlar o'sish faktori, pg/ml          | 478                | 870  | 815             |
| Ko'rish o'tkirligi (faktor $\geq 500$ pg/ml) | -                  | -    | $0,57 \pm 0,04$ |
| Ko'rish o'tkirligi (faktor $< 500$ pg/ml)    | -                  | -    | $0,34 \pm 0,05$ |

bo'lib, bu faqat asosiy natijalarni baholashga yetarli hisoblanadi. Kuzatuv muddati olti oy bilan cheklanganligi sababli faqat dastlabki funksional natijalarni baholash mumkin bo'ldi. Olingan xulosalarni mustahkamlash uchun ko'proq bemorni va uzoqroq kuzatuv muddatini qamrab oluvchi tadqiqotlar zarur.

**Xulosa.** Tadqiqot natijalariga ko'ra, jarrohlilikdan oldin ko'z yosh suyuqligidagi gepatotsitlar o'sish faktori (HGF)ning miqdorini o'lchash jarrohlilik natijasini oldindan bilish va havf guruhlarini aniqlashda qo'shimcha omil sifatida xizmat qilishi mumkin. Ushbu faktor miqdori 500 pikogramm/millilitr va undan yuqori bo'lganda funksional natijalar sezilarli darajada yuqori ko'rsatkichlarga erishildi. Jarrohlilikdan keyin HGF miqdorining uchinchi oyda

eng yuqori nuqtaga ko'tarilib, so'ngra barqarorlashishi shox pardadagi faol tiklanish jarayonlarini aks ettiradi va tiklanishni kuzatish uchun ob'ektiv belgi bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Graft to'qimasini Transplantat Ready DSAEK tizim orqali kiritish endotelial hujayralarning shikastlanish darajasi pastligi va jarrohlilik narijalarining yuqori ko'rsatkichlari sababli ushbu usulni asosiy usul sifatida qo'llash maqsadga muvofiqdir. Ko'z yosh suyuqligidagi gepatotsitlar o'sish faktorining jarrohlilik natijasi bilan bog'liqligi kengroq tadqiqotlarda tasdiqlangach, ushbu ko'rsatkichni jarrohlilikni rejalashtirishdagi tashxis standartlariga kiritish o'rinli bo'ladi.

## ADABIYOTLAR/ REFERENCES

1. Price MO, Price FW Jr. Endothelial keratoplasty update 2020. *Cornea*. 2021;40(5):541–547. <https://doi.org/10.1097/ico.0000000000002566>
2. Wilhelm T., Gauché L., Böhringer D., et al. Ten-year outcomes after DMEK, DSAEK and PK: insights on graft survival, endothelial cell density loss, rejection and visual acuity. *Scientific Reports*. 2025;15(1):1249. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85138-4>
3. Nishant P. Current concepts and recent trends in endothelial keratoplasty. *World. Journal of Transplantation*. 2025;15(2):102507. <https://doi.org/10.5500/wjt.v15.i2.102507>
4. Romano V. How endothelial keratoplasty has revolutionized current treatment of endothelial disease. *Expert Review of Ophthalmology*. 2024;11. <https://doi.org/10.1080/17469899.2024.2305433>
5. Tratnig-Frankl M., Luft N., Magistro G., et al. Hepatocyte Growth Factor modulates corneal endothelial wound healing in vitro. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024;25(17):9382. <https://doi.org/10.3390/ijms25179382>
6. Ang M., et al. Kinetics of tear fluid proteins after endothelial keratoplasty and predictive factors for recovery from corneal haze. *PLoS ONE*. 2020;15(2):e0228641. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228641>
7. Chauhan S., Dana R., Mittal S.K., et al. Topical Hepatocyte Growth Factor accelerates healing and downmodulates scarring following experimental corneal injury. *Cornea*. 2025;44(10):1296–1302. <https://doi.org/10.1097/ico.0000000000003932>
8. Altamirano F., et al. Fuchs endothelial corneal dystrophy: an updated review. *International Ophthalmology*. 2024;44(1):61. <https://doi.org/10.1007/s10792-024-02994-1>
9. Wilson S.E. Corneal wound healing. *Experimental Eye Research*. 2020;197:108089. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2020.108089>

## Bemorning roziligi.

Bemorning kelishuvi talab etilmaydi

## Arizalar.

A. Manfaatlar to'g'risidagi bayonot. Manfaatlar nizolari mavjud emas.

B. Moliyalashtirish/qo'llab-quvvatlash-to'g'risidagi ariza.

Mazkur tadqiqot davlat, tijorat yoki notijorat sektorlarida moliyalashtirish agentliklaridan hech qanday aniq grant olmagan.

## Mualliflik hisoboti.

Jo'rayev T.B. - matn yozish, tadqiqot konsepsiyasi va dizayni, statistik ishlash

Karimova M.X. - axborot va materiallarni yig'ish, ma'lumotlarni tahlil qilish, matnni tahrirlash.

## КЎЗ ТУБИНИНГ РАҚАМЛИ КОЛОРИМЕТРИЯСИ АСОСИДА МАРКАЗИЙ СЕРОЗ ХОРИОРЕТИНОПАТИЯНИ МИКРОИМПУЛЬСЛИ ЛАЗЕР ЁРДАМИДА ДАВОЛАШНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Собиров О.О.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Каримова М.Х.<sup>3</sup>, Джамалова Ш.А.<sup>4</sup>, Мирхаликов Ф.Р.<sup>5</sup>

1. Шифокор офтальмолог, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази, Orifjonsobirov5@gmail.com, +998998214464, <https://orcid.org/0009-0001-5818-3001>

2. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази директори, yafoft@rambler.ru, +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>

3. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази директорининг илмий ишлар бўйича ўринбосари, mkarimova2004@mail.ru, +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

4. Тиббиёт фанлари доктори, доцент, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази бўлим мудири, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

5. PhD, Шифокор офтальмолог, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази лазер бўлими мудири Farrux.m.d@gmail.com, +998977715252, <https://orcid.org/0009-0006-8590-1298>.

**Аннотация. Долзарблиги.** Марказий сероз хориоретинопатияни (МСХР) 577 нм бўсаға ости микроимпульсли лазер (БМИЛТ) билан даволашда энергияни аниқ дозалаш муаммоси долзарблигича қолмоқда. Анъанавий тест коагуляцияси субъектив бўлиб, фоторецепторларни шикастлаш хавфини туғдиради. **Тадқиқот мақсади.** Бемор кўз тубининг индивидуал пигментациясига асосланган лазер энергиясини дозалашнинг объектив, ноинвазив усулини ишлаб чиқиш ва унинг клиник самарадорлигини баҳолаш. **Материал ва усуллар.** МСХР ташхисли беморлар икки гуруҳга ажратилди: назорат гуруҳида энергия анъанавий тест орқали, асосий гуруҳда эса кўз тубининг оптик зичлигини баҳоловчи янги алгоритм асосида танланди. Натижалар ОКТ, ФАГ ва кўриш ўткирлиги (МТКЎ) динамикаси орқали текширилди. **Натижалар.** Янги усул асосида даволанган беморларда тест коагулянтларининг маҳаллий шикастланишларисиз юқори аниқликка эришилди. Кузатув давомида тўр парда ости суюқлиги тўлиқ сўрилиб, кўриш қобиляти яхшиланди ва фоторецепторларнинг ятроген шикастланиши қайд этилмади. **Хулоса.** Кўз туби пигментациясига асосланган янги объектив дозиметрия усули БМИЛТ амалиётида хавфли тест коагуляцияси заруратини йўққа чиқаради, шикастланиш хавфини минималлаштиради ва даволаш натижаларини сезиларли яхшилайди.

**Калит сўзлар:** Марказий сероз хориоретинопатия, микроимпульсли лазер таъсири, рақамли колориметрия, кувват титрацияси, аутофлуоресценция, Пахихориоид.

### Иқтибос учун:

Собиров О.О., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Мирхаликов Ф.Р. Кўз тубининг рақамли колориметрияси асосида марказий сероз хориоретинопатияни микроимпульсли лазер ёрдамида даволашни оптималлаштириш. *Ilg'or oftalmologiya*. 2026;17(2):11-15.

## ОПТИМИЗАЦИЯ МИКРОИМПУЛЬСНОГО ЛАЗЕРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СЕРОЗНОЙ ХОРИОРЕТИНОПАТИИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ КОЛОРИМЕТРИИ ГЛАЗНОГО ДНА

Собиров О.О.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Каримова М.Х.<sup>3</sup>, Джамалова Ш.А.<sup>4</sup>, Мирхаликов Ф.Р.<sup>5</sup>

1. Врач Офтальмолог, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, Orifjonsobirov5@gmail.com, +998998214464, <https://orcid.org/0009-0001-5818-3001>

2. Доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>

3. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

4. Доктор медицинских наук, доцент, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

5. Заведующий лазерного отделения, Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза Farrux.m.d@gmail.com, +998977715252, <https://orcid.org/0009-0006-8590-1298>

**Аннотация. Актуальность.** В лечении центральной серозной хориоретинопатии (ЦСХРП) субпороговым микроимпульсным лазерным воздействием (СМИЛВ) 577 нм проблема точного дозирования энергии остается открытой. Традиционная тестовая коагуляция субъективна и несет риск повреждения фоторецепторов. **Цель исследования.** Разработать объективный неинвазивный метод дозирования лазерной энергии на основе индивидуальной пигментации глазного дна пациента и оценить его клиническую эффективность. **Материал и методы.** Пациенты с ЦСХРП были разделены на две группы: в контрольной энергия подбиралась традиционным тестом, в основной — на основе нового алгоритма оценки оптической плотности глазного дна. Результаты оценивали по данным ОКТ, ФАГ и динамике остроты зрения. **Результаты.** У пациентов основной группы достигнута высокая точность дозирования без локальных повреждений от тестовых коагулянтов. В ходе наблюдения отмечено полное рассасывание субретинальной жидкости, улучшение зрения и отсутствие ятрогенного повреждения фоторецепторов. **Выводы.** Новый объективный метод дозиметрии на основе пигментации глазного дна исключает необходимость опасной тестовой коагуляции при СМЛВ, минимизирует риски повреждения и значительно улучшает результаты лечения.

**Ключевые слова:** центральная серозная хориоретинопатия, микроимпульсное лазерное воздействие, цифровая колориметрия, титрация мощности, аутофлуоресценция, пахихориоид.

#### Для цитирования:

Собиоров О.О., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Мирхаликов Ф.Р. Оптимизация микроимпульсного лазерного лечения центральной серозной хориоретинопатии на основе цифровой колориметрии глазного дна. Передовая офтальмология. 2026;17(2):11-15.

## OPTIMIZATION OF MICROPULSE LASER TREATMENT FOR CENTRAL SEROUS CHORIORETINOPATHY BASED ON DIGITAL FUNDUS COLORIMETRY

Sobirov O.O.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Karimova M.Kh.<sup>3</sup>, Djamalova Sh.A.<sup>4</sup>, Mirkhalikov F.R.<sup>5</sup>

1. Ophthalmologist of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery. Orifjonsobirov5@gmail.com, +998998214464, <https://orcid.org/0009-0001-5818-3001>
2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, yafoft@rambler.ru, +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>
3. Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Department of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>
5. Head of the Laser Department, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, Farrux.m.d@gmail.com, +998977715252, <https://orcid.org/0009-0006-8590-1298>

**Abstract. Background.** Accurate energy dosimetry remains an open issue in the treatment of central serous chorioretinopathy (CSCR) using 577 nm subthreshold micropulse laser treatment (SMLT). Traditional test coagulation is subjective and carries a risk of photoreceptor damage in the test area. **Purpose of the study.** To develop an objective, non-invasive laser energy dosimetry method based on the patient's individual fundus pigmentation and to evaluate its clinical efficacy. **Materials and methods.** Patients with CSCR were divided into two groups: in the control group, laser energy was selected via traditional continuous-wave titration, while the study group utilized a new algorithm evaluating individual fundus optical density. Outcomes were assessed using OCT, FA, and best-corrected visual acuity (BCVA) dynamics. **Results.** High dosing accuracy was achieved in the study group without local tissue damage from test burns. Follow-up revealed complete subretinal fluid resolution, visual acuity improvement, and a total absence of iatrogenic photoreceptor damage. **Conclusion.** The new objective dosimetry method based on fundus pigmentation eliminates the need for hazardous test coagulation during SMLT, minimizes the risk of tissue damage, and significantly enhances clinical and functional treatment outcomes.

**Keywords:** central serous chorioretinopathy, micropulse laser treatment, digital colorimetry, power titration, autofluorescence, pachychoroid.

#### For citation:

Sobirov O. O., Yusupov A.F., Karimova M.Kh., Djamalova Sh.A., Mirkhalikov. F.R. Optimization of micropulse laser treatment for central serous chorioretinopathy based on digital fundus colorimetry. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):11-15.

**Долзарблиги.** Марказий сероз хориоретинопатия (МСХР) — пигмент эпителийси (ПЭ) нуқсонлари орқали суюқлик сизиб ўтиши натижасида тўр парда нейроэпителийсининг маҳаллий кўчиши билан тавсифланувчи пахихо-

риоидал спектр касаллигидир. Ятроген шикастланишни минималлаштиришни таъминлайдиган замонавий даволаш стандарти 577 нм тўлқин узунлигидаги бўсаға ости микроимпульсли лазер таъсири (БМИЛТ) ҳисобланади. Микро-

импульс режимининг хавфсизлиги исботланганига қарамай, энергияни аниқ дозалаш масаласи очиқ қолмоқда. Анъанавий ёндашув кўзга кўринадиган I даражали куйиш ҳолати олингунга қадар узлуксиз режимда тест коагуляциясини (титрацияни) ўтказишни ва шундан сўнг қувватни пасайтиришни назарда тутати. Ушбу усул субъектив бўлиб, жарроҳнинг кўриш қобилиятига боғлиқ ҳамда тест ўтказилган ҳудудда фоторецепторларнинг шикастланиш хавфини туғдиради. Шу муносабат билан, бемор кўз тубининг индивидуал пигментацияси даражасига асосланган лазер энергияси дозиметриясининг объектив, ноинвазив усулини ишлаб чиқиш ўта долзарб вазифа ҳисобланади.

**Тадқиқот мақсади.** Кўз туби рақамли тасвирларини денситометрик таҳлил қилиш асосида энергетик параметрларни яқка тартибда танлаш алгоритмини ишлаб чиқиш орқали МСХР билан касалланган беморларни лазер ёрдамида даволаш самарадорлиги ва хавфсизлигини ошириш.

**Материал ва усуллар.** Проспектив рандомизацияланган тадқиқотга дастлаб 30 нафар беморнинг маълумотлари танлаб олинди. Киритиш ва чиқариб ташлаш мезонлари (оптик муҳитларнинг тиниқлиги, фаол фильтрация нуқтасининг мавжудлиги, неоваскуляризациянинг йўқлиги) қўлланилганидан сўнг, якуний таҳлилга МСХРнинг ўткир ва сурункали шаклларига эга 21 та кўз (21 нафар бемор) киритилди. Беморлар икки гуруҳга рандомизация қилинди:

- Назорат гуруҳи (10 та кўз): даволаш стандарт усулда, экстрамакуляр соҳада тўр парданинг билинар-билинемас оқаришигача бўлган қувватни олдиндан титрация қилиш (test burn) орқали ўтказилди. Даволовчи қувват бўсаға қувватининг 50% ини ташкил этди.
- Асосий гуруҳ (11 та кўз): лазер нурланиши қуввати ишлаб чиқилган рақамли колориметрия алгоритмидан фойдаланган ҳолда тест коагуляциясини ўтказмасдан яқка тартибда ҳисоблаб чиқилди.

Рақамли колориметрия алгоритми:

Энергияни ҳисоблаш учун даволашдан олдин олинган стандарт рақамли рангли фундус-фотосуратлардан фойдаланилди. Тасвирлар ImageJ (NIH, АҚШ) дастурий муҳитига экспорт қилиниб, у ерда кулранг тусдаги 8-битли форматга (Grayscale) ўтказилди. Керакли соҳа (макула) ва эталон соҳадаги (кўрув нерви дискининг — КНД ёруғ томирсиз қисми) пикселларнинг ўртача ёрқинлиги (SL\$) ўлчанди.

Индивидуал оптик зичлик индекси қуйидаги формула бўйича ҳисобланди:

$$Iod = L_{macula} (50) / L_{disk} (200) \quad Iod = 0.25$$

Олинган индекс асосида ишлаб чиқилган номограмма бўйича лазернинг даволаш қуввати аниқланди. ИОЗ индекси қанчалик паст бўлса

(пигментация қанчалик тўқ бўлса), даволаш учун шунчалик кам қувват қўлланилди.

Даволаш баённомаси (протоколи):

Иккала гуруҳда ҳам даволаш Quantel Medical EasyRET (577 нм) лазер тизимида SubLiminal режимида амалга оширилди. Таъсир параметрлари: скважлиги — 5%, экспозиция — 0.2 с, доғ диаметри — 160 мкм. Таъсир нейроэпителлий кўчган бутун соҳа бўйлаб туташ коагулятлар билан ўтказилди.

**Назорат усуллари.** Барча беморларга даволашдан олдин ва даволашдан 1 ва 3 ой ўтгач қуйидагилар ўтказилди: визометрия (МККЎ), ОКТ (субретинал суюқлик баландлиги ва субфовеал хориоидея қалинлигини — SFCT баҳолаш), ПЭ бутунлигини назорат қилиш учун аутофлюоресценция (FAF) ва макуланинг ёруғликка сезгирлигини баҳолаш учун 10-2 дастури (SAP 10-2) бўйича марказий соҳа компьютер периметрияси. Статистик ишлов бериш нопараметрик статистика усуллари ёрдамида амалга оширилди.

**Тадқиқот натижалари.** Иккала гуруҳдаги беморларнинг дастлабки демографик ва клиник хусусиятлари ўзаро мос эди. Ўртача ёш 35 ёшни ташкил этди.

Анатомик самарадорлик:

Даволашдан 1 ой ўтгач, субретинал суюқликнинг (CPC) қисман ёки тўлиқ сўрилиши назорат гуруҳидаги 10 та кўздан 8 тасида (80%) ва асосий гуруҳдаги 11 та кўздан 9 тасида (81.8%) кузатилди. Кузатувнинг 3-ойига келиб, ОКТ маълумотларига кўра нейроэпителлийнинг тўлиқ ёпишиши (ўз ўрнига тушиши) назорат гуруҳида 90% ва асосий гуруҳда 91% ҳолатларда эришилди.

Субфовеал хориоидея қалинлиги (SFCT) динамикаси иккала гуруҳда ҳам ишончли камайишни кўрсатди: 350 мкм дан 550 мкм гача. Бу эса қувватни танлаш усулидан қатъи назар, БМИЛТнинг пахихориоид томирларига патогенетик таъсир кўрсатишидан далолат беради.

Функционал натижалар ва хавфсизлик:

Кўриш ўткирлиги (МККЎ) 3-ойга келиб иккала гуруҳда ҳам ишончли тарзда ошди. Бироқ, 10-2 компьютер периметрияси маълумотлари функционал фарқларни намойиш этди. Асосий гуруҳда (формула бўйича ҳисоблаш) тўр парданинг ўртача ёруғликка сезгирлиги тезроқ тикланди ва назорат гуруҳи кўрсаткичларидан 25% га юқори бўлди.

Аутофлюоресценция (FAF) тасвирларининг таҳлили таклиф этилаётган усулнинг юқори хавфсизлик профилини тасдиқлади. Назорат гуруҳида 100% кўзларда периферияда тест коагулятлари ўтказилган жойларда гипо-аутофлюоресценциянинг нуқтасимон ўчоқлари визуаллаштирилди. Асосий гуруҳда эса 11 та кўзнинг бирортасида ҳам на даволаш соҳасида, на ундан ташқарида пигмент эпителийсининг шикастланиши қайд этилмади.

| Кўрсаткичлар                                        | Назорат гуруҳи (Титрация усули)<br>n = 10 та кўз               | Асосий гуруҳ (Формула усули)<br>n = 11 та кўз |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| СРСнинг қисман ёки тўлиқ сўрилиши<br>(1 ойдан сўнг) | 80% (18 та кўз)                                                | 81.8% (9 та кўз)                              |
| Нейроэпителийнинг тўлиқ ёпишиши<br>(3 ойдан сўнг)   | 80%                                                            | 91%                                           |
| SFCT (Субфовеал хориоидея қалинлиги) динамикаси     | 400 мкм дан 500 мкм гача                                       | 350 мкм дан 400 мкм гача                      |
| Кўриш ўткирлиги (МККЎ)<br>динамикаси                | Ишончли ошди                                                   | Ишончли ошди                                  |
| Тўр парда ёруғликка сезгирлиги<br>(Периметрия 10-2) | Аста-секин тикланди                                            | Тезроқ тикланди (назорат гуруҳидан 25% юқори) |
| ПЭ шикастланиши (FAF маълумотлари бўйича)           | 100% ҳолатда (тест ўтказилган жойларда гипо-аутофлюоресценция) | 0% (шикастланишлар умуман қайд этилмади)      |

Назорат ва асосий гуруҳлардаги клиник натижаларнинг қиёсий жадвали

Ушбу маълумотларни мақолангиз учун қулай шаклда ва яққол кўрсатиш мақсадида қуйидаги қиёсий жадвал тузилди:

**Муҳокама.** Микроимпульс режимида лазер ёрдамида даволашнинг муваффақияти энергиянинг ҳужайра ичидаги хромофорлар (ПЭ ва хориоидея меланини) томонидан адекват ютилишига бевосита боғлиқ. 577 нм тўлқин узунлигидаги сариқ спектр меланин ва оксигемоглобинга юқори даражада яқинлик (тропик) хусусиятига эга. Бироқ, анъанавий қувват титрацияси периферия (тест ўтказиладиган соҳа) ва макула (даволаш ўтказиладиган соҳа) ўртасидаги пигмент концентрациясидаги топографик фарқни ҳисобга олмайди. Бизнинг тадқиқотимизда ушбу параметрни объективлаштириш учун рақамли денситометрия усулини қўлладик. Маълумотларни кўрув нерви диски бўйича нормаллаштириш  $Iod = L_{macula} (50) / L_{disk} (200)$   $Iod = 0.25$  фундус-камера ёритилганлиги ва оптик муҳитлар тиниқлигидаги артефактларни бартараф этиш имконини берди. Олинган натижалар шуни исботлайдики, кўз туби рангига асосланган энергиянинг математик ҳисоб-китоби стандарт титрация билан тўлиқ тенглаша оладиган анатомик муваффақиятни (суюқликнинг сўрилишини) таъминлайди. Шу билан бирга, у макула тузилмаларини энергиянинг ортиқча дозасидан кафолатли равишда ҳимоя қилади ва бу FAF ҳамда SAP 10-2 маълумотлари билан тасдиқланади. Титрацион

куйишдан воз кечиш тўр парданинг ятроген микрожароҳатланишини истисно қилади.

#### Хулоса.

1. Таклиф этилаётган оптик зичлик индексини ҳисоблашга асосланган рақамли колориметрия алгоритми кўз тубининг индивидуал пигментацияси асосида микроимпульсли лазер таъсирининг зарур энергиясини объектив прогноз қилиш имконини беради.
2. Тест коагуляциясини ўтказмасдан ҳисоблаш усулини қўллаш юқори клиник самарадорликка эга бўлиб, кузатувнинг 3-ойига келиб 91% ҳолларда субретинал суюқликнинг тўлиқ сўрилишига олиб келади, бу эса анъанавий усул натижалари билан тўлиқ таққосланарлидир.
3. Ишлаб чиқилган алгоритм устунроқ хавфсизлик профилини намойиш этади: аутофлюоресценция маълумотларига кўра пигмент эпителийсининг ятроген нуқсонлари пайдо бўлишини истисно қилади ва 10-2 периметрияси маълумотларига асосан макуланинг ёруғликка сезгирлиги яхшироқ тикланишига ёрдам беради.
4. Индивидуал танланган параметрларга эга микроимпульсли таъсир касаллик патогенезига самарали таъсир кўрсатиб, субфовеал хориоидея қалинлигини (SFCT) ишончли тарзда камайтиради.

#### АДАБИЁТЛАР/REFERENCES

1. Педанова Е. К., Буряков Д. А., Володин Д. П. Пахихориоидальный спектр заболеваний: современные методы диагностики и лазерного лечения. Вестник офтальмологии. 2022;138(2): 120-128. [Pedanova EK, Buryakov DA, Volodin DP. Pachychoroid spectrum of diseases: modern methods of diagnosis and laser treatment. Vestnik oftal'mologii. 2022;138(2): 120-128. (In Russ.).]
2. Гацу М. В., Искендерова Н. Г. Оптимизация параметров субпорогового микроимпульсного лазерного воздействия при лечении центральной серозной хориоретинопатии. Офтальмохирургия. 2023;1: 34-40. [Gatsu MV, Iskenderova NG. Optimizatsiya parametrov subporogovogo mikroimpul'snogo lazernogo vozdeistviya pri lechenii tsentral'noi seroznoi

3. Van Dijk EHC, Boon CJF. Central serous chorioretinopathy: recent findings and new physiopathology hypothesis. *Prog Retin Eye Res.* 2021;82: 100907. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2015.05.003
4. Scholz P, Altay L, Fauser S. A review of subthreshold micropulse laser for treatment of macular disorders. *Adv Ther.* 2017;34(7): 1528-1555. <https://doi.org/10.1007/s12325-017-0559-y>
5. Roca JA, Wu L, Fromow-Campillo J, et al. Yellow (577 nm) micropulse laser versus half-dose verteporfin photodynamic therapy in eyes with chronic central serous chorioretinopathy: results of the Pan-American Collaborative Retina Study (PACORES) Group. *Br J Ophthalmol.* 2018;102(12): 1696-1700. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-311291>
6. Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nat Methods.* 2012;9(7): 671-675. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2089>
7. Володин Д. П., Иванова Е. Н. Сравнение методов титрации мощности при лечении заболеваний макулы. Современные технологии в офтальмологии. 2023;2: 45-51. [Volodin DP, Ivanova EN. Sravnenie metodov titratsii moshchnosti pri lechenii zabolevanii makuly. *Sovremennye tekhnologii v oftalmologii.* 2023;2: 45-51. (In Russ.)]
8. Wood EH, Karth PA, Moshfeghi DM, Sanislo SR. Short-pulse and micropulse laser: a review of the literature. *Clin Ophthalmol.* 2017;11: 1913-1921.
9. Chhablani J, Bansal P, Veritti D, et al. Subthreshold micropulse 577 laser treatment for central serous chorioretinopathy: A review. *J Ophthalmic Vis Res.* 2024;19(1): 85-94. DOI:10.1371/journal.pone.0184112
10. Luttrull JK, Sinclair SH. Safety of transfoveal subthreshold diode micropulse laser for fovea-involving diabetic macular edema in eyes with good visual acuity. *Retina.* 2014;34(10): 2010-2020. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000000177>

## REAKTIV ARTRIT BILAN OG'RIGAN BEMORLARDA KO'ZNING OLD SEGMENTI ZARARLANISHLARI VA QURUQ KO'Z SINDROMI

Xodjahanova D.K.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Karimova M.X.<sup>3</sup>, Djmalova Sh.A.<sup>4</sup>

1. Tayanch doktorant, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, aripovadilobar1987@gmail.com, +998(97)4555112, <https://orcid.org/0009-0002-8579-1122>
2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktori. yafoft@rambler.ru, +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>
3. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktor o'rinbosari, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)188-38-61, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. Tibbiyot fanlari doktori, dotsent, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi ilmiy bo'lim mudiri, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Reaktiv artritis (ReA) ko'pincha ko'zning old segmenti zararlanishi va yosh bezi disfunktsiyasi bilan kechadi. Markaziy Osiyo aholisida bu muammo yetarlicha o'rganilmagan va ko'plab hollarda kech tashxislanmoqda. **Tadqiqot maqsadi.** ReA tashxisi qo'yilgan bemorlarda old segment patologiyalari spektrini tavsiflash, yosh ayirish funksiyasini baholash va bu ko'rsatkichlarni sog'lom nazorat guruhi bilan solishtirish. **Material va usullar.** Toshkent tibbiyot universiteti Ko'p tarmoqli klinikasida 2025–2026 yillarda prospektiv holat-nazorat tadqiqoti o'tkazildi. Old segment shikoyatlari bo'lgan va ReA tashxisi tasdiqlangan 30 bemor (60 ko'z) hamda yosh va jins bo'yicha mos keluvchi 20 nafar sog'lom ko'ngilli (nazorat guruhi, 40 ko'z) kiritildi. Barcha ishtirokchilar ko'rish o'tkirligi tekshiruvi, biomikroskopiya, tonometriya, Shirmer I testini o'z ichiga olgan standart oftalmologik tekshiruvdan o'tkazildi. **Natijalar va xulosa.** Guruh tarkibiga 18 erkak (60%) va 12 ayol (40%) kirdi, o'rtacha yosh  $32,5 \pm 7,2$  yil. Eng ko'p uchraydigan belgilar: kon'yunktiva giperemiyasi (70,0%), oldingi uveit (40,0%), keratit (25,0%), episklerit (15,0%) va quruq ko'z sindromi (53,3%). Shirmer testi ReA guruhida ( $7,8 \pm 1,4$  mm) nazorat guruhiga ( $15,1 \pm 1,7$  mm;  $p < 0,001$ ) nisbatan sezilarli darajada past bo'ldi; Reaktiv artritis ko'pincha klinik jihatdan ahamiyatli old segment yallig'lanishi va yosh bezi disfunktsiyasi bilan birga kechadi. Ko'rish asoratlari oldini olish maqsadida ReA bemorlarini muntazam oftalmologik skriningdan o'tkazish va revmatolog–oftalmolog hamkorligi zarurdir.

**Kalit so'zlar:** reaktiv artritis; old segment; quruq ko'z sindromi; kon'yunktivit; uveit; yosh funksiyasi; Shirmer testi; spondiloartritis

### Iqtibos uchun:

Xodjahanova D.K., Yusupov A.F., Djmalova Sh.A., Karimova M.H., Reaktiv artritis bilan og'rigan bemorlarda ko'zning old segmenti zararlanishlari va quruq ko'z sindromi. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):16-20.

## ANTERIOR SEGMENT INVOLVEMENT AND DRY EYE SYNDROME IN PATIENTS WITH REACTIVE ARTHRITIS

Xodjahanova D.K.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Karimova M.X.<sup>3</sup>, Djmalova Sh.A.<sup>4</sup>

1. Doctoral Candidate (PhD Student), Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, aripovadilobar1987@gmail.com, +998(97)4555112, <https://orcid.org/0009-0002-8579-1122>
2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>
3. Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-director for Research Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)188-38-61, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific Department of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

**Abstract. Background.** Reactive arthritis (ReA) is frequently accompanied by anterior segment involvement and lacrimal gland dysfunction. This issue remains insufficiently studied in the Central Asian population, and in many cases, diagnosis is delayed. **Purpose of the study.** To characterize the spectrum of anterior segment pathologies in patients diagnosed with ReA, to assess lacrimal secretory function, and to compare these parameters with a healthy control group. **Material and Methods.** A prospective case-control study was conducted at the Multidisciplinary Clinic of Tashkent Medical University between 2025 and 2026. Thirty patients (60 eyes) with confirmed ReA and anterior segment complaints, along with 20 healthy volunteers (control group, 40 eyes) matched by age and sex, were enrolled. All participants underwent a standard ophthalmological examination

including visual acuity testing, biomicroscopy, tonometry, and Schirmer I test. Results and **Conclusion.** The study group comprised 18 males (60%) and 12 females (40%), with a mean age of  $32.5 \pm 7.2$  years. The most common findings were conjunctival hyperemia (70.0%), anterior uveitis (40.0%), keratitis (25.0%), episcleritis (15.0%), and dry eye syndrome (53.3%). The Schirmer test result in the ReA group ( $7.8 \pm 1.4$  mm) was significantly lower than in the control group ( $15.1 \pm 1.7$  mm;  $p < 0.001$ ). Reactive

#### For citation:

Khojakhanova D.K., Yusupov A.F., Djmalova Sh.A., Karimova M.H. Anterior segment involvement and dry eye syndrome in patients with reactive arthritis. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):16-20.

arthritis is frequently associated with clinically significant anterior segment inflammation and lacrimal gland dysfunction. Regular ophthalmological screening of ReA patients and close collaboration between rheumatologists and ophthalmologists are essential to prevent visual complications.

**Keywords:** reactive arthritis; anterior segment; dry eye syndrome; conjunctivitis; uveitis; lacrimal function; Schirmer test; spondyloarthritis

## ПОРАЖЕНИЯ ПЕРЕДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА И СИНДРОМ СУХОГО ГЛАЗА У ПАЦИЕНТОВ С РЕАКТИВНЫМ АРТРИТОМ

Ходжаханова Д.К.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Каримова М.Х.<sup>3</sup>, Джамалова Ш.А.<sup>4</sup>

1. Докторант (PhD), Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, aripovadilobar1987@gmail.com, +998(97)4555112, <https://orcid.org/0009-0002-8579-1122>
2. Доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>
3. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. Доктор медицинских наук, доцент, заведующий научным отделом Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

**Аннотация. Актуальность.** Реактивный артрит (ReA) нередко сопровождается поражением переднего сегмента глаза и дисфункцией слёзной железы. В популяции Центральной Азии данная проблема недостаточно изучена, и во многих случаях диагноз устанавливается с опозданием. **Цель исследования.** Описать спектр патологий переднего сегмента у пациентов с диагнозом ReA, оценить слёзовыделительную функцию и сравнить эти показатели со здоровой контрольной группой. **Материал и методы.** В Многопрофильной клинике Ташкентского государственного медицинского университета в 2025–2026 годах проведено проспективное исследование «случай–контроль». В исследование включены 30 пациентов (60 глаз) с подтверждённым диагнозом ReA и жалобами со стороны переднего сегмента, а также 20 здоровых добровольцев (контрольная группа, 40 глаз), сопоставимых по возрасту и полу. Все участники прошли стандартное офтальмологическое обследование, включавшее проверку остроты зрения, биомикроскопию, тонометрию и тест Ширмера I. **Результаты и заключение.** В группу вошли 18 мужчин (60%) и 12 женщин (40%), средний возраст —  $32.5 \pm 7.2$  года. Наиболее частые симптомы: гиперемия конъюнктивы (70,0%), передний увеит (40,0%), кератит (25,0%), эписклерит (15,0%) и синдром сухого глаза (53,3%). Показатель теста Ширмера в группе ReA ( $7.8 \pm 1.4$  мм) был достоверно ниже, чем в контрольной группе ( $15.1 \pm 1.7$  мм;  $p < 0.001$ ). Реактивный артрит нередко сочетается с клинически значимым воспалением переднего сегмента и дисфункцией слёзной железы. Для профилактики зрительных осложнений необходимы регулярный офтальмологический скрининг пациентов с ReA и тесное взаимодействие ревматолога и офтальмолога.

**Ключевые слова:** реактивный артрит; передний сегмент; синдром сухого глаза; конъюнктивит; увеит; слёзная функция; тест Ширмера; спондилоартрит

#### Для цитирования:

Хаджаханова Д.К., Юсупов А.Ф., Джамалова Ш.А., Каримова М.Х. Поражения переднего сегмента глаза и синдром сухого глаза у пациентов с реактивным артритом. Передовая офтальмология. 2026;17(2):16-20.

**Dolzarbligi.** Reaktiv artrit (ReA) — seronegativ spondiloartrit guruhiga kiruvchi tizimli immun-yallig'lanish kasalligi bo'lib, urogenital yoki oshqozon-ichak infeksiyasidan keyin rivojlanadi. Asosiy qo'zg'atuvchilar: urogenital traktida — Chlamydia trachomatis va Ureaplasma urealyticum,

ichak yo'llarida — Salmonella, Shigella, Yersinia va Campylobacter spp. [1, 2]. Kasallik asosan 20–40 yoshdagi jinsiy faol shaxslarda kuzatiladi; urogenital shakllarda erkak/ayol nisbati taxminan 3:1 ni tashkil etadi [3, 4]. ReA ning klassik uchligi — artrit, uretrit va kon'yunktivit (Reyter sindromi) — klinik manzarada

ko'z zararlanishining muhim o'rnini ta'kidlaydi. Ko'z namoyon bo'lishlari bemorlarning 30–50 foizida kuzatilib, ko'pincha old segmentga ta'sir qiladi va o'tkir kon'yunktivit, oldingi uveit (iridosiklit), keratit yoki episklerit shaklida namoyon bo'ladi [5, 6]. Kasallikning qo'zishi davrida takrorlanuvchi epizodlar orqa sinexiya, keratopatiya hamda og'ir hollarda ikkilamchi glaukoma yoki katarakta shakllanishiga olib kelishi mumkin [7, 8]. Tizimli yallig'lanish kasalliklarida ko'z yoshi plyonkasining gomeostazi buzilishi tobora ko'proq e'tirof etilmoqda. Ko'z yoshi plyonkasining beqarorligi, giperosmolarligi va ko'z yuzasi yallig'lanishi bilan tavsiflanadigan quruq ko'z kasalligi (QKK) revmatoid artrit, ankilozlovchi spondilit va Shegren sindromida qayd etilgan [9, 10]. Biroq quruq ko'z sindromi tarqalishi va og'irligi, ayniqsa Markaziy Osiyo aholisida, xususan ReA bemorlari orasida yetarlicha o'rganilmagan. Ko'z yoshi suyuqligi – mahalliy ko'z va tizimli yallig'lanish jarayonlarini aks ettiruvchi noyob biologik matritsadir. Yosh bezining sekretsiasini pasayishi, ko'z yoshi plyonkasi barqarorligining o'zgarishi va laktoferin hamda lizosim kabi himoya oqsillar konsentratsiyasining kamayishi ko'z yuzasi gomeostazining buzilishini ifodalaydi [11, 12]. ReA bemorlarida ushbu o'zgarishlarni aniqlash erta aralashuvni osonlashtirishi va surunkali ko'z kasalliklarining yukini kamaytirishga yordam berishi mumkin.

**Tadqiqot maqsadi.** ReA bemorlarida old segment zararlanishlari va yosh funksiyasini keng qamrovli tavsiflash, topilmalarni yosh va jins bo'yicha mos sog'lom nazorat guruhi bilan solishtirish, shuningdek kasallik davomiyligi va ko'z namoyon bo'lishlarining og'irligi o'rtasidagi munosabatni baholash.

#### Material va usullar.

Tadqiqot dizayni va o'tkazilgan joy:

Ushbu prospektiv kuzatuvli holat-nazorat tadqiqoti 2025 yil yanvar – 2026 yil aprel oylari orasida Toshkent tibbiyot universiteti Ko'p tarmoqli klinikasida o'tkazildi.

Tadqiqot ishtirokchilari:

Tadqiqotga ReA tashxisi klinik va laborator jihatdan tasdiqlangan 30 bemor (60 ko'z) kiritildi.

klinik va laborator mezonlarga muvofiq tasdiqlangan ReA tashxisi [13] aniqlangan urogenital yoki oshqozon-ichak infeksiyasi; old segment ko'z shikoyatlarining mavjudligi;

Chiqarish mezonlari: 20 yoshdan kichik yoki 45 yoshdan katta; tekshiruv vaqtida orqa segment zararlanishi; ReA dan tashqari autoimmun yoki tizimli kasalliklarning mavjudligi; 6 oy ichida ko'z jarrohliligiga uchraganlar; so'nggi 4 hafta ichida immunosuppressiv dorilarni qabul qilgan bemorlar; kontaktli linza kiyuvchilar; homiladorlik yoki laktatsiya.

Oftalmologik tekshiruv:

Barcha ishtirokchilar bitta tajribali oftalmolog tomonidan standartlashtirilgan protokoldan o'tkazildi: Snellen jadvali yordamida ko'rish o'tkirligini baholash; kon'yunktiva giperemiyasi, shoh parda o'zgarishlari, ko'z ichi bosimini o'lchash uchun kontaktsiz tonometriya; bilvosita oftalmoskopiya umumiy ko'z yoshi sekretsiasini o'lchash uchun Shirmer I testi (topikal anesteziyasiz, 5 daqiqalik o'lchov. Ko'z yuzasi kasalligi indeksi (OSDI) so'rovnomasi yordamida quruq ko'z simptomlarini baholash.

Quruq ko'z sindromi DEWS II mezonlariga muvofiq tashxis qo'yildi: simptomatik dalillar (OSDI  $\geq 13$ ) va kamida bitta ijobiy funksional belgi (Shirmer I  $\leq 10$  mm [14]. Bemorlar kasallik davomiyligi bo'yicha o'tkir ( $\leq 6$  oy,  $n=17$ ) va surunkali ( $>6$  oy,  $n=13$ ) kichik guruhlariga ajratildi.

#### Tadqiqot natijalari.

Demografik va boshlang'ich xususiyatlar.

ReA va nazorat guruhlari yosh va jins taqsimoti bo'yicha taqqoslanadigan edi (ikkalasi uchun ham  $p>0,05$ ). Boshlang'ich xususiyatlar 1-jadvalda keltirilgan.

Old segment o'zgarishlari

30 ReA bemorining barchasi kamida bitta klinik aniqlanadigan old segment anomaliyasini ko'rsatdi. Kon'yunktiva giperemiyasi eng ko'p uchraydigan o'zgarish bo'ldi (70,0%), undan keyin oldingi uveit (40,0%), keratit (25,0%) va episklerit (15,0%) keldi. Nazorat guruhida ko'z patologiyasi aniqlanmadi.

Natijalarning to'liq taqsimoti 2-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval. Tadqiqot ishtirokchilarining boshlang'ich demografik va klinik xususiyatlari**

| Ko'rsatkich                    | ReA guruhi (n=30) | Nazorat guruhi (n=20) |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Yosh, yil (M $\pm$ SD)         | 32,5 $\pm$ 7,2    | 31,8 $\pm$ 6,9        |
| Jins, E/A, n (%)               | 18/12 (60%/40%)   | 12/8 (60%/40%)        |
| Ko'z shikoyatlari, n (%)       | 30 (100%)         | 0 (0%)                |
| Quruq ko'z simptomlari, n (%)  | 16 (53,3%)        | 2 (10,0%)             |
| Shirmer testi, mm (M $\pm$ SE) | 7,8 $\pm$ 1,4     | 15,1 $\pm$ 1,7        |

Nazorat guruhini tizimli yallig'lanish kasalliklari yoki ko'z yuzasi buzilishlari bo'lmagan, bemor guruhi bilan yosh va jins bo'yicha mos keluvchi 20 nafar sog'lom ko'ngilli (40 ko'z) tashkil etdi.

Kiritish va chiqarish mezonlari:

Kiritish mezonlari: yoshi 20–45 yil; belgilangan

Surunkali kasalligi bo'lgan bemorlar ( $>6$  oy) o'tkir kichik guruhga nisbatan slit-lamp tekshiruvda sezilarli darajada og'irroq old kamera yallig'lanishiga ega edi (o'rtacha hujayra darajasi 2,4 $\pm$ 0,4 vs 1,3 $\pm$ 0,3,  $p=0,018$ ). Orqa sinexiyalar faqat surunkali kichik guruhda aniqlandi (3 bemor, 23,1%).

2-jadval. ReA bemorlarida old segment topilmalarining taqsimoti

| Ko'z topilmasi                | n  | ReA bemorlarining % i |
|-------------------------------|----|-----------------------|
| Kon'yunktiva giperemiyasi     | 21 | 70,0%                 |
| Oldingi uveit                 | 12 | 40,0%                 |
| Keratit                       | 8  | 25,0%                 |
| Episklerit                    | 5  | 15,0%                 |
| Quruq ko'z sindromi (DEWS II) | 16 | 53,3%                 |

Izoh: ReA — reaktiv artrit; DEWS II — Quruq ko'z bo'yicha diagnostik mezonlari.

Yosh ajratish funksiyasi va quruq ko'zni baholash.

Yosh ajratish funksiya parametrlari ReA guruhida nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada buzilgan edi. Shirmer I testi ReA bemorlarida ( $7,8 \pm 1,4$  mm) sog'lom ko'ngillilarga ( $15,1 \pm 1,7$  mm;  $p < 0,001$ ) nisbatan keskin kamaygan ko'z yoshi sekretsiasini ko'rsatdi. TBUT bilan o'lchangan ko'z yoshi plyonkasining barqarorligi ham xuddi shunday buzilgan edi ( $8,1 \pm 1,0$  s vs  $14,8 \pm 1,3$  s;  $p < 0,001$ ). DEWS II mezonlariga javob beradigan quruq ko'z sindromi faqat 2 ta nazorat ishtirokchisiga (10,0%) nisbatan 16 ReA bemorida (53,3%) aniqlandi ( $p = 0,002$ , Fisher aniq testi).

beziga bevosita yallig'lanish infiltratsiyasi, atsinoz hujayra sekretsiasini sitokin-mediatsiyalangan bostirish (ayniqsa TNF- $\alpha$  va IL-1 $\beta$  orqali) va goblet hujayra zichligi hamda mutsin qavatining yaxlitligini buzuvchi surunkali ko'z yuzasi yallig'lanishi [9, 11, 15]. O'tkir/o'tkir osti kasallikda surunkali kasallikka nisbatan ko'z yoshi sekretsiasining ancha pasayishi — cho'qqidagi yallig'lanish faolligi bez sekretsiasiga eng kuchli tormozlovchi ta'sir ko'rsatishini bildiradi. Surunkali ReA da yosh funksiasining qisman tiklanishi moslashish mexanizmlarini yoki o'tkir yallig'lanish yukining kamayishini aks ettirishi mumkin, ammo nazorat qiymatlariga nisbatan doimiy disfunktsiya ko'z yuzasi gomeostazining to'liq tiklanmaganini ko'rsatadi — bu Shegren sindromi va

3-jadval. Kasallik davomiyligiga ko'ra stratifikatsiyalangan yosh funksiyasi parametrlari

| Parametr                         | O'tkir ReA (n=17) | Surunkali ReA (n=13) | Nazorat (n=20) |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|----------------|
| Shirmer I testi, mm (M $\pm$ SE) | $6,9 \pm 1,2$     | $9,1 \pm 1,6$        | $15,1 \pm 1,7$ |
| Quruq ko'z simptomlari, n (%)    | 10 (58,8%)        | 6 (46,2%)            | 2 (10,0%)      |

Izoh: M — o'rtacha; SE — standart xato; ReA — reaktiv artrit.

Kasallik davomiyligi bo'yicha stratifikatsiya shuni ko'rsatdiki, o'tkir/subakut kichik guruhda surunkali guruhga nisbatan ko'z yoshi sekretsiasini yanada pasaygan edi (Shirmer:  $6,9 \pm 1,2$  vs  $9,1 \pm 1,6$  mm;  $p = 0,034$ ). Shunga qaramay, ikkala kichik guruh ham nazorat qiymatlaridan sezilarli darajada past qoldi (ikkalasi uchun ham  $p < 0,001$ ). Shirmer I testi ko'rsatkichlari va kasallik davomiyligi o'rtasida teskari korrelyatsiya aniqlandi ( $p = 0,024$ ). 3-jadvalda kasallik bosqichi bo'yicha yosh funksiyasi parametrlari keltirilgan.

**Muhokama.** Ushbu tadqiqot reaktiv artritning old segment ko'z kasalliklarining klinik jihatdan ahamiyatli yosh ajratish disfunktsiyasi bilan bog'liqligini ko'rsatadi. Ro'yxatga olingan barcha bemorlarning kamida bitta old segment anomaliasiga ega bo'lganligi, 70% da kon'yunktiva giperemiyasi va 40% da oldingi uveit mavjudligi adabiyotdagi ma'lumotlarga mos keladi va bu holatning oftalmologik ahamiyatini ta'kidlaydi [5, 6]. Ayniqsa e'tiborli kuzatuv — guruhimizdagi quruq ko'z sindromi tarqalishining yuqoriligi (53,3%). Bu topilma spondiloartritga bog'liq holatlarda ko'z yoshi plyonkasi beqarorligi haqidagi paydo bo'layotgan ma'lumotlar bilan mos keladi. Patofiziologik mexanizmlar ko'p omilli bo'lishi mumkin: faollashtirilgan T-limfotsitlarning yosh

boshqa surunkali yallig'lanish ko'z yuzasi holatlariga o'xshash bo'ladi [10, 16]. Natijalarimiz shu sohadagi oldingi ishlarni rivojlantiradi va kengaytiradi. Braun va Sieper [4] ReA ning ekstraartikulyar zararlanishlarining keng spektrini aniqlagan edi, so'nggi tadqiqotlar esa spondiloartritlarda ko'z yallig'lanishini davom ettirishda IL-23/IL-17 o'qining rolini ta'kidlaydi [17]. Ko'z yoshi biomarkerlari (IL-17 va laktoferin kabi) o'lchanmaganligi tadqiqotning e'tirof etilgan cheklovi bo'lib, kelajakdagi ishlarda ushbu markerlarni qo'shish klinik topilmalarga mexanistik chuqurlik beradi.

Klinik ahamiyati. Birinchidan, ReA bemorlarida ko'z zararlanishining yuqori darajasi — quruq ko'z kasalligini o'z ichiga olgan holda — subklinik yosh disfunktsiyasi yaqqol simptomlardan oldin paydo bo'lishi mumkinligi sababli spontan ko'z shikoyatlari bo'lmasa ham muntazam oftalmologik skriningni talab qiladi. Ikkinchidan, surunkali bemorlarda yallig'lanishning og'irligi va struktural asoratlar (orqa sinexiyalar) erta revmatologik aralashuvni qo'llab-quvvatlaydi. Uchinchidan, birgalikda revmatologiya-oftalmologiya kuzatuv protokollari artritlik va ko'z namoyon bo'lishlarini aniqlash va davolashni optimallashtirishga imkon beradi.

Tadqiqot cheklovlari. Namuna hajmi (n=30)

statistik quvvat va umumiy lashtirish imkoniyatini cheklaydi; kattaroq ko'p markazli tadqiqotlar talab etiladi. Bitta markazda o'tkazilgan dizayn og'irroq holatlarga nisbatan yo'naltirish xatosini kiritishi mumkin. Ko'z yoshi sitokinlarining profili (IL-17, laktoferin, TNF- $\alpha$ ) o'lchanmadi. Qo'zg'atuvchi patogenning batafsil mikrobiologik tavsifi barcha bemorlar uchun mavjud bo'lmadi.

**Xulosa.** Reaktiv artrit old segment ko'z yallig'lanishi va yosh bezi disfunktsiyasining sezilarli tarqalishi bilan bog'liq bo'lib, quruq ko'z sindromi ro'yxatga olingan bemorlarning yarmidan ko'pida tashxislanadi. Kon'yunktiva giperemiyasi, oldingi

uveit, keratit va episklerit asosiy oftalmologik namoyon bo'lishlarni ifodalaydi; surunkali kasallikda og'irligi ortiq bo'ladi. Ko'z yoshi plyonkasining barqarorligi va yosh sekretsiyasi barcha kasallik bosqichlarida sog'lom nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada buzilgan. Ushbu topilmalar barcha ReA bemorlarida, ko'z simptomologiyasidan qat'i nazar, tizimli oftalmologik nazoratni amalga oshirishni qo'llab-quvvatlaydi va ko'rish funktsiyasi hamda hayot sifatini saqlash uchun integratsiyalashgan revmatologik va oftalmologik yordamning muhimligini ta'kidlaydi.

## ADABIYOTLAR / REFERENCES

- Kunder EV. Reaktiv artrit. Xalqaro to'plamlar. Klinik amaliyot va salomatlik. 2015;6. [Kunder EV. Reaktivnyi artrit. Mezhdunarodnye sborniki: Klinicheskaya praktika i zdorov'e. 2015;6. (In Russ.)]
- Korolev MA. G'arbiy Sibirning Yevropoid aholisida urogenital reaktiv artritning klinik va immunologik xususiyatlari. Novosibirsk; 2008. [Korolev MA. Kliniko-immunologicheskie kharakteristiki urogenital'nogo reaktivnogo artrita u evropeidov Zapadnoi Sibiri. Novosibirsk; 2008. (In Russ.)]
- Belov BS, Balabanova RM. Reaktiv artrit: tashxis va davolashning zamonaviy jihatlar. Antibiotiklar va kemoterapiya. 2020;65(7-8). [Belov BS, Balabanova RM. Reaktivnyi artrit: sovremennye aspekty diagnostiki i lecheniya. Antibiotiki i khimioterapiya. 2020;65(7-8). (In Russ.) DOI: 10.37489/0235W2990W2020W65W7W8W63W70]
- Braun J, Sieper J. Spondyloarthritis. Z Rheumatol. 2010;69(5):425-433 DOI: 10.1007/s00393-009-0591-7
- El Maghraoui A. Extra-articular manifestations of ankylosing spondylitis: prevalence, characteristics and therapeutic implications. Eur J Intern Med. 2011;22(6):554-560. DOI: 10.1016/j.ejim.2011.06.006
- Dumbraveanu L, Cusnir V, Groppa L, Calinina L. HLA-B27 uveitis in ankylosing spondylitis and reactive arthritis. Oftalmologia. 2010;54(1):29-35. PMID: 20540366
- Mathur G, Biswas J. Systemic associations of anterior uveitis in a tertiary care ophthalmic centre in South India. Int Ophthalmol. 2012;32(5):417-421. PMID: 22570117 DOI: 10.1007/s10792-012-9580-y
- Carter JD, Gerard HC, Espinoza LR, et al. Chlamydiae as etiologic agents in chronic undifferentiated spondyloarthritis. Arthritis Rheum. 2009;60(5):1311-1316. PMID: 19404948 PMID: PMC2757404 DOI: 10.1002/art.24431
- Tsubota K, Yokoi N, Watanabe H, et al. A new perspective on dry eye classification: proposal by the Asia Dry Eye Society. Eye Contact Lens. 2020;46(Suppl 1):S2-S13. doi: 10.1097/ICL.0000000000000643
- Caffery B, Joyce E, Heynen ML, et al. MMP-9 and lactoferrin as biomarkers for dry eye disease. Optom Vis Sci. 2008;85(10):950-954. PMID: PMC5455411 PMID: 28475698
- Flanagan JL, Willcox MD. Role of lactoferrin in the tear film. Biochimie. 2009;91(1):35-43. PMID: 18718499 DOI: 10.1016/j.biochi.2008.07.007
- Zhou L, Beuerman RW. Tear analysis in ocular surface diseases. Prog Retin Eye Res. 2012;31(6):527-550. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2012.06.002
- Reveille JD, Witter JP, Weisman MH. Prevalence of axial spondylarthritis in the United States: estimates from a cross-sectional survey. Arthritis Care Res. 2012;64(6):905-910.
- Craig JP, Nichols KK, Akpek EK, et al. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. Ocul Surf. 2017;15(3):276-283. DOI: 10.1016/j.jtos.2017.05.008
- de Moraes JMGR, et al. Critical role of interleukin (IL)-17 in inflammatory and autoimmune diseases. Cytokine Growth Factor Rev. 2020;53:1-14. DOI: 10.1016/j.autrev.2019.102429
- Kijlstra A, Jeurissen SH, Koning KM. Lactoferrin levels in normal human tears. Br J Ophthalmol. 1983;67(3):199-202. DOI: 10.1136/bjo.67.3.199
- Gaffen SL, Jain R, Garg AV, Cua DJ. The IL-23-IL-17 immune axis: from mechanisms to therapeutic testing. Nat Rev Immunol. 2014;14(9):585-600. DOI: 10.1038/nri3707

## MINNATDORCHILIK

Mualliflar Toshkent tibbiyot universiteti Ko'p tarmoqli klinikasi xodimlariga tadqiqot o'tkazishda ko'rsatgan yordamlari uchun minnatdorchilik bildiradilar.

## ARIZALAR

A. Manfaatlar to'qnashuvi haqida: Mualliflar maqolani tayyorlash va chop etishda hech qanday manfaatlar to'qnashuvi mavjud emasligini e'lon qiladilar.

B. Moliyalashtirish haqida: Ushbu tadqiqot davlat, tijorat yoki notijorat sektordagi moliyalashtirish agentliklaridan hech qanday maxsus grant olmagan.

## MUALLIF HISSASI

Xodjahanova D.K. — ma'lumotlarni yig'ish, laborator tahlil, qo'lyozmani tayyorlash.

Yusupov A.F. — qo'lyozmani tahrirlash va ilmiy muharrir sifatida nazorat.

Karimova M.H. — qo'lyozmani tahrirlash va ilmiy muharrir sifatida nazorat.

Djamalova Sh.A. — qo'lyozmani tahrirlash, klinik maslahat.

Barcha mualliflar maqolaning yakuniy versiyasini ko'rib chiqib, tasdiqlagan.

## METABOLIK SINDROM BILAN BOG'LIQ RETINAL O'ZGARISHLARDA OKT VA OKT-ANGIOGRAFIYA BIOMARKERLARI: ADABIYOTLAR SHARHI

Xuddiyeva N.Yu.

PhD, Oftalmologiya kafedrası katta o'qituvchisi, Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti, xuddiyevan@gmail.com, +998(91)2404949, <https://orcid.org/0009-0006-4217-7826>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Metabolik sindrom retinal mikrotsirkulyatsiya va neyoretinal tuzilmalarda subklinik o'zgarishlar rivojlanishiga olib keluvchi muhim metabolik buzilishlardan biridir. Optik kogerent tomografiya (OKT) va OKT-angiografiya (OKT-A) ushbu o'zgarishlarni erta aniqlash imkonini beradi. **Tadqiqot maqsadi.** Metabolik sindrom bilan bog'liq to'r parda o'zgarishlarda OKT va OKT-A biomarkerlarining diagnostik ahamiyatini tahlil qilish. **Material va usullar.** PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar bazalarida 2020–2026-yillarda chop etilgan ilmiy maqolalar tahlil qilindi. **Natijalar va xulosa.** Metabolik sindromda makulyar qalinlikning kamayishi, retinal nerv tolalari qavati yupqalashuvi, kapillyar zichlikning pasayishi hamda foveal avaskulyar zonaning kengayishi asosiy biomarkerlar sifatida aniqlandi. OKT va OKTA metabolik retinopatiyani erta tashxislash va prognozlashda yuqori diagnostik ahamiyatga ega noinvaziv usullar hisoblanadi.

**Kalit so'zlar:** metabolik sindrom, OKT, OKT-angiografiya, retinal biomarkerlar, metabolik retinopatiya.

### Iqtibos keltirish uchun:

Xuddiyeva N.Yu. Metabolik sindrom bilan bog'liq retinal o'zgarishlarda OKT va OKT-Angiografiya biomarkerlari: adabiyotlar sharhi. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):21-27.

## БИОМАРКЕРЫ ОКТ И ОКТ-АНГИОГРАФИИ ПРИ РЕТИНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ, АССОЦИИРОВАННЫХ С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Худдиева Н.Ю.

PhD, старший преподаватель кафедры Офтальмологии, Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, xuddiyevan@gmail.com, +998(91)2404949, <https://orcid.org/0009-0006-4217-7826>

**Аннотация. Актуальность.** Метаболический синдром является одним из важных метаболических нарушений, приводящих к развитию субклинических изменений в ретинальной микроциркуляции и нейроретинальных структурах. Оптическая когерентная томография (ОКТ) и ОКТ-ангиография (ОКТ-А) позволяют выявлять данные изменения на ранних стадиях. **Цель исследования.** Провести анализ диагностической значимости биомаркеров ОКТ и ОКТ-А при ретинальных изменениях, ассоциированных с метаболическим синдромом. **Материал и методы исследования.** Проведен анализ научных публикаций, опубликованных в 2020–2026 годах и индексируемых в базах PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar. **Результаты и заключение.** Установлено, что при метаболическом синдроме основными биомаркерами являются уменьшение макулярной толщины, истончение слоя нервных волокон сетчатки, снижение капиллярной плотности и расширение фовеальной аваскулярной зоны. ОКТ и ОКТ-А являются высокоинформативными неинвазивными методами ранней диагностики и прогнозирования метаболической ретинопатии.

**Ключевые слова:** метаболический синдром, ОКТ, ОКТ-ангиография, ретинальные биомаркеры, метаболическая ретинопатия.

### Для цитирования:

Худдиева Н.Ю. Биомаркеры ОКТ и ОКТ-ангиографии при ретинальных изменениях, ассоциированных с метаболическим синдромом: обзор литературы. Передовая офтальмология. 2026;17(2):21-27.

## OCT AND OCT-ANGIOGRAPHY BIOMARKERS IN METABOLIC SYNDROME-ASSOCIATED RETINAL CHANGES: A LITERATURE REVIEW

Khuddiyeva N.Yu.

1 PhD, Senior Lecturer of the Department of Ophthalmology, Abu Ali ibn Sino Bukhara State Medical Institute, khuddiyevan@gmail.com, +998(91)2404949, <https://orcid.org/0009-0006-4217-7826>

**Abstract. Background.** Metabolic syndrome is one of the major metabolic disorders leading to the development of subclinical changes in retinal microcirculation and neuroretinal structures. Optical coherence tomography (OCT) and OCT angiography (OCT-A) enable early detection of these alterations. **Objective.** To analyze the diagnostic significance of OCT and OCT-A biomarkers in retinal changes associated with metabolic syndrome. **Materials and methods.** Scientific publications published between 2020 and 2026 and indexed in PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases were analyzed. **Results and conclusion.** Reduced macular thickness, thinning of the retinal nerve fiber layer, decreased capillary density, and enlargement of the foveal avascular zone were identified as the main biomarkers of metabolic syndrome. OCT and OCT-A are highly informative noninvasive methods for the early diagnosis and prediction of metabolic retinopathy.

**Keywords:** metabolic syndrome, OCT, OCT angiography, retinal biomarkers, metabolic retinopathy.

### For citation:

Khuddiyeva N.Yu. OCT and OCT-angiography biomarkers in metabolic syndrome-associated retinal changes: a literature review. *Advanced ophthalmology*. 2026;17(2):21-27.

**Dolzarbli.** Metabolik sindrom (MS) zamonaviy tibbiyotning eng dolzarb global muammolaridan biri bo'lib, abdominal semirish, arterial gipertenziya, dislipidemiya va insulinrezistentlik kabi o'zaro bog'liq metabolik buzilishlar majmuasini o'z ichiga oladi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti va International Diabetes Federation ma'lumotlariga ko'ra, metabolik sindrom dunyo katta yoshli aholisi orasida 25–30% hollarda uchramoqda hamda ushbu ko'rsatkich yil sayin ortib bormoqda. Ayrim rivojlangan mamlakatlarda metabolik sindrom tarqalishi 35–40% gacha yetishi qayd etilgan [8, 12, 20]. Metabolik sindrom bilan bog'liq yurak-qon tomir kasalliklari va 2-tip qandli diabet rivojlanish xavfi mos ravishda 2–3 barobar yuqori ekanligi aniqlangan.

So'nggi yillarda metabolik sindromning ko'ruv analizatoriga ta'siri tobora ko'proq ilmiy e'tibor markaziga aylanmoqda. Retinal mikrotsirkulyatsiya organizmdagi metabolik va gemodinamik o'zgarishlarga juda sezgir bo'lgani sababli, retina metabolik buzilishlarning erta biomarkeri sifatida qaralmoqda [1, 8, 20]. Tadqiqotlar metabolik sindrom mavjud bemorlarda retinal nerv tolalari qavati qalinligining kamayishi, makulyar zona degeneratsiyasi, retinal kapillyar zichlikning pasayishi va foveal avaskulyar zonaning kengayishi kabi subklinik o'zgarishlar klinik oftalmologik simptomlar rivojlanishidan oldin paydo bo'lishini ko'rsatmoqda [10, 13, 19]. Ayrim ma'lumotlarga ko'ra, metabolik sindrom mavjud shaxslarda retinal mikroangiopatiya elementlari sog'lom nazorat guruhiga nisbatan 1,5–2 barobar ko'proq uchraydi. O'zbekistonda ham diabetik retinopatiya va metabolik buzilishlar bilan bog'liq retinal asoratlar dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Normatova va hammualliflar tomonidan o'tkazilgan skrining tadqiqotida yangi aniqlangan

2-tip qandli diabet bemorlarining 11,5% ida diabetik retinopatiya aniqlangan.

Hozirgi kunda optik kogerent tomografiya (OKT) va optik kogerent tomografik angiografiya (OKT-A) retinal va xoroidal mikrostruktur o'zgarishlarni invaziv bo'lmagan usulda yuqori aniqlik bilan baholash imkonini beruvchi eng zamonaviy diagnostik texnologiyalar hisoblanadi [1, 10, 20]. Ayniqsa OKT-A yordamida retinal kapillyar perfuziya, tomir zichligi va mikrotsirkulyator buzilishlarni aniqlash metabolik retinopatiyaning subklinik bosqichlarini erta tashxislash imkonini bermoqda. Shu sababli metabolik sindrom bilan bog'liq retinal o'zgarishlarda OKT va OKT-A biomarkerlarining diagnostik hamda prognostik ahamiyatini o'rganish zamonaviy oftalmologiyaning dolzarb ilmiy-amaliy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

**Tadqiqot maqsadi.** Metabolik sindrom bilan bog'liq retinal strukturaviy va mikrovaskulyar o'zgarishlarda OKT va OKT-A biomarkerlarining diagnostik ahamiyatini tahlil qilish.

**Material va usullar.** Mazkur ish adabiyotlar sharhishaklida bajarildi. Adabiyotlarni qidirish PubMed, Scopus, Web of Science va Google Scholar xalqaro ilmiy ma'lumotlar bazalarida amalga oshirildi. Tahlil uchun asosan 2020–2026-yillarda chop etilgan ilmiy maqolalar tanlab olindi, ayrim fundamental va yuqori ilmiy ahamiyatga ega bo'lgan avvalgi tadqiqotlar ham qo'shimcha ravishda o'rganildi.

Ilmiy manbalarni izlashda "metabolic syndrome", "retinal biomarkers", "optical coherence tomography", "OCT angiography", "retinal microcirculation", "retinal neurodegeneration", "RNFL", "ganglion cell complex", "foveal avascular zone", "deep capillary plexus", "choriocapillaris", "metabolic retinopathy" kabi kalit so'zlar va ularning kombinatsiyalaridan foydalanildi.

Tahlilga metabolik sindrom, qandli diabet va metabolik retinopatiya bilan bog'liq retinal strukturaviy hamda mikrovaskulyar o'zgarishlarni OKT va OKT-A yordamida baholagan original maqolalar, klinik tadqiqotlar, kesimiy tadqiqotlar, prospektiv kuzatuvlar va sistematik sharhlar kiritildi. Ilmiy jihatdan yetarli ma'lumot bermaydigan, takrorlanuvchi yoki mavzuga bevosita aloqador bo'lmagan manbalar tahlildan chiqarib tashlandi.

Tanlangan maqolalarda retinal qalinlik, retinal nerv tolalari qavati, ganglioz hujayralar kompleksi, tomir zichligi, perfuziya zichligi, FAZ parametrlari, yuzaki va chuqur kapillyar pleksus hamda xoroidal perfuziya ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Olingan ma'lumotlar metabolik sindrom bilan bog'liq retinal o'zgarishlarning diagnostik biomarkerlari nuqtai nazaridan ilmiy-analitik usulda umumlashtirildi.

Natijalar. Metabolik sindromda OKT biomarkerlari: retinal strukturaviy o'zgarishlar. Metabolik sindromda makulyar qalinlik o'zgarishlari.

Metabolik sindrom retinal to'qimalarda strukturaviy o'zgarishlarni yuzaga keltiruvchi muhim metabolik buzilishlardan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda optik kogerent tomografiya (OKT) yordamida olib borilgan tadqiqotlar metabolik sindrom retinal qavatlar qalinligining kamayishi bilan bog'liqligini ko'rsatmoqda [13, 18, 19]. Ayniqsa markaziy makulyar zona metabolik buzilishlarga nisbatan yuqori sezuvchanlikka ega bo'lib, ushbu hududda neyrodegenerativ o'zgarishlar erta bosqichlarda shakllanishi mumkinligi aniqlangan [13, 18].

705 nafar ishtirokchini qamrab olgan populyatsion tadqiqotda metabolik sindrom mavjud bemorlarda markaziy makulyar qalinlik sezilarli darajada kamaygani aniqlangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, markaziy retinal qavat qalinligi ( $\beta = -5,29$ ; 95% IS:  $-9,31$  dan  $-1,26$  gacha), parafoveal zona ( $\beta = -2,85$ ) va perifoveal hududlarda ( $\beta = -4,37$ ) sezilarli yupqalashuv kuzatilgan [6, 13]. Shuningdek, IDF va IDF/AHA mezonlari asosida metabolik sindrom tashxisi qo'yilgan bemorlarda makulyar hajmning kamayishi qayd etilgan. Ushbu ma'lumotlar metabolik sindrom retinal neyrodegeneratsiya va mikrovaskulyar disfunktsiyaning muhim omillaridan biri ekanligini tasdiqlaydi.

Qiziqarli jihatlardan biri shundaki, retinal strukturaviy o'zgarishlarda jinsiy farqlar ham aniqlangan. Erkaklarda metabolik sindrom bilan bog'liq parafoveal retinal qalinlikning kamayishi ayollarga nisbatan ancha yaqqol namoyon bo'lgani qayd etilgan [13, 17, 19]. Bu holat metabolik retinopatiya rivojlanishida jinsga bog'liq patogenetik mexanizmlar mavjud bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi.

Makulyar qalinlikning kamayishida metabolik sindromning ayrim komponentlari alohida ahamiyat kasb etadi. Tadqiqotlar abdominal semirish va och qoringa qondagi glyukoza miqdorining oshishi perifoveal retinal qalinlikning kamayishi bilan mustaqil bog'liqligini ko'rsatgan. Bundan tashqari,

triglitsridlar miqdorining yuqoriligi hamda metabolik sindrom komponentlari sonining ortishi retinal nerv tolalari qavati va inferior parafoveal zonaning sezilarli yupqalashuvi bilan bog'liq ekanligi aniqlangan. Ayniqsa retinal nerv tolalari qavati qalinligining kamayishi metabolik sindrom fonida rivojlanayotgan neyrodegenerativ jarayonlarning erta biomarkeri sifatida qaralmoqda.

Olingan natijalar markaziy makulyar zona metabolik buzilishlarga peripapillyar retinal nerv tolalari qavatiga nisbatan sezgirroq ekanligini ko'rsatadi. Bu holat fotoretseptorlar va ichki yadro qavati neyronlarining tizimli metabolik disfunktsiya hamda oksidativ stressga yuqori sezuvchanligi bilan izohlanadi. Shu sababli metabolik sindrom bilan bog'liq retinal o'zgarishlarni erta aniqlashda OKT biomarkerlarining klinik ahamiyati tobora ortib bormoqda.

Retinal nerv tolalari qavati va ganglioz hujayralar kompleksi o'zgarishlari.

Metabolik sindrom retinal neyrodegenerativ o'zgarishlarning rivojlanishida muhim rol o'ynaydi. So'nggi yillarda optik kogerent tomografiya yordamida olib borilgan tadqiqotlar metabolik sindrom mavjud bemorlarda retinal nerv tolalari qavati (RNFL) qalinligining sezilarli kamayishini ko'rsatmoqda. Sog'lom nazorat guruhi bilan taqqoslaganda metabolik sindromli bemorlarda umumiy global RNFL qalinligi ancha past bo'lgani aniqlangan ( $93,6 \pm 9,9$  mkm ga nisbatan  $99,0 \pm 9,3$  mkm;  $p < 0,001$ ) [13, 17]. Shu bilan birga inferior, superior va temporal kvadrantlarda ham sezilarli yupqalashuv qayd etilgan. Ayniqsa inferior RNFL sektorida kuzatilgan o'zgarishlar eng yaqqol bo'lib, inferotemporal hududda neyrodegenerativ jarayonlar kuchliroq rivojlanishini ko'rsatadi. Bu holat ushbu hududda metabolik stress va ishemik yuklamaning yuqoriligi bilan izohlanishi mumkin.

Metabolik sindrom va qandli diabet fonida retinal ichki qavatlarining erta strukturaviy o'zgarishlari ganglioz hujayralar kompleksi (GCC) qalinligining kamayishi bilan ham namoyon bo'ladi. Tadqiqotlar klinik retinopatiya hali rivojlanmagan diabetik bemorlarda perifoveal GCC qalinligi tizimli yallig'lanish markerlari bilan chambarchas bog'liqligini ko'rsatgan [5, 9]. Xususan, tizimli immun-yallig'lanish indeksi (SII) va perifoveal GCC qalinligi o'rtasida manfiy korrelyatsiya aniqlangan ( $r = -0,357$ ;  $p = 0,041$ ). Ushbu natijalar metabolik sindrom bilan bog'liq neyroinflamator jarayonlar retinal mikrovaskulyar buzilishlardan oldin boshlanishini ko'rsatadi.

Ganglioz hujayralar va ichki pleksiform qavat yaxlitligini yuqori aniqlikdagi OKT yordamida baholash metabolik retinopatiyaning erta biomarkerlaridan biri sifatida katta ahamiyat kasb etmoqda. Retinal neyrodegeneratsiyaning klinik mikrovaskulyar asoratlar paydo bo'lishidan ancha oldin boshlanishi metabolik sindromli bemorlarda erta skrining va monitoring zarurligini ko'rsatadi. Shu sababli RNFL

va GCC qalinligini baholash metabolik sindrom bilan bog'liq retinal o'zgarishlarni erta aniqlash hamda prognozlashda muhim diagnostik mezonlardan biri hisoblanadi.

Retinal pigment epiteliysi va tashqi retinal qavatlardagi o'zgarishlar.

Metabolik sindrom va qandli diabet fonida retinal pigment epiteliysi (RPE) hamda tashqi retinal qavatlarda yuzaga keladigan strukturaviy o'zgarishlar retinal neyrodegeneratsiyaning muhim erta biomarkerlaridan biri sifatida qaralmoqda [5, 14]. Retinal pigment epiteliysi fotoretseptorlar metabolizmini qo'llab-quvvatlovchi, tashqi gematoretinal barerni saqlovchi va retinal homeostazni ta'minlovchi muhim anatomik tuzilma hisoblanadi. Shu sababli metabolik buzilishlar ushbu qatlamning morfologik va funksional holatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

So'nggi tadqiqotlar retinal pigment epiteliysi qalinligining kamayishi kelajakda 2-tip qandli diabet va mikrovaskulyar asoratlarni rivojlanishi xavfi bilan bog'liqligini ko'rsatmoqda [12, 20]. In vivo sharoitida o'lgan RPE qalinligining pasayishi metabolik disfunktsiyaning erta belgilaridan biri sifatida baholanmoqda. Plazmadagi metabolitlarni tizimli tahlil qilish orqali RPE qalinligi bilan bog'liq metabolik "fingerprint"lar aniqlangan bo'lib, ular lipid, uglevod va aminokislotalar almashinuvi buzilishlari bilan chambarchas bog'liqligi qayd etilgan. Bu holat retina organizmdagi tizimli metabolik buzilishlarni aks ettiruvchi sezgir biologik indikator ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Uzoq muddatli 1-tip qandli diabet mavjud o'smirlarda olib borilgan tadqiqotlarda tashqi retinal qavat (ORL) va retinal pigment epiteliysi qalinligi sog'lom nazorat guruhiga nisbatan oshgani aniqlangan [3, 5]. Mazkur o'zgarishlar diabetik retinopatiya mavjud va mavjud bo'lmagan ko'zlarda ham kuzatilgan bo'lib, ayrim retinal sektorlarda statistik jihatdan ishonchli farqlar qayd etilgan. Tadqiqotchilar ushbu holatni fotoretseptor-RPE kompleksi darajasida rivojlanayotgan erta kompensator reaksiyalar yoki metabolik remodellanish jarayonlari bilan izohlashmoqda [4, 10, 19].

Tashqi retinal qavat va retinal pigment epiteliysi holatini OKT yordamida baholash metabolik retinopatiyaning dastlabki bosqichlarini aniqlashda muhim diagnostik ahamiyatga ega. Ayniqsa metabolik sindrom va diabet fonida retinal tashqi qatlamlarda yuzaga keladigan nozik strukturaviy o'zgarishlarni erta aniqlash kelgusida rivojlanishi mumkin bo'lgan neyrodegenerativ hamda mikrovaskulyar asoratlarni prognozlash imkonini beradi.

Metabolik sindromda OKT-angiografiya biomarkerlari: retinal perfuziya o'zgarishlari. Tomir zichligi va perfuziya zichligi buzilishlari.

So'nggi yillarda optik kogerent tomografik angiografiya (OKT-A) metabolik sindrom bilan bog'liq retinal mikrovaskulyar o'zgarishlarni erta aniqlashda

eng istiqbolli diagnostik usullardan biri sifatida keng qo'llanilmoqda. Ayniqsa yurak-qon tomir-buyrak-metabolik (CKM) sindromining dastlabki bosqichlarida retinal perfuziya va tomir zichligidagi subklinik o'zgarishlar klinik simptomlardan oldin paydo bo'lishi aniqlangan. Glyukoza almashinuvi buzilishi, dislipidemiya, arterial gipertenziya va giperurikemiya bilan xarakterlanuvchi erta CKM sindromida sog'lom nazorat guruhiga nisbatan retinal qalinlik hamda tomir zichligining ETDRS zonalarida sezilarli kamayishi qayd etilgan [10, 11].

Tadqiqot natijalariga ko'ra, tashqi temporal retinal qalinlik, yuzaki kapillyar pleksus tomir zichligi va ichki superior perfuziya ko'rsatkichlari metabolik buzilishlarning mustaqil prognostik markerlari sifatida aniqlangan. Ayniqsa temporal retinal hudud metabolik stressga nisbatan yuqori sezuvchanlikka ega ekanligi qayd etilib, bu holat ushbu zonaning yuqori kislorod ehtiyoji va mikrosirkulyator yuklamasi bilan izohlanadi.

Metabolik sindrom retinal qon oqimiga bir necha patogenetik mexanizmlar orqali salbiy ta'sir ko'rsatadi. Abdominal semirish va tana massa indeksining ortishi yuzaki kapillyar pleksusning markaziy va periferik hududlarida qon oqimining pasayishi bilan kuchli manfiy korrelyatsiya namoyon qilgan. Shuningdek qondagi glyukoza miqdorining oshishi va insulinrezistentlik ko'rsatkichi hisoblangan HOMA indeksi makulyar hududdagi qon oqimining kamayishi bilan bog'liq ekanligi aniqlangan [6, 15]. Ushbu ma'lumotlar metabolik buzilishlar retinal mikrosirkulyatsiya disfunktsiyasini erta bosqichlarda yuzaga keltirishini ko'rsatadi.

Dislipidemiya, ayniqsa triglitseridlar miqdorining oshishi retinal perfuziya buzilishlarining eng muhim omillaridan biri sifatida qayd etilgan. Tadqiqotlarda triglitseridlarning yuqori darajasi yuzaki kapillyar pleksusning makulyar zonasida qon oqimining sezilarli pasayishi bilan bog'liq bo'lgani aniqlangan [6, 19]. Bu esa lipid almashinuvi buzilishlari metabolik retinopatiya rivojlanishida asosiy modifikatsiyalanuvchi xavf omillaridan biri ekanligini ko'rsatadi.

Shunday qilib, OKT-A yordamida retinal tomir zichligi va perfuziya ko'rsatkichlarini baholash metabolik sindrom bilan bog'liq mikrovaskulyar buzilishlarni klinik simptomlar rivojlanishidan oldin aniqlash imkonini beradi. Ushbu biomarkerlar metabolik retinopatiyani erta tashxislash, monitoring qilish va individual prognozlashda yuqori diagnostik ahamiyatga ega hisoblanadi.

Foveal avaskulyar zona kengayishi va FAZ morfologik o'zgarishlari.

Foveal avaskulyar zona (FAZ) metabolik buzilishlar bilan bog'liq retinal mikrovaskulyar zararlanishlarning eng sezgir biomarkerlaridan biri hisoblanadi [17, 19, 20]. Optik kogerent tomografik angiografiya (OKT-A) yordamida aniqlanadigan FAZ kengayishi metabolik retinopatiyaning klinik

jihatdan ko'rinadigan mikrovaskulyar o'zgarishlari rivojlanishidan oldingi dastlabki belgilaridan biri sifatida qaralmoqda. Ayniqsa surunkali giperglikemiya retinal mikrotsirkulyatsiyada chuqur biokimyoviy va metabolik buzilishlarni yuzaga keltiradi [8, 12]. Polioli yo'li faollashuvi, ilg'or glikatsiya mahsulotlari (AGEs) to'planishi, protein kinaza C (PKC) faollashuvi hamda geksosamin yo'lining kuchayishi retinal hujayralarda oksidativ stress va mitoxondrial disfunktsiyani rivojlantiradi. Ushbu jarayonlar retinal neyrodegeneratsiya va kapillyar remodelanish bilan kechib, dastlab FAZ kengayishi va mikrovaskulyar perfuziya buzilishlari bilan namoyon bo'ladi.

So'nggi tadqiqotlarda hatto klinik diabetik retinopatiya hali rivojlanmagan bolalarda ham retinal mikrosirkulyator o'zgarishlar aniqlanishi metabolik buzilishlarning erta ta'sirini tasdiqlamoqda. Xususan, qandli diabet mavjud bolalarda fovea atrofidagi 300 mkm kenglikdagi halqasimon hududda tomir zichligi ko'rsatkichi (FD-300) sog'lom nazorat guruhiga nisbatan sezilarli darajada kamaygani aniqlangan ( $48,66 \pm 3,57\%$  ga nisbatan  $49,76 \pm 3,91\%$ ;  $p = 0,01$ ). Ayniqsa kasallik davomiyligi 5 yildan ortiq bo'lgan bemorlarda FD-300 ko'rsatkichining yanada pasayishi qayd etilgan [17, 19]. Ushbu natijalar retinal kapillyar perfuziya buzilishlari klinik diabetik retinopatiya rivojlanishidan ancha oldin boshlanishini ko'rsatadi.

FAZ morfologiyasidagi o'zgarishlar retinal ishemiya va mikrovaskulyar disfunktsiyaning muhim ko'rsatkichi hisoblanadi. FAZ maydonining kengayishi, shaklining notekisligi hamda perifoveal kapillyar tarmoq zichligining kamayishi metabolik retinopatiyaning erta bosqichlarini aniqlashda yuqori diagnostik ahamiyatga ega. Shu sababli OKT-A yordamida FAZ parametrlari va FD-300 ko'rsatkichlarini baholash metabolik sindrom hamda diabet bilan bog'liq retinal zararlanishlarni subklinik bosqichda aniqlash va prognozlashda istiqbolli noinvaziv biomarker sifatida qaralmoqda.

Chuqur va yuzaki kapillyar pleksusdagi o'zgarishlar.

Metabolik sindrom retinal mikrosirkulyatsiyaning turli qavatlariga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Optik kogerent tomografiya angiografiya (OKT-A) yordamida olib borilgan tadqiqotlar yuzaki kapillyar pleksus (SCP) va chuqur kapillyar pleksus (DCP) darajasida xarakterli perfuziya buzilishlari rivojlanishini ko'rsatmoqda [15, 17, 19]. Ayniqsa chuqur kapillyar pleksus metabolik buzilishlarga nisbatan yuzaki pleksusga qaraganda sezgirroq ekanini qayd etilgan. Bu holat retinal ichki qavatlarining yuqori metabolik ehtiyoji va mikrotsirkulyator autoregulyatsiyaning buzilishi bilan bog'liq deb hisoblanadi.

Metabolik sindrom bilan birga kechuvchi psoriazli bemorlarda yuzaki kapillyar pleksus tomir zichligi asosan umumiy retinal tasvir hamda superior va temporal perifoveal zonalarda sezilarli kamaygani aniqlangan. Biroq chuqur kapillyar pleksus tomir

zichligi metabolik sindrom mavjud yoki mavjud emasligidan qat'i nazar barcha psoriazli bemorlarda sezilarli pasayganligi qayd etilgan. Ushbu natijalar metabolik buzilishlar dastlab chuqur kapillyar pleksus darajasida ishemik o'zgarishlarni yuzaga keltirib, keyinchalik retinal mikrosirkulyatsiyaning barcha qavatlariga tarqalishini ko'rsatadi.

Chuqur kapillyar pleksusning yuqori sezgirligi retinal qavatlarining metabolik talabi turlicha ekanligi bilan izohlanadi. Ayniqsa ichki yadro qavati va fotoretseptorlar zonasi kislorod yetishmovchiligi hamdamikrovaskulyar autoregulyatsiya buzilishlariga nisbatan juda sezgir hisoblanadi. Shu sababli metabolik sindrom fonida retinal qon oqimining pasayishi va kapillyar perfuziya heterogenligi dastlab DCP darajasida namoyon bo'ladi [15, 19].

Zamonaviy OKT-A texnologiyalari yordamida retinal perfuziya heterogenligini baholash metabolik retinopatiyaning yangi biomarkerlaridan biri sifatida qaralmoqda. Tadqiqotlar metabolik kasallik og'irlashgan sari yuzaki va chuqur kapillyar komplekslarda perfuziya notekisligi ortishini ko'rsatgan [10, 11, 20]. Ushbu holat retinal kapillyar autoregulyatsiyaning buzilishi bilan bog'liq bo'lib, perfuziya zichligi va tomir zichligi kabi klassik OKT-A ko'rsatkichlari bilan chambarchas korrelyatsiya qiladi.

Shunday qilib, chuqur va yuzaki kapillyar pleksusdagi mikrovaskulyar o'zgarishlarni kompleks baholash metabolik sindrom bilan bog'liq retinal zararlanishlarni erta aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa DCP darajasidagi perfuziya buzilishlari metabolik retinopatiyaning eng erta va sezgir biomarkerlaridan biri sifatida qaralmoqda.

Xoriokapillyar va xoroidal perfuziya o'zgarishlari.

Metabolik sindrom retinal mikrosirkulyatsiya bilan bir qatorda xoroidal qon aylanish tizimiga ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa xoriokapillyar qatlam tashqi retina va retinal pigment epiteliysi (RPE)ni kislorod hamda oziq moddalar bilan ta'minlovchi asosiy tomir tizimi hisoblanadi [14, 20]. Shu sababli metabolik buzilishlar fonida xoriokapillyar perfuziyaning pasayishi tashqi retinal qatlamlarda funksional va strukturaviy zararlanishlarning rivojlanishiga olib keladi. Zamonaviy swept-source OKT-A tadqiqotlari metabolik va tizimli yallig'lanish kasalliklarida xoriokapillyar perfuziya maydoni hamda xoroidal vaskulyarlik indeksining sog'lom nazorat guruhiga nisbatan sezilarli kamayishini ko'rsatgan.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, tizimli immun-yallig'lanish indeksi (SII) bilan xoroid qalinligi o'rtasida kuchli musbat korrelyatsiya mavjudligi aniqlangan ( $r = 0,686$ ;  $p < 0,001$ ) [9, 14]. Bu holat metabolik sindromda kuzatiladigan surunkali yallig'lanish va endotelial disfunktsiya xoroidal tomirlarda ham remodelanish jarayonlarini yuzaga keltirishini ko'rsatadi. Xoroidal perfuziya buzilishlari tashqi retinal qatlamlar va fotoretseptorlar funksiyasining yomonlashuviga sabab bo'lishi mumkin.

Xoroid qalinligi metabolik buzilishlarning dinamik strukturaviy biomarkeri sifatida katta ahamiyat kasb etadi. OKT yordamida xoroid qalinligini baholash xoriokapillyar perfuziya ko'rsatkichlari bilan birgalikda retinal salomatlik holatini kompleks tahlil qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, so'nggi yillarda xoroidal vaskulyarlik indeksi (CVI) xoroidal qon tomirlar holatini baholashda yanada barqaror va ishonchli biomarker sifatida e'tirof etilmoqda [3, 14, 20]. Ushbu ko'rsatkich xoroidning tomirli (luminal) va stromal komponentlarini bir vaqtning o'zida baholash imkonini beradi hamda fiziologik omillar ta'siriga xoroid qalinligiga nisbatan kamroq moyilligi bilan ajralib turadi. (Jadval 1)

**Jadval 1. Metabolik sindrom bilan bog'liq retinal biomarkerlar**

| Biomarker                                | O'zgarish turi     | Diagnostic ahamiyati        |
|------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Makulyar qalinlik                        | Kamayadi           | Erta neyrodegeneratsiya     |
| Retinal nerv tolalari qavati             | Yupqalashadi       | Neyroretinal zararlanish    |
| GCC (ganglioz hujayralar kompleksi)      | Kamayadi           | Neuroinflammation           |
| Tomirlar qalinligi                       | Pasayadi           | Mikrovaskulyar disfunktsiya |
| FAZ(foveal avaskulyar zona)              | Kengayadi          | Ishemiya belgisi            |
| DCP perfusion (chuqur kapillyar pleksus) | Pasayadi           | Erta metabolik retinopatiya |
| Xoriokapillyarlar                        | Perfuzion buzilish | Tashqi retinal zararlanish  |

Shu sababli, xoroidal vaskulyarlik indeksini metabolik sindrom va metabolik retinopatiyada uzoq muddatli monitoring olib borishda istiqbolli biomarker sifatida qo'llash mumkin. Ayniqsa metabolik kasallikning progresiyasi va davolash samaradorligini baholashda xoriokapillyar perfuziya hamda xoroidal vaskulyar ko'rsatkichlarning kompleks tahlili katta diagnostik va prognostik ahamiyatga ega hisoblanadi.

**Xulosa.** Adabiyotlartahlilimetaboliksindromretinal neyrodegenerativ va mikrovaskulyar o'zgarishlarning

rivojlanishiga olib kelishini ko'rsatdi. Metabolik sindromda makulyar qalinlikning kamayishi, retinal nerv tolalari qavati va ganglioz hujayralar kompleksi yupqalashuvi, retinal tomir zichligining pasayishi hamda foveal avaskulyar zonaning kengayishi asosiy OKT va OKT-A biomarkerlari sifatida aniqlandi. Ayniqsa chuqur kapillyar pleksus va xoriokapillyar perfuziya buzilishlari metabolik retinopatiyaning erta belgilaridan biri ekanligi qayd etildi.

Optik kogerent tomografiya va optik kogerent tomografik angiografiya metabolik sindrom bilan bog'liq retinal o'zgarishlarni subklinik bosqichda aniqlash, monitoring qilish va prognozlashda yuqori diagnostik ahamiyatga ega noinvaziv usullar

hisoblanadi. Shu sababli metabolik sindrom va qandli diabet mavjud bemorlarda OKT hamda OKT-A tekshiruvlarini muntazam qo'llash, retinal biomarkerlarni dinamik kuzatish hamda sun'iy intellekt asosidagi retinal imaging texnologiyalarini klinik amaliyotga joriy etish metabolik retinopatiyaning erta diagnostikasi va profilaktikasini takomillashtirishga xizmat qiladi.

## ADABIYOTLAR/ REFERENCES

- Augustin AJ, Atorf J. The value of optical coherence tomography angiography (OCT-A) in neurological diseases. *Diagnostics (Basel)*. 2022;12(2). <https://doi.org/10.3390/DIAGNOSTICS12020468>.
- Bakhritdinova, F. A., Urmanova, F. M., & Nabiyeva, I. F. (2021). Diabetic retinopathy in patients with type 2 diabetes: Aspects of early diagnosis, treatment and prediction of the outcome of the disease. *The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research*, 3(7), 53–65. <https://doi.org/10.37547/TAJMSPR/Volume03Issue07-03>
- Bilici, S., Gultekin Erol, T., Bilici, M. E., Canturk Ugurbas, S., & Ugurbas, S. H. (2024). Evaluation of Choroidal Structures in Children with Newly Diagnosed Type-1 Diabetes Mellitus. *Beyoglu Eye J*, 9(3), 144–148. <https://doi.org/10.14744/bej.2024.36036>.
- Cankurtaran V, Inanc M, Tekin K, Turgut F. Retinal microcirculation in predicting diabetic nephropathy in type 2 diabetic patients without retinopathy. *Ophthalmologica*. 2020;243(4):271–9. DOI: 10.1159/000504943
- Carbonell, M., Alonso, N., Castelblanco, E., Real, J., Ramírez-Morros, A., Simó, R., Hernández, C., Jurjo, C., Traveset, A., Valldeperas, X., & Mauricio, D. (2019). Assessment of Inner Retinal Layers and Choroidal Thickness in Type 1 Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. *Journal of Clinical Medicine*, 8(9), 1412. <https://doi.org/10.3390/jcm8091412>
- Chen, Y., Liu, Y., Cong, L., Liu, A., Song, X., Liu, W., Hua, R., Shen, Q., Shao, Y., Xue, Y., Yao, Q., & Zhang, Y. (2023). Sleeve gastrectomy improved microvascular phenotypes from obesity cohort, detected with optical coherence tomography angiography. *Journal of Diabetes*, 15, 313 - 324. <https://doi.org/10.1111/1753-0407.13374>.
- Djamalova Shirin Abdumuratovna, Iskandarova Shahnoza Tulkinovna, & Nabiye Abduali Mirzalievich (2015). Organization of care for patients with diabetic retinopathy in Uzbekistan. *European science review*, (3-4), 16-19.
- García, D. (2025). Retinal physiology in metabolic syndrome.. *Advances in genetics*, 113, 76-101 . <https://doi.org/10.1016/bs.adgen.2024.11.002>.

9. Kahraman, H.G., Güven, Y.Z., Akay, F. et al. New marker for the detection of pre-retinopathy in patients with type 1 diabetes mellitus: systemic immuno-inflammation index. *BMC Ophthalmol* 25, 296 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12886-025-04138-0>
10. Liang Y, Liang C, Yang J, Li W, Liang R, Li K, Zhang J, Lao P, Zhu J, An L, Liang Z and Ou C (2025) Investigation of early-stage cardiovascular-kidney-metabolic syndrome on retinal structure and function evaluated by optical coherence tomography angiography. *Front. Med.* 12:1614321. doi: 10.3389/fmed.2025.1614321
11. Liang, Y., Liang, C., Yang, J., Li, W., Liang, R., Li, K., Zhang, J., Lao, P., Zhu, J., An, L., Liang, Z., & Ou, C. (2025). Investigation of early-stage cardiovascular-kidney-metabolic syndrome on retinal structure and function evaluated by optical coherence tomography angiography. *Frontiers in Medicine*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1614321>.
12. Menezes, M. E. de, Rodrigues, A. M., Dallazen, E., & Sousa, I. L. M. de. (2026). Diabetes mellitus and ocular compromise: Early identification of changes before advanced retinopathy. *International Health Sciences Review*, 2(2), 113 – 122. <https://doi.org/10.70164/ihsr.v2i2.134>
13. New SH, Leow SN, Vasudevan SK, Idris IB, Tang SF, et al. (2021) Relationship between anthropometric and biochemical changes of metabolic syndrome with retinal nerve fiber layer and macular thickness. *PLOS ONE* 16(2): e0246830. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0246830>
14. Orduna-Hospital E, Perdices L, Sanchez-Cano A, Acha J, Cuenca N, Pinilla I. Choroidal changes of long-term type 1 diabetic patients without retinopathy. *Diagnostics*. 2020;10(4). <https://doi.org/10.3390/diagnostics10040235>.
15. Shaikh, R., Mushtaq, A., Qureshi, A., Ahmed, J., Hussain, J., & Haq, A. (2023). Assessment of Early Microvascular Changes in the Eye and Ear in Patients with Metabolic Syndrome: A Cross-Sectional Study. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*. <https://doi.org/10.53350/pjmhs020231711372>.
16. Toptan, M., & Elkan, H. (2024). Investigating the Impact of Bariatric Surgery on Macular and Peripapillary Vessel Density in Obese Individuals Without Metabolic Disease.. *Ophthalmic research*. <https://doi.org/10.1159/000539103>.
17. Uğurlu N, Taşlıpınar AG, Yülek F, Özdemir D, Ersoy R, Çakır B. Evaluation of retinal microvascular structures in type 1 diabetic patients without diabetic retinopathy. *Ankara Med Journal Published Online* Dec. 2018;26. <https://doi.org/10.17098/amj.501136>.
18. Vivanco-Rojas, Ó., Ramírez-Hernández, E., Zenteno, E., Buentello-Volante, B., Magaña-Guerrero, F., Domínguez-López, A., Emmanuel, S., Salgado, J., Pereyra-Morales, M., & Y, G. (2025). Characterization of corneal and retinal changes in a metabolic syndrome model in young and adult mice.. *Experimental eye research*, 110496 . <https://doi.org/10.1016/j.exer.2025.110496>.
19. Yao, Y., Wang, Q., Yang, J., Yan, Y., & Wei, W. (2024). Associations of retinal microvascular alterations with diabetes mellitus: an OCTA-based cross-sectional study. *BMC Ophthalmology*, 24. <https://doi.org/10.1186/s12886-024-03492-9>.
20. Yuan, Y., Dong, M., Wen, S., Yuan, X., & Zhou, L. (2024). Retinal microcirculation: A window into systemic circulation and metabolic disease.. *Experimental eye research*, 109885 . <https://doi.org/10.1016/j.exer.2024.109885>.

### Minnatdorchilik

Muallif maqolani tayyorlash jarayonida ilmiy-uslubiy yordam ko'rsatgan Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti Oftalmologiya kafedrası jamoasiga o'z minnatdorchiligini bildiradi.

### Manfaatlar to'qnashuvi

Muallif manfaatlar to'qnashuvi mavjud emasligini bildiradilar.

### Moliyalashtirish

Tadqiqot maxsus grant asosida moliyalashtirilmagan.

### Muallif hissasi

Muallif maqolaning konsepsiyasi, adabiyotlar tahlili, maqolani yozish va tahrirlash ishlarini mustaqil bajardi.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕФРАКЦИОННЫХ И КЛИНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ ДВУХЛИНЗОВОЙ И ОДНОЛИНЗОВОЙ ИМПЛАНТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ВЫСОКОЙ МИОПИЕЙ

Абдурахимова Ф.К.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>

1. Свободный соискатель, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, офтальмохирург, глазная клиника «Саиф-Оптика», f.abdurakhimova@list.ru, +998(90)1127776, <https://orcid.org/0000-0001-9647-2114>
2. Доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

**Аннотация. Актуальность.** Миопия высокой степени может сопровождаться увеличением осевой длины глаза, что затрудняет точный расчёт интраокулярной линзы. Сравнение результатов двухлинзовой и однолинзовой имплантации представляет практический интерес для выбора оптимальной хирургической тактики. **Цель исследования.** Провести сравнительный анализ рефракционной точности двухлинзовой и однолинзовой имплантации интраокулярных линз (ИОЛ) при миопии высокой степени. **Материалы и методы.** Проспективное сравнительное нерандомизированное клиническое исследование, проведённое с января 2018 по декабрь 2025 года, включило 97 пациентов (100 глаз) с миопией высокой степени и осевой длиной  $\geq 28,00$  мм. Пациенты распределены на две группы: группа 1 (paired IOL, n=48) — имплантация двух монофокальных ИОЛ в капсульный мешок с целевой рефракцией  $-1,00$  до  $-1,50$  D; группа 2 (single IOL, n=52) — имплантация одной монофокальной ИОЛ с целевой рефракцией  $-0,25$  до  $-0,50$  D. Биометрия выполнялась на IOLMaster 700, расчёт оптической силы — по формулам Barrett Universal II и Kane. **Результаты.** Группы были сопоставимы по предоперационным параметрам: возраст ( $33,47 \pm 7,49$  vs  $34,82 \pm 6,94$  лет,  $p=0,36$ ), сферический эквивалент ( $-16,22 \pm 5,56$  vs  $-15,84 \pm 5,12$  D,  $p=0,72$ ), осевая длина ( $29,17 \pm 2,24$  vs  $28,92 \pm 2,08$  мм,  $p=0,58$ ). Через 5 лет средний остаточный сферический эквивалент составил  $-1,34 \pm 1,20$  D (paired IOL) и  $-0,48 \pm 0,86$  D (single IOL). Средняя абсолютная ошибка предсказания рефракции составила 0,68 D в группе paired IOL и 0,42 D в группе single IOL ( $p=0,004$ ). Рефракционная предсказуемость в пределах  $\pm 1,00$  D достигнута у 76,3% (paired IOL) и 94,2% (single IOL) глаз ( $p=0,01$ ). Группа single IOL продемонстрировала статистически значимое преимущество в точности и воспроизводимости результатов. **Заключение.** Двухлинзовая имплантация может рассматриваться как эффективная альтернатива однолинзовой имплантации у пациентов с высокой миопией в случаях, когда расчётная оптическая сила одной ИОЛ выходит за пределы стандартного диапазона доступных моделей или требует применения линз с экстремально низкой либо отрицательной оптической силой, несмотря на статистически меньшую рефракционную предсказуемость по сравнению с однолинзовой имплантацией.

**Ключевые слова:** миопия высокой степени, двухлинзовая имплантация, paired IOL, рефракционная предсказуемость, осевая длина глаза, фактоэмульсификация.

### Для цитирования:

Абдурахимова Ф.К., Юсупов А.Ф. Сравнительный анализ рефракционных и клинических результатов двухлинзовой и однолинзовой имплантации у пациентов с высокой миопией. Передовая офтальмология. 2026;17(2):28-31.

## YUQORI MIOPIYALI BEMORLARDA IKKI VA BIR LINZALI IMPLANTATSIYANING REFRAKSION VA KLINIK NATIJALARINI QIYOSIY TAHLIL QILISH

Abdurahimova F.K.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>

1. Erkin izlanuvchi, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi; oftalmoxirurg, «Saif-Optima» ko'z klinikasi, f.abdurakhimova@list.ru, +998(90)1127776, <https://orcid.org/0000-0001-9647-2114>
2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktori, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Yuqori darajali miopiya ko'zning o'q uzunligining ortishi bilan kechishi mumkin, bu esa intraokulyar linzaning optik kuchini aniq hisoblashni murakkablashtiradi. Ikki va bir linzali implantatsiya natijalarini qiyosiy baholash optimal jarrohlik taktikasini tanlash uchun amaliy ahamiyatga ega. **Tadqiqot maqsadi.** Yuqori darajali miopiyada ikki linzali va bir linzali intraokulyar linzalar (IOL) implantatsiyasining refraksion aniqligini qiyosiy tahlil qilish. **Materiallar va usullar.** 2018-yil yanvaridan 2025-yil dekabr gacha o'tkazilgan prospektiv qiyosiy randomizatsiyalanmagan klinik tadqiqotga yuqori darajali miopiya va o'q uzunligi  $\geq 28,00$  mm bo'lgan 97 nafar bemor (100 ta ko'z) kiritilgan. Bemorlar ikki guruhga bo'lingan: 1-guruh (juft IOL, n=48) - maqsadli refraksiyasi  $-1,00$  dan  $-1,50$  D gacha bo'lgan ikkita monofokal IOLni kapsula xaltasiga implantatsiya qilish; 2-guruh (yakka IOL, n=52) - maqsadli refraksiyasi  $-0,25$  dan  $-0,50$  D gacha bo'lgan bitta

monofokal IOLni implantatsiya qilish. **Natijalar.** Guruhlar operatsiyadan oldingi ko'rsatkichlar bo'yicha taqqoslandi: yosh ( $33,47 \pm 7,49$  vs  $34,82 \pm 6,94$  yosh,  $p=0,36$ ), sferik ekvivalent ( $-16,22 \pm 5,56$  vs  $-15,84 \pm 5,12$  D,  $p=0,72$ ), o'q uzunligi ( $29,17 \pm 2,24$  vs  $28,92 \pm 2,08$  mm,  $p=0,58$ ). 5 yildan so'ng o'rtacha qoldiq sferik ekvivalent  $-1,34 \pm 1,20$  D (juft IOL) va  $-0,48 \pm 0,86$  D (yakka IOL) ni tashkil etdi. Refraksiyani bashorat qilishning o'rtacha mutlaq xatosi paired IOL guruhida  $0,68$  D va single IOL guruhida  $0,42$  D ni tashkil etdi ( $p=0,004$ ).  $76,3\%$  (paired IOL) va  $94,2\%$  (single IOL) ko'zlarda  $\pm 1,00$  D oralig'idagi refraksiya bashoratga erishildi ( $p=0,01$ ). Single IOL guruhi natijalarning aniqligi va takrorlanuvchanligi bo'yicha statistik jihatdan sezilarli ustunlikni namoyish etdi. **Xulosalar.** Ikki linzali implantatsiya yuqori darajadagi miopiya bo'lgan bemorlarda, bitta IOLning hisoblangan optik kuchi mavjud modellarning standart diapazonidan tashqariga chiqqan yoki bir linzali implantatsiyaga nisbatan refraksiyaning statistik jihatdan pastroq bashoratlanishiga qaramay, o'ta past yoki manfiy optik kuchga ega linzalardan foydalanishni talab qilgan hollarda, bir linzali implantatsiyaga samarali muqobil sifatida ko'rib chiqilishi mumkin.

**Kalit so'zlar:** yuqori darajali miopiya, ikki linzali implantatsiya, juft IOL, refraksiya bashorat qilish, ko'zning o'q uzunligi, fakoemulsifikatsiya.

#### Iqtibos uchun:

Abdurakhimova F.K., Yusupov A.F. Yuqori miopiyali bemorlarda ikki va bir linzali implantatsiyaning refraksiya va klinik natijalarini qiyosiy tahlil qilish. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):28-31.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF REFRACTIVE AND CLINICAL OUTCOMES OF PAIRED VERSUS SINGLE INTRAOCULAR LENS IMPLANTATION IN PATIENTS WITH HIGH MYOPIA

Abdurakhimova F.K.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>

1. Independent Researcher, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, Ophthalmic Surgeon, «Saif-Optima» Eye Clinic, f.abdurakhimova@list.ru, +998(90)1127776, <https://orcid.org/0000-0001-9647-2114>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

**Abstract. Relevance.** High myopia may be associated with increased axial eye length, making accurate intraocular lens power calculation challenging. A comparison of the outcomes of paired and single intraocular lens implantation is of practical importance for selecting the optimal surgical strategy. **Purpose of the study.** To perform a comparative analysis of refractive accuracy between paired and single intraocular lens (IOL) implantation in patients with high myopia. **Materials and methods.** A prospective comparative non-randomized clinical study was conducted from January 2018 to December 2025, including 97 patients (100 eyes) with high myopia and axial length  $\geq 28.00$  mm. Patients were divided into two groups: Group 1 (paired IOL,  $n=48$ ) underwent implantation of two monofocal IOLs into the capsular bag with a target refraction of  $-1.00$  to  $-1.50$  D; Group 2 (single IOL,  $n=52$ ) underwent implantation of a single monofocal IOL with a target refraction of  $-0.25$  to  $-0.50$  D. Biometry was performed using the IOLMaster 700, and IOL power calculation was based on the Barrett Universal II and Kane formulas. **Results.** Groups were comparable in preoperative parameters: age ( $33.47 \pm 7.49$  vs  $34.82 \pm 6.94$  years,  $p=0.36$ ), spherical equivalent ( $-16.22 \pm 5.56$  vs  $-15.84 \pm 5.12$  D,  $p=0.72$ ), and axial length ( $29.17 \pm 2.24$  vs  $28.92 \pm 2.08$  mm,  $p=0.58$ ). At 5 years postoperatively, the mean residual spherical equivalent was  $-1.34 \pm 1.20$  D in the paired IOL group and  $-0.48 \pm 0.86$  D in the single IOL group. The mean absolute prediction error was  $0.68$  D in the paired IOL group and  $0.42$  D in the single IOL group ( $p=0.004$ ). Refractive predictability within  $\pm 1.00$  D was achieved in  $76.3\%$  (paired IOL) and  $94.2\%$  (single IOL) of eyes ( $p=0.01$ ). The single IOL group demonstrated a statistically significant advantage in accuracy and reproducibility of outcomes. **Conclusions.** Paired IOL implantation may be considered an effective alternative to single IOL implantation in patients with high myopia when the calculated power of a single IOL falls outside the standard range of available models or requires lenses with extremely low or negative optical power, despite a statistically lower refractive predictability compared to single IOL implantation.

**Keywords:** high myopia, paired intraocular lens implantation, refractive predictability, axial length, phacoemulsification.

#### For citation:

Abdurakhimova F.K., Yusupov A.F. Comparative analysis of refractive and clinical outcomes of paired versus single intraocular lens implantation in patients with high myopia. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):28-31.

**Актуальность.** Миопия высокой степени является одной из ведущих причин обратимого снижения зрения в мире. Прогнозируется увеличение её распространённости до 52% населения к 2050 году [1, 2]. Фактоэмульсификация прозрачного хрусталика с имплантацией интраокулярной линзы (ИОЛ) представляет собой эффективный метод коррекции, однако при длинной осевой длине биометрические формулы демонстрируют

сниженную точность с повышенным риском послеоперационных рефракционных ошибок, особенно гиперметропических сдвигов [3].

Особую сложность представляют пациенты с осевой длиной  $>28$  мм, у которых стандартные формулы расчёта ИОЛ показывают значительные отклонения от целевой рефракции [4]. Даже новейшие формулы, включая Barrett Universal II, Kane и EVO 2.0, при высокой миопии

Таблица 1. Предоперационные и расчётные характеристики пациентов

| Параметр               | Paired IOL (n=48)     | Single IOL (n=52) | p-знач. |
|------------------------|-----------------------|-------------------|---------|
| Возраст, лет           | 33,47 ± 7,49          | 34,82 ± 6,94      | 0,36    |
| Сферический экв., D    | -16,22 ± 5,56         | -15,84 ± 5,12     | 0,72    |
| Осевая длина, мм       | 29,17 ± 2,24          | 28,92 ± 2,08      | 0,58    |
| Оптическая сила ИОЛ, D | 6,70±0,89 ± 4,63/2,02 | 3,24 ± 3,86       | —       |
| Целевая рефракция, D   | -1,09 ± 1,08          | -0,25 ± 0,42      | <0,001  |

достигают точности в пределах  $\pm 0,50$  D лишь у 74–82% пациентов [5]. Средняя абсолютная ошибка предсказания для Barrett Universal II составляет 0,342 D, для Kane – 0,318 D, для EVO 2.0 – 0,314 D [6].

Техника двухлинзовой имплантации (paired IOL) позволяет распределить требуемую оптическую силу между двумя линзами стандартного диапазона мощности, потенциально обеспечивая лучшие оптические характеристики при избегании использования ИОЛ с отрицательной или экстремально низкой оптической силой [7]. Однако прямые сравнительные данные о рефракционной предсказуемости данной методики при первичной коррекции высокой миопии в доступной литературе крайне ограничены.

**Цель исследования.** Сравнительный анализ рефракционной точности двухлинзовой и однолинзовой имплантации ИОЛ при миопии высокой степени.

**Материалы и методы исследования.** Проспективное сравнительное нерандомизированное клиническое исследование проводилось с января 2018 года по декабрь 2025 года. Исследование одобрено локальным этическим комитетом; все пациенты подписали информированное согласие в соответствии с принципами Хельсинкской декларации.

В исследование включены 97 пациентов (100 глаз) с миопией высокой степени (осевая длина  $\geq 28,00$  мм), распределённые на две группы:

- Группа 1 (paired IOL, n=48): имплантация двух монофокальных ИОЛ в капсульный мешок, целевая рефракция -1,00 до -1,50 D;
- Группа 2 (single IOL, n=52): имплантация одной монофокальной ИОЛ, целевая рефракция -0,25 до -0,50 D.

Биометрия и расчёт ИОЛ. Биометрия выполнялась на IOLMaster 700 (Carl Zeiss Meditec, Германия). Расчёт оптической силы проводился по формулам Barrett Universal II и Kane. Для двухлинзовой имплантации применялись специализированные калькуляторы с распределением мощности: первая линза +6,00 до +14,00 D, вторая линза -5,00 до +6,00 D. Средняя оптическая сила первой линзы в группе paired IOL составила  $6,70 \pm 4,63$  D (диапазон -5,00 до +14,50 D), второй линзы

- 0,89 ± 2,02 D (диапазон -5,00 до +6,00 D); в группе single IOL средняя оптическая сила составила  $3,24 \pm 3,86$  D (диапазон -4,50 до +12,00 D).

Статистический анализ. Статистическая обработка выполнена в SPSS 26.0 (IBM) и GraphPad Prism 9.0. Нормальность распределения оценивалась тестами Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова. Сравнение непрерывных переменных – t-тест Стьюдента или U-тест Манна–Уитни; категориальных –  $\chi^2$ -тест или точный тест Фишера. Уровень значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Группы были сопоставимы по основным предоперационным параметрам. Средний возраст составил  $33,47 \pm 7,49$  лет (paired IOL) и  $34,82 \pm 6,94$  лет (single IOL),  $p = 0,36$ . Предоперационный сферический эквивалент (SE):  $-16,22 \pm 5,56$  D vs  $-15,84 \pm 5,12$  D,  $p = 0,72$ . Средняя осевая длина:  $29,17 \pm 2,24$  мм vs  $28,92 \pm 2,08$  мм,  $p = 0,58$  (Таблица 1).

**Обсуждения.** Полученные данные демонстрируют приемлемую рефракционную точность обеих методик, при этом группа single IOL показала статистически значимое преимущество в предсказуемости. Средняя абсолютная ошибка в группе paired IOL была выше по сравнению с опубликованными результатами применения современных формул расчёта ИОЛ при однолинзовой имплантации: Barrett Universal II – 0,342 D, Kane – 0,318 D, EVO 2.0 – 0,314 D [8]. Это объясняется дополнительной вариабельностью расчёта при двухэтапном распределении оптической силы между двумя линзами. Рефракционная предсказуемость в пределах  $\pm 1,00$  D (94,2% в группе single IOL и 76,3% в группе paired IOL) согласуется с данными Gimbel и соавторов [9], сообщавших о предсказуемости 83–92% при piggyback-имплантации. Важно учитывать, что при экстремальной осевой длине  $> 32,0$  мм формулы Kane и Hill-RBF демонстрируют среднюю абсолютную ошибку 0,44–0,52 D [8, 9], что сопоставимо с нашими результатами при средней осевой длине 29,17 мм в группе paired IOL. Группа single IOL демонстрировала меньший гиперметропический сдвиг и более высокую воспроизводимость результатов. Тем не менее группа paired IOL обеспечивала приемлемую рефракционную точность с учётом большего диапазона осевой длины и более высокой доли экстремальных значений. Следует подчеркнуть, что запланированная миопическая

Таблица 2. Рефракционные результаты через 5 лет после операции

| Параметр                 | Paired IOL (n=48) | Single IOL (n=52) | p-значение |
|--------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| Остаточный SE, D         | -1,34 ± 1,20      | -0,48 ± 0,86      | 0,001      |
| Средн. абс. ошибка, D    | 0,68              | 0,42              | 0,004      |
| В пределах ±0,50 D, %    | 52,6%             | 73,1%             | 0,04       |
| В пределах ±1,00 D, %    | 76,3%             | 94,2%             | 0,01       |
| Отклонение от целевой, D | -0,25 ± 0,62      | -0,23 ± 0,48      | 0,86       |

целевая рефракция около -1,00 D в группе paired IOL обеспечивала удовлетворительную НКОЗ на промежуточных дистанциях, что соответствовало ожиданиям молодых пациентов [10].

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что двухлинзовая имплантация может рассматриваться как эффективная

альтернатива однолинзовой имплантации у пациентов с высокой миопией в случаях, когда расчётная оптическая сила одной ИОЛ находится вне стандартного диапазона доступных моделей или требует применения линз с экстремально низкой либо отрицательной оптической силой.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Castro, C., Ribeiro, B., Couto, I. M C., Abreu, A. C., Monteiro, S., & Pinto, M. D. C. (2024). Long-Term Refractive Outcomes and Visual Quality of Multifocal Intraocular Lenses Implantation in High Myopic Patients: A Multimodal Evaluation. *Clinical ophthalmology* (Auckland, N.Z.), 18, 365–375. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S447827>
2. Zhao, Y., Yang, F., Jiang, Y., Tong, W., Fang, J., & Zhao, Y. E. (2025). Visual Outcomes and IOL Stability After Panoptix Trifocal Intraocular Lens Implantation in Eyes With High Myopia. *Journal of refractive surgery* (Thorofare, N.J. : 1995), 41(1), e56–e64. <https://doi.org/10.3928/1081597X-20241126-03>
3. Wang, X., Liu, S., Chen, Y., Gong, J., Wu, N., & Yao, Y. (2024). Extended depth of focus IOL in eyes with different axial myopia and targeted refraction. *BMC ophthalmology*, 24(1), 183. <https://doi.org/10.1186/s12886-024-03442-5>
4. Lin, L., Xu, M., Mo, E., Huang, S., Qi, X., Gu, S., Sun, W., Su, Q., Li, J., & Zhao, Y. E. (2021). Accuracy of Newer Generation IOL Power Calculation Formulas in Eyes With High Axial Myopia. *Journal of refractive surgery* (Thorofare, N.J. : 1995), 37(11), 754–758. <https://doi.org/10.3928/1081597X-20210712-08>
5. Kane, J. X., Van Heerden, A., Atik, A., & Petsoglou, C. (2016). Intraocular lens power formula accuracy: Comparison of 7 formulas. *Journal of cataract and refractive surgery*, 42(10), 1490–1500. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.07.021>
6. Melles, R. B., Kane, J. X., Olsen, T., & Chang, W. J. (2019). Update on Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*, 126(9), 1334–1335. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.04.011>
7. Ruiz-Alcocer, J., Pérez-Vives, C., Madrid-Costa, D., López-Gil, N., & Montés-Micó, R. (2012). Effect of simulated IOL tilt and decentration on spherical aberration after hyperopic LASIK for different intraocular lenses. *Journal of refractive surgery* (Thorofare, N.J. : 1995), 28(5), 327–334. <https://doi.org/10.3928/1081597X-20120229-02>
8. Jiang, X., Wang, J., Jiang, Q., Zhou, X., Xia, F., & Gao, M. (2025). Comparative evaluation of traditional and AI-based intraocular lens power calculation formulas in highly myopic eyes. *BMC ophthalmology*, 25(1), 507. <https://doi.org/10.1186/s12886-025-04365-5>
9. Suzuki, Y., Kamo, K., Uramoto, K., & Ohno-Matsui, K. (2025). Artificial intelligence driven intraocular lens power calculation in extreme axial myopia. *Scientific reports*, 15(1), 36921. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-20899-6>
10. Abulafia, A., Barrett, G. D., Rotenberg, M., Kleinmann, G., Levy, A., Reitblat, O., Koch, D. D., Wang, L., & Assia, E. I. (2015). Intraocular lens power calculation for eyes with an axial length greater than 26.0 mm: comparison of formulas and methods. *Journal of cataract and refractive surgery*, 41(3), 548–556. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2014.06.033>

## СОГЛАСИЕ ПАЦИЕНТА

Все пациенты были проинформированы о целях и задачах исследования и подписали добровольное информированное согласие на проведение обследования, хирургического лечения и использование обезличенных данных в научных целях.

## КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследование выполнено без привлечения внешнего финансирования.

## ВКЛАД АВТОРОВ

Юсупов А.Ф. - концепция и дизайн исследования, хирургическое лечение пациентов, научное руководство, критический анализ и редактирование рукописи.

Абдурахимова Ф.К. - сбор и обработка клинического материала, анализ литературных данных, статистическая обработка результатов, подготовка и оформление рукописи.

## КЕРАТОРЕФРАКЦИОН ЖАРРОҲЛИКДАН КЕЙИНГИ НЕЙРОПАТИК КЎЗ ОҒРИҒИНИНГ КЛИНИК ВА МОРФОЛОГИК ХУСУСИЯТЛАРИ

Азимова Г.А.<sup>1</sup>, Закирходжаев Р.А.<sup>2</sup>

1. Мустакил изланувчи, Республика ихтисослаштирилган куз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази, [gulchexraazimova190@gmail.com](mailto:gulchexraazimova190@gmail.com), +998(90)9996657, <https://orcid.org/0009-0001-5026-8158>

2. Тиббиёт фанлари доктори, офтальмология кафедраси доценти, Тошкент давлат тиббиёт университети, [oftalmtiuv@mail.ru](mailto:oftalmtiuv@mail.ru), +998(90)9879909, <https://orcid.org/0000-0003-4043-886X>

**Аннотация. Долзарблиги.** Кераторефракцион жарроҳликдан кейинги даврда сурункали кўз оғриғи ва ноқулайлик ҳисси тез-тез учрайдиган асоратлардан бўлиб, улар кўпинча қуруқ кўз синдроми ниқоби остида кечади. Бироқ, баъзи ҳолатларда бу оғриқларнинг негизида шох парда нерв толаларининг шикастланиши ва нейропатик компонент ётади. Ушбу ҳолатларнинг клиник-морфологик хусусиятларини чуқур ўрганиш ташхислаш ва мақсадли даволаш тактикасини ишлаб чиқишда муҳим аҳамиятга эга. **Тадқиқот мақсади.** LASIK операциясидан кейинги қуруқ кўз синдроми ва нейропатик кўз оғриғининг клиник ҳамда морфологик хусусиятларини қиёсий баҳолаш ва тизимлаштириш. **Материал ва усуллар.** Тадқиқотга LASIK операциясини бошидан ўтказган 60 нафар бемор (120 та кўз) киритилиб, улар намоён бўлаётган клиник белгиларига кўра тўртта гуруҳга ажратилди. Барча беморларда стандарт қуруқ кўз кўрсаткичлари, оғриқ белгиларининг хусусиятлари ва интенсивлиги ҳамда шох парданинг ҳолатини юқори аниқликда баҳолаш учун *in vivo* конфокал микроскопия текшируви натижалари ўрганилди. **Натижалар.** Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, нейропатик оғриқ кузатилган гуруҳларда шох парданинг субэпителиал нерв чигалри ва толаларида яққол морфологик бузилишлар, дегенерация жараёнлари ҳамда микроневромалар сонининг сезиларли даражада кўпайиши аниқланди. Энг чуқур ва салбий клиник-морфологик ўзгаришлар қуруқ кўз синдроми нейропатик кўз оғриғи билан биргаликда, комбинлашган ҳолда кечган беморлар гуруҳида кузатилди. **Хулосалар.** Кераторефракцион жарроҳликдан кейинги нейропатик кўз оғриғи шох парда толаларининг микроструктур даражадаги нейродегенератив ўзгаришлари ва микроневромалар шаклланиши билан бевосита боғлиқ. Операциядан кейинги сурункали оғриқ синдромини тўғри баҳолаш ва самарали бошқариш учун нафақат кўз ёши суюқлиги кўрсаткичларини, балки *in vivo* конфокал микроскопия ёрдамида шох парда нервларининг морфологик ҳолатини ҳам комплекс равишда ўрганиш лозим.

**Калит сўзлар:** LASIK, қуруқ кўз синдроми, нейропатик кўз оғриғи, конфокал микроскопия, микроневрома.

### Иқтибос учун:

Азимова Г.А., Закирходжаев Р.А. Кераторефракцион жарроҳликдан кейинги нейропатик кўз оғриғининг клиник ва морфологик хусусиятлари. Илғор офтальмология. 2026;17(2):32-37.

## КЛИНИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОПАТИЧЕСКОЙ ГЛАЗНОЙ БОЛИ ПОСЛЕ КЕРАТОРЕФРАКЦИОННОЙ ХИРУРГИИ

Азимова Г.А.<sup>1</sup>, Закирходжаев Р.А.<sup>2</sup>

1. Свободный соискатель, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, [gulchexraazimova190@gmail.com](mailto:gulchexraazimova190@gmail.com), +998(90)9996657, <https://orcid.org/0009-0001-5026-8158>

2. Доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, [oftalmtiuv@mail.ru](mailto:oftalmtiuv@mail.ru), +998(90)9879909, <https://orcid.org/0000-0003-4043-886X>

**Аннотация. Актуальность.** В послеоперационном периоде кераторефракционной хирургии хроническая глазная боль и чувство дискомфорта являются частыми осложнениями, которые зачастую маскируются под синдром сухого глаза. Однако в основе этой боли в ряде случаев лежит повреждение нервных волокон роговицы и нейропатический компонент. Глубокое изучение клинико-морфологических особенностей данных состояний имеет важное значение для диагностики и разработки тактики целевой терапии. **Цель исследования.** Сравнительная оценка и систематизация клинических и морфологических особенностей синдрома сухого глаза и нейропатической глазной боли после операции LASIK. **Материалы и методы.** В исследование были включены 60 пациентов (120 глаз), перенесших операцию LASIK, которые в зависимости от проявляющихся клинических признаков были разделены

на четыре группы. У всех пациентов оценивались стандартные показатели сухого глаза, характер и интенсивность болевых симптомов, а также результаты in vivo конфокальной микроскопии для высокоточной оценки состояния роговицы. **Результаты.** Проведенные исследования показали, что в группах с нейропатической болью выявлялись выраженные морфологические нарушения в субэпителиальных нервных сплетениях и волокнах роговицы, дегенеративные процессы, а также значительное увеличение количества микроневром. Наиболее глубокие и неблагоприятные клиничко-морфологические изменения наблюдались в группе пациентов, у которых синдром сухого глаза протекал сочетанно с нейропатической глазной болью. **Заключение.** Нейропатическая глазная боль после кераторефракционной хирургии напрямую связана с нейродегенеративными изменениями на микроструктурном уровне и формированием микроневром в волокнах роговицы. Для точной оценки и эффективного купирования послеоперационного хронического болевого синдрома необходимо комплексное изучение не только показателей слезной жидкости, но и морфологического состояния нервов роговицы с помощью in vivo конфокальной микроскопии.

**Ключевые слова:** LASIK, синдром сухого глаза, нейропатическая глазная боль, конфокальная микроскопия, микроневрома.

#### Для цитирования:

Азимова Г.А., Закирходжаев Р.А. Клинические и морфологические особенности нейропатической глазной боли после кераторефракционной хирургии. Передовая офтальмология. 2026;17(2):32-37.

## CLINICAL AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF NEUROPATHIC OCULAR PAIN AFTER KERATOREFRACTIVE SURGERY

Azimova G.A.<sup>1</sup>, Zakirxodjayev R.A.<sup>2</sup>

1. Independent researcher, Republican specialized scientific and practical medical center of eye microsurgery, gulchexraazimova190@gmail.com, +998(90)9996657, <https://orcid.org/0009-0001-5026-8158>

2. DSc, associate professor of the department of ophthalmology, Tashkent state medical university, oftalmtiuv@mail.ru, +998(90)9879909, <https://orcid.org/0000-0003-4043-886X>

**Abstract. Relevance.** In the postoperative period of keratorefractive surgery, chronic ocular pain and discomfort are frequent complications that often masquerade as dry eye syndrome. However, in a number of cases, this pain is rooted in corneal nerve fiber damage and a neuropathic component. A deep study of the clinical and morphological features of these conditions is of great importance for diagnosis and the development of targeted therapy strategies. **Purpose of the study.** Comparative evaluation and systematization of the clinical and morphological features of dry eye syndrome and neuropathic ocular pain after LASIK surgery. Materials and methods. The study included 60 patients (120 eyes) who underwent LASIK surgery, who were divided into four groups depending on their manifesting clinical signs. Standard dry eye indicators, the characteristics and intensity of pain symptoms, and the results of in vivo confocal microscopy were evaluated in all patients for high-precision assessment of the corneal state. **Results.** The conducted studies showed that in the groups with neuropathic pain, pronounced morphological disorders in the subepithelial nerve plexuses and corneal fibers, degenerative processes, as well as a significant increase in the number of microneuromas were detected. The most profound and adverse clinical and morphological changes were observed in the group of patients in whom dry eye syndrome occurred concurrently with neuropathic ocular pain. **Conclusions.** Neuropathic ocular pain after keratorefractive surgery is directly linked to neurodegenerative changes at the microstructural level and the formation of microneuromas in corneal fibers. For an accurate assessment and effective management of postoperative chronic pain syndrome, a comprehensive study of not only tear fluid indicators but also the morphological state of corneal nerves using in vivo confocal microscopy is essential.

**Keywords:** LASIK, dry eye syndrome, neuropathic ocular pain, confocal microscopy, microneuroma.

#### For citation:

Azimova G.A., Zakirxodjayev R.A. Clinical and morphological features of neuropathic ocular pain after keratorefractive surgery. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):32-37.

**Долзарблиги.** Сўнги йилларда кераторефраксион жарроҳлик, хусусан LASIK амалиёти, миопия ва астигматизмни коррекция қилишда энг кўп қўлланилаётган самарали усуллардан бири бўлиб қолмоқда. Операциянинг рефраксион натижалари юқори бўлишига қарамай, айрим беморларда жарроҳликдан кейин узоқ давом этувчи қуруқлик, ачишиш, ёруғликка сезувчанлик, шамолда оғриқ кучайиши ва доимий

дискомфорт каби шикоятлар сақланиб қолади [1]. Амалиётда бундай ҳолатлар кўпинча қуруқ кўз синдроми сифатида баҳоланади. Бироқ шох парда инсон организмидаги энг зич иннервацияланган тўқималардан бири ҳисобланади. LASIK вақтида флап шакллантирилиши ва стромал абляция суббазал нерв плексусининг узилиши ёки камайишига олиб келади. Кўпчилик беморларда бу жараён вақт ўтиши билан тикланади,

аммо айрим ҳолатларда нерв регенерацияси тартибсиз кечади [2]. Натижада нерв толаларининг зичлиги ва узунлиги камаюди, шохланиш архитектураси бузилади, эгрилиги, беадинг, нерв фрагментацияси, спрутинг ва микроневромалар пайдо бўлиши мумкин [4]. Айнан шу морфологик ўзгаришлар доимий оғриқ, ачишиш, фотоаллодиния ва шамолга сезувчанлик каби нейропатик белгилар билан боғланади [3].

Муаммонинг мураккаб томони шундаки, нейропатик кўз оғриғи ҳар доим ҳам қуруқ кўз синдромининг классик обектив белгиларига мос келмайди. Бемор кучли оғриқдан шикоят қилиши мумкин, лекин TBUT, Schirmer тести ёки шох парда бўялиши нисбатан енгил ўзгаради ёки деярли нормал бўлади. Бундай “белгиларсиз оғриқ” ҳолати клиник амалиётда диагностик хатоларга олиб келади. Натижада беморга фақат сунъий кўз ёшлари ёки яллиғланишга қарши маҳаллий даволаш буюрилади, лекин оғриқнинг нейропатик механизми этибордан четда қолади [5].

In vivo конфокал микроскопия ушбу муаммони ўрганишда алоҳида аҳамият касб этади. Бу усул шох парда суббазал нерв плексусини тирик тўқимада, инвазив аралашувсиз ва юқори аниқликда баҳолаш имконини беради. Натижада беморларни гуруҳлаш, хавф омилларини аниқлаш ва индивидуал даволаш-реабилитация тактикасини ишлаб чиқиш учун мустақкам илмий асос яратилади.

**Тадқиқот мақсади.** LASIK операциясидан кейин ривожланган қуруқ кўз синдроми ва нейропатик кўз оғриғи бўлган беморларда ушбу ҳолатларнинг диагностик фарқловчи мезонларини аниқлаш.

**Материал ва усуллар.** Тадқиқот 2025-йил сентябр ойидан бошлаб хусусий кўп тармоқли “Зиёбахш” клиникаси ҳамда Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази базасида олиб борилмоқда. Шох парданинг in vivo конфокал микроскопик текшируви Saif-Optima клиникасида амалга оширилмоқда. Ушбу мақолада 2025-йил сентябр ойидан 2026-йил апрел ойигача кузатилган беморлар бўйича дастлабки клиник ва морфологик натижалар таҳлил қилинди.

Тадқиқотга илгари LASIK кераторефракцион жарроҳлик амалиётини ўтказган 60 нафар бемор, яъни 120 кўз киритилди. Беморлар ёши 20–40 ёш оралиғида бўлиб, ўртача ёш  $26,8 \pm 6,3$  йилни ташкил этди. Иштирокчилар LASIKдан кейинги қуруқ кўз синдроми белгилари, кўз оғриғи шикоятлари ва нейропатик оғриқ мезонларига мувофиқлигига кўра тўртта клиник гуруҳга ажратилди. Назорат гуруҳига LASIKдан кейин қуруқ кўз синдроми ва нейропатик оғриқ белгилари аниқланмаган 16 нафар бемор, яъни 32 кўз киритилди. I асосий гуруҳни LASIKдан кейин оғриқ синдромисиз қуруқ кўз синдроми ривожланган 13 нафар бемор, яъни 26 кўз ташкил этди. II асосий гуруҳга қуруқ кўз синдромининг клиник белгилари бўлмаган, бироқ нейропатик кўз оғриғи белгилари мавжуд бўлган 12 нафар бемор, яъни 24 кўз киритилди. III асосий гуруҳни LASIKдан кейин сурункали қуруқ кўз синдроми фонида нейропатик оғриқ белгилари шаклланган 19 нафар бемор, яъни 38 кўз ташкил этди.

Барча беморларда стандарт офталмологик текширувлар ўтказилди. Шох парда нерв толаларининг морфологик ҳолатини баҳолаш учун in vivo конфокал микроскопия қўлланилди.

**1-жадвал. LASIKдан олдин ва кейин қуруқ кўз синдромига оид функционал кўрсаткичлар**

| Кўрсаткичлар                    | Текширув вақти    | Назорат гуруҳи  | I асосий гуруҳ     | II асосий гуруҳ            | III асосий гуруҳ             |
|---------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|----------------------------|------------------------------|
| OSDI, балл                      | Операциядан олдин | $8,4 \pm 3,1$   | $10,2 \pm 3,8$     | $9,1 \pm 3,5$              | $11,4 \pm 4,2$               |
|                                 | LASIKдан кейин    | $10,1 \pm 3,6$  | $38,7 \pm 8,9^*$   | $16,8 \pm 5,7^{*^{\circ}}$ | $51,6 \pm 10,4^{*^{\circ}}$  |
| TBUT, сония                     | Операциядан олдин | $12,8 \pm 2,1$  | $11,9 \pm 2,3$     | $12,4 \pm 2,0$             | $11,6 \pm 2,5$               |
|                                 | LASIKдан кейин    | $11,7 \pm 2,0$  | $5,8 \pm 1,6^*$    | $10,3 \pm 2,1^{\circ}$     | $4,6 \pm 1,4^{*^{\circ}}$    |
| Schirmer тести, мм/5 дақиқа     | Операциядан олдин | $17,6 \pm 3,8$  | $16,9 \pm 3,5$     | $17,3 \pm 3,6$             | $16,4 \pm 3,7$               |
|                                 | LASIKдан кейин    | $16,2 \pm 3,4$  | $8,9 \pm 2,7^*$    | $14,8 \pm 3,2^{\circ}$     | $7,4 \pm 2,5^{*^{\circ}}$    |
| Шох парда бўялиши, Oxford score | Операциядан олдин | $0,2 \pm 0,4$   | $0,3 \pm 0,5$      | $0,2 \pm 0,4$              | $0,4 \pm 0,5$                |
|                                 | LASIKдан кейин    | $0,4 \pm 0,5$   | $2,1 \pm 0,8^*$    | $0,6 \pm 0,6^{\circ}$      | $2,8 \pm 0,9^{*^{\circ}}$    |
| Кўз ёши осмолярлиги, mOsm/L     | Операциядан олдин | $296,8 \pm 7,5$ | $298,6 \pm 8,2$    | $297,4 \pm 7,9$            | $299,1 \pm 8,4$              |
|                                 | LASIKдан кейин    | $301,2 \pm 8,1$ | $317,6 \pm 11,3^*$ | $305,8 \pm 9,4^{\circ}$    | $326,4 \pm 12,6^{*^{\circ}}$ |

Изоҳ: \* - назорат гуруҳига нисбатан сатистик ишончли фарқланиш мавжуд  $p < 0,05$ ;  $^{\circ}$  - I асосий гуруҳга нисбатан сатистик ишончли фарқланиш мавжуд  $p < 0,05$ ;  $^{\circ}$  - II асосий гуруҳга нисбатан сатистик ишончли фарқланиш мавжуд  $p < 0,05$ ;

## 2-жадвал. LASIKдан олдин ва кейин нейропатик оғриқ ва конфокал микроскопия кўрсаткичлари

| Кўрсаткичлар                                                        | Текширув вақти    | Назорат гуруҳи | I асосий гуруҳ | II асосий гуруҳ | III асосий гуруҳ |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|-----------------|------------------|
| NRS/VAS бўйича оғриқ, балл                                          | Операциядан олдин | 0,6±0,5        | 0,8±0,6        | 0,9±0,7         | 1,1±0,8          |
|                                                                     | LASIKдан кейин    | 0,9±0,7        | 1,8±0,9*       | 6,7±1,2*°       | 7,4±1,3*°        |
| Шох парда нерв шохла-нишлари зичлиги (CNBD), шохлар/мм <sup>2</sup> | Операциядан олдин | 42,6±8,4       | 41,2±8,7       | 39,8±8,9        | 39,1±9,0         |
|                                                                     | LASIKдан кейин    | 34,5±7,6       | 29,8±7,2*      | 22,4±6,5*       | 20,6±6,1*°       |
| Нерв толалари эгрилиги (tortuosity), балл                           | Операциядан олдин | 1,1±0,4        | 1,2±0,5        | 1,3±0,5         | 1,3±0,6          |
|                                                                     | LASIKдан кейин    | 1,5±0,6        | 2,0±0,7        | 3,1±0,8*        | 3,4±0,9*         |
| Mikronevroma mavjudligi                                             | LASIKдан кейин    | 3/32, 9,4%     | 6/26, 23,1%*   | 20/24, 83,3%*°  | 34/38, 89,5%*°»  |
| Микроневромалар сони                                                | LASIKдан кейин    | 0,4±0,7        | 1,1±1,0*       | 4,8±2,1*°       | 5,6±2,4*°        |
| Микроневромалар умумий майдони, μm <sup>2</sup>                     | LASIKдан кейин    | 145,6±96,4     | 312,8±185,6*   | 1084,5±482,7*°  | 1326,8±536,2*°»  |
| Микроневромалар умумий периметри, μm                                | LASIKдан кейин    | 94,2±58,7      | 218,5±126,4*   | 586,7±254,8*°   | 694,3±281,5*°»   |
| Дентрит ҳужайралар зичлиги, ҳужайра/мм <sup>2</sup>                 | LASIKдан кейин    | 28,6±10,4      | 64,2±18,7*     | 42,5±15,3*°     | 79,8±22,6*°»     |

Изоҳ: \* - назорат гуруҳига нисбатан сатистик ишончли фарқланиш мавжуд  $p < 0,05$ ; ° - I асосий гуруҳга нисбатан сатистик ишончли фарқланиш мавжуд  $p < 0,05$ ; « - II асосий гуруҳга нисбатан сатистик ишончли фарқланиш мавжуд  $p < 0,05$ ;

Олинган маълумотлар гуруҳлар кесимида таққосланди. Миқдорий кўрсаткичлар ўртача қиймат ва стандарт оғиш кўринишида ифодаланди. Натижалар  $p < 0,05$  бўлганда статистик аҳамиятли деб қабул қилинди.

**Тадқиқот натижалари.** Операциядан олдин барча гуруҳларда OSDI, TBUT, Schirmer тести, шох парда ва конъюнктива бўялиши ҳамда кўз ёши осмоларлиги кўрсаткичлари бир-бирига яқин бўлиб, бу уларни кейинги даврда солиштириш учун клиник асос яратди (1-жадвал). Назорат гуруҳида LASIKдан кейин кўрсаткичлар деярли барқарор сақланди. OSDI 8,4±3,1 баллдан 10,1±3,6 баллгача ошди, TBUT 12,8±2,1 сониядан 11,7±2,0 сониягача, Schirmer тести 17,6±3,8 мм дан 16,2±3,4 мм гача пасайди. Шох парда бўялиши паст даражада қолди. Бу гуруҳда қуруқ кўз синдроми клиник жиҳатдан шаклланмади.

I асосий гуруҳда оғриқсиз қуруқ кўз синдроми белгилари яққол кучайди. OSDI 10,2±3,8 баллдан 38,7±8,9 баллгача, яъни тахминан 3,8 марта ошди. TBUT 11,9±2,3 сониядан 5,8±1,6 сониягача, Schirmer тести 16,9±3,5 мм дан 8,9±2,7 мм гача пасайди. Бу кўз ёши плёнкаси барқарорлиги ва кўз ёши ажралиши сезиларли бузилганини кўрсатди.

II асосий гуруҳда нейропатик оғриқ мавжуд бўлса-да, қуруқ кўз синдромига хос кўрсаткичлар кескин бузилмади. LASIKдан кейин OSDI 9,1±3,5 баллдан 16,8±5,7 баллгача ошди, TBUT

12,4±2,0 сониядан 10,3±2,1 сониягача, Schirmer тести 17,3±3,6 мм дан 14,8±3,2 мм гача пасайди. Шох парда бўялиши 0,6±0,6 балл, конъюнктива бўялиши 0,8±0,7 баллни ташкил этди. Бу гуруҳда оғриқ кўпроқ қуруқ кўз синдроми эмас, балки шох парда нерв аппаратининг нейросенсор бузилиши билан боғлиқ бўлиши мумкин.

III асосий гуруҳда энг яққол ўзгаришлар қайд этилди. OSDI 11,4±4,2 баллдан 51,6±10,4 баллгача ошди. TBUT 11,6±2,5 сониядан 4,6±1,4 сониягача, Schirmer тести 16,4±3,7 мм дан 7,4±2,5 мм гача пасайди. Шох парда бўялиши 2,8±0,9 баллга етди. Кўз ёши осмоларлиги 299,1±8,4 mOsm/L дан 326,4±12,6 mOsm/L гача ошди. Бу қуруқ кўз синдроми ва кўз юзаси зарарланиши III гуруҳда энг оғир кечганини кўрсатди.

Умуман, қуруқ кўз синдроми I ва III гуруҳларда кўпроқ ифодаланди. I гуруҳда қуруқ кўз белгилари оғриқ синдромисиз кечди, III гуруҳда эса улар нейропатик оғриқ билан бирга намоён бўлди. II гуруҳда оғриқ мавжуд бўлишига қарамай, қуруқ кўз кўрсаткичлари нисбатан енгил ўзгарди. Бу LASIKдан кейинги оғриқни ҳар доим ҳам қуруқ кўз синдроми билан изоҳлаб бўлмаслигини кўрсатади. Шу сабабли бундай беморларни баҳолашда OSDI, TBUT, Schirmer ва бўялиш кўрсаткичлари билан чекланмасдан, шох парда сезувчанлиги, оғриқ шкалалари ва конфокал микроскопия натижаларини ҳам ҳисобга олиш зарур.

2-жадвал натижалари LASIK операциясидан кейин нейропатик оғриқ белгилари ва шох парда суббазал нерв плексусидаги морфологик ўзгаришлар гуруҳлар бўйича аниқ фарқланганини кўрсатди.

Операциядан олдин барча гуруҳларда NPS/VAS кўрсаткичлари паст бўлиб, назорат гуруҳида  $0,6 \pm 0,5$  балл, I гуруҳда  $0,8 \pm 0,6$  балл, II гуруҳда  $0,9 \pm 0,7$  балл, III гуруҳда  $1,1 \pm 0,8$  баллни ташкил этди. Бу LASIKдан олдин клиник аҳамиятли оғриқ синдроми бўлмаганини кўрсатди. LASIKдан кейин назорат гуруҳида оғриқ паст даражада сақланди –  $0,9 \pm 0,7$  балл. I гуруҳда у  $1,8 \pm 0,9$  баллгача ошди, аммо нейропатик оғриқли гуруҳлар даражасига етмади. II гуруҳда қуруқ кўз белгилари бўлмасида, оғриқ  $6,7 \pm 1,2$  баллгача, III гуруҳда эса  $7,4 \pm 1,3$  баллгача ошди. Демак, нейропатик оғриқ II ва III гуруҳларда энг яққол ифодаланди.

Конфокал микроскопия натижалари клиник белгилар билан мос келди. LASIKдан кейин шох парда нерв шохланишлари зичлиги назорат гуруҳида  $34,5 \pm 7,6$  шох/мм<sup>2</sup>, I гуруҳда  $29,8 \pm 7,2$  шох/мм<sup>2</sup>, II гуруҳда  $22,4 \pm 6,5$  шох/мм<sup>2</sup>, III гуруҳда  $20,6 \pm 6,1$  шох/мм<sup>2</sup> ни ташкил этди. Нерв толаларининг эгри-бугрилиги мос равишда  $1,5 \pm 0,6$ ;  $2,0 \pm 0,7$ ;  $3,1 \pm 0,8$  ва  $3,4 \pm 0,9$  балл бўлиб, бу II ва III гуруҳларда суббазал нерв плексуси архитектураси кўпроқ бузилганини кўрсатди.

Микроневромалар назорат гуруҳида 3 та кўзда, яъни 9,4%, I гуруҳда 6 та кўзда, яъни 23,1%, II гуруҳда 20 та кўзда, яъни 83,3%, III гуруҳда 34 та кўзда, яъни 89,5% ҳолатда аниқланди. Уларнинг сони мос равишда  $0,4 \pm 0,7$ ;  $1,1 \pm 1,0$ ;  $4,8 \pm 2,1$  ва  $5,6 \pm 2,4$  ни ташкил этди. Микроневромаларнинг умумий майдони  $145,6 \pm 96,4$ ;  $312,8 \pm 185,6$ ;  $1084,5 \pm 482,7$  ва  $1326,8 \pm 536,2$  μм<sup>2</sup>, умумий периметри эса  $94,2 \pm 58,7$ ;  $218,5 \pm 126,4$ ;  $586,7 \pm 254,8$  ва  $694,3 \pm 281,5$  μм бўлди. Бу кўрсаткичлар нейропатик оғриқни баҳолашда муҳим морфологик

мезонлар сифатида қаралиши мумкин.

Дендрит ҳужайралар зичлиги назорат гуруҳида  $28,6 \pm 10,4$  ҳужайра/мм<sup>2</sup>, I гуруҳда  $64,2 \pm 18,7$  ҳужайра/мм<sup>2</sup>, II гуруҳда  $42,5 \pm 15,3$  ҳужайра/мм<sup>2</sup>, III гуруҳда  $79,8 \pm 22,6$  ҳужайра/мм<sup>2</sup> ни ташкил этди. I ва III гуруҳларда ушбу кўрсаткичнинг ошиши қуруқ кўз синдромида яллиғланиш компоненти кучлироқ эканини кўрсатди. Умуман, II гуруҳда оғриқ юқори бўлишига қарамай қуруқ кўз белгилари етакчи эмас, III гуруҳда эса қуруқ кўз синдроми ва нейропатик оғриқ бирга кечиби, энг кучли клиник-морфологик ўзгаришларни юзага келтирди. Шу сабабли LASIKдан кейинги оғриқни фақат қуруқ кўз синдроми билан изоҳлаш етарли эмас; бундай беморларда шох парда суббазал нерв плексусини конфокал микроскопия орқали баҳолаш зарур.

#### Хулосалар.

1. LASIK операциясидан кейин қуруқ кўз синдроми ва нейропатик кўз оғриғи мустақил клиник фенотиплар сифатида намоён бўлади: асоратсиз post-LASIK ҳолат, оғриқсиз қуруқ кўз синдроми, қуруқ кўз белгиларисиз нейропатик оғриқ ва уларнинг биргаликда кечиши.
2. Қуруқ кўз синдромига хос ўзгаришлар асосан I ва III гуруҳларда кузатилди. Энг оғир клиник ўзгаришлар қуруқ кўз синдроми нейропатик оғриқ билан бирга кечган III гуруҳда қайд этилди.
3. In vivo конфокал микроскопия нейропатик оғриқли беморларда шох парда суббазал нерв плексусининг морфологик бузилишларини аниқлади. Нерв толалари кўрсаткичлари ва микроневромалар LASIKдан кейинги нейропатик кўз оғриғини баҳолашда муҳим диагностик мезонлар ҳисобланади.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Galor A, Patel S, Small LR, Rodriguez A, Veninaca MJ, Valido SE, Feuer W, Levitt RC, Sarantopoulos CD, Felix ER. Pregabalin Failed to Prevent Dry Eye Symptoms after Laser-Assisted in Situ Keratomileusis (LASIK) in a Randomized Pilot Study. *J Clin Med*. 2019 Sep 1;8(9):1355. doi: 10.3390/jcm8091355.
2. Gualdani R, Barbeau S, Yuan JH, Jacobs DS, Gailly P, Dib-Hajj SD, Waxman SG. TRPV1 corneal neuralgia mutation: Enhanced pH response, bradykinin sensitization, and capsaicin desensitization. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2024 Sep 10;121(37):e2406186121. doi: 10.1073/pnas.2406186121.
3. Hayek SM, Sweet JA, Miller JP, Sayegh RR. Successful Management of Corneal Neuropathic Pain with Intrathecal Targeted Drug Delivery. *Pain Med*. 2016 Jul;17(7):1302-7. doi: 10.1093/pm/pnv058.
4. Hosseini L, Levin MA, Fischer GW, Anyanwu AC, Torregrossa G, Evans AS. Hemodynamic deterioration during extracorporeal membrane oxygenation weaning in a patient with a total artificial heart. *Crit Care Med*. 2015 Jan;43(1):e19-22. doi: 10.1097/CCM.0000000000000769.
5. Michael R, Jeffers JV, Messenger W, Aref AA. Gabapentin for presumed neuropathic ocular pain. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2020 Jul 22;19:100836. doi: 10.1016/j.ajoc.2020.100836.

#### Беморнинг розилиги.

Тадқиқотга киритилган барча беморлардан клиник текширувлар ўтказиш, олинган маълумотлардан илмий мақсадда фойдаланиш ҳамда натижаларни шахсий маълумотлар ошкор этилмаган ҳолда чоп этиш учун ёзма розилик олинган.

#### Манфаатлар тўқнашуви.

Муаллифлар ушбу тадқиқот юзасидан манфаатлар тўқнашуви мавжуд эмаслигини маълум қилдилар.

**Молиявий ёрдам.**

Тадқиқот ҳеч қандай тижорат ташкилоти, грант ёки ҳомийлик маблағлари ҳисобидан молиялаштирилмаган. Илмий иш муаллифларнинг ташаббуси асосида бажарилган.

**Муаллифлик ҳиссаси.**

Муаллифлар тадқиқот ғоясини шакллантириш, клиник материалларни йиғиш, беморларни текшириш, натижаларни таҳлил қилиш, мақола матнини тайёрлаш ва якуний таҳрирдан ўтказишда бевосита иштирок этганлар. Барча муаллифлар мақоланинг якуний вариантини маъқуллаган.

## KERATOKONUSLI BEMORLARDA QURUQ KO'Z SINDROMINING KLINIK XUSUSIYATLARI VA DIAGNOSTIKASI

Akmalov B.A.<sup>1</sup>, Karimova M.X.<sup>2</sup>, Djmalova Sh.A.<sup>3</sup>, Toshpulatov.S.O.<sup>4</sup>

1. Klinik ordinator, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, akmalovboxodir1998@gmail.com, +998(90)3700123, <https://orcid.org/0009-0007-7530-1915>
2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktorining ilmiy ishlar bo'yicha o'rinbosari, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
3. Tibbiyot fanlari doktori, dotsent, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi ilmiy bo'lim mudiri, shirinkon@mail.ru +998(90)9840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>
4. PhD, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi oftalmojarrohi, saidahmadtoshpulatov@gmail.com, +998(97)7757545, <https://orcid.org/0009-0008-8617-3418>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Keratokonus va quruq ko'z sindromi oftalmologiyada ko'p uchraydigan hamda o'zaro patogenetik bog'liqlikka ega bo'lgan kasalliklar hisoblanadi. Keratokonus shox pardaning progressiv ektaziyasi va stromal yupqalashuvi bilan xarakterlansa, quruq ko'z sindromi ko'z yosh plyonkasining beqarorlashuvi va ko'z yuzasi yallig'lanishi bilan namoyon bo'ladi. **Tadqiqot maqsadi** - keratokonusli bemorlarda quruq ko'z sindromining klinik xususiyatlarini baholash va diagnostik ko'rsatkichlarni tahlil qilishdan iborat bo'ldi. **Materiallar va usullar.** Tadqiqot keratokonus tashxisi qo'yilgan bemorlar ishtirokida olib borildi. Barcha bemorlarda quruq ko'z sindromini aniqlash maqsadida standart oftalmologik tekshiruvlar o'tkazildi. **Tadqiqot natijalari** keratokonusli bemorlarning katta qismida quruq ko'z sindromi belgilarining mavjudligini ko'rsatdi. Schirmer testi natijalari ko'z yosh sekretsiasining kamayganligini, TBUT ko'rsatkichlari esa ko'z yosh plyonkasining barqarorligi pasayganligini aniqladi. OSDI so'rovnoma bo'yicha bemorlarning aksariyatida ko'z qurishi, achishish, begona jism hissi va ko'rishning vaqtinchalik xiralashishi kabi simptomlar qayd etildi. Meybomiy bez disfunktsiyasi quruq ko'z sindromining asosiy omillaridan biri sifatida kuzatildi. Shuningdek, quruq ko'z sindromi mavjud bo'lgan bemorlarda korneal topografik ko'rsatkichlarning o'zgaruvchanligi va kontakt linzalarni taqishga bo'lgan tolerantlikning pasayishi aniqlandi. **Xulosa.** Keratokonusli bemorlarda quruq ko'z sindromi yuqori uchrash chastotasiga ega bo'lib, kasallikning klinik kechishi va diagnostik natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ko'z yosh plyonkasining beqarorlashuvi va meybomiy bez disfunktsiyasi keratokonusning kechishini og'irlashtiruvchi muhim omillar hisoblanadi. Schirmer testi, TBUT va OSDI so'rovnoma quruq ko'z sindromini aniqlashda samarali diagnostik usullar sifatida tavsiya etiladi. Keratokonusli bemorlarni kompleks davolash va kuzatishda quruq ko'z sindromini erta diagnostika qilish hamda o'z vaqtida korreksiya qilish ko'rish sifatini yaxshilash va davolash samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** keratokonus, quruq ko'z sindromi, ko'z yosh plyonkasi, TBUT, meybomiy bez disfunktsiyasi, kontakt linzalar.

### Iqtibos uchun:

Akmalov B.A., Karimova M.X., Djmalova Sh.A., Toshpulatov.S.O. Keratokonusli bemorlarda quruq ko'z sindromining klinik xususiyatlari va diagnostikasi. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):38-41.

## КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ДИАГНОСТИКА СИНДРОМА СУХОГО ГЛАЗА У ПАЦИЕНТОВ С КЕРАТОКОНУСОМ

Акмалов Б.А.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>, Джамалова Ш.А.<sup>3</sup>, Тошпулатов С.О.<sup>4</sup>

1. Клинический ординатор, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, akmalovboxodir1998@gmail.com, +998(90)3700123, <https://orcid.org/0009-0007-7530-1915>
2. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
3. Доктор медицинских наук, доцент, заведующий научным отделом Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, shirinkon@mail.ru, +998(90)9840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>
4. PhD, офтальмохирург Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, saidahmadtoshpulatov@gmail.com, +998(97)7757545, <https://orcid.org/0009-0008-8617-3418>

**Аннотация. Актуальность.** Кератоконус и синдром сухого глаза являются распространёнными офтальмологическими заболеваниями, имеющими тесную патогенетическую взаимосвязь. Кератоконус характеризуется прогрессирующей эктазией и истончением стромы роговицы, тогда как синдром сухого глаза проявляется нестабильностью

слёзной плёнки и воспалением глазной поверхности. **Целью исследования** явилась оценка клинических особенностей синдрома сухого глаза у пациентов с кератоконусом и анализ диагностических показателей. **Материалы и методы.** Исследование проводилось с участием пациентов с установленным диагнозом кератоконуса. Для выявления синдрома сухого глаза всем пациентам были выполнены стандартные офтальмологические обследования. Полученные данные были обработаны статистическими методами с последующим анализом взаимосвязей между клиническими показателями. **Результаты исследования** показали наличие признаков синдрома сухого глаза у значительной части пациентов с кератоконусом. По данным теста Ширмера выявлено снижение слёзопродукции, а показатели TBUT свидетельствовали о снижении стабильности слёзной плёнки. Согласно результатам опросника OSDI, у большинства пациентов отмечались такие симптомы, как сухость глаз, жжение, ощущение инородного тела и временное затуманивание зрения. Дисфункция мейбомиевых желёз была выявлена как один из основных факторов развития синдрома сухого глаза. Кроме того, у пациентов с сопутствующим синдромом сухого глаза отмечались большая вариабельность показателей корнеальной топографии и снижение переносимости контактных линз. **Заключение.** Синдром сухого глаза характеризуется высокой частотой встречаемости у пациентов с кератоконусом и оказывает существенное влияние на клиническое течение заболевания и результаты диагностических исследований. Нестабильность слёзной плёнки и дисфункция мейбомиевых желёз являются важными факторами, способствующими утяжелению течения кератоконуса. Тест Ширмера, TBUT и опросник OSDI рекомендуется использовать в качестве эффективных методов диагностики синдрома сухого глаза. Ранняя диагностика и своевременная коррекция синдрома сухого глаза в рамках комплексного лечения и наблюдения пациентов с кератоконусом способствуют улучшению качества зрения и повышению эффективности терапии.

**Ключевые слова:** кератоконус, синдром сухого глаза, слёзная плёнка, TBUT, дисфункция мейбомиевых желёз, контактные линзы.

#### Для цитирования:

Акмалов Б.А., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Ташпулатов С.О. Клинические особенности и диагностика синдрома сухого глаза у пациентов с кератоконусом. Передовая офтальмология. 2026;17(2):38-41.

## CLINICAL FEATURES AND DIAGNOSIS OF DRY EYE SYNDROME IN PATIENTS WITH KERATOCONUS

Akmalov B.A.<sup>1</sup>, Karimova M.Kh.<sup>2</sup>, Djamalova Sh.A.<sup>3</sup>, Toshpulatov.S.O.<sup>4</sup>

1. Resident, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, akmalovboxodir1998@gmail.com, +998(90)3700123, <https://orcid.org/0009-0007-7530-1915>
2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
3. Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific Department of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, shirinkon@mail.ru, +998(90)9840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>
4. PhD, Ophthalmic Surgeon of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, saidahmadtoshpulatov@gmail.com, +998(97)7757545, <https://orcid.org/0009-0008-8617-3418>

**Abstract. Relevance.** Keratoconus and dry eye syndrome are common ophthalmic disorders with a close pathogenetic relationship. Keratoconus is characterized by progressive corneal ectasia and stromal thinning, whereas dry eye syndrome manifests as tear film instability and ocular surface inflammation. **The aim of this study** was to evaluate the clinical features of dry eye syndrome in patients with keratoconus and to analyze its diagnostic indicators. **Materials and methods.** The obtained data were processed using statistical methods, and correlations between clinical parameters were analyzed. **Results.** The study results revealed signs of dry eye syndrome in a significant proportion of patients with keratoconus. Schirmer test results indicated reduced tear secretion, while TBUT values demonstrated decreased tear film stability. According to the OSDI questionnaire, most patients reported symptoms such as ocular dryness, burning sensation, foreign body sensation, and transient blurred vision. Meibomian gland dysfunction was identified as one of the major contributing factors to dry eye syndrome. In addition, patients with concomitant dry eye syndrome showed greater variability in corneal topographic parameters and reduced tolerance to contact lens wear. **Conclusion.** Dry eye syndrome has a high prevalence among patients with keratoconus and significantly affects the clinical course of the disease as well as diagnostic outcomes. Tear film instability and meibomian gland dysfunction are important factors that may aggravate the progression of keratoconus. The Schirmer test, TBUT, and OSDI questionnaire are recommended as effective diagnostic tools for the detection of dry eye syndrome. Early diagnosis and timely management of dry eye syndrome as part of the comprehensive treatment and follow-up of patients with keratoconus can improve visual quality and enhance treatment effectiveness.

**Key words:** keratoconus, dry eye syndrome, tear film, TBUT, meibomian gland dysfunction, contact lenses.

#### For citation:

Akmalov B.A., Karimova M.Kh., Djamalova Sh.A., Toshpulatov.S.O. Clinical features and diagnosis of dry eye syndrome in patients with keratoconus. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):38-41.

Jadval 1

Asosiy guruh bemorlarida ko'z yoshi plyonkasi ko'rsatkichlari

| Ko'rsatkichlar         | O'rtacha qiymat |
|------------------------|-----------------|
| Schirmer testi (mm)    | 7,6 ± 1,3       |
| TBUT (soniya)          | 6,1 ± 1,2       |
| OSDI (ball)            | 39,4 ± 4,1      |
| Kornea qalinligi (mkm) | 441 ± 18        |
| MKKO'                  | 0,38 ± 0,14     |

Jadval №2 . Nazorat guruhida ko'z yoshi plyonkasi ko'rsatkichlari

| Ko'rsatkichlar         | O'rtacha qiymat |
|------------------------|-----------------|
| Schirmer testi (mm)    | 13,9 ± 1,6      |
| TBUT (soniya)          | 12,8 ± 1,4      |
| OSDI (ball)            | 14,3 ± 2,8      |
| Kornea qalinligi (mkm) | 486 ± 21        |
| MKKO'                  | 0,46 ± 0,11     |

**Dolzarbli.** Keratokonus shox pardaning progressiv, ikki tomonlama ektatik kasalligi bo'lib, stromal yupqalashuv va korneaning konussimon deformatsiyasi bilan xarakterlanadi. Kasallik natijasida notekis astigmatizm, miopiya va ko'rish o'tkirligining progressiv pasayishi kuzatiladi. Zamonaviy ilmiy ma'lumotlarga ko'ra, keratokonus faqat biomekanik buzilish emas, balki yallig'lanish mediatorlari, oksidativ stress va ko'z yuzasi gomeostazining buzilishi bilan bog'liq multifaktorial patologik jarayon hisoblanadi [1,3]. Quruq ko'z sindromi esa ko'z yosh plyonkasining gomeostazi buzilishi bilan kechuvchi multifaktorial kasallik bo'lib, ko'z yuzasi yallig'lanishi, giperosmolyarlik hamda neurosensor buzilishlar bilan namoyon bo'ladi [18,19]. So'nggi yillarda keratokonusli bemorlarda quruq ko'z sindromining yuqori uchrashi oftalmologiyada dolzarb muammolardan biri sifatida qaralmoqda.

**Material va tadqiqot usullari.** Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi bazasida keratokonus tashxisi bilan 68 nafar bemor (112 ko'z) tekshirildi. Barcha bemorlarda standart, maxsus va funksional tekshiruv usullari o'tkazildi. Standart tekshiruv usullari vizometriya maksimal korreksiya bilan, avtorefraktometriya, pnevmotonometriya, biomikroskopiya hamda ko'z tubi oftalmoskopiyasini o'z ichiga oldi. Maxsus tekshiruv usullari Pentacam HR apparati yordamida korneal topografiya, kornea paximetriyasi, optik kogerent tomografiya, ko'z yoshi plyonkasi uzilish vaqtini aniqlash (TBUT), Schirmer testi, korneani fluoresseini bilan bo'yash va OSDI (Ocular Surface Disease Index) so'rovnomasidan iborat bo'ldi. Tekshirilgan bemorlarning o'rtacha yoshi 26,8±4,2 yoshni tashkil etdi. Erkaklar 61,7 %, ayollar esa 38,3 % ni tashkil qildi. Quruq ko'z

sindromining ifodalanish darajasiga qarab bemorlar 2 guruhga bo'lindi.

I — asosiy guruh 46 nafar bemor (76 ko'z) keratokonus va quruq ko'z sindromi klinik belgilari bilan.

II — nazorat guruhi 22 nafar bemor (36 ko'z) keratokonus bilan, ammo quruq ko'z sindromining yaqqol belgilarsiz.

Statistik tahlil Statistica 10.0 (StatSoft Inc., AQSH) dasturi yordamida amalga oshirildi. Miqdoriy ko'rsatkichlar o'rtacha arifmetik qiymat va standart og'ish ko'rinishida ( $M \pm \sigma$ ) ifodalandi.  $p < 0,05$  statistik jihatdan ishonchli deb qabul qilindi.

**Tadqiqot natijalari.** Tadqiqot davomida asosiy guruh bemorlarida quyidagi shikoyatlar ko'p uchradi:

- ko'z qurishi;
- achishish;
- begona jism hissi;
- yorug'likka sezuvchanlik;
- ko'rishning xiralashuvi;
- ko'zning tez charchashi.

Biomikroskopiya asosiy guruh bemorlarida ko'z yoshi plyonkasi beqarorligi, ko'z yoshi meniski balandligining kamayishi hamda korneaning nuqtali epitelial zararlanishlari kuzatildi. Asosiy guruhda maksimal korreksiyalangan ko'rish o'tkirligi (MKKO') o'rtacha  $0,38 \pm 0,14$  ni, nazorat guruhida esa  $0,46 \pm 0,11$  ni tashkil etdi. Ko'z ichi bosimi asosiy guruhda o'rtacha  $14,8 \pm 2,4$  mm.sim.ust., nazorat guruhida esa  $15,1 \pm 2,1$  mm.sim.ust. bo'ldi. Schirmer testi asosiy guruhda o'rtacha  $7,6 \pm 1,3$  mm ni, nazorat guruhida esa  $13,9 \pm 1,6$  mm ni tashkil etdi. Ko'z yoshi plyonkasi uzilish vaqti (TBUT) asosiy guruhda  $6,1 \pm 1,2$  soniya, nazorat guruhida esa  $12,8 \pm 1,4$  soniya bo'ldi. Korneal topografiya natijalariga ko'ra, asosiy guruhda kornea qalinligi o'rtacha  $441 \pm 18$  mkm, nazorat guruhida

esa  $486 \pm 21$  mkm ni tashkil etdi. OSDI so'rovnomasi natijalariga ko'ra, asosiy guruhda simptomlar darajasi o'rtacha  $39,4 \pm 4,1$  ball bo'lib, o'rta va og'ir darajadagi quruq ko'z sindromiga mos keldi. Nazorat guruhida esa ushbu ko'rsatkich  $14,3 \pm 2,8$  ball bo'ldi. Aniqlanishicha, keratokonus bosqichi kuchaygan sari quruq ko'z sindromi ko'rsatkichlari ham yomonlashgan. III bosqich keratokonusli bemorlarda TBUT va Schirmer testi natijalari I bosqichdagilarga nisbatan ancha past bo'ldi.

Jadval natijalaridan ko'rinadiki, keratokonus va quruq ko'z sindromi mavjud bemorlarda ko'z yoshi ishlab chiqarilishi hamda ko'z yoshi plyonkasi barqarorligi sezilarli darajada pasaygan. Shuningdek, Schirmer testi va TBUT ko'rsatkichlarining pasayishi ko'rish funksiyasining yomonlashuvi va kornea morfologik o'zgarishlari bilan birga kuzatildi. Tadqiqot davomida quruq ko'z sindromi darajasi har doim ham kornea qalinligi yoki keratokonus bosqichi bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liq emasligi aniqlandi.

Ayrim bemorlarda topografik o'zgarishlar kam bo'lsa ham, klinik simptomlar yaqqol namoyon bo'ldi.

**Xulosa.** Shunday qilib, quruq ko'z sindromi keratokonusli bemorlarda eng ko'p uchraydigan hamroh patologiyalardan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalari ushbu bemorlarda ko'z yoshi plyonkasi barqarorligi buzilishi va ko'z yoshi ishlab chiqarilishining kamayishini ko'rsatdi. Quruq ko'z sindromining klinik og'irligi nafaqat keratokonus bosqichiga, balki kornea yuzasining morfofunksional holatiga ham bog'liq. Schirmer testi va TBUT ko'rsatkichlarining pasayishi maksimal korreksiyalangan ko'rish o'tkirligining yomonlashuvi va subyektiv shikoyatlarning ortishi bilan kechishi aniqlandi. Korneal topografiya, Schirmer testi, TBUT va OSDI so'rovnomasi yordamida kompleks tekshiruv o'tkazish keratokonusli bemorlarda quruq ko'z sindromini erta aniqlash va samarali davolash imkonini beradi.

#### ADABIYOTLAR/REFERENS

- Rabinowitz Y.S. Keratoconus. Survey of Ophthalmology. 1998;42(4):297–319.
- Gomes J.A.P., Tan D., Rapuano C.J., et al. Global Consensus on Keratoconus and Ectatic Diseases. Cornea. 2015;34(4):359–369.
- Krachmer J.H., Feder R.S., Belin M.W. Keratoconus and related noninflammatory corneal thinning disorders. Survey of Ophthalmology. 1984;28(4):293–322.
- Belin M.W., Duncan J.K. Keratoconus: The ABCD Grading System. Keratoconus and Corneal Ectatic Disorders. 2016;32(6):1–8.
- Ambrosio R., Belin M.W. Imaging of the Cornea: Topography vs Tomography. Journal of Refractive Surgery. 2010;26(11):847–849.
- Craig J.P., Nichols K.K., Akpek E.K., et al. TFOS DEWS II Definition and Classification Report. The Ocular Surface. 2017;15(3):276–283.
- Stapleton F., Alves M., Bunya V.Y., et al. TFOS DEWS II Epidemiology Report. The Ocular Surface. 2017;15(3):334–365.
- Wolffsohn J.S., Arita R., Chalmers R., et al. TFOS DEWS II Diagnostic Methodology Report. The Ocular Surface. 2017;15(3):539–574.
- Nichols K.K., Foulks G.N., Bron A.J., et al. The International Workshop on Meibomian Gland Dysfunction. Investigative Ophthalmology & Visual Science. 2011;52(4):1917–2085.
- Bron A.J., de Paiva C.S., Chauhan S.K., et al. TFOS DEWS II Pathophysiology Report. The Ocular Surface. 2017;15(3):438–510.
- Pflugfelder S.C., Stern M.E. Biological Functions of Tear Film. Experimental Eye Research. 2020;197:108115. pp. 1–12.
- Kojima T. Contact Lens-Associated Dry Eye Disease. Eye & Contact Lens. 2018;44(Suppl.2):S43.
- Galvis V., Sherwin T., Tello A., et al. Keratoconus: An Inflammatory Disorder? Eye. 2015;29(7):843–859.
- McMonnies C.W. Mechanisms of Rubbing-Related Corneal Trauma in Keratoconus. Cornea. 2009;28(6):607–615.
- Roszkowska A.M., Aragona P. Dry Eye and Ocular Surface Disorders. In: Progress in Ophthalmology. Springer; 2019. pp. 115–142.
- Belin M.W., Asota I.M. Keratoconus and Ocular Surface Disease. International Ophthalmology Clinics. 2021;61(3):59–74.
- Holland E.J., Mannis M.J., Lee W.B. Ocular Surface Disease: Cornea, Conjunctiva and Tear Film. 2nd ed. Elsevier; 2022. pp. 215–268.
- Nelson J.D., Craig J.P., Akpek E.K., et al. TFOS DEWS II Introduction. The Ocular Surface. 2017;15(3):269–275.
- Lemp M.A., Baudouin C., Baum J., et al. The Definition and Classification of Dry Eye Disease. The Ocular Surface. 2007;5(2):75–92.
- Азнабаев Б.М., Бикбов М.М. Кератоконус. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2019. С. 15–186.
- Майчук Ю.Ф. Синдром сухого глаза: современные подходы к диагностике и лечению. Вестник офтальмологии. 2018;134(5):80–88.
- Бржеский В.В., Сомов Е.Е. Синдром сухого глаза. Санкт-Петербург: СпецЛит; 2021. С. 24–178.
- Аветисов С.Э., Каспаров А.А. Заболевания роговицы. В кн.: Офтальмология. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2020. С. 286–325.

## ПРИЧИНЫ И КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЛАЗ С ДИСЛОКАЦИЯМИ ЗАДНЕКАМЕРНЫХ ИНТРАОКУЛЯРНЫХ ЛИНЗ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ФАКОЭМУЛЬСИФИКАЦИИ КАТАРАКТЫ

Нозимов А.Э.<sup>1</sup>, Аскарлов К.Ш.<sup>2</sup>, Пирназаров М.Е.<sup>3</sup>, Обиджонов У.А.<sup>4</sup>, Давронов О.Д.<sup>5</sup>

1. PhD, ассистент кафедры офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, dr.nae@mail.ru, +998(97)7747539, <https://orcid.org/0000-0002-8315-3429>

2. Студент магистратуры кафедры офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, qadraskarov@gmail.com, +998(91)4401123, <https://orcid.org/0009-0002-2874-7475>

3. Ассистент кафедры офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, pirnazarovmy260990@gmail.com, +998(90)3542282, <https://orcid.org/0009-0009-8484-0456>

4. Ассистент кафедры офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, obidjonov.umdjon@gmail.com, +998(90)3542282, <https://orcid.org/0009-0003-9385-221X>

5. Студент магистратуры кафедры офтальмологии, Ташкентский государственный медицинский университет, odavronov210@gmail.com, +998(99)7453237, <https://orcid.org/0009-0000-4994-0122>

**Аннотация. Актуальность.** Причины и клиническо-функциональные показатели глаз с дислокациями заднекамерных интраокулярных линз после выполнения факоемульсификации катаракты являются одной из актуальных проблем в офтальмологии. **Цель исследования.** Оценка клиническо-функционального состояния глаза у пациентов с дислокацией интраокулярной линзы после факоемульсификации. **Материалы и методы.** Настоящее исследование проведено на базе отделения офтальмологии многопрофильной клиники Ташкентского государственного медицинского университета и Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза в период с сентября 2024 года по мая 2026 года. В исследование включён 21 пациент (21 глаз), у которых после факоемульсификации катаракты с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы (ЗК ИОЛ) была диагностирована её дислокация. Пациенты были разделены на две группы: 1-я (основная) группа – пациенты, у которых интраокулярная линза была смещена в задней камере; 2-я (контрольная) группа – пациенты, у которых интраокулярная линза была правильно зафиксирована в задней камере. В исследование включались пациенты в возрасте от 50 до 80 лет с дислокацией заднекамерной интраокулярной линзы после факоемульсификации катаракты. Исключались пациенты с тяжёлыми офтальмологическими заболеваниями (глаукома, макулодистрофия, диабетическая ретинопатия) и травматическими повреждениями органа зрения в анамнезе. **Результаты.** В ходе исследования были проанализированы 21 пациент (21 глаз) с дислокацией заднекамерных интраокулярных линз после факоемульсификации катаракты. Оценка клиническо-функциональных показателей позволила выявить характерные особенности зрительных нарушений, структурных изменений глазного яблока и частоту различных типов дислокаций интраокулярных линз. **Заключение.** Полученные данные подтверждают ведущую роль дегенеративных изменений циннового аппарата в механизме дислокации интраокулярной линзы, а также важность раннего выявления и коррекции офтальмогипертензии и макулярных изменений. Оптимизация хирургических подходов и индивидуальный подбор тактики лечения пациентов с дислокацией интраокулярной линзы являются перспективными направлениями дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** интраокулярная линза, факоемульсификация, катаракта, дислокация, хирургия катаракты, фиксация интраокулярной линзы в задней камере.

### Для цитирования:

Нозимов А.Э., Аскарлов К.Ш., Пирназаров М.Е., Обиджонов У.А., Давронов О.Д. Причины и клиническо-функциональные показатели глаз с дислокациями заднекамерных интраокулярных линз после выполнения факоемульсификации. Передовая офтальмология. 2026;17(2):42-46.

## KATARAKTA FAKOEMULSIFIKATSIYASIDAN KEYINGI ORQA KAMERA INTRAOKULYAR LINZALARI DISLOKATSIYASINING SABABLARI VA KLINIK-FUNKSIONAL KO'RSATKICHLARI

Nozimov A.E.<sup>1</sup>, Askarov Q.Sh.<sup>2</sup>, Pirnazarov M.Y.<sup>3</sup>, Obidjonov U.A.<sup>4</sup>, Davronov O.D.<sup>5</sup>

1 PhD, Oftalmologiya kafedrası assistenti, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, dr.nae@mail.ru, +998(97)7747539, <https://orcid.org/0000-0002-8315-3429>

2 Oftalmologiya kafedrası magistratura talabasi, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, qadraskarov@gmail.com, +998(91)4401123, <https://orcid.org/0009-0002-2874-7475>

3 Oftalmologiya kafedrası assistenti, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, pirnazarovmy260990@gmail.com, +998(90)3542282, <https://orcid.org/0009-0009-8484-0456>

4 Oftalmologiya kafedrası assistenti, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, obidjonov.umdjon@gmail.com, +998(90)3542282, <https://orcid.org/0009-0003-9385-221X>

5 Oftalmologiya kafedrası magistratura talabasi, Toshkent davlat tibbiyot universiteti, odavronov210@gmail.com, +998(99)7453237, <https://orcid.org/0009-0000-4994-0122>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Katarakta fakoemulsifikatsiyasidan keyingi intraokulyar linzalar (IOL) dislokatsiyasining sabablari va klinik-funksional ko'rsatkichlari oftalmologiyada dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. **Tadqiqot maqsadi.** Fakoemulsifikatsiyadan keyin intraokulyar linza dislokatsiyasi bo'lgan bemorlarda ko'zning klinik va funksional holatini baholash. **Materiallar va usullar.** Ushbu tadqiqot Toshkent davlat tibbiyot universiteti ko'p tarmoqli klinikasi ko'z kasalliklari bo'limi va "Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazi"da 2024-yil sentabrdan 2026-yil maygacha bo'lgan davrda o'tkazildi. Tadqiqotga katarakta fakoemulsifikatsiyasidan so'ng orqa kameraga implantatsiya qilingan intraokulyar linzalar dislokatsiyasi tashxisi qo'yilgan 21 nafar (21 ko'z) bemor tanlab olindi. Bemorlar ikki guruhga ajratildi. 1- guruh(asosiy)-orqa kamera intraokulyar linzalari dislokatsiyaga uchragan bemorlar. 2- guruh(nazorat)-intraokulyar linzalar orqa kameraga implantatsiya qilingan bemorlar. Tadqiqotga 50–80 yosh oralig'idagi, katarakta fakoemulsifikatsiyasidan so'ng orqa kamera intraokulyar linzalari dislokatsiyasiga uchragan bemorlar kiritildi. Og'ir oftalmologik kasalliklar (glaukoma, makula degeneratsiyasi, diabetik retinopatiya) va ko'rish organida shikastlanish kuzatilgan bemorlar tadqiqotdan chiqarib tashlandi. **Natijalari.** Tadqiqotga 50–80 yosh oralig'idagi, katarakta fakoemulsifikatsiyasidan so'ng orqa kamera intraokulyar linzalari dislokatsiyasiga uchragan bemorlar kiritildi. Og'ir oftalmologik kasalliklar (glaukoma, makula degeneratsiyasi, diabetik retinopatiya) va ko'rish organida shikastlanish kuzatilgan bemorlar tadqiqotdan chiqarib tashlandi. **Xulosa.** Olingan ma'lumotlar intraokulyar linza dislokatsiyasi mexanizmda Zinn boylamidagi degenerativ o'zgarishlarning yetakchi rolini tasdiqlaydi. Shuningdek, ko'z gipertenziyasi va makula o'zgarishlarini erta aniqlash hamda ularni vaqtida tuzatish muhimligi qayd etildi. Jarrohlik yondashuvlarini optimallashtirish va intraokulyar linza dislokatsiyasi bo'lgan bemorlarni davolash taktikasini individual tanlash keyingi tadqiqotlar uchun istiqbolli yo'nalishdir

**Kalit so'zlar:** ko'z ichi linzalari, fakoemulsifikatsiya, katarakta, dislokatsiya, katarakta jarrohligi, orqa kameraga intraokulyar linzani fiksatsiyalash.

#### Iqtibos uchun:

Nozimov A.E., Askarov Q.Sh., Pirnazarov M.Y., Obidjonov U.A., Davronov O.D. Katarakta fakoemulsifikatsiyasidan keyingi orqa kamera intraokulyar linzalari dislokatsiyasining sabablari va klinik-funksional ko'rsatkichlari. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):42-46.

## CAUSES AND CLINICAL-FUNCTIONAL PARAMETERS OF INTRAOCULAR LENS DISLOCATION AFTER CATARACT PHACOEMULSIFICATION

Nozimov A.E.<sup>1</sup>, Askarov K.Sh.<sup>2</sup>, Pirnazarov M.Y.<sup>3</sup>, Obidjonov U.A.<sup>4</sup>, Davronov O.D.<sup>5</sup>

1. PhD, Assistant of the Department of Ophthalmology, Tashkent State Medical University, dr.nae@mail.ru, +998(97)7747539, <https://orcid.org/0000-0002-8315-3429>

2. Master's student of the Department of Ophthalmology, Tashkent State Medical University, qadraskarov@gmail.com, +998(91)4401123, <https://orcid.org/0009-0002-2874-7475>

3. Assistant of the Department of Ophthalmology, Tashkent State Medical University, pirnazarovmy260990@gmail.com, +998(90)3542282, <https://orcid.org/0009-0009-8484-0456>

4. Assistant of the Department of Ophthalmology, Tashkent State Medical University, obidjonov.umdjon@gmail.com, +998(90)3542282, <https://orcid.org/0009-0003-9385-221X>

5. Master's student, Department of Ophthalmology, Tashkent State Medical University. odavronov210@gmail.com, +998(99)7453237, <https://orcid.org/0009-0000-4994-0122>

**Annotation. Relevance.** The causes and clinical and functional parameters of intraocular lens dislocation after cataract phacoemulsification are one of the current problems in ophthalmology. **Materials and methods.** This study was conducted at the Ophthalmology Department of the Multidisciplinary Clinic of Tashkent State Medical University and "Republican Specialized Scientific-Practical Medical Center of Eye Microsurgery" from September 2024 to May 2026. 21 patients (21 eyes) diagnosed with dislocation of the posterior chamber intraocular lens implanted after cataract phacoemulsification were selected for the study. Patients were divided into two groups. Group 1 (main) - patients with dislocation of the posterior chamber intraocular lens. Group 2 (control) - patients with implantation of the intraocular lens into the posterior chamber. The study included patients (50-80 years old) with posterior chamber intraocular lens dislocation after cataract phacoemulsification. Patients with severe ophthalmological diseases (glaucoma, macular degeneration, diabetic retinopathy) and damage to the organ of vision were excluded. Clinical and instrumental methods were used to comprehensively assess visual functions and the state of eye structures. **Results of the study.** The study analyzed 21 patients (21 eyes) with posterior chamber intraocular lens dislocation after cataract phacoemulsification. The assessment of clinical and functional indicators made it possible to identify the characteristic features of visual impairment, structural changes in the eyeball, and the frequency of various types of intraocular lens dislocation. **Conclusion.** The data obtained confirm the leading role of degenerative changes in the bundle of Zinn in the mechanism of intraocular lens dislocation, as well as the importance of early detection and correction of ocular hypertension and macular changes. Optimization of surgical approaches and individual selection of treatment tactics for patients with intraocular lens dislocation are promising areas for further research.

**Keywords:** intraocular lens, phacoemulsification, cataract, dislocation, cataract surgery, fixation of intraocular lens in the posterior chamber.

**For citation:**

Nozimov A.E., Askarov K.Sh., Pirnazarov M.Y., Obidjonov U.A., Davronov O.D. Causes and clinical-functional parameters of intraocular lens dislocation after cataract phacoemulsification. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):42-46.

**Актуальность.** Фактоэмульсификация катаракты с имплантацией заднекамерной интраокулярной линзы (ЗК ИОЛ) является современным и широко применяемым методом хирургического лечения катаракты. Несмотря на высокую эффективность и минимальную инвазивность данной методики, в послеоперационном периоде могут возникать различные осложнения, одним из наиболее значимых среди которых является дислокация интраокулярной линзы. Дислокация ЗК ИОЛ представляет собой смещение искусственного хрусталика из физиологически правильного положения, что приводит к ухудшению зрительных функций, нарушению рефракции, повышению внутриглазного давления и другим офтальмологическим проблемам. Частота данного осложнения варьируется в зависимости от множества факторов, включая возраст пациента, слабость цинновых связок, наличие псевдоэкзофалиативного синдрома, а также особенности хирургической техники. Несмотря на значительное количество исследований, посвящённых данной проблеме, причины и механизмы дислокации ИОЛ, а также её влияние на клинко-функциональные показатели глаза остаются изученными не полностью. Дальнейший анализ этих аспектов позволит усовершенствовать подходы к профилактике, диагностике и лечению пациентов с данным осложнением.

**Цель исследования.** Оценка клинко-функционального состояния глаза у пациентов с дислокацией ЗК ИОЛ после фактоэмульсификации катаракты.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на базе отделения офтальмологии многопрофильной клиники Ташкентского государственного медицинского университета и Республиканского специализированного научно-практического центра микрохирургии глаза в период с сентября 2024 года по сентябрь 2025 года. В исследование были включены 21 пациент (21 глаз), у которых после фактоэмульсификации катаракты с имплантацией ЗК ИОЛ была диагностирована её дислокация. Пациенты были разделены на две группы: 1-я (основная) группа – пациенты, которым интраокулярная линза была дислокацией в задней камере; 2-я (контрольная) группа – пациенты, которым интраокулярная линза была зафиксирована в задней камере.

В исследование включены пациенты (50–80 лет) с дислокацией заднекамерной интраоку-

лярной линзы (ЗК ИОЛ) после фактоэмульсификации катаракты. Исключались пациенты с тяжёлыми офтальмологическими заболеваниями (глаукома, макулодистрофия, диабетическая ретинопатия) и травматическими повреждениями органа зрения в анамнезе. Пациенты разделены на две группы: 1-я (основная) группа – пациенты, которым интраокулярная линза была дислокацией в задней камере; 2-я (контрольная) группа – пациенты, которым интраокулярная линза была зафиксирована в задней камере. Для комплексной оценки зрительных функций и состояния структур глаза использовались клинические и инструментальные методы. Визометрия применялась для определения остроты зрения, тонометрия (апланационная тонометрия Гольдмана) – для измерения внутриглазного давления. Биомикроскопия позволяла детально исследовать передний отрезок глаза и визуализировать положение ЗК ИОЛ, а офтальмоскопия использовалась для оценки изменений в стекловидном теле и сетчатке.

Для углублённого анализа морфологических и функциональных изменений применялись современные методы визуализации. Оптическая когерентная томография (ОКТ) использовалась для детального исследования макулярной зоны и сетчатки. Ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) обеспечивала визуализацию цинновых связок и капсульного мешка, а эхография (В-сканирование) применялась в случаях значительного помутнения оптических сред для точного определения пространственного расположения ИОЛ.

**Результаты исследования и обсуждение.**

В ходе исследования были проанализированы данные 21 пациента (21 глаз) с дислокацией заднекамерных интраокулярных линз (ЗК ИОЛ) после фактоэмульсификации катаракты. Оценка клинко-функциональных показателей позволила выявить характерные особенности зрительных нарушений, структурных изменений глазного яблока, а также определить частоту различных типов дислокации ИОЛ. Результаты офтальмологического обследования представлены в Таблице 1. Они отражают распределение различных типов дислокации ИОЛ и степень зрительных и структурных нарушений, что даёт возможность объективно оценить состояние пациентов и выбрать оптимальную тактику лечения.

Результаты подтверждают значительную роль ослабления цинновых связок и повреждения капсульного мешка в механизме дисло-

Таблица -1. Результаты офтальмологического обследования

| Тип дислокации                        | Частичная – 71,4% (n = 15),<br>Полная – 28,6% (n = 6) |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Острота зрения без коррекции          | 0,21 ± 0,09                                           |
| Острота зрения с коррекцией           | 0,42 ± 0,11                                           |
| Среднее ВГД (мм рт. ст.)              | 22,1 ± 3,2                                            |
| Офтальмогипертензия (> 21 мм рт. ст.) | 28,6% (n = 6)                                         |
| Разрывы цинновых связок (УБМ)         | 57,1% (n = 12)                                        |
| Деформация капсульного мешка          | 28,6% (n = 6)                                         |
| Цистойдный макулярный отёк (ОКТ)      | 14,3% (n = 3)                                         |
| Истончение фовеальной зоны            | 14,3% (n = 3)                                         |

кации ИОЛ, а также необходимость контроля внутриглазного давления и состояния макулы у данной категории пациентов.

**Заключение.** Проведённое исследование показало, что дислокация заднекамерных интраокулярных линз после факоэмульсификации катаракты преимущественно сопровождается частичной сублюксацией (71,4%) и нередко ассоциируется с нарушением целостности цинновых связок (57,1%) и деформацией капсульного мешка (28,6%).

Функциональные нарушения выражаются в снижении остроты зрения (0,21 ± 0,09 без коррекции) и повышении внутриглазного давления (22,1 ± 3,2 мм рт. ст.), причём в 28,6% случаев выявлена офтальмогипертензия.

Оптическая когерентная томография у 14,3% пациентов выявила признаки цистойдного макулярного отёка, что подчёркивает необходимость комплексного мониторинга макулярной зоны.

Полученные данные подтверждают ведущую роль дегенеративных изменений циннового аппарата в механизме дислокации ИОЛ, а также важность раннего выявления и коррекции офтальмогипертензии и макулярных изменений. Оптимизация хирургических подходов и индивидуальный подбор тактики лечения пациентов с дислокацией ИОЛ являются перспективными направлениями дальнейших исследований.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Г.К.Жургумбаева, Н.А.Алдашева, Л.Б.Таштитова. Дислокации ИОЛ - причины и результаты хирургического лечения // Офтальмологический журнал Казахстана 2013. - №4. - С. 8-11. <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-prichin-dislokatsii-iskusstvennogo-hrustalika-i-rezultatov-lecheniya-bolnyh/viewer>
2. Осипова Т.А. Сравнительные результаты методов хирургического лечения больных с подвывихом хрусталика/ Т.А.Осипова, Е.Б.Ерошевская, И.В.Малов // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2013. - № 4 (153). - С. 197-200. <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnye-rezultaty-metodov-hirurgicheskogo-lecheniya-bolnyh-s-podvyvihom-hrustalika/viewer>
3. Harilaos S. Bilateral dislocation of in-the-bag posterior chamber intraocular lenses in a patient with intermediate uveitis / S. Harilaos, Jay M. Lustbader // Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2003. Vol. 29, № 10. P. 2013-2014. doi: 10.1016/s0886-3350(03)00226-8.
4. Выдров, А.С. Динамика заболеваемости возрастной катарактой населения Амурской области / А.С. Выдров, Е.Н. Комаровских// Бюллетень физиологии и патологии дыхания. - 2012. - №46. - С. 95-97. <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-zabolevaemosti-voznrastnoy-kataraktoy-naseleniya-amurskoy-oblasti/viewer>
5. Розукулов В.У., Савранова Т.Н., Юсупов А.Ф. Факоэмульсификация катаракты при несостоятельности капсульного мешка. Российский офтальмологический журнал. 2022-15(4), С. 66-71. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2022-15-4-66-71>
6. Захарова, Е. К. Комбинированная хирургия катаракты и закрытоугольной глаукомы / Е. К. Захарова, Т. Р. Поскачина // Глаукома. - 2011. - № 1. - С. 23-25. <https://www.glaucomajournal.ru/jour/article/view/148>

### Информированное согласие пациента.

Все пациенты, включённые в исследование, были информированы о целях и методах исследования. От каждого пациента получено добро-

вольное письменное информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

**Конфликт интересов.**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.**

Исследование выполнено без внешней финансовой поддержки и спонсорской помощи.

**клад авторов:**

Нозимов А.Э. – концепция и дизайн исследования, научное руководство, редактирование статьи;

Пирназаров М.Е. – сбор клинического материала, анализ литературы;

Обиджонов У.А. – проведение обследования пациентов и статистическая обработка данных;

Аскарлов К.Ш. – подготовка таблиц и оформление статьи;

Давронов О.Д. – сбор данных, подготовка библиографии и техническое оформление рукописи.

**Благодарность:**

Исследование было проведено в Республиканском специализированном научно-практическом медицинском центре микрохирургии глаза, а также в отделении офтальмологии многопрофильной клиники Ташкентского государственного медицинского университета.

Выражаем благодарность администрациям вышеуказанных учреждений за оказанную практическую помощь в проведении исследования.

## КОРРЕЛЯЦИЯ СТРУКТУРНЫХ И НЕЙРОМЕТАБОЛОМНЫХ МАРКЕРОВ ГЛАУКОМНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ НЕЙРОПАТИИ

Ахмедова Ш.А.<sup>1</sup>, Махкамова Д.К.<sup>2</sup>

1. Свободный соискатель PhD, врач-офтальмолог Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, shahzoda\_22@mail.ru, +998(91)1342332, <https://orcid.org/0009-0006-3984-9660>

2. Доктор медицинских наук, руководитель отдела патологии зрительного нерва и сетчатки Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, dilbarmk@mail.ru, +998(99)8572709, <https://orcid.org/0000-0001-6080-7680>

**Аннотация. Актуальность.** Глаукомная оптическая нейропатия (ГОН) является одной из ведущих причин необратимой слепоты и сопровождается нейродегенеративными, сосудистыми и метаболическими нарушениями. Современные методы диагностики позволяют объективно оценивать структурные и микроциркуляторные изменения, однако роль метаболических биомаркеров при развитии и течении ГОН изучена недостаточно. **Цель исследования.** Оценить взаимосвязь структурных, сосудистых и метаболических биомаркеров ГОН на основании корреляционного анализа данных ОКТ и уровней никотинамида и аргинина для определения их диагностической значимости. **Материал и методы.** В исследование включены пациенты 40–75 лет с первичной открытоугольной глаукомой начальной и умеренной стадии. Проводились ОКТ и нейрометаболомный анализ плазмы крови и слезной жидкости методом LC-MS/MS. Оценивали толщину СНВС и концентрации никотинамида и аргинина. Выполнен корреляционный анализ между метаболическими и структурно-функциональными показателями. **Результаты.** У пациентов с ГОН выявлено достоверное снижение толщины СНВС и плотности капилляров, а также уменьшение уровней никотинамида и аргинина, наиболее выраженное в слезной жидкости ( $p < 0,05$ ). Установлены статистически значимые положительные корреляции метаболитов с толщиной СНВС и MD ( $r = 0,33–0,44$ ) и отрицательные – с коэффициентом экскавации диска зрительного нерва ( $r = -0,30$  до  $-0,41$ ). **Заключение.** Интеграция данных ОКТ и нейрометаболомного анализа позволяет объективизировать оценку тяжести ГОН и повышает возможности персонализированного мониторинга нейропротекторной терапии.

**Ключевые слова:** глаукомная оптическая нейропатия; ОКТ; никотинамид; нейропротекторная терапия.

### Для цитирования:

Ахмедова Ш.А. Махкамова Д.К. Корреляция структурных и нейрометаболомных маркеров глаукомной оптической нейропатии. Передовая офтальмология. 2026;17(2):47-50.

## CORRELATION OF STRUCTURAL AND NEUROMETABOLOMIC MARKERS IN GLAUCOMATOUS OPTIC NEUROPATHY

Akhmedova Sh.A.<sup>1</sup>, Makhkamova D.K.<sup>2</sup>,

1. PhD Researcher, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, shahzoda\_22@mail.ru, +998(91)1342332, <https://orcid.org/0009-0006-3984-9660>

2. Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Optic Nerve and Retina Pathology, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, dilbarmk@mail.ru, +998(99)8572709, <https://orcid.org/0000-0001-6080-7680>

**Abstract. Relevance.** Glaucomatous optic neuropathy (GON) is one of the leading causes of irreversible blindness and is associated with neurodegenerative, vascular, and metabolic disturbances. Modern optical coherence tomography techniques enable objective assessment of structural and microcirculatory changes; however, the role of metabolic biomarkers in monitoring neuroprotective therapy remains insufficiently studied. **Purpose of the study.** To evaluate the relationship between structural, vascular, and metabolic biomarkers of GON based on correlation analysis of OCT/OCTA findings and nicotinamide and arginine levels in order to determine their diagnostic significance. **Materials and methods.** The study included patients aged 40–75 years with early and moderate primary open-angle glaucoma. Structural OCT and neurometabolomic analysis of blood plasma and tear fluid using liquid chromatography–tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) were performed. Retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness as well as nicotinamide and arginine concentrations were assessed. Correlation analysis between metabolic and structural-functional parameters was conducted. **Results.** Patients with GON demonstrated a significant reduction in RNFL thickness and capillary density, as well as decreased nicotinamide and arginine levels, most prominently in tear fluid ( $p < 0,05$ ). Statistically significant positive correlations were found between metabolite levels and RNFL thickness and mean deviation (MD) values ( $r = 0,33–0,44$ ), while negative correlations were observed with the cup-

to-disc ratio ( $r = -0.30$  to  $-0.41$ ). **Conclusion.** The integration of OCT findings with metabolomic analysis provides a more objective assessment of GON severity and improves the potential for personalized monitoring of neuroprotective therapy.

**Keywords:** glaucomatous optic neuropathy; OCT; nicotinamide; neuroprotective therapy.

#### For citation:

Akhmedova Sh.A. Makhkamova D.K. Correlation of structural and neurometabolomic markers in glaucomatous optic neuropathy. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):47-50.

## ГЛАУКОМАТОЗ ОПТИК НЕЙРОПАТИЯДА СТРУКТУРАВИЙ ВА НЕЙРОМЕТАБОЛОМ МАРКЕРЛАР КОРРЕЛЯЦИЯСИ

Ахмедова Ш.А.<sup>1</sup>, Махкамova Д.К.<sup>2</sup>,

1. Мустақил изланувчи, офтальмолог-шифокор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази, shahzoda\_22@mail.ru, +998(91)1342332, <https://orcid.org/0009-0006-3984-9660>
2. Тиббиёт фанлари доктори, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази Кўрув нерви ва тўр парда патологияси бўлими бошлиғи, dilbarmk@mail.ru, +998(99)8572709, <https://orcid.org/0000-0001-6080-7680>

**Аннотация. Долзарблиги.** Глаукоматоз оптик нейрпатия (ГОН) қайтарилмас кўрликнинг етакчи сабабларидан бири бўлиб, нейродегенератив, қон-томир ва метаболит бузилишлар билан кечади. Замонавий оптик когерент томография (ОКТ) ва ОКТ-ангиография усуллари структура ва микроциркулятор ўзгаришларни объектив баҳолаш имконини беради, бироқ нейропротектор терапия мониторингида метаболит биомаркерларнинг аҳамияти етарлича ўрганилмаган. **Тадқиқот мақсади.** ОКТ маълумотлари ҳамда никотинамид ва аргинин миқдорларининг корреляцион таҳлили асосида ГОНнинг структура, қон-томир ва метаболит биомаркерлари ўртасидаги ўзаро боғлиқликни баҳолаш ва уларнинг диагностик аҳамиятини аниқлаш. **Материал ва усуллар.** Тадқиқотга бошланғич ва ўрта босқичдаги бирламчи очик бурчакли глаукома билан касалланган 40–75 ёшли беморлар киритилди. ОКТ ҳамда қон плазмаси ва кўз ёши суюқлигида LC-MS/MS усули ёрдамида метаболом таҳлил ўтказилди. Тўр парда нерв толалари қавати (RNFL) ҳамда никотинамид ва аргинин концентрациялари баҳоланди. Метаболит ва структура-функционал кўрсаткичлар ўртасида корреляцион таҳлил амалга оширилди. **Натижалар.** ГОН билан оғриган беморларда РНТҚ қалинлиги ва капилляр зичлигининг ишончли камайиши, шунингдек никотинамид ва аргинин даражаларининг пасайиши аниқланди, бу айниқса кўз ёши суюқлигида яққол намоён бўлди ( $p < 0,05$ ). Метаболитлар даражалари билан RNFL қалинлиги ва MD кўрсаткичлари ўртасида ижобий корреляциялар ( $r = 0,33 - 0,44$ ), диск экскавацияси коэффиценти билан эса манфий корреляциялар ( $r = -0,30$  дан  $-0,41$  гача) кузатилди. **Хулоса.** ОКТ маълумотларини нейрометаболом таҳлил билан интеграция қилиш ГОН оғирлигини объектив баҳолаш ва нейропротектор терапия самарадорлигини индивидуал мониторинг қилиш имкониятларини кенгайтиради.

**Калит сўзлар:** глаукоматоз оптик нейрпатия; ОКТ; никотинамид; нейропротектор терапия.

#### Иқтибос учун:

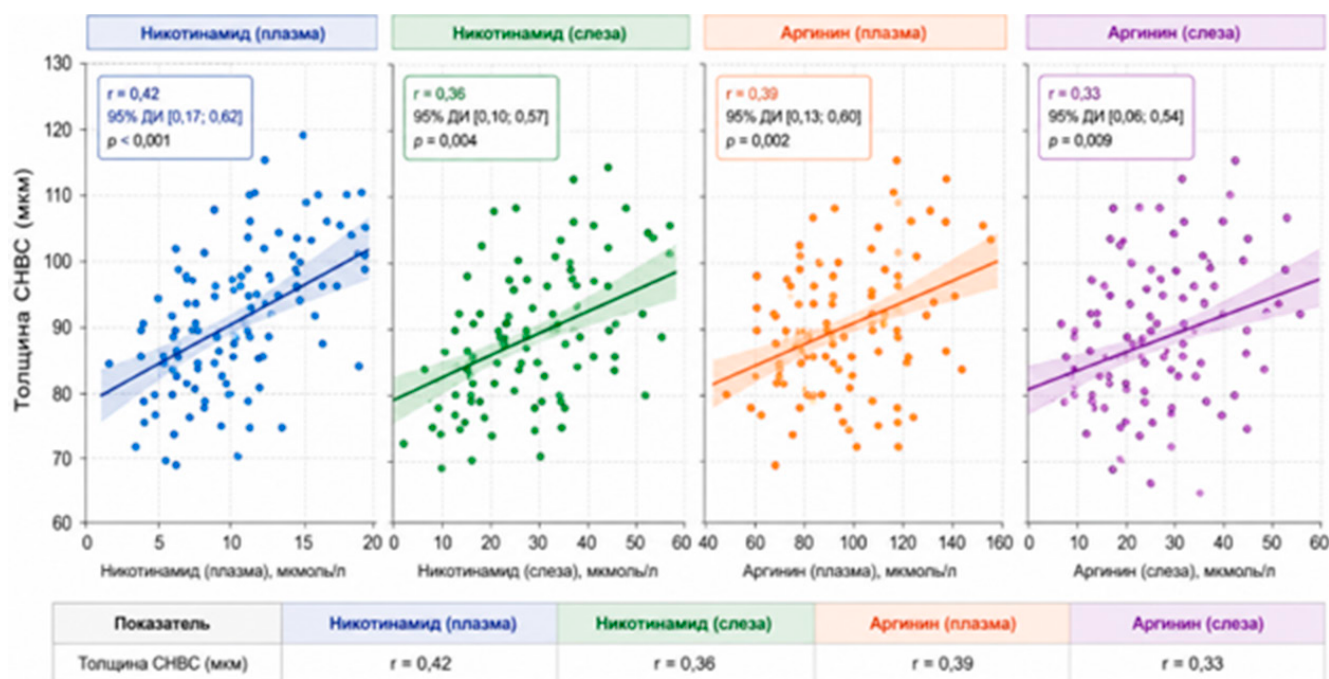
Ахмедова Ш.А., Махкамova Д.К. Глаукоматоз оптик нейрпатияда структуравий ва нейрометаболом маркерлар корреляцияси. Илғор офтальмология. 2026;17(2):47-50....

**Актуальность.** Глаукомная оптическая нейрпатия (ГОН) остаётся одной из ведущих причин необратимой слепоты и рассматривается как мультифакторное заболевание, включающее нейродегенеративные, сосудистые и метаболические механизмы, что обосновывает применение нейропротекторных стратегий наряду с контролем внутриглазного давления [1,2,3]. В настоящее время особое значение приобретает объективная оценка прогрессирования ГОН с использованием оптической когерентной томографии (ОКТ), позволяющая количественно анализировать структурные изменения сетчатки и нарушения микроциркуляции в макулярной и перипапиллярной зонах [2,4,5,6]. Несмотря на широкое применение данных технологий, до сих пор отсутствует единый стандартизированный

подход к мониторингу эффективности нейропротекторной терапии и определению наиболее чувствительных биомаркеров прогрессирования заболевания [4,7].

**Цель исследования.** Оценить взаимосвязь структурных, сосудистых и метаболических биомаркеров ГОН на основании корреляционного анализа данных ОКТ и уровней никотинамида и аргинина в плазме крови и слёзной жидкости для определения их диагностической значимости.

**Материалы и методы.** В исследование были включены пациенты 40–75 лет с первичной открытоугольной глаукомой начальной и умеренной стадии, компенсированным ВГД и признаками начального структурного повреждения зрительного нерва по данным ОКТ (истончение слоя нервных волокон сетчатки (CHVC) или



**Рисунок 1.** Корреляционная связь между концентрациями никотинамида и аргинина в плазме крови и слёзной жидкости и толщиной СНВС у пациентов с ГОН (Примечание. Корреляционный анализ выполнен с использованием коэффициента корреляции Пирсона ( $r$ ). Для оценки статистической значимости рассчитывались 95% доверительные интервалы (95% ДИ) и  $p$ -значения. Диаграммы рассеяния с линиями линейной регрессии построены методом наименьших квадратов; заштрихованная область соответствует 95% доверительному интервалу линии регрессии. Статистическая обработка и построение графика выполнены с использованием пакета ggplot2).

слоя ганглиозных клеток сетчатки (СГКС)  $\geq 5\%$  от возрастной нормы, снижение плотности капилляров в перипапиллярной или макулярной зоне). Исключались пациенты с продвинутыми стадиями глаукомы, вторичными формами заболевания, сопутствующей ретиальной или неврологической патологией, высоким миопическим компонентом, нестабильным ВГД, а также при недостаточном качестве ОКТ изображений. Комплексное обследование включало стандартный офтальмологический осмотр, автоматизированную периметрию, ОКТ на аппарате Topcon DRI OCT Triton (Swept-Source, 1050 nm).

Параллельно выполнялся нейрометаболический анализ с определением уровней никотинамида и аргинина в плазме крови и слёзной жидкости методом LC-MS/MS. Полученные данные использовались для корреляционного анализа взаимосвязи между метаболическими, структурными и функциональными показателями глаукомной оптической нейропатии. Основное внимание уделялось оценке корреляций концентраций никотинамида и аргинина с толщиной СНВС, что позволило определить связь метаболических нарушений с выраженностью нейродегенеративных и сосудистых изменений. Статистическая обработка проводилась с использованием IBM SPSS Statistics v27.0 и R v4.3.0, уровень статистической значимости принимался при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования** показали, что у пациентов с ГОН наблюдается сочетанное снижение структурных, сосудистых и нейрометаболических показателей по сравнению с контрольной группой. По данным ОКТ выявлено достоверное уменьшение средней толщины СНВС, СГКС и минимальной ширины нейроретинального ободка, сопровождавшееся увеличением отношения «экскавация/диск» и площади экскавации диска зрительного нерва ( $p < 0,05$ ). ОКТ-ангиография продемонстрировала выраженное снижение плотности капилляров в радиальной перипапиллярной и макулярной зонах, уменьшение зоны макулярного кровотока и увеличение площади фовеальной аваскулярной зоны ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о вовлечении микроциркуляторного компонента в патогенез ГОН.

Нейрометаболический анализ выявил снижение концентраций никотинамида и аргинина, наиболее выраженное в слёзной жидкости, где различия с контрольной группой были статистически значимыми ( $p = 0,003$  и  $p = 0,009$  соответственно), тогда как показатели плазмы крови не достигали достоверности. Наиболее важным результатом исследования стало выявление статистически значимых корреляций между уровнями метаболитов и структурно-функциональными параметрами ГОН. Концентрации никотинамида и аргинина как в плазме крови,

так и в слезной жидкости положительно коррелировали с толщиной СНВС ( $r=0,33-0,42$ ) и показателем MD ( $r=0,34-0,44$ ), а также отрицательно - с коэффициентом экскавации диска зрительного нерва ( $r=-0,30$  до  $-0,41$ ;  $p<0,05$ ). Наиболее выраженные корреляционные связи были отмечены для никотинамида плазмы крови с толщиной СНВС ( $r=0,42$ ) и MD ( $r=0,44$ ), что подтверждает тесную взаимосвязь метаболических нарушений с выраженностью нейродегенеративных изменений при глаукоме (рис. 1).

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Almasieh M, Levin LA. Neuroprotection in Glaucoma: Animal Models and Clinical Trials. *Annu Rev Vis Sci.* 2017 Sep 15;3:91-120. doi: 10.1146/annurev-vision-102016-061422
2. Baltmr A, Duggan J, Nizari S, Salt TE, Cordeiro MF. Neuroprotection in glaucoma - Is there a future role? *Exp Eye Res.* 2010 Nov;91(5):554-66. doi: 10.1016/j.exer.2010.08.009
3. Bou Ghanem GO, Wareham LK, Calkins DJ. Addressing neurodegeneration in glaucoma: Mechanisms, challenges, and treatments. *Prog Retin Eye Res.* 2024 May;100:101261. doi: 10.1016/j.preteyeres.2024.101261
4. Chen SD, Wang L, Zhang XL. Neuroprotection in glaucoma: present and future. *Chin Med J (Engl).* 2013;126(8):1567-77 PMID: 23595396
5. Chiarugi A. Glaucoma: neuroprotection with NAD-based therapeutic interventions. *Trends Pharmacol Sci.* 2023 Dec;44(12):869-879. doi: 10.1016/j.tips.2023.09.010.
6. Danesh-Meyer HV. Neuroprotection in glaucoma: recent and future directions. *Curr Opin Ophthalmol.* 2011 Mar;22(2):78-86. doi: 10.1097/ICU.0b013e32834372ec
7. Guymer C, Wood JP, Chidlow G, Casson RJ. Neuroprotection in glaucoma: recent advances and clinical translation. *Clin Exp Ophthalmol.* 2019 Jan;47(1):88-105. doi: 10.1111/ceo.13336

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

**Заключение.** Выявленные достоверные корреляции между уровнями никотинамида и аргинина, параметрами ОКТ и функциональными показателями зрения подтверждают патогенетическую взаимосвязь метаболических, сосудистых и нейродегенеративных нарушений при ГОН и обосновывают применение комплексного мультимодального подхода для ранней диагностики и объективного мониторинга прогрессирования заболевания.

## Участие авторов

Махкамова Д.К. - концепцию и дизайн исследования; внесение в рукопись важных правок с целью повышения научной ценности статьи; одобрение финальной версии рукописи; согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

Ахмедова Ш.А. - получение, анализ данных и интерпретация результатов, написание статьи; согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

## КОМПЛЕКСНАЯ БИОМЕХАНИЧЕСКАЯ И ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КРОССЛИНКИНГА РОГОВИЦЫ ПРИ КЕРАТОКОНУСЕ

Базарбаева К.Г.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Абдиназаров Д.А.<sup>3</sup>, Тимуров М.Н.<sup>4</sup>

1. Базовый докторант, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, kamillabazarbaeva0@gmail.com, +998(91)3032288, <https://orcid.org/0000-0003-2741-1478>
2. Доктор медицинских наук, профессор, директор, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>
3. Заместитель директора по филиалам, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, dilshod65@mail.ru, +998(93)1721620, <https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>
4. Заведующий организационно-методическим отделом, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, timurov\_murodjon@mail.ru, +998(90)3591591, <https://orcid.org/0009-0005-0451-0934>

**Аннотация. Актуальность.** Кератоконус остается актуальной проблемой современной офтальмологии, требующей не только эффективного лечения, но и объективной оценки его результатов с использованием биомеханических и иммунологических биомаркеров. **Цель исследования.** Провести комплексную оценку эффективности кросслинкинга роговицы у пациентов с прогрессирующим кератоконусом на основании динамики биомеханических параметров Corvis ST и уровня лактоферрина слезной жидкости. **Материалы и методы.** Обследованы 25 пациентов (35 глаз) с кератоконусом I-II стадии. До и через 12 месяцев после кросслинкинга оценивались: биомеханические параметры (CBI, TBI, DA, SP-A1), топографические индексы (Kmax, ISV, IVA), уровень лактоферрина слезной жидкости методом ELISA. **Результаты.** После КР отмечено значимое улучшение биомеханических показателей: CBI снизился с  $0,68 \pm 0,12$  до  $0,52 \pm 0,11$  ( $p < 0,001$ ), TBI — с  $0,85 \pm 0,14$  до  $0,65 \pm 0,13$  ( $p < 0,001$ ), DA — с  $1,32 \pm 0,18$  до  $1,18 \pm 0,15$  мм ( $p < 0,05$ ). Уровень лактоферрина повысился с  $0,52 \pm 0,28$  до  $1,21 \pm 0,42$  мг/мл ( $p < 0,001$ ). Выявлена корреляция между восстановлением лактоферрина и улучшением биомеханических параметров.

**Ключевые слова:** роговичная эктазия, кератоконус, лактоферрин, кросслиндинг, Corvis ST, биомеханика роговицы, CBI, TBI.

### Для цитирования:

Базарбаева К.Г., Юсупов А.Ф., Абдиназаров Д.А., Тимуров М.Н. Комплексная биомеханическая и иммунологическая оценка эффективности кросслинкинга роговицы при кератоконусе, Передовая офтальмология. 2026;17(2):51-55.

## COMPREHENSIVE BIOMECHANICAL AND IMMUNOLOGICAL ASSESSMENT OF CORNEAL CROSSLINKING EFFICACY IN KERATOCONUS

Bazarbaeva K.G.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Abdinazarov D.A.<sup>3</sup>, Timurov M.N.<sup>4</sup>

1. PhD student, Republican specialized scientific and practical medical center of eye microsurgery, kamillabazarbaeva0@gmail.com, +998(91)3032288, <https://orcid.org/0000-0003-2741-1478>
2. Doctor of medical sciences, professor, director of the Republican specialized scientific and practical medical center of eye microsurgery, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>
3. Deputy director for branches, Republican specialized scientific and practical medical center of eye microsurgery, dilshod65@mail.ru, +998(93)1721620, <https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>
4. Head of organizational and methodological department, republican specialized scientific and practical medical center of eye microsurgery, timurov\_murodjon@mail.ru, +998(90)3591591, <https://orcid.org/0009-0005-0451-0934>

**Abstract. Relevance.** Keratoconus remains an important problem in modern ophthalmology, requiring not only effective treatment but also objective assessment of its results using biomechanical and immunological biomarkers. **Purpose of the study.** To comprehensively evaluate the effectiveness of corneal crosslinking in patients with progressive keratoconus based on the dynamics of Corvis ST biomechanical parameters and tear lactoferrin levels. **Materials and methods.** Twenty-five patients (35 eyes) with stage I-II keratoconus were examined. Biomechanical parameters (CBI, TBI, DA, SP-A1), topographic indices (Kmax, ISV, IVA), and tear lactoferrin levels were evaluated before and 12 months after crosslinking. **Results.** After CXL, significant improvement in biomechanical parameters was observed: CBI decreased from  $0.68 \pm 0.12$  to  $0.52 \pm 0.11$  ( $p < 0.001$ ), TBI from  $0.85 \pm 0.14$  to  $0.65 \pm 0.13$  ( $p < 0.001$ ), DA from  $1.32 \pm 0.18$  to  $1.18 \pm 0.15$  mm ( $p < 0.05$ ). Lactoferrin level increased from  $0.52 \pm 0.28$  to  $1.21 \pm 0.42$  mg/ml ( $p < 0.001$ ). Correlation between lactoferrin restoration and improvement in biomechanical parameters was revealed.

**Keywords:** corneal ectasia, keratoconus, lactoferrin, crosslinking, Corvis ST, corneal biomechanics, CBI, TBI.

## For citation:

Bazarbaeva K.G., Yusupov A.F., Abdinazarov D.A., Timurov M.N. Comprehensive biomechanical and immunological assessment of corneal crosslinking efficacy in keratoconus, *Advanced ophthalmology*. 2026;17(2):51-55.

## KERATOKONUSDA SHOX PARDA KROSSLINKINGINING SAMARADORLIGINI BIOMEKANIK VA IMMUNOLOGIK KOMPLEKS BAHOLASH

Bazarbaeva K.G.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Abdinazarov D.A.<sup>3</sup>, Timurov M.N.<sup>4</sup>

1. Tayanch doktorant, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, kamillabazarbaeva0@gmail.com, +998(91)3032288, <https://orcid.org/0000-0003-2741-1478>
2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktori, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>
3. Filiallar bo'yicha direktor o'rinbosari, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, dilshod65@mail.ru, +998(93)1721620, <https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>
4. Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi tashkilot-uslubiy bo'limi boshlig'i, timurov\_murodjon@mail.ru, +998(90)3591591, <https://orcid.org/0009-0005-0451-0934>

**Annotatsiya. Dolzarblik.** Keratokonus zamonaviy oftalmologiyaning muhim muammosi bo'lib qolmoqda, u nafaqat samarali davolanishni, balki biomekanik va immunologik biomarkerlardan foydalangan holda natijalarni ob'ektiv baholashni talab qiladi. **Tadqiqot maqsadi.** Progressiv keratokonusli bemorlarda shox parda krosslinkingining samaradorligini Corvis ST biomekanik parametrlari va ko'z yoshi suyuqligidagi laktoferrin darajasining dinamikasi asosida kompleks baholash. **Materiallar va usullar.** I-II bosqichli keratokonusli 25 bemor (35 ko'z) tekshirildi. Krosslinkingdan oldin va 12 oy o'tgach biomekanik parametrlar (CBI, TBI, DA, SP-A1), topografik indekslar (Kmax, ISV, IVA) va laktoferrin darajasi baholandi. **Natijalar va hulosa.** KR dan keyin biomekanik ko'rsatkichlarda sezilarli yaxshilanish kuzatildi: CBI  $0,68 \pm 0,12$  dan  $0,52 \pm 0,11$  ga ( $p < 0,001$ ), TBI  $0,85 \pm 0,14$  dan  $0,65 \pm 0,13$  ga ( $p < 0,001$ ), DA  $1,32 \pm 0,18$  mm dan  $1,18 \pm 0,15$  mm ga ( $p < 0,05$ ) kamaydi. Laktoferrin darajasi  $0,52 \pm 0,28$  dan  $1,21 \pm 0,42$  mg/ml ga ( $p < 0,001$ ) oshdi. Laktoferrin tiklanishi va biomekanik parametrlar yaxshilanishi o'rtasida korrelyatsiya aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** shox parda ektaziyasi, keratokonus, laktoferrin, krosslinking, Corvis ST, shox parda biomekanikasi, CBI, TBI.

### Iqtibos uchun:

Bazarbaeva K.G., Yusupov A.F., Abdinazarov D.A., Timurov M.N. Keratokonusda shox parda krosslinkingining samaradorligini biomekanik va immunologik kompleks baholash, *Ilg'or oftalmologiya*. 2026;17(2):51-55.

**Актуальность.** Кератоконус представляет собой прогрессирующее дегенеративное заболевание роговицы, которое приводит к истончению, конусообразной деформации и значительному снижению остроты зрения. В отсутствие своевременной диагностики и адекватной терапии пациенты могут нуждаться в дорогостоящих хирургических вмешательствах, включая кератопластику, особенно на поздних стадиях заболевания [1,2,3].

Методика collagen crosslinking (CXL) получила широкое распространение в клинической практике как наиболее эффективная форма стабилизации прогрессирующего кератоконуса. Однако традиционная оценка эффективности КР основывается на топографических параметрах, которые не всегда коррелируют с биомеханическими свойствами роговицы [4,5].

Развитие технологии Corvis ST позволило визуализировать динамическую деформацию роговицы и количественно оценить ее биомеханические свойства. Наиболее информативными показателями являются CBI (Corvis Biomechanical

Index) и TBI (Tomographic and Biomechanical Index), обладающие высокой чувствительностью и специфичностью в диагностике кератоконуса [6,7].

Одним из таких потенциальных маркеров выступает лакtoferrin – гликопротеин, обладающий многофакторной активностью, включая антиоксидантные, противовоспалительные, иммуномодулирующие и антимикробные свойства. Ранее было показано, что у пациентов с различными формами кератопатий концентрация лакtoferrина в слезной жидкости может снижаться на фоне воспаления и окислительного стресса [8,9]. При этом его уровень может отражать общее состояние микросреды роговицы и динамику восстановления после лечебного воздействия.

Таким образом, исследование динамики лакtoferrина до и после кроссликинга роговицы в комбинации с биомеханическими параметрами Corvis ST представляет научный и практический интерес для объективной оценки эффективности лечения и прогнозирования течения кератоконуса.

**Цель исследования.** Провести комплексную оценку эффективности кросслинкинга роговицы у пациентов с прогрессирующим кератоконусом на основании динамики биомеханических параметров Corvis ST и уровня лактоферрина слезной жидкости.

**Материалы и методы.** Проспективное когортное исследование проводилось на базе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза в период с января 2024 по декабрь 2025 года.

В исследование были включены 25 пациентов (35 глаз) с диагностированным прогрессирующим кератоконусом I-II стадии по классификации Amsler-Krumeich. Средний возраст составил  $24,3 \pm 5,8$  года. Соотношение мужчин и женщин – 2,1:1.

Критерии включения: документированное прогрессирование кератоконуса (увеличение  $K_{max} \geq 1,0$  D за 12 месяцев), минимальная толщина роговицы  $\geq 400$  мкм, прозрачность роговицы, возраст 16-40 лет.

Всем пациентам выполнялся стандартный кросслинкинг роговицы по Дрезденскому протоколу: дезэпителизация 9 мм, насыщение рибофлавином 0,1% в течение 30 минут, облучение УФА (370 нм) интенсивностью 3 мВт/см<sup>2</sup> в течение 30 минут.

Методы обследования включали: визометрию, топографию и томографию роговицы (Pentacam HR), биомеханические параметры Corvis ST (CBI, TBI, DA, SP-A1, ARTh, bIOP), определение уровня лактоферрина в слезной жидкости методом ELISA (Human Lactoferrin ELISA Kit, чувствительность 0,01 мг/мл).

Забор слезной жидкости (5-10 мкл) проводился стерильными микрокапиллярами из слезного озера до 11:00 утра. Образцы немедленно замораживались при  $-80^{\circ}\text{C}$ .

Статистический анализ проводился с использованием SPSS Statistics версия 26.0. Для сравнения показателей до и после лечения использовался парный t-критерий Стьюдента. Различия считались значимыми при  $p < 0,05$ .

Результаты. Все 25 пациентов (35 глаз) завершили 12-месячный период наблюдения. Процедура кросслинкинга прошла без интраоперационных осложнений. Эпителизация завер-

шилась в течение 4-6 дней у всех пациентов.

Биомеханические параметры Corvis ST продемонстрировали значимые изменения, подтверждающие повышение жесткости роговицы после кросслинкинга.

CBI (Corvis Biomechanical Index) снизился с  $0,68 \pm 0,12$  до  $0,52 \pm 0,11$  ( $p < 0,001$ ), что свидетельствует об улучшении биомеханических свойств роговицы и приближении к нормальным значениям ( $<0,50$ ).

TBI (Tomographic and Biomechanical Index) уменьшился с  $0,85 \pm 0,14$  до  $0,65 \pm 0,13$  ( $p < 0,001$ ). Данный комбинированный индекс является наиболее чувствительным маркером эктазии.

DA (Deformation Amplitude) снизилась с  $1,32 \pm 0,18$  мм до  $1,18 \pm 0,15$  мм ( $p < 0,05$ ), что указывает на уменьшение максимальной деформации роговицы.

SP-A1 (Stiffness Parameter) повысился с  $72 \pm 18$  до  $85 \pm 16$  ( $p < 0,01$ ), демонстрируя увеличение жесткости роговичной ткани.

Топографические параметры:  $K_{max}$  снизился с  $54,8 \pm 6,2$  D до  $53,4 \pm 5,9$  D ( $p < 0,05$ ). Индексы Pentacam показали умеренное улучшение: ISV снизился с  $68 \pm 15$  до  $62 \pm 14$  ( $p < 0,05$ ), IVA – с  $0,82 \pm 0,18$  до  $0,76 \pm 0,16$  ( $p < 0,05$ ). Уровень лактоферрина слезной жидкости. Исходный уровень составил  $0,52 \pm 0,28$  мг/мл, что соответствует 2,5-кратному снижению по сравнению с нормой ( $1,31 \pm 0,48$  мг/мл). Через 12 месяцев после кросслинкинга концентрация лактоферрина значительно повысилась до  $1,21 \pm 0,42$  мг/мл ( $p < 0,001$ ). Повышение уровня лактоферрина наблюдалось у 30 из 35 глаз (85,7%). Корреляционный анализ выявил статистически значимую связь между изменением уровня лактоферрина и динамикой биомеханических параметров: повышение лактоферрина коррелировало со снижением CBI ( $r = -0,512$ ,  $p = 0,002$ ) и TBI ( $r = -0,487$ ,  $p = 0,003$ ).

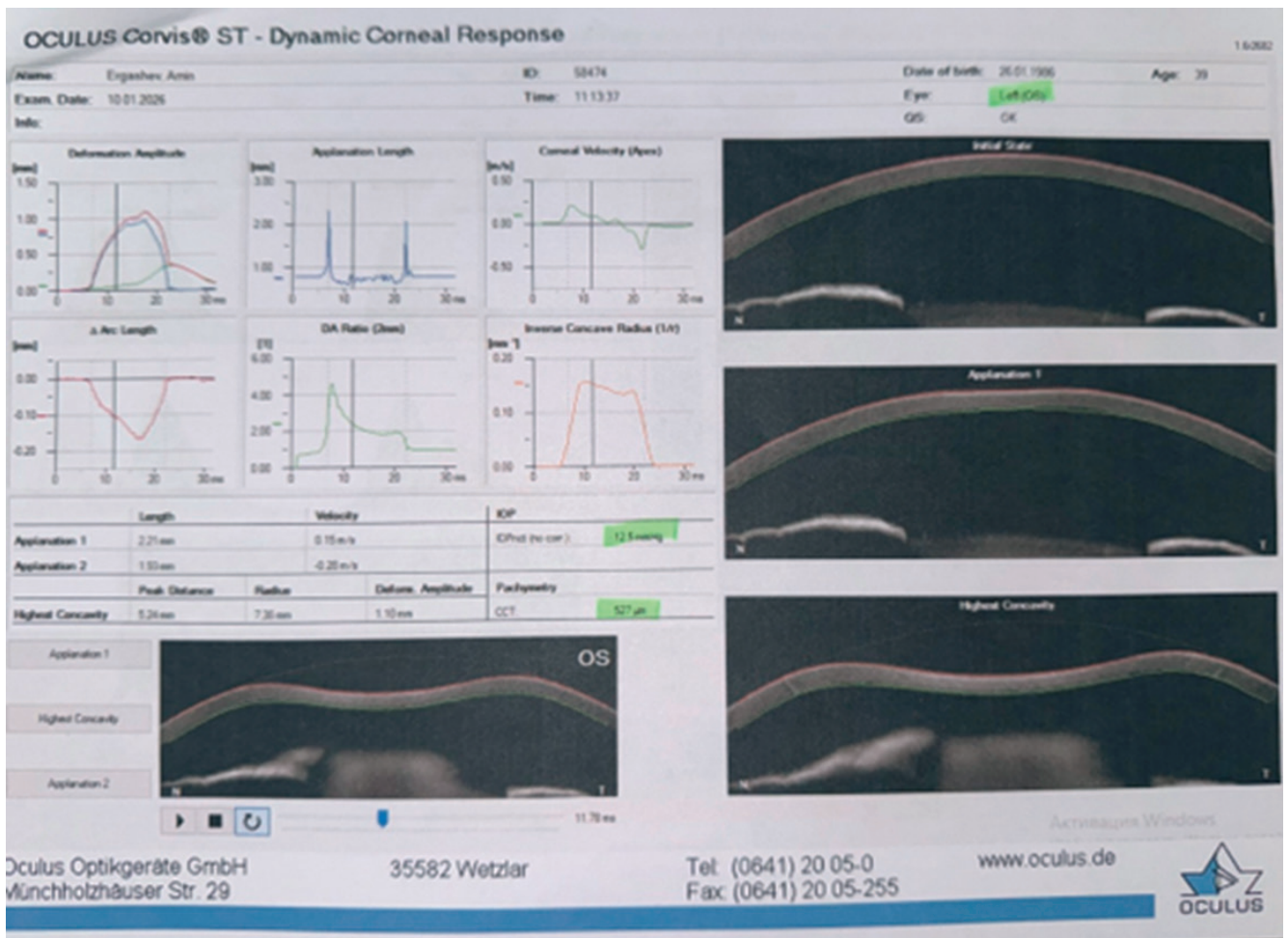
Прогрессирование заболевания отмечено только у 2 из 35 глаз (5,7%) за 12-месячный период наблюдения.

Осложнения. Транзиторное помутнение роговицы наблюдалось у 6 глаз (17,1%), полностью регрессировавшее в течение 3-6 месяцев. Серьезных осложнений не зарегистрировано.

**Обсуждение.** Результаты настоящего исследования демонстрируют высокую эффектив-

**Таблица 1. Динамика биомеханических параметров Corvis ST и уровня лактоферрина**

| Параметр            | До КР           | Через 12 мес    | P        |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------|
| CBI                 | $0,68 \pm 0,12$ | $0,52 \pm 0,11$ | $<0,001$ |
| TBI                 | $0,85 \pm 0,14$ | $0,65 \pm 0,13$ | $<0,001$ |
| DA (мм)             | $1,32 \pm 0,18$ | $1,18 \pm 0,15$ | $<0,05$  |
| SP-A1               | $72 \pm 18$     | $85 \pm 16$     | $<0,01$  |
| ARTh                | $325 \pm 48$    | $322 \pm 45$    | $>0,05$  |
| bIOP (мм рт.ст.)    | $14,2 \pm 2,8$  | $14,8 \pm 2,6$  | $>0,05$  |
| Лактоферрин (мг/мл) | $0,52 \pm 0,28$ | $1,21 \pm 0,42$ | $<0,001$ |



**Рисунок. Corvis ST - биомеханические и топографические параметры у пациента с кератоконусом**

ность кросслинкинга роговицы, подтвержденную современными биомеханическими показателями Corvis ST и биомаркерами слезной жидкости.

Значимое улучшение биомеханических параметров, особенно CBI и TBI, свидетельствует о реальном повышении жесткости роговичной ткани после кросслинкинга. CBI, специально разработанный для диагностики кератоконуса с чувствительностью 98% и специфичностью 99%, показал выраженную положительную динамику у всех пациентов [10,11].

Параллельное исследование уровня лактоферрина слезной жидкости выявило его значительное исходное снижение у пациентов с кератоконусом и восстановление после кросслинкинга у 85,7% пациентов. Повышение концентрации лактоферрина с 0,52 до 1,21 мг/мл свидетельствует о нормализации антиоксидантной защиты и снижении воспалительной активности на глазной поверхности [12,13].

Выявленная корреляция между динамикой лактоферрина и биомеханическими параметрами представляет особый интерес. Пациенты с более выраженным повышением уровня лактоферрина демонстрировали лучшую биомеханическую стабилизацию, что позволяет предположить

наличие связи между иммунологическим и структурным гомеостазом роговицы [14].

Низкая частота прогрессирования (5,7% за 12 месяцев) соответствует данным крупных международных исследований и подтверждает эффективность метода [15,16].

#### Выводы.

1. Кросслиндинг роговицы обеспечивает значимое улучшение биомеханических параметров Corvis ST: CBI снижается на 23,5%, TBI – на 23,5%, DA – на 10,6% ( $p < 0,05$ ).
2. Уровень лактоферрина слезной жидкости у пациентов с кератоконусом снижен в 2,5 раза и восстанавливается после кросслинкинга у 85,7% пациентов.
3. Выявлена корреляция между повышением лактоферрина и улучшением биомеханических показателей (CBI, TBI), что подтверждает взаимосвязь иммунологического и структурного гомеостаза роговицы.
4. Комбинированная оценка параметров Corvis ST и лактоферрина позволяет объективно оценить эффективность кросслинкинга и прогнозировать течение кератоконуса.

**Заявления.**

Согласие пациентов. Все пациенты дали информированное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование выполнено

без внешнего финансирования.

Примечание: CBI = 0,56 (норма <0,29), TBI = 1,00 (норма <0,29), BAD D = 2,66. Визуализируется значительная деформация роговицы, характерная для кератоконуса.

**ЛИТЕРАТУРА/REFERENS**

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. Rabinowitz Y.S. Keratoconus. *Surv Ophthalmol*. 1998;42(4):297-319. DOI: 10.1016/s0039-6257(97)00119-7
3. ashemi H., Heydarian S., Hooshmand E. et al. The prevalence and risk factors for keratoconus. *Cornea*. 2020;39(2):263-270. DOI: 10.1097/ICO.0000000000002150
4. Wollensak G., Spoerl E., Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2003;135(5):620-7. DOI: 10.1016/s0002-9394(02)02220-1
5. aiskup F., Spoerl E. Corneal crosslinking with riboflavin and ultraviolet A. *Ocul Surf*. 2013;11(2):93-108. DOI: 10.1016/j.jtos.2013.01.002
6. Ambrósio R. Jr., Lopes B.T., Faria-Correia F. et al. Integration of Scheimpflug-based corneal tomography and biomechanical assessments. *J Refract Surg*. 2017;33(7):434-443. DOI: 10.3928/1081597X-20170426-02
7. Vinciguerra R., Ambrósio R. Jr., Elsheikh A. et al. Detection of keratoconus with a new biomechanical index. *J Refract Surg*. 2016;32(12):803-810. DOI: 10.3928/1081597X-20160629-01
8. Regueiro U., López-López M., Varela-Fernández R. et al. Immunomodulatory Effect of Human Lactoferrin. *Int J Mol Sci*. 2022;23(20):12350. DOI: 10.3390/ijms232012350
9. El-Awady HE., Abou Samra WA., El-Awady M. Evaluation of lactoferrin levels in keratoconus. *J Clin Diagn Res*. 2017;11(4):NC01-NC04.
10. Roberts C.J., Mahmoud A.M., Bons J.P. et al. Introduction of two novel stiffness parameters. *J Refract Surg*. 2017;33(4):266-273. DOI: 10.3928/1081597X-20161221-03
11. Ferreira-Mendes J., Lopes B.T., Faria-Correia F. et al. Enhanced ectasia detection. *Am J Ophthalmol*. 2019; 197:7-16. DOI: 10.1016/j.ajo.2018.08.054
12. Yusupov A.F., Bazarbaeva K.G. et al. Biomarker assessment of lactoferrin in keratoconus. *Advanced Ophthalmology*. 2025.
13. O'Brart D.P., Chan E., Samaras K. et al. A randomised study to investigate riboflavin/UVA crosslinkage. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(11):1519-1524. DOI: 10.1136/bjo.2010.196493
14. Ng A.L., Chan T.C., Cheng A.C. Conventional versus accelerated corneal collagen cross-linking. *Clin Exp Ophthalmol*. 2016;44(1):8-14. DOI: 10.1111/ceo.12571
15. Wittig-Silva C., Chan E., Islam F.M. et al. A randomized controlled trial of corneal collagen cross-linking. *Ophthalmology*. 2014;121(4):812-821. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.10.028
16. Hashemian H., Seyedian M.A., Mirafteb M. et al. Corneal collagen cross-linking: long-term results. *Ophthalmology*. 2013;120(8):1515-20. DOI: 10.1016/j.ophtha.2013.01.012

## VITREORETINAL JARROHLIKDAN KEYIN SILIKON MOYI TAMPONADASI DAVOMIYLGINING MAKULA SOHASIDAGI MORFOLOGIK VA PERFUZION O'ZGARISHLARGA TA'SIRI

Bobojonov D.S.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>

1. Tayanch doktorant, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, doniyorbek1212@gmail.com, +998(99)9006211, <https://orcid.org/0009-0006-1731-7284>

2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktori, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

**Annotatsiya. Dolzarbli.** Regmatogen to'r parda ko'chishi (RTPK) jarrohlik davolanishidan keyin makula sohasining morfologik va mikrosirkulyator holati yakuniy ko'rish funksiyasini belgilovchi muhim omil hisoblanadi. Silikon moyi tamponadasi murakkab klinik holatlarda zarur bo'lsa-da, uning ko'z ichida uzoq saqlanishi makulaga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin, biroq tamponada davomiyligining makula morfologik va perfuzion ko'rsatkichlariga ta'siri yetarlicha o'rganilmagan.

**Tadqiqot maqsadi.** Silikon moyi tamponadasi davomiyligining (3–5 oy va 6–8 oy) makula sohasidagi morfologik (CMT, ellipsoid zona, FAZ, ERM) va perfuzion (SCP, DCP, CCP) ko'rsatkichlarga ta'sirini kompleks baholash. **Materiallar va usullar.** Prospektiv tadqiqotda vitreoretinal jarrohlikdan o'gan 80 nafar bemor (80 ko'z) ishtirok etdi. 1-guruh — 3–5 oy (n=44), 2-guruh — 6–8 oy (n=36). 12 oylik kuzatuv yakunida OCT va OCTA tekshiruvi o'kazildi; xoriokapillyar perfuziya ImageJ dasturida hisoblandi. **Natijalar.** CMT 2-guruhda 33 mkm yuqori ( $318 \pm 54$  vs  $285 \pm 42$  mkm,  $p=0,003$ ). EZ buzilishi 61,1% va 40,9% ( $p=0,028$ ). SCP:  $45,6 \pm 5,6\%$  vs  $49,8 \pm 4,8\%$  ( $p=0,001$ ). Tamponada davomiyligi va morfologik ko'rsatkichlar o'rtasida kuchli korrelyatsiya ( $r=+0,64-0,71$ ), perfuzion ko'rsatkichlar bilan teskari korrelyatsiya ( $r=-0,59$  dan  $-0,66$  gacha; barchasi  $p<0,001$ ) aniqlandi. **Xulosa.** Silikon moyini 5 oy ichida olib tashlash makula morfologik va perfuzion holatini optimallashtirish nuqtai nazaridan tavsiya etiladi. Olingan natijalar tamponada davomiyligini qisqartirish makuladagi qaytmas o'zgarishlar xavfini kamaytirishi mumkinligini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** regmatogen to'r parda ko'chishi, silikon moyi tamponadasi, makula, OCT-angiografiya, xoriokapillyar perfuziya, ImageJ.

### Iqtibos uchun:

Bobojonov D.S., Yusupov A.F. Vitreoretinal jarrohlikdan keyin silikon moyi tamponadasi davomiyligining makula sohasidagi morfologik va perfuzion o'zgarishlarga ta'siri. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):56–59.

## ВЛИЯНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ТАМПОНАДЫ СИЛИКОНОВЫМ МАСЛОМ НА MORFOLOGICHESKIE I PERFUZIONNYYE IZMENENIYA V MAKULYARNOY OBLASTI POSLE VITREORETINAL'NOY KHIRURGII

Бобожонов Д.С.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>

1. Базовый докторант, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, doniyorbek1212@gmail.com, +998(99)9006211, <https://orcid.org/0009-0006-1731-7284>

2. Доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

**Аннотация. Актуальность.** Морфологическое и микроциркуляторное состояние макулярной области после хирургического лечения регматогенной отслойки сетчатки (РОС) является важным фактором, определяющим итоговую зрительную функцию. Хотя тампонада силиконовым маслом необходима в сложных клинических случаях, его длительное нахождение в полости глаза может оказывать негативное влияние на макулу, однако влияние длительности тампонады на морфологические и перфузионные показатели макулы изучено недостаточно. **Цель исследования.** Комплексная оценка влияния длительности тампонады силиконовым маслом (3–5 мес. и 6–8 мес.) на морфологические (ЦТС, эллипсоидная зона, ФАЗ, ЭРМ) и перфузионные (ПКС, ПКГ, ХКП) показатели макулы. **Материалы и методы.** В проспективном исследовании участвовали 80 пациентов (80 глаз) после витреоретинальной хирургии по поводу РОС. 1-я группа — тампонада 3–5 мес. (n=44), 2-я группа — 6–8 мес. (n=36). По завершении 12-месячного наблюдения проводились ОСТ и ОСТА; хориокапиллярная перфузия рассчитывалась в программе ImageJ. **Результаты.** ЦТС во 2-й группе на 33 мкм больше ( $318 \pm 54$  vs  $285 \pm 42$  мкм,  $p=0,003$ ). Нарушение ЭЗ: 61,1% и 40,9% ( $p=0,028$ ). ПКС:  $45,6 \pm 5,6\%$  vs  $49,8 \pm 4,8\%$  ( $p=0,001$ ). Выявлены сильные корреляции длительности тампонады с морфологическими ( $r=+0,64-0,71$ ) и обратные — с перфузионными показателями ( $r=-0,59$  до  $-0,66$ ; все  $p<0,001$ ). **Заключение.** Удаление силиконового масла в течение 5 месяцев рекомендуется с точки зрения оптимизации морфологического и

перфузионного состояния макулы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что сокращение длительности тампонады может снизить риск необратимых изменений в макуле.

**Ключевые слова:** регматогенная отслойка сетчатки, тампонада силиконовым маслом, макула, ОКТ-ангиография, хориокапиллярная перфузия, ImageJ.

#### Для цитирования:

Бобожонов Д.С., Юсупов А.Ф. Влияние длительности тампонады силиконовым маслом на морфологические и перфузионные изменения в макулярной области после витреоретинальной хирургии. Передовая офтальмология. 2026;17(2):56-59.

## EFFECT OF SILICONE OIL TAMPONADE DURATION ON MORPHOLOGICAL AND PERFUSION CHANGES IN THE MACULAR AREA AFTER VITREORETINAL SURGERY

Bobojonov D.S.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>

1. Researcher, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, doniyorbek1212@gmail.com, +998(99)9006211, <https://orcid.org/0009-0006-1731-7284>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, yafoft@rambler.ru, +998901859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

**Abstract. Relevance.** The morphological and microcirculatory state of the macular region after surgical treatment of rhegmatogenous retinal detachment (RRD) is an important factor determining the final visual outcome. Although silicone oil tamponade is necessary in complex clinical cases, its prolonged intraocular retention may adversely affect the macula; however, the impact of tamponade duration on macular morphological and perfusion parameters remains insufficiently studied. **Purpose of the study.** To comprehensively evaluate the effect of silicone oil tamponade duration (3–5 months vs. 6–8 months) on morphological (CMT, ellipsoid zone, FAZ, ERM) and perfusion (SCP, DCP, CCP) parameters of the macula. **Materials and methods.** A prospective study included 80 patients (80 eyes) after vitreoretinal surgery for rhegmatogenous retinal detachment. Group 1: tamponade 3–5 months (n=44); Group 2: 6–8 months (n=36). OCT and OCTA were performed at 12-month follow-up; choriocapillaris perfusion density was quantified using ImageJ software. **Results.** CMT was 33  $\mu$ m higher in Group 2 (318 $\pm$ 54 vs. 285 $\pm$ 42  $\mu$ m, p=0.003). EZ disruption: 61.1% vs. 40.9% (p=0.028). SCP density: 45.6 $\pm$ 5.6% vs. 49.8 $\pm$ 4.8% (p=0.001). Strong direct correlations were found between tamponade duration and morphological parameters (r=+0.64–0.71), and inverse correlations with perfusion parameters (r=-0.59 to -0.66; all p<0.001). **Conclusion.** Silicone oil removal within 5 months is recommended to optimize macular morphological and perfusion outcomes. The findings suggest that shortening tamponade duration may reduce the risk of irreversible macular changes.

**Keywords:** rhegmatogenous retinal detachment, silicone oil tamponade, macula, OCT angiography, choriocapillaris perfusion, ImageJ.

#### For citation:

Bobojonov D.S., Yusupov A.F. Effect of silicone oil tamponade duration on morphological and perfusion changes in the macular area after vitreoretinal surgery. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):56-59.

**Dolzarbligi.** Regmatogen to'r parda ko'chishi (RTPK) zamonaviy oftalmologiyada shoshilinch yordam talab qiladigan og'ir patologiyalardan biri bo'lib, yillik chastotasi 1 mln aholi hisobiga 7,8–17,9 holatni tashkil etadi [1, 2]. Silikon moyi tamponadasi murakkab klinik holatlarda – proliferativ vitreoretinopatiya (PVR), ko'p markazli yorilishlar va takroriy operatsiyalarda – yuqori anatomik muvaffaqiyatni ta'minlaydi [3, 4]. Biroq uning ko'z ichida uzoq saqlanishi emulsifikatsiya, ko'z ichi bosimining oshishi va silikon-induksion makulopatiya kabi asoratlarga olib kelishi mumkin [5, 6].

Spektral domen OCT va OCT-angiografiya (OCTA) texnologiyalari makula sohasidagi morfologik va mikrosirkulyator o'zgarishlarni invaziv bo'lmagan miqdoriy baholash imkonini beradi [7, 8]. Erta (3–5 oy) va kech (6 oydan keyin) silikon moyi olib tashlashni morfologik va perfuzion ko'rsa'tkichlar bo'yicha kompleks qiyosiy baholaydigan tadqiqotlar

adabiyotda yetarli emas. Ushbu tadqiqot shu bo'shliqni to'ldirish va klinik amaliyot uchun miqdoriy asoslar yaratishga qaratilgan.

**Tadqiqot maqsadi.** Silikon moyi tamponadasi davomiyligining (3–5 oy va 6–8 oy) makula sohasidagi morfologik (CMT, ellipsoid zona, FAZ, ERM) va perfuzion (SCP, DCP, CCP) ko'rsa'tkichlarga ta'sirini kompleks baholash.

**Materiallar va usullar.** Tadqiqot dizayni va ishtirokchilar.

Prospektiv tadqiqotda 2022–2024 yillar davomida RTPK tashxisi bilan davolangan 80 nafar bemor (80 ko'z) ishtirok etdi. Tadqiqot Helsinki deklaratsiyasi tamoyillariga muvofiq amalga oshirildi va mahalliy etika qo'mitasi tomonidan tasdiqlandi. Barcha bemorlar yozma rozilik berdilar. Kiritish mezonlari: 18–65 yosh; standart 25G pars plana vitrektomiyasi va silikon moyi tamponadasi (1300 yoki 5000 cSt);

### 1-jadval. Tadqiqot guruhlarining boshlang'ich klinik xarakteristikasi

| Ko'rsatgich                           | 1-guruh (3–5 oy) n=44 | 2-guruh (6–8 oy) n=36 | p      |
|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------|
| O'rtacha yosh ( $M \pm \sigma$ ), yil | 52,4 $\pm$ 11,8       | 53,8 $\pm$ 12,2       | 0,612  |
| Erkaklar / ayollar                    | 26/18 (59%/41%)       | 20/16 (56%/44%)       | 0,742  |
| Boshlang'ich visus ( $M \pm \sigma$ ) | 0,22 $\pm$ 0,12       | 0,21 $\pm$ 0,11       | 0,694  |
| Makula-off RTPK, n (%)                | 31 (70,5%)            | 27 (75,0%)            | 0,650  |
| Tamponada muddati ( $M \pm \sigma$ )  | 3,1 $\pm$ 0,6 oy      | 6,9 $\pm$ 0,8 oy      | <0,001 |

12 oylik kuzatuv. Istisno mezonlari: glaukoma, diabetik retinopatiya, makula degeneratsiyasi, oldingi vitreoretinal jarrohlik anamnezi. Bemorlar tamponada muddatiga qarab guruhlariga ajratildi: 1-guruh — 3–5

vs 69,2 $\pm$ 6,4% ( $p=0,036$ ). Natijalar uzun muddatli tamponadaning xorioidal mikrosirkulyatsiyaga ham salbiy ta'sirini tasdiqladi (3-jadval).  
Korrelyatsion tahlil.

### 2-jadval. Morfologik ko'rsatgichlar (12 oylik kuzatuv yakunida)

| Parametr                                       | 1-guruh (3–5 oy) | 2-guruh (6–8 oy) | Farq                  | p     |
|------------------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|-------|
| CMT (mkm), $M \pm \sigma$                      | 285 $\pm$ 42     | 318 $\pm$ 54     | +33 mkm               | 0,003 |
| EZ buzilishi, n (%)                            | 18 (40,9%)       | 22 (61,1%)       | +20,2%                | 0,028 |
| ERM mavjudligi, n (%)                          | 14 (31,8%)       | 18 (50,0%)       | +18,2%                | 0,038 |
| FAZ maydoni (mm <sup>2</sup> ), $M \pm \sigma$ | 0,29 $\pm$ 0,09  | 0,36 $\pm$ 0,12  | +0,07 mm <sup>2</sup> | 0,012 |

oy (n=44, o'rtacha 3,1 $\pm$ 0,6 oy), 2-guruh — 6–8 oy (n=36, o'rtacha 6,9 $\pm$ 0,8 oy).

OCT va OCTA tekshiruv.

Tekshiruvlar Topcon DRI OCT Triton qurilmasida 6 $\times$ 6 mm makula protokoli orqali amalga oshirildi. Baholangan ko'rsa'tkichlar: makula markaziy qalinligi (CMT, mkm); ellipsoid zona (EZ) butunligi; FAZ

Tamponada davomiyligi va morfologik ko'rsatgichlar o'rtasida kuchli to'g'ri korrelyatsiya: CMT bilan  $r=+0,71$ , FAZ bilan  $r=+0,68$ , EZ buzilishi bilan  $r=+0,64$  ( $p<0,001$ ). Perfuzion ko'rsatgichlar bilan teskari korrelyatsiya: SCP bilan  $r=-0,66$ , CCP bilan  $r=-0,59$  ( $p<0,001$ ). Bu bog'liqliklar tamponadaning dozaga bog'liq ta'sirini miqdoriy tasdiqlaydi.

### 3-jadval. Perfuzion ko'rsa'tkichlar (12 oylik kuzatuv yakunida)

| Parametr                | Me'yor | 1-guruh (3–5 oy) | 2-guruh (6–8 oy) | p     |
|-------------------------|--------|------------------|------------------|-------|
| SCP zichligi (%)        | 48–52  | 49,8 $\pm$ 4,8   | 45,6 $\pm$ 5,6   | 0,001 |
| DCP zichligi (%)        | 50–55  | 52,4 $\pm$ 5,2   | 49,2 $\pm$ 6,4   | 0,019 |
| CCP zichligi (% ImageJ) | 68–72  | 69,2 $\pm$ 6,4   | 65,8 $\pm$ 7,6   | 0,036 |

maydoni (mm<sup>2</sup>); ERM mavjudligi; SCP va DCP zichligi (%). Xoriokapillyar perfuziya (CCP) zichligi ImageJ (NIH) dasturida hisoblandi: 8-bit shkalaga o'tkazish, Gaussian blur ( $r=0,5$ ), Otsu binarizatsiya, oq piksellar ulushi (%). Usul yuqori takrorlanuvchanlikka ega ( $r=0,91$ ) [12].

Statistik tahlil.

SPSS Statistics 26 dasturida Student t-testi,  $\chi^2$  testi va Pearson korrelyatsiya koeffitsienti qo'llanildi.  $p<0,05$  statistik jihatdan ahamiyatli deb hisoblandi.

#### Natijalar.

Boshlang'ich xarakteristika.

Guruhlar yosh, jins, boshlang'ich ko'rish o'tkirligi va klinik xususiyatlar bo'yicha statistik jihatdan farq qilmadi (1-jadval,  $p>0,05$ ).

Morfologik ko'rsatgichlar.

12 oyda CMT 2-guruhda 33 mkm yuqori bo'ldi ( $p=0,003$ ). EZ buzilishi 2-guruhda 20,2% ko'p uchradi ( $p=0,028$ ). ERM 2-guruhda 50,0%, 1-guruhda 31,8% ( $p=0,038$ ). FAZ maydoni 2-guruhda 24% keng ( $p=0,012$ ). Batafsil natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Perfuzion ko'rsatgichlar.

SCP zichligi 2-guruhda 4,2% past ( $p=0,001$ ), DCP 3,2% past ( $p=0,019$ ). CCP (ImageJ): 65,8 $\pm$ 7,6%

Muhokama. 6 oydan ortiq silikon moyi tamponadasi barcha asosiy morfologik va perfuzion ko'rsa'tgichlarni sezilarli yomonlashtiradi. Olingan natijalar Wang va boshqalar [10] hamda Bonfiglio va boshqalar [11] ishlari bilan mos keladi. OCTA va ImageJ yordamida xoriokapillyar perfuziyaning miqdoriy baholanishi tadqiqotning metodologik yangiligini tashkil etdi. Amaliy jihatdan, natijalar silikon moyini 5 oy ichida olib tashlash zarurligini miqdoriy isbotlaydi. Klinik holat (PVR xavfi, anatomik barqarorlik) har bir bemor uchun individual qaror uchun hal qiluvchi omil bo'lib qoladi.

Cheklovlar: nisbatan kichik namuna ( $n=80$ ), tasodifiy bo'lmagan guruhlariga bo'lish, 12 oylik kuzatuv davri. Kelajakda ko'p markazli randomizatsiyalangan tadqiqotlar zarur.

#### Xulosalar.

1. Silikon moyi tamponadasining 6 oydan ortiq saqlanishi sezilarli morfologik buzilishlarga olib keladi: CMT 33 mkm yuqori, EZ buzilishi 20,2% ko'p, ERM 18,2% ko'p, FAZ 0,07 mm<sup>2</sup> keng (barcha  $p<0,05$ ).
2. Uzoq muddatli tamponada barcha uch perfuzion qatlam (SCP, DCP, CCP) zichligining

sezilarli pasayishi bilan kechadi (barcha  $p<0,05$ ).

3. Tamponada davomiyligi va makula ko'rsa'tkichlari o'rtasida kuchli korrelyatsiyalar: morfologik bilan  $r=+0,64-$

0,71, perfuzion bilan  $r=-0,58--0,66$  ( $p<0,001$ ).

4. Klinik holat ruxsat bergan barcha hollarda silikon moyini 5 oy ichida olib tashlash tavsiya etiladi.

## ADABIYOTLAR / REFERENCES

1. Mitry, D., Charteris, D. G., Fleck, B. W., Campbell, H., & Singh, J. (2010). The epidemiology of rhegmatogenous retinal detachment: geographical variation and clinical associations. *The British journal of ophthalmology*, 94(6), 678–684. <https://doi.org/10.1136/bjo.2009.157727>
2. Nielsen, B. R., Alberti, M., Bjerrum, S. S., & la Cour, M. (2020). The incidence of rhegmatogenous retinal detachment is increasing. *Acta ophthalmologica*, 98(6), 603–606. <https://doi.org/10.1111/aos.14380>
3. Heimann, H., Bartz-Schmidt, K. U., Bornfeld, N., Weiss, C., Hilgers, R. D., Foerster, M. H., & Scleral Buckling versus Primary Vitrectomy in Rhegmatogenous Retinal Detachment Study Group (2007). Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment: a prospective randomized multicenter clinical study. *Ophthalmology*, 114(12), 2142–2154. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.09.013>
4. Vaziri, K., Schwartz, S. G., Kishor, K. S., & Flynn, H. W., Jr (2016). Tamponade in the surgical management of retinal detachment. *Clinical ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 10, 471–476. <https://doi.org/10.2147/OPTH.S98529>
5. Pastor, J. C., Fernández, I., Rodríguez de la Rúa, E., Coco, R., Sanabria-Ruiz Colmenares, M. R., Sánchez-Chicharro, D., Martinho, R., Ruiz Moreno, J. M., García Arumi, J., Suárez de Figueroa, M., Giraldo, A., & Manzanas, L. (2008). Surgical outcomes for primary rhegmatogenous retinal detachments in phakic and pseudophakic patients: the Retina 1 Project—report 2. *The British journal of ophthalmology*, 92(3), 378–382. <https://doi.org/10.1136/bjo.2007.129437>
6. Inoue, M., Iriyama, A., Kadonosono, K., Tamaki, Y., & Yanagi, Y. (2009). Effects of perfluorocarbon liquids and silicone oil on human retinal pigment epithelial cells and retinal ganglion cells. *Retina (Philadelphia, Pa.)*, 29(5), 677–681. <https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e318196fca1>
7. Spaide, R. F., Fujimoto, J. G., Waheed, N. K., Sadda, S. R., & Staurengi, G. (2018). Optical coherence tomography angiography. *Progress in retinal and eye research*, 64, 1–55. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2017.11.003>
8. Sun, Z., Tang, F., Wong, R., Lok, J., Szeto, S. K. H., Chan, J. C. K., Chan, C. K. M., Tham, C. C., Ng, D. S., & Cheung, C. Y. (2019). OCT Angiography Metrics Predict Progression of Diabetic Retinopathy and Development of Diabetic Macular Edema: A Prospective Study. *Ophthalmology*, 126(12), 1675–1684. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2019.06.016>
9. Woo, J. M., Yoon, Y. S., Woo, J. E., & Min, J. K. (2018). Foveal Avascular Zone Area Changes Analyzed Using OCT Angiography after Successful Rhegmatogenous Retinal Detachment Repair. *Current eye research*, 43(5), 674–678. <https://doi.org/10.1080/02713683.2018.1437922>
10. Wang, H., Xu, X., Sun, X., Ma, Y., & Sun, T. (2019). Macular perfusion changes assessed with optical coherence tomography angiography after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Graefes's archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv fur klinische und experimentelle Ophthalmologie*, 257(4), 733–740. <https://doi.org/10.1007/s00417-019-04273-7>
11. Bonfiglio, V., Ortisi, E., Scollo, D., Reibaldi, M., Russo, A., Pizzo, A., Faro, G., Macchi, I., Fallico, M., Toro, M. D., Rejdak, R., Nowomiejska, K., Toto, L., Rinaldi, M., Cillino, S., Avitabile, T., & Longo, A. (2020). Vascular changes after vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment: optical coherence tomography angiography study. *Acta ophthalmologica*, 98(5), e563–e569. <https://doi.org/10.1111/aos.14315>
12. Spaide, R. F., Fujimoto, J. G., & Waheed, N. K. (2015). Image artifacts in optical coherence tomography angiography. *Retina (Philadelphia, Pa.)*, 35(11), 2163–2180. <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000000765>
13. Caramoy, A., Schröder, S., Fauser, S., & Kirchhof, B. (2010). In vitro emulsification assessment of new silicone oils. *The British journal of ophthalmology*, 94(4), 509–512. <https://doi.org/10.1136/bjo.2009.170852>
14. Chen, Y., Kearns, V. R., Zhou, L., Sandinha, T., Lam, W. C., Steel, D. H., & Chan, Y. K. (2021). Silicone oil in vitreoretinal surgery: indications, complications, new developments and alternative long-term tamponade agents. *Acta ophthalmologica*, 99(3), 240–250. <https://doi.org/10.1111/aos.14604>
15. Toklu, Y., Cakmak, H. B., Ergun, S. B., Yorgun, M. A., & Simsek, S. (2012). Time course of silicone oil emulsification. *Retina (Philadelphia, Pa.)*, 32(10), 2039–2044. <https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e3182561f98>

### Bemor roziligi

Tadqiqotda ishtirok etgan barcha bemorlardan yozma xabardor rozilik olingan. Bemorlarning shaxsini aniqlash imkonini beruvchi ma'lumotlar maqolada keltirilmagan.

### Manfaatlar to'qnashuvi

Mualliflar ushbu maqola mazmuni bilan bog'liq aniq va potensial manfaatlar to'qnashuvi yo'qligini ma'lum qiladilar.

### Moliyalashtirish

Ushbu tadqiqot davlat, tijorat yoki notijorat sektorlaridagi moliyalashtirish agentliklaridan biron bir maxsus grant olmagan.

### Mualliflar hissasi

Bobojonov D.S. — tadqiqot konsepsiyasi va dizaynini ishlab chiqish, ma'lumotlarni yig'ish, tahlil qilish va natijalarni talqin qilish, maqola matnini yozish; ishning barcha jihatlarini uchun javobgarlikni o'z zimmasiga olishga rozilik. Yusupov A.F. — tadqiqot konsepsiyasi va dizaynini ishlab chiqishga rahbarlik, maqolaning ilmiy ahamiyatini oshirish maqsadida muhim tuzatishlar kiritish, qo'lyozmaning yakuniy variantini tasdiqlash.

DOI: <https://doi.org/10.57231/j.ao.2026.17.2.012>

УДК: 617.741-004.1:612.135

## МИКРОСОСУДИСТАЯ ПЕРЕСТРОЙКА ГЛАЗНЫХ ТКАНЕЙ ПРИ КАТАРАКТЕ: СТАДИЙНЫЙ АНАЛИЗ

Домлоджонов И.А.<sup>1</sup>, Махмадзода Ш.К.<sup>2</sup>

1. Соискатель Центра микрохирургии глаза имени Шарифова Ф.З. Согдийская область, г. Худжанд, Таджикистан, [islomdomlojonov@yandex.ru](mailto:islomdomlojonov@yandex.ru), +992(92)7777893, <https://orcid.org/0009-0006-7601-1445>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой офтальмологии ГОУ «Таджикский государственный медицинский университет им. Абу али ибни Сино», Душанбе, Республика Таджикистан, [shamsullo@mail.ru](mailto:shamsullo@mail.ru), +992(91)8636836, <https://orcid.org/0000-0001-8292-8344>

**Аннотация. Актуальность.** Катаракта широко распространена среди лиц старшего возраста и существенно снижает зрительную функцию, качество жизни и повседневную активность пациентов. Помимо помутнения хрусталика, важную роль играют нарушения микроциркуляции глазных тканей, отражающие сосудистую дезадаптацию. Изучение этих показателей при разных стадиях катаракты позволяет глубже понять механизмы заболевания и обосновать комплексную оценку состояния глазных тканей. **Цель исследования.** Изучить особенности микроциркуляции глазных тканей у пациентов с катарактой в зависимости от стадии заболевания с применением аппарата «ЛАЗМА-ПФ». **Материалы и методы.** В исследование включены 200 человек в возрасте 50 лет и старше: 150 пациентов с катарактой и 50 лиц контрольной группы без выраженной офтальмологической патологии. Пациенты с катарактой были разделены на три подгруппы: начальная, незрелая и зрелая катаракта - по 50 человек в каждой. Всем обследуемым проводилось стандартное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию, а также оценка микроциркуляции глазных тканей с применением аппарата «ЛАЗМА-ПФ». **Результаты.** У пациентов с катарактой выявлено стадийное ухудшение микроциркуляторных показателей, проявлявшееся снижением тканевой перфузии, повышением коэффициента вариации микрокровотока и ростом сосудистого тонуса. Наиболее выраженные изменения отмечались при зрелой катаракте, где снижение перфузии сочеталось с максимальным повышением вариабельности кровотока и сосудистого тонуса. Установлены достоверные корреляционные связи между стадией катаракты, снижением остроты зрения и выраженностью микроциркуляторной дисфункции. **Заключение.** У пациентов с катарактой выявляются выраженные нарушения микроциркуляции глазных тканей, зависящие от стадии заболевания и характеризующиеся снижением тканевой перфузии, нестабильностью микрокровотока и повышением сосудистого тонуса.

**Ключевые слова:** катаракта; микроциркуляция; глазные ткани; ЛАЗМА-ПФ; перфузия; сосудистый тонус.

### Для цитирования:

Домлоджонов И.А., Махмадзода Ш.К. Микрососудистая перестройка глазных тканей при катаракте: стадийный анализ. Передовая офтальмология. 2026;17(2):60-63..

## MICROVASCULAR REMODELING OF OCULAR TISSUES IN CATARACT: A STAGE-BASED ANALYSIS

Domlodzhonov I.A.<sup>1</sup>, Makhmadzoda Sh.K.<sup>2</sup>

1 Applicant at Sharifov F.Z. Eye Microsurgery Center of Sughd Region, Khujand, Tajikistan, [islomdomlojonov@yandex.ru](mailto:islomdomlojonov@yandex.ru), +992(92)7777893, <https://orcid.org/0009-0006-7601-1445>

2 Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Ophthalmology, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan, [shamsullo@mail.ru](mailto:shamsullo@mail.ru), +992(91)8636836, <https://orcid.org/0000-0001-8292-8344>

**Abstract. Relevance.** Cataract is highly prevalent among older adults and significantly impairs visual function, quality of life, and daily activity. In addition to lens opacity, microcirculatory disorders of ocular tissues play an important role, reflecting vascular maladaptation. Studying these parameters at different stages of cataract makes it possible to better understand the mechanisms of the disease and justify a comprehensive assessment of the functional state of ocular tissues. **Purpose of the study.** To study the features of ocular tissue microcirculation in patients with cataract depending on the stage of the disease using the LAZMA-PF device. **Materials and methods.** The study included 200 individuals aged 50 years and older: 150 patients with cataract and 50 controls without significant ophthalmic pathology. Patients with cataract were divided into three subgroups: incipient, immature, and mature cataract, with 50 patients in each subgroup. All participants underwent standard ophthalmological examination, including visual acuity testing, biomicroscopy, and ophthalmoscopy, as well as assessment of ocular tissue microcirculation using the LAZMA-PF device. **Results.** Patients with cataract demonstrated stage-dependent deterioration of microcirculatory parameters, manifested by decreased tissue perfusion, increased coefficient of microvascular blood flow variation, and elevated vascular tone. The most pronounced changes were observed in mature cataract, where reduced perfusion was combined with the greatest increase in blood flow variability and

vascular tone. Significant correlations were established between cataract stage, decreased visual acuity, and the severity of microcirculatory dysfunction. **Conclusion.** Patients with cataract have pronounced disorders of ocular tissue microcirculation depending on the stage of the disease, characterized by reduced tissue perfusion, instability of microvascular blood flow, and increased vascular tone.

**Key words:** cataract; microcirculation; ocular tissues; LAZMA-PF; perfusion; vascular tone.

#### For citation:

Domlodzhonov I.A., Makhmadzoda Sh.K. Microvascular remodeling of ocular tissues in cataract: a stage-based analysis. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):60-63.

## КАТАРАКТАДА КЎЗ ТЎҚИМАЛАРИНИНГ МИКРОТОМИРЛИ ҚАЙТА ҚУРИЛИШИ: БОСҚИЧЛИ ТАҲЛИЛ

Домлоджонов И.А.<sup>1</sup>, Махмадзода Ш.К.<sup>2</sup>

1. Шарифов Ф.З. номидаги Суғд вилояти кўз микрохирургияси маркази изланувчиси, Хужанд шаҳри, Тожикистон, islomdomlojonov@yandex.ru, +992(92)7777893, <https://orcid.org/0009-0006-7601-1445>
2. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Абуали ибни Сино номидаги Тожикистон давлат тиббиёт университети офтальмология кафедраси мудири, Душанбе, Тожикистон Республикаси, shamsullo@mail.ru, +992(91)8636836, <https://orcid.org/0000-0001-8292-8344>

**Аннотация.** **Долзарблиги.** Катаракта кекса ёшдаги шахслар орасида кенг тарқалган бўлиб, кўриш функцияси, ҳаёт сифати ва беморларнинг кундалик фаоллигига сезиларли даражада салбий таъсир кўрсатади. Кўз гавҳарининг хиралашиши билан бир қаторда, кўз тўқималари микроциркуляциясининг бузилишлари ҳам муҳим аҳамиятга эга бўлиб, улар қон-томир дезадаптациясини акс эттиради. Катарактанинг турли босқичларида ушбу кўрсаткичларни ўрганиш касаллик механизмларини чуқурроқ тушуниш ва кўз тўқималарининг функционал ҳолатини комплекс баҳолаш зарурлигини асослаш имконини беради. **Тадқиқот мақсади.** «ЛАЗМА-ПФ» аппарати ёрдамида катаракта босқичига боғлиқ ҳолда беморларда кўз тўқималари микроциркуляциясининг хусусиятларини ўрганиш. Материаллар ва усуллар. Тадқиқотга 50 ёш ва ундан катта бўлган 200 нафар шахс киритилди: катарактаси бўлган 150 нафар бемор ва яққол офтальмологик патологияси бўлмаган 50 нафар назорат гуруҳи шахслари. Катарактаси бўлган беморлар учта кичик гуруҳга ажратилди: бошланғич, етилмаган ва етилган катаракта - ҳар бир гуруҳда 50 нафардан бемор. Барча текширилувчиларда визометрия, биомикроскопия ва офтальмоскопияни ўз ичига олган стандарт офтальмологик текширув, шунингдек «ЛАЗМА-ПФ» аппарати ёрдамида кўз тўқималари микроциркуляциясини баҳолаш ўтказилди. **Натижалар.** Катарактаси бўлган беморларда микроциркулятор кўрсаткичларнинг касаллик босқичига боғлиқ равишда ёмонлашиши аниқланди. Бу тўқима перфузиясининг пасайиши, микрокровоток вариация коэффицентининг ошиши ва қон-томир тонусининг кучайиши билан намоён бўлди. Энг яққол ўзгаришлар етилган катарактада қайд этилди, бунда перфузиянинг пасайиши қон оқими ўзгарувчанлиги ва қон-томир тонусининг максимал ошиши билан бирга кузатилди. Катаракта босқичи, кўриш ўткирлигининг пасайиши ва микроциркулятор дисфункциянинг ифодаланганлиги ўртасида ишончли корреляцион боғлиқликлар аниқланди. **Хулоса.** Катарактаси бўлган беморларда касаллик босқичига боғлиқ кўз тўқималари микроциркуляциясининг яққол бузилишлари аниқланади. Улар тўқима перфузиясининг пасайиши, микрокровотокнинг беқарорлиги ва қон-томир тонусининг ошиши билан тавсифланади.

**Калит сўзлар:** катаракта; микроциркуляция; кўз тўқималари; ЛАЗМА-ПФ; перфузия; қон томир тонуси.

#### Иқтибос учун:

Домлоджонов И.А., Махмадзода Ш.К. Катарактада кўз тўқималарининг микротомирли қайта қурилиши: босқичли таҳлил. Илғор офтальмология. 2026;17(2):60-63.

**Актуальность.** Катаракта традиционно рассматривается как заболевание хрусталика, однако ее клиническое значение значительно шире простого снижения прозрачности оптических сред [1]. У пациентов старшего возраста ухудшение зрения быстро отражается на самостоятельности, повседневной активности, эмоциональном фоне и общей адаптации. Поэтому при изучении катаракты важно учитывать не только офтальмологические признаки, но и те физиологические изменения,

которые сопровождают длительное нарушение зрительной функции [2].

Одним из таких направлений является оценка микроциркуляции глазных тканей. Локальный кровоток обеспечивает доставку кислорода и метаболическую поддержку структур глаза, а его нарушения нередко появляются раньше выраженных клинических проявлений сосудистой дисфункции. В этом отношении исследование микроциркуляторных показателей при катаракте позволяет увидеть не только степень локального

Таблица 1.

Микроциркуляторные показатели у пациентов с катарактой в зависимости от стадии заболевания

| Показатель                                 | Контрольная группа (n=50) | Начальная катаракта (n=50) | Незрелая катаракта (n=50) | Зрелая катаракта (n=50) | p      |
|--------------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|
| Тканевая перфузия, усл. ед.                | 18,6±3,2                  | 16,9±3,0                   | 14,7±2,8                  | 12,8±2,5                | <0,001 |
| Коэффициент вариации микроциркуляции, %    | 13,4±2,7                  | 16,1±3,1                   | 19,3±3,6                  | 22,5±4,2                | <0,001 |
| Сосудистый тонус, усл. ед.                 | 1,12±0,21                 | 1,26±0,24                  | 1,43±0,27                 | 1,61±0,30               | <0,001 |
| Функциональные жалобы и ограничения, n (%) | 9 (18,0%)                 | 19 (38,0%)                 | 29 (58,0%)                | 38 (76,0%)              | <0,01  |

сосудистого напряжения, но и общий характер функциональной перестройки глазных тканей [3,4].

**Цель исследования.** Изучить особенности микроциркуляции глазных тканей у пациентов с катарактой в зависимости от стадии заболевания с применением аппарата «ЛАЗМА-ПФ».

**Материалы и методы исследования.** Обследованы 200 пациентов в возрасте 50 лет и старше. Основную группу составили 150 пациентов с катарактой. Для более точной оценки стадийных различий пациенты были разделены на три равные подгруппы: начальная катаракта - 50 человек, незрелая катаракта - 50 человек, зрелая катаракта - 50 человек. Контрольную группу составили 50 лиц сопоставимого возраста без выраженной офтальмологической патологии.

Всем участникам проводили стандартное офтальмологическое обследование, включавшее визометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию. Состояние микроциркуляции глазных тканей оценивали на аппарате «ЛАЗМА-ПФ». В работе анализировали тканевую перфузию, коэффициент вариации микрокровотока, сосудистый тонус и характер регуляторных сдвигов в микрососудистом русле.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 13.0 Включала расчет  $M \pm SD$ , межгрупповые сравнения с использованием t-критерия Стьюдента, ANOVA и U-критерия Манна-Уитни, а также корреляционный анализ по Пирсону. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Полученные данные показали, что у пациентов с катарактой микроциркуляция глазных тканей изменяется не одномоментно, а последовательно, по мере утяжеления заболевания. Основные стадийные изменения представлены в таб. 1. В контрольной группе средний уровень тканевой перфузии составил  $18,6 \pm 3,2$  усл. ед. При начальной катаракте этот показатель снижался до  $16,9 \pm 3,0$  усл. ед. ( $p < 0,05$ ), при незрелой катаракте - до  $14,7 \pm 2,8$  усл. ед. ( $p < 0,01$ ), при зрелой катаракте - до  $12,8 \pm 2,5$  усл.

ед. ( $p < 0,001$ ). Если сравнивать зрелую катаракту с контролем, снижение перфузии достигало 31,2%, что отражает уже не умеренное функциональное напряжение, а выраженное ухудшение локального тканевого кровотока.

Не менее показательным оказался коэффициент вариации микроциркуляции. В контроле он составлял  $13,4 \pm 2,7\%$ , тогда как при начальной катаракте увеличивался до  $16,1 \pm 3,1\%$  ( $p < 0,05$ ), при незрелой - до  $19,3 \pm 3,6\%$  ( $p < 0,01$ ), а при зрелой - до  $22,5 \pm 4,2\%$  ( $p < 0,001$ ). Такая динамика показывает, что кровоток становится менее устойчивым: микрососудистое русло работает в режиме повышенной регуляторной нагрузки, а его компенсаторные возможности постепенно снижаются. На ранней стадии преобладала нестабильность кровотока без резкого падения перфузии, тогда как при незрелой и зрелой катаракте нестабильность сочеталась уже с выраженным дефицитом тканевого кровоснабжения.

Отдельного внимания заслуживает сосудистый тонус. В контрольной группе его среднее значение было  $1,12 \pm 0,21$  усл. ед. При начальной катаракте показатель повышался до  $1,26 \pm 0,24$  усл. ед. ( $p < 0,05$ ), при незрелой - до  $1,43 \pm 0,27$  усл. ед. ( $p < 0,01$ ), при зрелой - до  $1,61 \pm 0,30$  усл. ед. ( $p < 0,001$ ). Рост сосудистого тонуса на фоне снижения перфузии указывает на вазоспастический компонент микроциркуляторной дисфункции. Иными словами, по мере прогрессирования катаракты глазные ткани не только получают меньше крови, но и находятся в условиях более жесткой сосудистой регуляции.

Корреляционный анализ подтвердил связь выявленных изменений с клинической выраженностью заболевания. Между снижением остроты зрения и уровнем тканевой перфузии обнаружена достоверная обратная связь ( $r = -0,52$ ;  $p < 0,01$ ). Стадия катаракты прямо коррелировала с коэффициентом вариации микроциркуляции ( $r = 0,48$ ;  $p < 0,01$ ) и сосудистым тонусом ( $r = 0,55$ ;  $p < 0,01$ ). Следовательно, ухудшение зрительной функции сопровождается не только оптическими изменениями, связанными с помутнением

хрусталика, но и постепенным нарастанием локальной сосудистой дисрегуляции.

Функциональные жалобы также распределялись неравномерно. В контрольной группе признаки ограничения повседневной зрительной активности отмечались у 18,0% обследованных. При начальной катаракте их частота возрастала до 38,0%, при незрелой - до 58,0%, при зрелой - до 76,0% ( $p < 0,01$ ). Пациенты чаще указывали на зрительное утомление, трудности при чтении, снижение четкости изображения, необходимость дополнительного освещения и ограничение привычной бытовой активности. Этот факт важен, поскольку он показывает практическую сторону микроциркуляторных нарушений: изменения локального кровотока связаны не только с приборными показателями, но и с реальным снижением функциональной адаптации пациента.

Таким образом, микроциркуляторная перестройка при катаракте имеет стадийный характер. На начальном этапе организм еще сохраняет относительную компенсацию, но уже реагирует повышенной вариабельностью кровотока. При незрелой катаракте формируется более отчетливое сочетание снижения перфузии и повышения сосудистого тонуса. При зрелой катаракте эти изменения достигают макси-

мальной выраженности и отражают снижение резервов локальной сосудистой регуляции. Поэтому показатели, полученные с помощью аппарата «ЛАЗМА-ПФ», могут дополнять стандартную офтальмологическую оценку и использоваться для более полного понимания функционального состояния глазных тканей.

**Закключение.** У пациентов с катарактой выявлены достоверные микроциркуляторные изменения глазных тканей. Они проявляются снижением тканевой перфузии, ростом вариабельности микрокровотока и повышением сосудистого тонуса. Наиболее выраженные нарушения зарегистрированы при зрелой катаракте, что подтверждает зависимость микроциркуляторной дисфункции от стадии заболевания. Установленные корреляции между остротой зрения, перфузией, коэффициентом вариации и сосудистым тонусом позволяют рассматривать микроциркуляторные показатели как дополнительные физиологические критерии оценки функционального состояния пациентов с катарактой. Применение аппарата «ЛАЗМА-ПФ» целесообразно включать в комплексное обследование пациентов, особенно при необходимости раннего выявления сосудистой дезадаптации глазных тканей.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. World Health Organization. World report on vision. Geneva: WHO; 2019.
2. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years. Lancet Global Health. 2021;9(2):e144-e160. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30489-7.
3. Burton M.J., Ramke J., Marques A.P. et al. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. Lancet Global Health. 2021;9(4):e489-e551. doi: 10.1016/S2214-109X(20)30488-5.
4. Luft N., Wozniak P.A., Aschinger G.C. et al. Ocular blood flow measurements in healthy white subjects using laser speckle flowgraphy. PLoS One. 2016;11(12):e0168190. doi: 10.1371/journal.pone.0168190.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

### Участие авторов

Домладжонов И.А. - получение, анализ данных и интерпретация результатов, написание статьи; согласие нести ответственность за все аспекты работы.

Махмадзода Ш.К. - концепцию и дизайн исследования; внесение в рукопись важных правок с целью повышения научной ценности статьи. одобрение финальной версии рукописи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

## ПРОЛИФЕРАТИВ ДИАБЕТИК РЕТИНОПАТИЯДА НЕОВАСКУЛЯР ГЛАУКОМАНИ ДАВОЛАШГА ДИФФЕРЕНЦИАЛ ЁНДАШУВ

Жалалов А.К.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Каримова М.Х.<sup>3</sup>, Джамалова Ш.А.<sup>4</sup>, Мирхаликов Ф.Р.<sup>5</sup>

1.Таянч докторант, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази, [jalalov.a.k.oft@mail.ru](mailto:jalalov.a.k.oft@mail.ru), +998907000801, <https://orcid.org/0009-0003-4372-1860>

2.Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази директори, [yaft@rambler.ru](mailto:yaft@rambler.ru), +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>

3.Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази директорининг илмий ишлар бўйича ўринбосари, [mkarimova2004@mail.ru](mailto:mkarimova2004@mail.ru), +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

4.Тиббиёт фанлари доктори, доцент, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази бўлим мудир, [shirinkon@mail.ru](mailto:shirinkon@mail.ru), +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

5.Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази лазер бўлими мудир, [Farrux.m.d@gmail.com](mailto:Farrux.m.d@gmail.com), +998977715252, <https://orcid.org/0009-0006-8590-1298>

**Аннотация. Долзарблиги.** Проллифератив диабетик ретинопатия (ПДР) фонида ривожланувчи неоваскуляр глаукома (НВГ) иккиламчи рефрактер глаукоманинг энг оғир туридан бири бўлиб, тўр парданинг яққол ишемияси, вазопротлифератив омилларнинг гиперсекрецияси, рангдор парда ва олдинги камера бурчагида неоваскуляризация ривожланиши ҳамда кўз ичи босимининг (КИБ) барқарор ошиши билан тавсифланади. **Тадқиқот мақсади.** Проллифератив диабетик ретинопатияда неоваскуляр глаукомани даволашда микроимпульсли циклофотокоагуляция, VEGF ингибиторларини интравитреал юбориш ва тўр парда панретинал лазеркоагуляциясини қўллаш. **Материал ва усуллар.** ПДР фонида неоваскуляр глаукомаси бўлган 45 нафар бемор (45 та кўз) кузатув остида бўлди. Беморлар КИБ даражаси, оғриқ синдромининг яққоллиги ва неоваскуляризация даражасига қараб 3 гуруҳга бўлинди. Барча гуруҳларда КИБ нинг статистик жиҳатдан аҳамиятли пасайиши қайд этилди. Рангдор парда рубезининг регрессияси: ИВВЛП дан кейин кузатилди. Энг яққол самара анти-VEGF терапияси ва ундан кейинги ПРЛКС уйғунлигида қайд этилди. **Натижалар ва хулоса.** Кўз ички босими нормал ҳолатларда anti-VEGF терапияси ҳамда панретинал лазеркоагуляция етарли клиник натижа берди. Бироқ КИБ юқори бўлган беморларда anti-VEGF ва ПРЛКС етарли самара бермади. Ушбу беморларда микроимпульсли транссклерал циклофотокоагуляция (МТЦФК)ни эрта босқичда қўллаш КИБни тез ва нисбатан хавфсиз пасайтириш имконини берди.

**Калит сўзлар:** неоваскуляр глаукома, пролифератив диабетик ретинопатия, микроимпульсли циклофотокоагуляция, анти-VEGF терапия, панретинал лазеркоагуляция, рангдор парда рубези.

### Иқтибос келтириш учун:

Жалалов А.К., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Мирхаликов Ф.Р. Проллифератив диабетик ретинопатияда неоваскуляр глаукомани даволашга дифференциал ёндашув. Илғор офтальмология. 2026;17(2):64-67.

## A DIFFERENTIATED APPROACH TO THE TREATMENT OF NEOVASCULAR GLAUCOMA IN PROLIFERATIVE DIABETIC RETINOPATHY

Jalalov A.K.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Karimova M.Kh.<sup>3</sup>, Djamalova Sh.A.<sup>4</sup>, Mirkhalikov. F.R.<sup>5</sup>

1. Basic Doctoral Student, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [jalalov.a.k.oft@mail.ru](mailto:jalalov.a.k.oft@mail.ru), +998907000801, <https://orcid.org/0009-0003-4372-1860>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [yaft@rambler.ru](mailto:yaft@rambler.ru), +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>

3. Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [mkarimova2004@mail.ru](mailto:mkarimova2004@mail.ru), +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

4. Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Department of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [shirinkon@mail.ru](mailto:shirinkon@mail.ru), +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

5. Head of the Laser Department, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [Farrux.m.d@gmail.com](mailto:Farrux.m.d@gmail.com), +998977715252, <https://orcid.org/0009-0006-8590-1298>

**Abstract. Relevance.** Neovascular glaucoma (NVG) developing secondary to proliferative diabetic retinopathy (PDR) is one of the most severe forms of secondary refractory glaucoma. It is characterized by pronounced retinal ischemia, hypersecretion of vasoproliferative factors, the development of neovascularization of the iris and anterior chamber

angle, and a persistent increase in intraocular pressure (IOP). **Purpose of the study.** To evaluate the use of micropulse cyclophotocoagulation, intravitreal administration of VEGF inhibitors, and panretinal retinal laser photocoagulation in the treatment of neovascular glaucoma associated with proliferative diabetic retinopathy. **Materials and methods.** A total of 45 patients (45 eyes) with neovascular glaucoma secondary to PDR were observed. Patients were divided into three groups according to the level of IOP, severity of pain syndrome, and degree of neovascularization. **Results.** A statistically significant reduction in IOP was observed in all groups. Regression of iris rubeosis was noted after intravitreal anti-VEGF injections. The most pronounced effect was achieved with the combination of anti-VEGF therapy followed by panretinal laser coagulation (PRP). **Discussion.** In cases with normal intraocular pressure, anti-VEGF therapy combined with panretinal laser photocoagulation provided satisfactory clinical outcomes. However, in patients with elevated IOP, anti-VEGF therapy and PRP alone were insufficiently effective. In these patients, the early use of micropulse transscleral cyclophotocoagulation (MP-TSCPC) allowed rapid and relatively safe reduction of IOP.

**Keywords:** neovascular glaucoma, proliferative diabetic retinopathy, micropulse cyclophotocoagulation, anti-VEGF therapy, panretinal laser photocoagulation, iris rubeosis.

#### For citation:

Jalalov A.K., Yusupov A.F., Karimova M.Kh., Dzhamalova Sh.A., Mirkhalikov F.R. A Differential Approach to the Treatment of neovascular glaucoma in proliferative diabetic retinopathy. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):64-67.

## ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ НЕОВАСКУЛЯРНОЙ ГЛАУКОМЫ ПРИ ПРОЛИФЕРАТИВНОЙ ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ

Жалалов А.К.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Каримова М.Х.<sup>3</sup>, Джамалова Ш.А.<sup>4</sup>, Мирхаликов Ф.Р.<sup>5</sup>

1. Базовый докторант, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, jalalov.a.k.off@mail.ru, +998907000801, <https://orcid.org/0009-0003-4372-1860>
2. Доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998712174934, <https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>
3. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998901883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. Доктор медицинских наук, доцент, зав отделом Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, shirinkon@mail.ru, +998909840792, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>
5. Заведующий лазерного отделения Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, Farrux.m.d@gmail.com, +998977715252, <https://orcid.org/0009-0006-8590-1298>

**Аннотация. Актуальность.** Неоваскулярная глаукома (НВГ), развивающаяся на фоне пролиферативной диабетической ретинопатии (ПДР), является одной из наиболее тяжелых форм вторичной рефрактерной глаукомы. Она характеризуется выраженной ишемией сетчатки, гиперсекрецией вазопротрофирующих факторов, развитием неоваскуляризации радужной оболочки и угла передней камеры, а также стойким повышением внутриглазного давления (ВГД). **Цель исследования.** Оценить применение микроимпульсной циклофотокоагуляции, интравитреального введения ингибиторов VEGF и панретинальной лазерной коагуляции сетчатки при лечении неоваскулярной глаукомы, развивающейся на фоне пролиферативной диабетической ретинопатии. **Материалы и методы.** Под наблюдением находились 45 пациентов (45 глаз) с неоваскулярной глаукомой на фоне ПДР. Пациенты были разделены на три группы в зависимости от уровня ВГД, выраженности болевого синдрома и степени неоваскуляризации. **Результаты.** Во всех группах отмечено статистически значимое снижение ВГД. Регресс руброза радужной оболочки наблюдался после интравитреального введения анти-VEGF препаратов. Наиболее выраженный эффект был достигнут при сочетании анти-VEGF терапии с последующей панретинальной лазерной коагуляцией (ПРЛК). **Заключение.** При нормальном уровне внутриглазного давления анти-VEGF терапия в сочетании с панретинальной лазерной коагуляцией обеспечивала удовлетворительные клинические результаты. Однако у пациентов с повышенным ВГД применение только анти-VEGF терапии и ПРЛК оказалось недостаточно эффективным. У данной категории больных раннее применение микроимпульсной транссклеральной циклофотокоагуляции (МТЦФК) позволило быстро и относительно безопасно снизить внутриглазное давление.

**Ключевые слова:** неоваскулярная глаукома, пролиферативная диабетическая ретинопатия, микроимпульсная циклофотокоагуляция, анти-VEGF терапия, панретинальная лазерная коагуляция, руброз радужной оболочки.

#### Для цитирования:

Жалалов А.К., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Джамалова Ш.А., Мирхаликов Ф.Р. Дифференцированный подход к лечению неоваскулярной глаукомы при пролиферативной диабетической ретинопатии. Передовая офтальмология. 2026;17(2):64-67.

**Жадвал 1. Кўз ичи босими динамикаси (мм сим.уст.)**

| Кузатув муддати  | I гуруҳ  | II гуруҳ | III гуруҳ |
|------------------|----------|----------|-----------|
| Даволашдан олдин | 25,4±2,1 | 31,8±3,4 | 39,6±4,2  |
| 1 ой             | 19,2±1,8 | 18,7±2,4 | 22,8±3,1  |
| 3 ой             | 18,1±1,6 | 17,9±2,1 | 21,4±2,7  |
| 6 ой             | 17,8±1,5 | 18,2±2,0 | 22,1±2,5  |

Барча гуруҳларда КИБ нинг статистик жиҳатдан аҳамиятли пасайиши қайд этилди ( $p < 0,05$ ).

**Долзарблиги.** Проллифератив диабетик ретинопатия (ПДР) қандли диабетнинг энг оғир микроангиопатик асоратларидан бири ҳисобланиб, кўриш қобилиятининг пасайиши ва ногиронликка олиб келувчи асосий сабаблардан саналади. ПДР фонида ривожланувчи неоваскуляр глаукома (НВГ) эса офтальмологиядаги энг оғир, агрессив кечиши, тез прогрессияси ва кўриш функцияларининг қайтмас йўқолиши билан тавсифланади. [1.3.5]

Сўнгги йилларда anti-VEGF терапияси, панретинал лазеркоагуляция ва глаукомага қарши хирургик аралашувлар кенг қўлланилаётганига қарамасдан, НВГни даволаш натижалари ҳали ҳам етарлича самарали эмас. Кўп ҳолларда кўз ички босимининг барқарор компенсациясига эришиш қийин бўлиб, рубеоз рецидивлари, рефрактер офтальмогипертензия ва операциядан кейинги асоратлар юқори даражада сақланиб қолмоқда. [2.4.6]

**Тадқиқот мақсади.** Проллифератив диабетик ретинопатияда неоваскуляр глаукомани даволашда микроимпульсли циклофотокоагуляция, VEGF ингибиторларини интравитреал юбориш ва тўр парда панретинал лазеркоагуляциясини қўллаган ҳолда дифференциал комбинацияланган ёндашув самарадорлигини баҳолаш.

**Материал ва усуллар.** ПДР фонида неоваскуляр глаукомаси бўлган 45 нафар бемор (45 та кўз) кузатув остида бўлди. Беморлар КИБ даражаси, оғриқ синдромининг яққоллиги ва неоваскуляризация даражасига қараб 3 гуруҳга бўлинди.

I гуруҳ (15 та кўз): КИБ мўтадил кўтарилган (21–28 мм сим.уст.), яққол оғриқ синдроми бўлмаган беморлар.

Даволаш босқичлари:

1. Анти-VEGF препаратини интравитреал юбориш.
2. Тўр парданинг панретинал лазеркоагуляцияси.

II гуруҳ (15 та кўз): КИБ 28–35 мм сим.уст., мўтадил оғриқ синдроми ва яққол рубеоз беморлар.

Даволаш босқичлари:

1. Микроимпульсли транссклерал циклофотокоагуляция.
2. Анти-VEGF препаратини интравитреал юбориш.
3. Тўр парданинг панретинал лазеркоагуляцияси.

III гуруҳ (15 та кўз): Рефрактер НВГ, КИБ 35 мм сим.уст.дан юқори, яққол рубеоз ва бурчакнинг қисман синехиал ёпилиши бўлган беморлар.

Даволаш босқичлари:

1. мЦФК.
2. ИВВЛП (Анти-VEGF).
3. Босқичма-босқич ПРЛКС.
4. Зарур ҳолларда такрорий мЦФК.

Микроимпульсли циклофотокоагуляция методикаси:

мЦФК ўтказиш учун микроимпульс режимида 810 нм диодли лазердан фойдаланилди. Процедура вена ичи анестезияси остида амалга оширилди.

Таъсир параметрлари: Қуввати 2000–2500 мВт, Duty cycle 31,3%, Экспозиция ярим сфера учун 80–120 сония, Таъсир ҳудуди 270°–300°, Четлатиладиган ҳудудлар соат 3 ва 9

**Тадқиқот натижалари.**

Рангдор парда рубеозининг регрессияси: ИВВЛП дан 1 ой ўтгач, беморларнинг 87,5 фоизда рубеознинг қисман ёки тўлиқ регрессияси кузатилди. Энг яққол самара анти-VEGF терапияси ва ундан кейинги ПРЛКС уйғунлигида қайд этилди.

Оғриқ синдроми: II ва III гуруҳ беморларида мЦФК дан кейинги дастлабки 3–5 кун ичида оғриқ синдромининг сезиларли даражада камайиши қайд этилди.

**Муҳокама.** Тадқиқот давомида НВГнинг турли клиник босқичларида даволаш тактикаси бир хил

Жадвал 2. Клиник ҳолатлар

|                                  |                                                                   |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Клиник ҳолат                     | Бемор Ф., 58 ёш                                                   |
| Ташхис:                          | Пролифератив диабетик ретинопатия фонида неоваскуляр глаукома OD. |
| Дастлабки маълумотлар            |                                                                   |
| Vis OD                           | 0,05 к/б (коррекциясиз)                                           |
| КИБ                              | 34 мм сим.уст.                                                    |
| Рангдор парданинг яққол          | Рубеози                                                           |
| Олдинги камера                   | Бурчагининг қисман ёпилиши                                        |
| Оғриқ синдроми                   |                                                                   |
| Ўтказилган даволаш:              | 3 ойдан кейинги натижалар:                                        |
| мЦФК 810 нм, 2400 мВт            | КИБ 18 мм сим.уст.                                                |
| Анти-VEGF ни интравитреал юбориш | Рубеоз регрессияси                                                |
| 10 кундан кейин ПРЛКС            | Оғриқ синдромининг йўқлиги                                        |
|                                  | Кўриш функцияларининг барқарорлашиши                              |

самара бермаслиги аниқланди. Кўз ички босими (КИБ) ўртача ошган ва яққол оғриқ синдромисиз кечувчи ҳолатларда anti-VEGF терапияси ҳамда панретинал лазеркоагуляция (ПРЛК) етарли клиник натижа берди. Бу ҳолатда ретинал ишеми-янинг камайиши ва VEGF гиперпродукциясининг сусайиши рубеоз регрессияси ҳамда КИБнинг нисбатан барқарорлашишига олиб келди.

Бироқ КИБ юқори бўлган, яққол рубеоз ва оғриқ синдроми кузатилган беморларда фақат anti-VEGF терапияси ва ПРЛК билан чекланиш етарли самара бермади. Ушбу беморларда микро-импульсли трансклерал циклофотокоагуляция (МТЦФК)ни эрта босқичда қўллаш КИБни тез ва нисбатан хавфсиз пасайтириш имконини берди. Бу эса кейинги anti-VEGF терапияси ва ПРЛК учун қулай гемодинамик шароит яратди.

Микроимпульсли ЦФК нинг афзалликлари қуйидагилардан иборат:

- Жароҳатлаш хусусиятининг камлиги;
- Цилиар тананинг яққол деструкцияси

йўқлиги;

- Гипотония хавфининг пастлиги;
- Такроран ўтказиш мумкинлиги;
- Яққол гипотензив таъсир.

**Хулоса.** Пролифератив диабетик ретинопатияда неоваскуляр глаукомани даволашга дифференциал комбинацияланган ёндашув касалликнинг асосий патогенетик механизм-ларига бир вақтнинг ўзида таъсир қилиш ҳисобига даволаш самарадорлигини ошириш имконини беради.

Микроимпульсли циклофотокоагуляциядан фойдаланиш кўз ичи босимининг тез пасайи-шини ва оғриқ синдромини бартараф этишни таъминлайди, VEGF ингибиторларини интравитреал юбориш ва панретинал лазеркоагуляция эса неоваскуляризациянинг регрессиясига ва тўр парданинг ишемик жараёнини барқарорлашти-ришга ёрдам беради.

## АДАБИЁТЛАР /REFERENCES

1. Aquino M.C. et al. Micropulse versus continuous wave transscleral cyclophotocoagulation // Clinical & Experimental Ophthalmology. — 2015. — Vol. 43, № 1. — P. 40–46. PMID: 24811050 DOI: 10.1111/ceo.12360
2. Sanchez F.G. et al. Update on micropulse transscleral cyclophotocoagulation // Journal of Glaucoma. — 2020. — Vol. 29, № 7. — P. 598–603. PMID: 32398591 DOI: 10.1097/IJG.0000000000001539
3. Kuchar S. et al. Treatment outcomes of micropulse cyclophotocoagulation // Acta Ophthalmologica. — 2019. — Vol. 98, № 5. — P. e670–e675. PMID: 26714976 DOI: 10.1007/s10103-015-1856-9
4. Hayreh S.S. Neovascular glaucoma // Progress in Retinal and Eye Research. — 2007. — Vol. 26, № 5. — P. 470–485. PMID: 17690002 PMCID: PMC2871536 DOI: 10.1016/j.preteyeres.2007.06.001
5. Sivak-Callcott J.A. et al. Evidence-based recommendations for diabetic neovascular glaucoma // Ophthalmology. — 2001. — Vol. 108, № 10. — P. 1767–1776. PMID: 11581047 DOI: 10.1016/s0161-6420(01)00775-8
6. Aiello L.P. VEGF in diabetic retinopathy // New England Journal of Medicine. — 1994. — Vol. 331, № 22. — P. 1480–1487. DOI:10.1056/NEJM199412013312203

## ФАРҒОНА ВИЛОЯТИДА ЯШОВЧИ УЗОҚ УМР КЎРУВЧИЛАРДА КЎЗНИНГ ОЛДИНГИ ЮЗАСИ ЯЛЛИҒЛАНИШ КАСАЛЛИКЛАРИНИ ПРОФИЛАКТИКАСИНING ДОЛЗАРБЛИГИ

Жахонгиров И.Ж.<sup>1</sup>, Камиллов Х.М.<sup>2</sup>, Хакимова З.К.<sup>3</sup>, Шерматов А.А.<sup>4</sup>

1. Офтальмолог шифокор, Андижон давлат тиббиет институти клиникаси, jahongirovikrom@gmail.com, +998(94)4367307, <https://orcid.org/0009-0007-9684-5137>
2. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Офтальмология кафедраси мудири, Ўзбекистон Республикаси соғлиқни сақлаш вазирлигининг Тиббиёт ходимларининг касбий малакасини ривожлантириш маркази, x.kamilov45@mail.ru, +998(90)1897683, <https://orcid.org/0000-0002-7250-8159>
3. Тиббиёт фанлари доктори, доцент, Офтальмология кафедраси, Ўзбекистон Республикаси соғлиқни сақлаш вазирлигининг Тиббиёт ходимларининг касбий малакасини ривожлантириш маркази, khakimova1968@gmail.com, +998(91)4794554, <https://orcid.org/0000-0002-7428-8882>
4. Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий амалий тиббиёт маркази Фарғона филиали директори, shermatov.abdurazzoq@mail.ru, +998(90)300600, <https://orcid.org/0009-0002-7057-3720>

**Аннотация. Дозарблиги.** Бугунги кунда аҳоли ўртасида умр давомийлигининг ортиши геронтология ва гериатрия соҳасида янги тиббий-ижтимоий муаммоларни келтириб чиқармоқда. Жумладан, узоқ умр кўрувчиларда кўз касалликлари, айниқса кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликлари муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу ҳолат беморларнинг ҳаёт сифати пасайиши, кўриш қобилиятининг ёмонлашиши ва сурункали кечувчи яллиғланиш жараёнларининг ортиши билан тавсифланади. **Тадқиқот мақсади.** Узоқ умр кўрувчиларда кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликларини эрта аниқлаш ва профилактикасига эришиш. **Материал ва усуллар.** Тадқиқот материали Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий амалий тиббиёт маркази Фарғона филиали клиник базасида 2021- 2025 йиллар давомида тўпланган. Текширувлар Фарғона вилоятида яшовчи кўзнинг олдинги юзасида яллиғланиш касалликлари аниқланган 649 нафар узоқ умр кўрувчиларда олиб борилган. Барча беморлар тўлиқ офтальмологик анънавий ва махсус текширувлардан ўтказилган. **Натижалар ва хулосалар.** Олинган маълумотлар узоқ умр кўрувчиларда кўзнинг яллиғланиш касалликлари кўп ҳолларда соматик патологиялар, хусусан атеросклероз, ишемик юрак касаллиги, гипертония касаллиги, иммун ҳимоянинг пастлиги каби ҳолатлар билан узвий боғлиқлигини кўрсатди. Юқорида санаб ўтилган касалликлар узоқ умр кўрувчиларда кўз қон айланишини издан чиқаради, сусайтиради ва яллиғланиш жараёнларини кучайтиради.

**Калит сўзлар:** узоқ умр кўрувчилар, кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликлари, касалликнинг хавф омиллари, профилактика

### Иқтибос келтириш учун:

Жахонгиров И.Ж., Камиллов Х.М., Хакимова З.К., Шерматов А.А. Фарғона вилоятида яшовчи узоқ умр кўрувчиларда кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликларини профилактикасининг долзарблиги. Илғор офтальмология. 2026;17(2):68-72.

## THE RELEVANCE OF PREVENTION OF ANTERIOR OCULAR SURFACE INFLAMMATORY DISEASES IN LONG-LIVED INDIVIDUALS RESIDING IN THE FERGANA REGION

Jakhongirov I.J.<sup>1</sup>, Kamilov Kh.M.<sup>2</sup>, Khakimova Z.K.<sup>3</sup>, Shermatov A.A.<sup>4</sup>

- 1 Ophthalmologist, Department of Eye Diseases, Clinic of the Andijan State Medical Institute, jahongirovikrom@gmail.com, +998(94)4367307, <https://orcid.org/0009-0007-9684-5137>
- 2 Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Ophthalmology, Center for Professional Development of Medical Workers under the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, x.kamilov45@mail.ru, +998(90)1897683, <https://orcid.org/0000-0002-7250-8159>
- 3 Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, Center for Professional Development of Medical Workers under the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, khakimova1968@gmail.com, +998(91)4794554, <https://orcid.org/0000-0002-7428-8882>
- 4 Director of the Fergana Branch of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, shermatov.abdurazzoq@mail.ru, +998(90)300600, <https://orcid.org/0009-0002-7057-3720>

**Abstract. Relevance.** Currently, the increase in life expectancy among the population is leading to new medical and social challenges in the fields of Gerontology and Geriatrics. In particular, ocular diseases in long-lived individuals, especially inflammatory diseases of the anterior ocular surface, are becoming increasingly significant. These conditions are characterized by a decline in patients' quality of life, deterioration of visual function, and an increase in chronic inflammatory

processes. **Purpose of the study.** To achieve early detection and prevention of inflammatory diseases of the anterior ocular surface in long-lived individuals. **Materials and methods.** The study materials were collected at the clinical base of the Fergana Branch of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery during 2021–2025. The examinations were conducted in 649 long-lived individuals residing in the Fergana region who were diagnosed with inflammatory diseases of the anterior ocular surface. All patients underwent comprehensive conventional and specialized ophthalmological examinations. **Results and Conclusions.** The obtained data demonstrated that inflammatory eye diseases in long-lived individuals are frequently associated with somatic pathologies, particularly Atherosclerosis, Ischemic Heart Disease, Hypertension, and decreased immune protection. The above-mentioned conditions impair ocular blood circulation in long-lived individuals, weaken trophic processes, and contribute to the progression of inflammatory reactions.

**Keywords:** long-lived individuals, inflammatory diseases of the anterior ocular surface, risk factors of the disease, prevention.

#### For citation:

Jakhongirov I.J., Kamilov Kh.M., Khakimova Z.K., Shermatov A.A. The relevance of prevention of anterior ocular surface inflammatory diseases in long-lived individuals residing in the fergana region. Advanced ophtalmology. 2026;17(2):68-72.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОФИЛАКТИКИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГЛАЗА У ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В ФЕРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Жахонгиров И.Ж.<sup>1</sup>, Камилов Х.М.<sup>2</sup>, Хакимова З.К.<sup>3</sup>, Шерматов А.А.<sup>4</sup>

1. Врач-офтальмолог, Андижанский государственный медицинский институт. jahongirovikrom@gmail.com, +998(94)4367307, <https://orcid.org/0009-0007-9684-5137>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии, Центр профессионального развития медицинских работников Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, x.kamilov45@mail.ru, +998(90)1897683, <https://orcid.org/0000-0002-7250-8159>

3. Доктор медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии, Центр профессионального развития медицинских работников Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, khakimova1968@gmail.com, +998(91)4794554, <https://orcid.org/0000-0002-7428-8882>

4. Директор Ферганского филиала Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза. shermatov.abdurazzoq@mail.ru, +998(90)300600, <https://orcid.org/0009-0002-7057-3720>

**Аннотация. Актуальность.** В настоящее время увеличение продолжительности жизни населения приводит к возникновению новых медико-социальных проблем в области Геронтология и Гериатрия. В частности, у долгожителей всё большее значение приобретают глазные заболевания, особенно воспалительные заболевания передней поверхности глаза. Данное состояние характеризуется снижением качества жизни пациентов, ухудшением зрительных функций и учащением хронически протекающих воспалительных процессов. **Цель исследования.** Достижение раннего выявления и профилактики воспалительных заболеваний передней поверхности глаза у долгожителей. **Материалы и методы.** Материалы исследования были собраны на клинической базе Ферганского филиала Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза в 2021–2025 годах. Обследование проведено у 649 долгожителей, проживающих в Ферганской области, у которых были выявлены воспалительные заболевания передней поверхности глаза. Всем пациентам были проведены полные традиционные и специальные офтальмологические обследования. **Результаты и заключение.** Полученные данные показали, что воспалительные заболевания глаз у долгожителей во многих случаях тесно связаны с соматическими патологиями, в частности с Атеросклероз, Ишемическая болезнь сердца, Гипертоническая болезнь, а также снижением иммунной защиты организма. Перечисленные заболевания нарушают кровообращение глаза у долгожителей, ослабляют трофические процессы и способствуют усилению воспалительных реакций.

**Ключевые слова:** долгожители, воспалительные заболевания передней поверхности глаза, факторы риска заболевания, профилактика.

#### Для цитирования:

Жахонгиров И.Ж., Камилов Х.М., Хакимова З.К., Шерматов А.А. Актуальность профилактики воспалительных заболеваний передней поверхности глаза у долгожителей, проживающих в Ферганской области. Передовая офтальмология. 2026;17(2):68-72.

**Долзарблиги.** Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти маълумотларига кўра, аҳоли қариши глобал демографик жараён ҳисобланиб, 2050 йилга бориб 60 ёшдан катта аҳоли сони 2 миллиарддан ошиши башорат қилинмоқда. Кўзининг олдинги юзаси яллиғланиш касалликларидан

блефарит, меибомит, дакриоцистит ва қуруқ кўз синдроми кекса ёшли аҳоли орасида кенг тарқалгандир. МДХ давлатлари олимлари ҳам мазкур муаммони кенг ўрганганлар. В. В. Бржеский (2016) ёши катта беморларда қуруқ кўз синдроми ва яллиғланиш жараёнлари ўртасида

Жадвал 1. Узоқ умр кўрувчиларни ёши бўйича тақсимооти

| Ёши                        | Беморлар сони |        |      |
|----------------------------|---------------|--------|------|
|                            | abs           | M(%)   | m    |
| 90-94 ёш                   | 495           | 76,27  | 1,67 |
| 95-100 ёш                  | 135           | 20,80  | 1,59 |
| 100 ва ундан катта ёшлилар | 19            | 2,93   | 0,66 |
| Жами                       | 649           | 100,00 | 0,00 |

**Жадвал №2. Узоқ умр кўрувчиларни жинси бўйича тақсимооти**

| Ёши   | Сони |        |      |
|-------|------|--------|------|
|       | abs  | M(%)   | m    |
| Эркак | 203  | 31,28  | 1,82 |
| Аёл   | 446  | 68,72  | 1,82 |
| Жами  | 649  | 100,00 | 0,00 |

патогенетик боғлиқлик мавжудлигини қайд этган. Мамасалиев Н.С., Х.М.Камилов ва ҳаммуаллифлар (2023) республикада турли иқлим шароитларида кексаларда кўз касалликларини ривожланиш хусусиятларини ўрганиб, юқори ҳарорат ва ҳаво қуруқлиги кўз касалликларини ривожланишига таъсир кўрсатишини аниқлаганлар. Шу нуқтаи назардан, Фарғона вилоятида яшовчи узоқ умр кўрувчиларда кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликларининг профилактикасини такомиллаштириш, хавф омилларини эрта аниқлаш ва профилактик дастурларни ишлаб чиқиш замонавий офтальмологиянинг муҳим ва долзарб йўналишларидан бири ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг мақсади.** Узоқ умр кўрувчиларда кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликларини эрта аниқлаш ва профилактикасига эришиш. Тадқиқотнинг усули ва материали.Т

**Тадқиқот материали ва усуллари.** Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий амалий тиббиёт маркази Фарғона филиали клиник базасида 2021- 2025 йиллар давомида тўпланган. Текширувлар Фарғона вилоятида яшовчи кўзнинг олдинги юзасида яллиғланиш касалликлари аниқланган 649 нафар 90 дан ошган узоқ умр кўрувчиларда олиб борилди.

Текширилганлар орасида ёш жиҳатидан энг катта қисмини 90-94 ёшлилар (76,27%) ташкил этдилар. Жадвал№1. Жинси бўйича 446 (68,72%) нафарини аёллар ташкил этишди. Жадвал№2.

Кўзнинг олдинги юзасининг яллиғланиш касалликлари Бемор мобил офтальмологик клиникада уйда ва ётган жойида кўрикдан ўтказилган Беморни поликлиника шароитида кўрикдан ўтказилган

Текширувда бўлган узоқ умр кўрувчи-

Жадвал 3. Узоқ умр кўрувчилардн кўзнинг олдинги юзасида аниқланган яллиғланиш касалликлари бўйича тақсимооти

| Кўзнинг олдинги юзасининг яллиғланиш касалликлари | Бемор мобил офтальмологик клиникада уйда ва ётган жойида кўрикдан ўтказилган |       |      | Беморни поликлиника шароитида кўрикдан ўтказилган |       |      | Жами |       |      |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---------------------------------------------------|-------|------|------|-------|------|
|                                                   | abs                                                                          | M(%)  | m    | abs                                               | M(%)  | m    | abs  | M(%)  | m    |
| Сурункали блефарит                                | 126                                                                          | 26,69 | 1,84 | 41                                                | 23,16 | 1,36 | 167  | 25,73 | 3,24 |
| Каналикулит                                       | 95                                                                           | 20,12 | 0,59 | 36                                                | 20,33 | 1,00 | 131  | 20,18 | 1,59 |
| Дакриоцистит                                      | 108                                                                          | 22,88 | 0,92 | 24                                                | 13,55 | 0,57 | 132  | 20,33 | 1,69 |
| Конъюнктивит                                      | 105                                                                          | 22,24 | 0,64 | 38                                                | 21,46 | 1,05 | 143  | 22,03 | 1,49 |
| Эписклерит                                        | 10                                                                           | 2,11  | 0,71 | 15                                                | 8,47  | 0,64 | 25   | 3,85  | 1,35 |
| Кератит                                           | 15                                                                           | 3,17  | 0,41 | 7                                                 | 3,95  | 0,19 | 22   | 3,38  | 0,61 |
| Говмижжа                                          | 6                                                                            | 1,27  | 0,34 | 13                                                | 7,34  | 0,15 | 19   | 2,92  | 0,49 |
| Дакриоаденит                                      | 4                                                                            | 0,84  | 0,89 | 2                                                 | 1,12  | 0,09 | 6    | 0,96  | 0,98 |
| Ковок абсцесси                                    | 3                                                                            | 0,63  | 0,66 | 1                                                 | 0,56  | 0,07 | 4    | 0,61  | 1,43 |
| Жами                                              | 472                                                                          | 100   |      | 177                                               | 100   |      | 649  | 100   |      |

**Жадвал 4. Узоқ умр кўрувчиларда аниқланган ёндош соматик касалликлар бўйича тақсимоти**

| Ёндош соматик касалликлар тури               | Беморлар сони | аёл | М(%)  | эркак | М(%)  |
|----------------------------------------------|---------------|-----|-------|-------|-------|
| Бош мия ва бўйин қон томирлари атеросклерози | 632           | 487 | 77,05 | 145   | 22,94 |
| Юрак ишемик касаллиги                        | 254           | 98  | 38,58 | 156   | 61,41 |
| Гипертония касаллиги                         | 231           | 197 | 85,28 | 34    | 14,71 |
| Анемия                                       | 226           | 174 | 76,99 | 52    | 23,00 |
| Таянч ҳаракат тизими касалликлари            | 213           | 136 | 63,84 | 77    | 36,15 |
| Нафас йўллари касалликлари                   | 56            | 11  | 19,64 | 45    | 80,35 |
| Ошқозон ичак тизими касалликлари             | 49            | 29  | 59,18 | 20    | 40,81 |
| Қандли диабет касаллиги                      | 12            | 9   | 75,00 | 3     | 25,00 |

ларнинг 472 нафари (72,7%) мобил офтальмологик клиника шароитида уйда ёки ётган жойида, (Жадвал№3) 177 нафари (27,3%) эса поликлиника шароитида кўриқдан ўтказилди. Узоқ умр кўрувчиларда асосан энг кўп учраган касалликлардан сурункали блефаритлар бўлиб, 167 ҳолатда (25,73 %) қайд этилган. Кейинги ўринларда эса конъюнктивитлар 143 ҳолатда (22,03 %), дакриоциститлар 132 ҳолатда (20,33 %), каналикулитлар 131 ҳолатда (20,18 %) ва эписклеритлар 25 ҳолатда (3,85 %), кератитлар 22 ҳолатда (3,38 %) қайд этилди. 3% дан кам говмижжа 19 ҳолат (2,92%) ва дакриоаденит — 6 ҳолат (1,96 ± 0,98%), қовоқ абсцесси эса — 4 ҳолат (1,19 ± 1,43%) да қайд этилди.

Узоқ умр кўрувчиларда аниқланган ёндош соматик касалликлар таҳлили шуни кўрсатдики,

(Жадвал№4) текширилган беморлар орасида энг кўп учраган соматик патология бош мия ва бўйин қон томирлари атеросклерози бўлиб, у 649 нафар кўзнинг олдинги юзасида яллиғланиш касаллиги аниқланган узоқ умр кўрувчиларнинг 632 нафарида қайд этилди. **Хулоса:** олинган натижалар узоқ умр кўрувчиларда кўзнинг олдинги юзаси яллиғланиш касалликлари кўп ҳолларда ёндош соматик патологиялар билан ҳаммасида боғлиқ эканлигини кўрсатди. Шу сабабли узоқ умр кўрувчиларда кўз яллиғланиш касалликларини профилактика қилиш ва даволашда соматик касалликларни эрта аниқлаш ҳамда комплекс коррекция қилиш муҳим аҳамият касб этади.

#### АДАБИЁТЛАР/REFERENS

1. Н. Н. Бажанов и др., Воспалительные заболевания челюстно-лицевой области и шеи; Медицина, 1985. — 352 с.: 1985.
2. Е. Г. Зоткин и др., Профилактика преждевременного старения. Санкт -Петербург. Береста 2012. - 93, с. ISBN 978-5-905225-55-0.
3. М. М. Бикбов, Р. Р. Файзрахманов, А. Л. Ярмухаметова; Возрастная макулярная дегенерация ГБУ «Уфимский научно-исслед. ин-т глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан». - Москва: Апрель, 2013. - 195 с.
4. Майчук Ю.Ф., Методы лечения больных бактериальными конъюнктивитами и кератитами сульфацил-натрием на полимерной основе.: Метод. Указания. Москва. -1970. - 11 с.;
5. М.В. Медведева. Современные способы коррекции и лечения миопии: мультимедийное учебное пособие. 2018.
6. Разумовская А.М., Разумовский М.И., Трофимова С.В., Медико-социальные особенности профессиональной реабилитации лиц пожилого возраста с сосудистой офтальмопатологией. 2015; Альманах клинической медицины. 2015.; 36: 93–96. Раздел: Воспалительные заболевания глаз. Том2-2022
7. Мамасалиев Н.С., Камилов Х.М. и др. Алгоритм профилактики и лечения заболеваний органа зрения у долгожителей, проживающих в различных климатогеографических зонах Узбекистана. Мет.рекомендации. стр 3-22. 2023.
8. Камилов Х.М., Хакимова З.К. Усовершенствование системы мониторинга долгожителей Ферганской долины Республики Узбекистан с заболеваниями органа зрения. «Журнал гуманитарных и естественных наук» 2023. – № 3 (9). – С. 109 -113.
9. Камилов Х.М., Хакимова З.К. Новые аспекты изучения образа и качества жизни долгожителей некоторых регионов Республики Узбекистан. «Журнал гуманитарных и естественных наук». Ташкент, 2023г. – № 3(9). – С.113-118.)
10. Камилов Х.М., Мамасалиев Н., Хакимова З.К. Общая терапевтическая патология как фактор риска заболеваний органа зрения у долгожителей, проживающих в различных климатогеографических зонах Узбекистана. O'zbekiston harbiy tibbiyoti №2.(2). 2024г. Стр.1-6

Manfaatlar to'qnashuvi bo'yicha ma'lumot. Mualliflar mazkur maqola bo'yicha xar qanday ko'rinishdagi manfaatlar to'qnashuvi mavjud emasligini bayon qiladilar. Maqolani moliyalashtirilishi bo'yicha ma'lumot. Ushbu tadqiqot davlat, tijorat yoki notijorat sektorlaridagi moliyalashtirish agentliklaridan biron bir maxsus grant olmagan.

Mualliflar hissasi. Xakimova Z.K. Tadqiqot konsepsiyasini ishlab chiqqan, ma'lumotlarni yig'ish, jamlash, tahlil qilish, sharhlashni amalga oshirgan. Kamilov X.M. Tadqiqot konsepsiyasini ishlab chiqishga, ma'lumotlarni tahlil qilish, sharhlashga katta hissa qo'shgan, maqola yakuniy ko'rinishi tasdiqlagan.

Шерматов А.А. Ма'lumotlarni yig'ish, jamlashda ishtirok etgan. Jaxongirov I.J. Ма'lumotlarni yig'ish, jamlashda ishtirok etgan.

## ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМой

Закирходжаева М.А.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>

1. PhD, докторант Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, [mastonaz@bk.ru](mailto:mastonaz@bk.ru), +998(90)9470920, <https://orcid.org/0000-0001-5329-5576>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, [mkarimova2004@mail.ru](mailto:mkarimova2004@mail.ru), +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

**Аннотация. Актуальность.** Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) является мультифакторным нейродегенеративным заболеванием, в патогенезе которого наряду с повышением внутриглазного давления существенную роль играют сосудистые нарушения и дисфункция вегетативной нервной системы. **Цель исследования.** Оценить состояние вегетативной нервной системы у пациентов с ПОУГ на основании анализа вариабельности сердечного ритма и результатов кардиоваскулярных функциональных проб. **Материалы и методы.** В исследование включены 45 пациентов с ПОУГ и 45 практически здоровых лиц, сопоставимых по полу и возрасту. Всем обследуемым проводилось стандартное офтальмологическое обследование, анализ вариабельности сердечного ритма, проба Вальсальвы, ортостатическая и холодовая прессорная пробы с последующей оценкой вегетативного тонуса по индексу Кердо. **Результаты.** У пациентов с ПОУГ выявлено статистически значимое повышение частоты сердечных сокращений в покое, увеличение индекса Кердо и преобладание симпатикотонии. Одновременно отмечалось снижение общей вариабельности сердечного ритма, коэффициента Вальсальвы и коэффициента 30:15, что свидетельствовало об угнетении парасимпатической активности. В ходе холодовой прессорной пробы регистрировалась повышенная реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы. **Заключение.** У пациентов с ПОУГ выявляются выраженные нарушения вегетативной регуляции, характеризующиеся преобладанием симпатических влияний и снижением парасимпатической активности.

**Ключевые слова:** первичная открытоугольная глаукома; вегетативная нервная система; вариабельность сердечного ритма; автономная дисфункция.

### Для цитирования:

Закирходжаева М.А., Каримова М.Х. Особенности вегетативной регуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. Передовая офтальмология. 2026;17(2):73-77.

## FEATURES OF AUTONOMIC REGULATION IN PATIENTS WITH PRIMARY OPEN-ANGLE GLAUCOMA

Zakirkhodzhaeva M.A.<sup>1</sup>, Karimova M.Kh.<sup>2</sup>

1. PhD, Doctoral Researcher at the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [mastonaz@bk.ru](mailto:mastonaz@bk.ru), +998(90)9470920, <https://orcid.org/0000-0001-5329-5576>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-director for Research Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, [mkarimova2004@mail.ru](mailto:mkarimova2004@mail.ru), +998(90)1883861 <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

**Abstract. Relevance.** Primary open-angle glaucoma (POAG) is a multifactorial neurodegenerative disease in which, along with elevated intraocular pressure, vascular disorders and autonomic nervous system dysfunction play a significant role in pathogenesis. **Purpose of study.** To assess the functional state of the autonomic nervous system in patients with POAG based on heart rate variability analysis and cardiovascular autonomic function tests. **Materials and methods.** The study included 45 patients with POAG and 45 apparently healthy age- and sex-matched individuals. All participants underwent standard ophthalmological examination, heart rate variability assessment, Valsalva maneuver, orthostatic test, and cold pressor test followed by evaluation of autonomic tone using the Kerdo index. **Results.** Patients with POAG demonstrated a statistically significant increase in resting heart rate, elevated Kerdo index values, and predominance of sympathetic activity. At the same time, a decrease in overall heart rate variability, Valsalva ratio, and 30:15 ratio was observed, indicating suppression of parasympathetic activity. During the cold pressor test, increased reactivity of the sympathetic division of the autonomic nervous system was recorded. **Conclusion.** Patients with POAG exhibit pronounced autonomic regulatory disturbances characterized by predominance of sympathetic influences and reduced parasympathetic activity.

**Key words:** primary open-angle glaucoma; autonomic nervous system; heart rate variability; autonomic dysfunction.

### For citation:

Karimova M.Kh., Zakirkhodzhaeva M.A. Features of autonomic regulation in patients with primary open-angle glaucoma. Advanced Ophthalmology. 2026;17(2):73-77.

## БИРЛАМЧИ ОЧИҚ БУРЧАКЛИ ГЛАУКОМАСИ БЎЛГАН БЕМОРЛАРДА ВЕГЕТАТИВ РЕГУЛЯЦИЯ ХУСУСИЯТЛАРИ

Закирходжаева М.А.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>

1. PhD, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази докторанти, mastonaz@bk.ru, +998(90)9470920, <https://orcid.org/0000-0001-5329-5576>

2. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази илмий ишлар бўйича директор ўринбосари, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

**Аннотация. Долзарблиги.** Бирламчи очик бурчакли глаукома (БОБГ) мультифакторли нейродегенератив касаллик ҳисобланиб, унинг патогенезида кўз ичи босимининг ошиши билан бир қаторда қон-томир бузилишлари ҳамда вегетатив нерв тизими дисфункцияси муҳим аҳамият касб этади. **Тадқиқот мақсади.** Юрак ритми вариабеллиги таҳлили ва кардиоваскуляр функционал синовлар натижалари асосида БОБГ билан касалланган беморларда вегетатив нерв тизими ҳолатини баҳолаш. **Материаллар ва усуллар.** Тадқиқотга БОБГ ташхиси қўйилган 45 нафар бемор ҳамда жинси ва ёши бўйича мос келувчи 45 нафар амалда соғлом шахс киритилди. Барча текширилувчиларда стандарт офтальмологик текширув, юрак ритми вариабеллигини баҳолаш, Вальсальва синови, ортостатик ва совуқ прессор синовлари ўтказилди ҳамда Кердо индекси бўйича вегетатив тонус аниқланди. **Натижалар.** БОБГ билан касалланган беморларда тинч ҳолатда юрак қисқаришлари сонининг статистик аҳамиятли ошиши, Кердо индекси юқорилиги ва симпатикотония устунлиги аниқланди. Шу билан бирга, юрак ритми умумий вариабеллигининг, Вальсальва коэффицентининг ва 30:15 коэффицентининг пасайиши кузатилиб, бу парасимпатик фаолликнинг сусайганлигини кўрсатди. Совуқ прессор синови вақтида вегетатив нерв тизимининг симпатик бўлими реактивлигининг ошиши қайд этилди. **Хулоса.** БОБГ билан касалланган беморларда симпатик таъсирларнинг устунлиги ва парасимпатик фаолликнинг пасайиши билан тавсифланувчи яққол вегетатив регуляция бузилишлари аниқланди.

**Калит сўзлар:** бирламчи очик бурчакли глаукома; вегетатив нерв тизими; юрак ритми вариабеллиги; автоном дисфункция.

### Иқтибос келтириш учун:

Закирходжаева М.А., Каримова М.Х. Бирламчи очик бурчакли глаукомаси бўлган беморларда вегетатив регуляция хусусиятлари. Илғор офтальмология. 2026;17(2):73-77.

**Актуальность.** Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) остаётся одной из ведущих причин необратимой слепоты в мире, при этом прогрессирование заболевания нередко наблюдается даже на фоне компенсированного внутриглазного давления (ВГД), что указывает на участие дополнительных патогенетических механизмов [1,2,3]. В последние годы всё большее внимание уделяется роли нарушений вегетативной регуляции, способных влиять на сосудистый тонус, перфузию диска зрительного нерва и процессы нейродегенерации [4,5,6]. Изучение состояния вегетативной нервной системы у пациентов с глаукомой представляет значительный научный и клинический интерес, поскольку позволяет расширить представления о системных механизмах развития заболевания и определить новые подходы к прогнозированию его прогрессирования.

**Цель исследования.** Оценить функциональное состояние вегетативной нервной системы у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой на основании анализа показателей variability сердечного ритма и результатов кардиоваскулярных функциональных проб.

**Материалы и методы исследования.** Работа проводилась на базе РСНПМЦМГ в период с января 2024 года по февраль 2025 года. В исследование

включены 45 пациентов с установленным диагнозом ПОУГ и 45 практически здоровых лиц без офтальмологической и выраженной соматической патологии. Группы были сопоставимы по полу и возрасту. Средний возраст пациентов основной группы составил 58,4±7,6 года, контрольной группы - 56,9±6,8 года ( $p>0,05$ ). Диагноз ПОУГ устанавливался на основании стандартного офтальмологического обследования согласно рекомендациям European Glaucoma Society (2020).

Оценка функционального состояния вегетативной нервной системы проводилась в первой половине дня (08:00–11:00) в условиях температурного комфорта (22–24°C) после 15-минутного периода адаптации. Частота сердечных сокращений определялась после 10-минутного отдыха в положении лёжа. Повышение данного показателя рассматривалось как признак усиления симпатических влияний. Для оценки автономной регуляции сердечной деятельности выполнялась регистрация электрокардиограммы в течение 5 минут в состоянии покоя с последующим компьютерным анализом variability сердечного ритма. Проба Вальсальвы проводилась путём форсированного выдоха в мундштук при давлении 40 мм рт. ст. в течение 15 секунд под контролем электрокардиографии.

Оценивалась реакция сердечно-сосудистой системы при переходе обследуемого из горизонтального положения в вертикальное.

Рассчитывался коэффициент 30:15 - отношение длительности интервала R-R на 30-м сокращении к интервалу R-R на 15-м сокращении после вставания. Показатель использовался для оценки парасимпатической активности. Для оценки реактивности симпатического отдела вегетативной нервной системы кисть обследуемого погружалась в воду температурой 4–6°C на 1 минуту. Для определения преобладающего типа вегетативной регуляции рассчитывался индекс Кердо.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием программы IBM SPSS Statistics 27.0. Проверка нормальности распределения выполнялась с помощью критерия Шапиро–Уилка. Количественные данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Для сравнения групп применяли t-критерий Стьюдента либо критерий Манна–Уитни. Анализ качественных признаков проводился с использованием критерия  $\chi^2$  Пирсона. Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования.** Проведённый комплексный анализ исходных параметров кардиогемодинамики и показателей вариабельности сердечного ритма (BCP) выявил глубокие, статистически значимые нарушения вегетативной регуляции у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) при сопоставлении с аналогичными данными лиц контрольной группы (табл. 1). В состоянии полного покоя у больных ПОУГ регистрировалось достоверное повышение частоты сердечных сокращений (ЧСС) по сравнению со здоровыми обследуемыми.

Данный сдвиг хронотропной функции сердца сочетался с закономерным ростом индекса Кердо, который в основной группе смещался в область положительных значений, в то время как в контроле определялась отрицательная величина. Выявленные изменения наглядно свидетельствуют о стойком преобладании эрготропных симпатических влияний на синусовый узел и формировании выраженного автономного дисбаланса уже в исходном состоянии. Параллельно с этим у пациентов с глаукомой наблюдалось значительное снижение общей вариабельности сердечного ритма, что отражает резкое сужение адаптационного диапазона регуляторных систем и генерализованное угнетение показателей парасимпатической активности, обеспечивающей трофотропные процессы. При проведении нагрузочного тестирования и кардиоваскулярных функциональных проб у пациентов основной группы была детально верифицирована функциональная недостаточность парасимпатического звена регуляции. Это проявилось в достоверном снижении коэффициента Вальсальвы и коэффициента 30:15 при ортостазе, что доказывает дефицит реактивности блуждающего нерва в ответ на барорецепторные стимулы и изменение положения тела в пространстве. Напротив, в ходе холодовой прессорной пробы у больных ПОУГ регистрировалась избыточная, патологическая реактивность симпатического отдела вегетативной нервной системы, выражавшаяся в более резком и сильном подъёме системного артериального давления. Уровень систолического и диастолического АД после криостресса существенно превышал пороговые прессорные ответы в группе контроля, подтверждая выраженную вазоспастическую готовность сосудистого русла.

**Таблица 1. Показатели вегетативного статуса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и лиц контрольной группы.**

| Показатель                                                                    | Пациенты с ПОУГ (n=45) | Контрольная группа (n=45) | p      |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------|
| Внутриглазное давление (средний показатель по кол-ву глаз с ПОУГ), мм рт. ст. | 24,8±4,3               | 16,1±2,2                  | <0,001 |
| Частота сердечных сокращений в покое, уд./мин                                 | 81,3±8,7               | 72,4±6,1                  | <0,001 |
| Общая вариабельность сердечного ритма, мс                                     | 31,6±8,9               | 46,2±10,4                 | <0,001 |
| Коэффициент Вальсальвы                                                        | 1,24±0,16              | 1,58±0,21                 | <0,001 |
| Коэффициент 30:15                                                             | 1,03±0,08              | 1,19±0,11                 | <0,001 |
| Систолическое артериальное давление после холодовой пробы, мм рт. ст.         | 149,6±12,5             | 136,8±10,9                | <0,001 |
| Диастолическое артериальное давление после холодовой пробы, мм рт. ст.        | 92,4±8,3               | 84,1±7,2                  | <0,001 |
| Индекс Кердо                                                                  | 12,7±8,1               | -3,4±6,5                  | <0,001 |
| Симпатикотония, n (%)                                                         | 31 (68,9%)             | 11 (24,4%)                | <0,001 |
| Ваготония, n (%)                                                              | 7 (15,6%)              | 21 (46,7%)                | 0,002  |
| Эйтония, n (%)                                                                | 7 (15,6%)              | 13 (28,9%)                | 0,118  |

Развернутый анализ интегральной структуры вегетативного тонуса подтвердил тотальное доминирование симпатикотонии среди лиц с ПОУГ: данный тип регуляции выявлялся у абсолютного большинства пациентов основной группы, тогда как в контрольной группе этот показатель регистрировался значительно реже. В то же время у практически здоровых лиц достоверно чаще определялась нормальная физиологическая ваготония. Полученные результаты интегрально свидетельствуют о наличии у пациентов с ПОУГ системной дисфункции вегетативной нервной системы, которая носит характер сочетанного дефекта — глубокого угнетения парасимпатического контроля на фоне хронического относительного и абсолютного преобладания симпатических вазоконстрикторных влияний.

**Заключение.** На основании результатов проведенного комплексного клинко-функционального исследования были получены убедительные доказательства того, что первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) представляет собой не изолированную офтальмопатологию, а системное многофакторное заболевание, протекающее в тесной связи с глубокими нарушениями вегетативной регуляции кардиоваскулярных функций. Выявленный комплекс патологических изменений — включающий статистически значимое увеличение частоты сердечных сокращений в покое, выраженный сдвиг вегетативного тонуса по индексу Кердо в сторону положительных значений, резкое падение общей вариабельности сердечного ритма (BCP) и угнетение парасимпатических коэффициентов (Вальсальвы и 30:15) — однозначно свидетельствует о формировании у пациентов с ПОУГ стойкого автономного дисбаланса. Этот дисбаланс характеризуется истощением резервов блуждающего нерва и генерализованным снижением адаптационного потенциала регуляторных систем организма. Особое патогенетическое значение имеет зафиксированная в ходе нагрузочного тестирования гиперреактивность симпатического звена вегетативной нервной системы (ВНС). Избыточный прессорный ответ в виде резкого подъема как систолического, так и диастолического артериального давления в ответ на локальный криостресс (холодовую пробу) наглядно демонстрирует высокую вазоспастическую готовность сосудистого русла у больных глаукомой. В сочетании с тем фактом, что исходная симпатикотония верифицирована у абсолютного большинства пациентов основной группы (68,9%), данная системная гиперактивация выступает в роли важнейшего патогенетического триггера. Постоянное преобладание эрготропных влияний неизбежно влечет за собой каскад гемодинамических расстройств: индуцирует хронический ангиоспазм, повышает периферическое сосудистое сопротивление и нарушает суточные ритмы артериального давления, что приводит к дестабилизации перфузионного давления. В контексте развития глаукомной оптической нейропатии подобные вегетативные сдвиги имеют критическое значение. Хроническая сосудистая дисрегуляция и падение перфузии в бассейне задних коротких цилиарных артерий вызывают стойкую ишемию и гипоксию решетчатой пластинки склеры и диска зрительного нерва. Это запускает глутаматергическую эксайтотоксичность, оксидативный стресс и последующий апоптоз ганглиозных клеток сетчатки, что объясняет прогрессирование глаукомы даже в условиях медикаментозно или хирургически компенсированного внутриглазного давления. Таким образом, системная автономная дисфункция является мощным экстраокулярным предиктором и модулятором глаукомного процесса. Практическая значимость исследования заключается в прогностической ценности компьютерного анализа вариабельности сердечного ритма и проведения стандартных кардиоваскулярных функциональных проб (пробы Вальсальвы, ортостатической и холодовой проб), которые могут быть рекомендованы к внедрению в клиническую практику в качестве доступных, неинвазивных и высокочувствительных методов скрининга, позволяющих своевременно выявлять скрытые формы системной вегетативной дисфункции, оценивать адаптивные резервы пациента и формировать группы повышенного риска ускоренного прогрессирования заболевания. Кроме того, она включает индивидуализацию мониторинга, поскольку выявление выраженной симпатикотонии и жесткости сердечного ритма у конкретного пациента требует более жесткого контроля состояния зрительных функций и гемодинамики глаза, даже если локальный офтальмотонус находится в пределах целевых значений. Наконец, оптимизация терапевтической стратегии при обнаружении столь выраженного дефицита вагусного контроля и симпатической гиперреактивности обосновывает необходимость коренного пересмотра традиционных схем лечения ПОУГ, указывая на то, что комплексная терапия глаукомы должна быть расширена за счет включения методов системной вегетотропной коррекции (направленной на снижение симпатического тонуса и активацию парасимпатического звена), применения вазоактивных и нейропротекторных препаратов, нормализующих микроциркуляцию и защищающих нервную ткань в условиях хронической ишемии, а также методов немедикаментозной реабилитации.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Pache, M., & Flammer, J. (2006). A sick eye in a sick body? Systemic findings in patients with primary open-angle glaucoma. *Survey of ophthalmology*, 51(3), 179–212. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2006.02.008>
2. Cao, L., Graham, S. L., & Pilowsky, P. M. (2018). Carbohydrate ingestion induces differential autonomic dysregulation in normal-tension glaucoma and primary open angle glaucoma. *PloS one*, 13(6), e0198432. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198432>
3. Liu, B., Zhao, Y., & Zhang, H. (2022). The Effect of Autonomic Nervous System Dysfunction on the Progression of Primary Open-Angle Glaucoma. *International journal of general medicine*, 15, 4565–4573. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S362275>
4. Gherghel, D., Hosking, S. L., & Orgül, S. (2004). Autonomic nervous system, circadian rhythms, and primary open-angle glaucoma. *Survey of ophthalmology*, 49(5), 491–508. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2004.06.003>
5. Lindemann, F., Kuerten, D., Koch, E., Fuest, M., Fischer, C., Voss, A., & Plange, N. (2018). Blood Pressure and Heart Rate Variability in Primary Open-Angle Glaucoma and Normal Tension Glaucoma. *Current eye research*, 43(12), 1507–1513. <https://doi.org/10.1080/02713683.2018.1506036>
6. Wierzbowska, J., Wierzbowski, R., Stankiewicz, A., Siesky, B., & Harris, A. (2012). Cardiac autonomic dysfunction in patients with normal tension glaucoma: 24-h heart rate and blood pressure variability analysis. *The British journal of ophthalmology*, 96(5), 24–628. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2011-300945>

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

**Участие авторов**

Закирходжаева М.А. - получение, анализ данных и интерпретация результатов, написание статьи; согласие нести ответственность за все аспекты работы.

Каримова М.Х. - концепцию и дизайн исследования; внесение в рукопись важных правок с целью повышения научной ценности статьи. одобрение финальной версии рукописи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

## ГЕМОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРНОСТЬ ТЕЧЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ГЛАУКОМЫ У БОЛЬНЫХ С МИОПИЕЙ И КАТАРАКТОЙ

Захидов О.У.<sup>1</sup>, Захидов У.Б.<sup>2</sup>

1. PhD, врач-офтальмолог, клиника «Vizuvex medical center», dr.obidbekzakhidov@mail.ru, +998(90)9206773, <https://orcid.org/0009-0001-5258-0524>
2. Доктор медицинских наук, директор офтальмологической клиники «Vizuvex medical center», lenslab-uz@mail.ru, +998(90)9971727, <https://orcid.org/0009-0002-3227-5052>

**Аннотация. Актуальность.** Несмотря на развитие методов лечения, глаукома остается одной из главных причин снижения зрения и необратимой слепоты в мире, особенно при сочетании ее с осложненной катарактой и миопией. **Цель исследования.** Изучить особенности гемодинамики глаз больных с первичной глаукомой при сочетании с миопией и осложненной незрелой катарактой. **Материал и методы.** Было проведено комплексное исследование 27 пациентов (45 глаз) с диагнозом первичная открытоугольная глаукома II стадии (ПОУГ) с сочетанными патологиями осложненной катаракты и миопии средней степени и изучены особенности гемодинамики глаз. **Результаты и заключение.** Установлено значимое снижение всех показателей гемодинамики глаз у пациентов в сочетании с первичной открытоугольной глаукомой в сочетании с осложненной катарактой и миопией средней степени.

**Ключевые слова:** глаукома, катаракта, миопия, гемодинамика.

### Для цитирования:

Захидов О.У., Захидов У.Б. Гемодинамическая характеристика течения первичной глаукомы у больных с миопией и катарактой. Передовая офтальмология. 2026;17(2):78-81.

## МИОПИЯ ВА КАТАРАКТА БИЛАН ОГ'РИГАН БЕМОРЛАРДА БИРЛАМЧИ ГЛАУКОМАНING KECHISHINING GEMODINAMIK XARAKTERISTIKASI

Zaxidov O.U.<sup>1</sup>, Zaxidov U.B.<sup>2</sup>

1. PhD, shifokor-oftalmolog, «Vizuvex medical center», dr.obidbekzakhidov@mail.ru, +998(90)9206773, <https://orcid.org/0009-0001-5258-0524>
2. Tibbiyot fanlari doktori, «Vizuvex medical center» oftalmologiya klinikasi direktori, lenslab-uz@mail.ru, +998(90)9971727, <https://orcid.org/0009-0002-3227-5052>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Davolash usullarining rivojlanishiga qaramay, glaukoma, ayniqsa uning asoratlangan katarakta va miopiya bilan birga kechishi holatlarida, dunyo bo'yicha ko'rishning pasayishi hamda qaytmas ko'rlikning asosiy sabablaridan biri bo'lib qolmoqda. **Tadqiqot maqsadi.** Birlamchi glaukomaning miopiya va asoratlangan yetilmagan katarakta bilan birga kechishida ko'z gemodinamikasi xususiyatlarini o'rganish. **Material va usullari.** Birlamchi ochiq burchakli glaukomaning II bosqichi (BOBG) tashxisi qo'yilgan, asoratlangan katarakta va o'rta darajadagi miopiya bilan birga kechuvchi 27 nafar bemor (45 ko'z) kompleks tekshiruvdan o'tkazildi hamda ko'z gemodinamikasi xususiyatlari o'rganildi. **Tadqiqot natijalari va xulosa.** Birlamchi ochiq burchakli glaukomaning asoratlangan katarakta va o'rta darajadagi miopiya bilan birga kechishi holatlarida bemorlarda ko'z gemodinamikasining barcha ko'rsatkichlari sezilarli darajada pasaygani aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** glaukoma, katarakta, miopiya, gemodinamika.

### Iqtibos keltirish uchun:

Zaxidov O.U., Zaxidov U.B. Miopiya va katarakta bilan og'rigan bemorlarda birlamchi glaukomaning kechishining gemodinamik xarakteristikasi. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):78-81.

# HEMODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE COURSE OF PRIMARY GLAUCOMA IN PATIENTS WITH MYOPIA AND CATARACT

Zakhidov O.U.<sup>1</sup>, Zakhidov U.B.<sup>2</sup>

1. PhD, ophthalmologist, «Vizuvex medical center», dr.obidbekzakhidov@mail.ru, +998(90)9206773, <https://orcid.org/0009-0001-5258-0524>

2. DSc, director of the ophthalmological clinic "Vizuvex Medical Center". lenslab-uz@mail.ru, +998(90)9971727, <https://orcid.org/0009-0002-3227-5052>

**Annotation. Relevance.** Despite advances in treatment methods, glaucoma remains one of the leading causes of visual impairment and irreversible blindness worldwide, especially when combined with complicated cataract and myopia. **Purpose of the study.** To investigate the hemodynamic features of the eyes in patients with primary glaucoma associated with myopia and complicated immature cataract. **Materials and methods.** A comprehensive examination was conducted in 27 patients (45 eyes) diagnosed with stage II primary open-angle glaucoma (POAG) associated with complicated cataract and moderate myopia. The hemodynamic characteristics of the eyes were studied. Results and conclusion. A significant decrease in all ocular hemodynamic parameters was found in patients with primary open-angle glaucoma associated with complicated cataract and moderate myopia.

**Keywords:** glaucoma, cataract, myopia, hemodynamics.

## For citation:

Zakhidov O.U., Zakhidov U.B. Hemodynamic characteristics of the course of primary glaucoma in patients with myopia and cataract. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):78-81.

**Актуальность.** Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, к 2040 году число пациентов с глаукомой может превысить 100 миллионов человек, что подчеркивает актуальность исследования данной патологии [5,8]. Первичная глаукома занимает одно из ведущих мест среди офтальмопатологий, где в ее развитии существуют несколько патогенетических концепций: гидростатическая, дистрофическая, сосудистая и метаболическая [4,7]. Особое внимание заслуживает сосудистая теория, согласно которой нарушение кровообращения в диске зрительного нерва (ДЗН) вызывает ишемический процесс, способствующий развитию и прогрессированию заболевания [1,3]. Согласно проведенным исследованиям, кровоток в ДЗН может изменяться под влиянием четырех основных факторов: повышения внутриглазного давления (ВГД), снижения перфузионного давления, уменьшения диаметра капилляров и повышения вязкости крови. При нарушении основных принципов гемодинамики цилиарного тела, как главного регулятора жизненных функций переднего отрезка глаза, развиваются разные патологические изменения, в том числе катаракта и глаукома. Совокупное действие этих факторов приводит к снижению зрительных функций [2]. В современных условиях появилась возможность использовать ультразвуковой высокоинформативный, неинвазивный, безопасный метод исследования определения состояния микроциркуляции и скорости кровотока в сосудах глаза, который является одним из высокоинформативных диагностических исследований в современной клинической офтальмологии [6].

**Цель исследования.** Изучить особенности гемодинамики глаз больных с первичной глаукомой при сочетании с миопией и осложненной незрелой катарактой.

**Материал и методы.** Проведено комплексное исследование 27 пациентов (45 глаз) с диагнозом первичная открытоугольная глаукома II стадии (ПОУГ) с сочетанными патологиями, которые составили основную группу. В свою очередь они были разделены на две подгруппы, первую составили 12 (24 глаза) больных с ПОУГ в сочетании с миопией средней степени (ПОУГ+М), вторую 15 (21 глаз) с ПОУГ в сочетании с миопией средней степени и осложненной незрелой катарактой II-III степени плотности (ПОУГ+М+ОК). В группу контроля вошли 15 (30 глаз) пациентов с миопией средней степени (М). Возраст пациентов был от 38 до 60 лет ( $45,3 \pm 11,8$ ), по половому признаку мужчин - 17, женщин - 22. Каждый больной обследован с применением стандартных офтальмологических методов. Для установления диагноза глаукомы и степень ее развития использовали классификацию А.П. Нестерова и Е.А. Егорова (2001) и для установления интенсивности помутнения и степени плотности хрусталика применяли классификацию Л. Буратто (1999). Исследования гемодинамики глаза проводили путем доплерографии сосудов глазного яблока на дуплексном цветном доплерографе GELOGIQ 500 MRS (Германия) линейным датчиком с частотой 7,0 МГц. Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакетов программ Microsoft Excel и Statistica. Больным основной группы был назначен местно, гипотензивный препарат из группы ингибитора карбоангидраз 1% раствор

**Таблица .Показатели кровотока глаза в артериальном и венозном русле по группам методом ультразвуковой доплерографии глазного яблока (M±m)**

| Параметры          | Основная группа<br>n= 45 |                   | Группа контроля<br>М<br>n=30 |
|--------------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|
|                    | ПОУГ+М<br>n=24           | ПОУГ+М+ОК<br>n=21 |                              |
| ЦАС V max (см сек) | 9,76±0,18*               | 9,43±0,16*        | 15,11±0,19                   |
| ЦАС V min          | 3,84±0,06*               | 3,50±0,12*        | 4,39±0,17                    |
| ЦАС RI             | 0,68±0,02                | 0,69±0,01         | 0,64±0,02                    |
| ЦАС PI             | 1,09±0,03*               | 1,12±0,03*        | 1,05±0,06                    |
| ЗКЦА (темп), V max | 13,08±0,94               | 12,93±1,04        | 14,03±0,25                   |
| ЗКЦА (темп), V min | 3,67±0,34*               | 3,47±0,34*        | 3,91±0,11                    |
| ЗКЦА (темп), RI    | 0,71±0,02                | 0,73±0,02         | 0,67±0,02                    |
| ЗКЦА (темп), PI    | 1,12±0,03*               | 1,02±0,03*        | 1,33±0,01                    |
| Глазнич.А V max    | 27,19±0,81*              | 25,82±0,79*       | 31,07±0,60                   |
| Глазнич.А V min    | 8,97±0,36*               | 8,60±0,32*        | 10,75±0,11                   |
| ГА RI              | 0,73±0,05*               | 0,71±0,03*        | 0,71±0,02                    |
| ГА PI              | 1,17±0,08*               | 1,18±0,06*        | 1,16±0,01                    |
| ЦВС V max          | 5,82±0,09*               | 5,71±0,06*        | 7,25±0,61                    |

Примечание \*- p<0,05 в сравнении с контрольной группой,

\*\* - в сравнении с первой группой. n – количество глаз

бринзоламида, при недостаточной эффективности применяли комбинированный препарат (1% раствора бринзоламида с 0,5% тимолола малеат), а также пациентам группы ПОУГ+М+ОК дополнительно в целях профилактики прогрессирования катаракты назначали глазные капли 0,015% азапентацена.

**Результаты.** При сборе анамнеза было установлено, что у всех исследованных пациентов первично диагноз миопия был поставлен в детском (68%) и в юношеском (32%) возрастах. При первичном осмотре для пациентов основной группы характерными жалобами были на прогрессирующее снижение зрения (100%), тяжесть в глазных яблоках (71%), ухудшение сумеречного и ночного зрения (61%). В контрольной группе жалобы были на слабовидение вдаль. Исследование кровотока в артериальном и венозном русле больных основной и контрольных групп получили следующие результаты, которые представлены в таблице.

Проведенные исследования и сравнительный анализ гемодинамики в сосудах глазного яблока и орбиты показал, что в основной группе (ПОУГ+М и ПОУГ+М+ОК) есть изменения всех показателей сравнительно группы контроля (М). Так в группе ПОУГ+М+ОК было установлено значимое снижение как систолического, так и диастолического показателей скорости кровотока ЦАС (max 9,43±0,16\*, min 3,50±0,12\*), ЗКЦА (max 12,93±1,04, min 3,47±0,34\*) сравнительно ПОУГ+М ЦАС (max 9,76±0,18\*, min 3,84±0,06\*) и ЗКЦА (max 13,08±0,94,

min 3,67±0,34\*) соответственно, также отмечали повышение индекса резистентности и пульсационного индекса, но с малой разницей между ними. В контрольной группе с миопией, вышеприведенные параметры ЦАС (max 15,11±0,19, min 4,39±0,17), ЗКЦА (max 14,03±0,25, min 3,91±0,11) имели большую скорость кровотока, сравнительно данных основной группы. Основываясь на полученные данные наибольшее снижение показателей как систолической, так и диастолической скорости кровотока было достоверно отмечено в основной группе глаз больных с ПОУГ+М+ОК.

При анализе данных ГА в группе ПОУГ+М+ОК было установлено значимое снижение как систолического, так и диастолического показателей скорости кровотока (max 25,82±0,79\*, min 8,60±0,32\*) сравнительно группы ПОУГ+М (max 27,19±0,81\*, min 8,97±0,36\*). Также отмечали снижения кровотока по ЦВС в группах ПОУГ+М+ОК (5,71±0,06\*) и ПОУГ+М (5,82±0,09\*), сравнительно с данными контрольной группы М (7,25±0,61). Полученные результаты обуславливают развитию гипоксических состояний вследствие нарушений по ишемическому типу, где также имеет место дисциркуляторные изменения в системе кровообращения глаза, отмечаемые в большей части в группе ПОУГ+М+ОК.

#### **Выводы.**

1. Допплерографическое исследование кровотока сосудов глазного яблока является высокоинформативным,

диагностическим методом оценки нарушений гемодинамики переднего и заднего отделов глаза.

2. Установлено, достоверно наибольшее снижение показателей гемодинамики глаза в артериальном и венозном русле, влияющее на гипоксическое и ишемическое нарушение при ПОУГ с миопией средней степени и осложненной незрелой катарактой II-III степени плотности сравнительно ПОУГ + миопией на 3,4% и

контрольной группы на 37,6%.

3. Результаты доплерографического исследования кровотока сосудов глазного яблока являются одними из прогностических критериев нарушения функционального состояния глаза при ПОУГ с миопией средней степени и осложненной незрелой катарактой II-III степени плотности.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Flammer, J., Orgül, S., Costa, V. P., Orzalesi, N., Kriegelstein, G. K., Serra, L. M., Renard, J. P., & Stefánsson, E. (2002). The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Progress in retinal and eye research*, 21(4), 359–393. [https://doi.org/10.1016/s1350-9462\(02\)00008-3](https://doi.org/10.1016/s1350-9462(02)00008-3)
  2. Nakazawa T. (2016). Ocular Blood Flow and Influencing Factors for Glaucoma. *Asia-Pacific journal of ophthalmology* (Philadelphia, Pa.), 5(1), 38–44. <https://doi.org/10.1097/APO.0000000000000183>
  3. Choi, J., & Kook, M. S. (2015). Systemic and Ocular Hemodynamic Risk Factors in Glaucoma. *BioMed research international*, 2015, 141905. <https://doi.org/10.1155/2015/141905>
  4. Marcus, M. W., de Vries, M. M., Junoy Montolio, F. G., & Jansonius, N. M. (2011). Myopia as a risk factor for open-angle glaucoma: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology*, 118(10), 1989–1994.e2. <https://doi.org/10.1016/j.optha.2011.03.012>
  5. Mitchell, P., Hourihan, F., Sandbach, J., & Wang, J. J. (1999). The relationship between glaucoma and myopia: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*, 106(10), 2010–2015. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(99\)90416-5](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(99)90416-5)
  6. Xu, L., Wang, Y., Wang, S., Wang, Y., & Jonas, J. B. (2007). High myopia and glaucoma susceptibility the Beijing Eye Study. *Ophthalmology*, 114(2), 216–220. <https://doi.org/10.1016/j.optha.2006.06.050>
  7. Vinod, K., & Salim, S. (2023). Addressing Glaucoma in Myopic Eyes: Diagnostic and Surgical Challenges. *Bioengineering* (Basel, Switzerland), 10(11), 1260. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10111260>
  8. Sun, M. T., Tran, M., Singh, K., Chang, R., Wang, H., & Sun, Y. (2023). Glaucoma and Myopia: Diagnostic Challenges. *Biomolecules*, 13(3), 562. <https://doi.org/10.3390/biom13030562>
  9. Pan, C. W., Cheng, C. Y., Saw, S. M., Wang, J. J., & Wong, T. Y. (2013). Myopia and age-related cataract: a systematic review and meta-analysis. *American journal of ophthalmology*, 156(5), 1021–1033.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2013.06.005>
  10. Ahn, C. S., Clinch, T. E., Moshirfar, M., Weis, J. R., & Hutchinson, C. B. (1999). Initial results of photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis performed by a single surgeon. *Journal of cataract and refractive surgery*, 25(8), 1048–1055. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(99\)00127-3](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(99)00127-3)
- Shrivastava, A., & Singh, K. (2010). The effect of cataract extraction on intraocular pressure. *Current opinion in ophthalmology*, 21(2), 118–122. <https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e3283360ac3>

## Заявление:

А. — Конфликта интересов нет.

Б. — Это исследование не получило какого-либо конкретного гранта от финансирующих агентств в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах.

## Авторский вклад:

Захидов У.Б. - редактирование с целью повышения ее научной значимости и разработка концепции и окончательное одобрение версии работы для публикации.

Зохидов О.У. - сбор, анализ, интерпретация полученных данных.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕДНЕЙ ПОСЛОЙНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КЕРАТОКОНУСА: ХИРУРГИЧЕСКИЕ И РЕФРАКЦИОННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ С ОЦЕНКОЙ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО СТАТУСА

Иномжонова М.И.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>, Саиджонов С.С.<sup>3</sup>

1. Свободный соискатель, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, moki44khon@icloud.com, +998(97)7443007, <https://orcid.org/0009-0003-4347-2876>  
2. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>  
3. Свободный соискатель, офтальмохирург, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, suxa@mail.ru, +998(93)3389939, <https://orcid.org/0000-0002-1684-7068>

**Аннотация. Актуальность.** Глубокая передняя послойная кератопластика (DALK) является альтернативным методом сквозной кератопластики, при которой поражённая строма роговицы замещается донорской тканью при сохранении собственного эндотелия и десцеметовой мембраны (ДМ) реципиента. **Цель исследования.** Анализ эффективности и безопасности глубокой передней послойной кератопластики (DALK) с оценкой воспалительного статуса при лечении прогрессирующего кератоконуса. **Материалы и методы.** Проспективное сравнительное исследование: основная группа — 30 пациентов с прогрессирующим кератоконусом III–IV стадии, перенёсших DALK методом пневматической диссекции («big bubble technique» по Anwar, 2023–2025 гг. на базе РСНПМЦМГ; контрольная группа — 30 здоровых добровольцев, сопоставимых по возрасту и полу ( $p > 0,05$ ). Образцы слёзной жидкости собирались до операции и через 1, 3, 6 и 12 месяцев после. Концентрации IL-6 и IL-10 определялись методом ELISA. Оценивались НКОЗ, МКОЗ (logMAR), рефракционные параметры (SE, Cyl), кератометрия (Kmax, Kmean), ЦТР, контрастная чувствительность (ПКЧ). **Результаты.** МКОЗ улучшилась с  $0,98 \pm 0,24$  до  $0,18 \pm 0,12$  logMAR к 12-му месяцу ( $p < 0,001$ ); МКОЗ  $\geq 0,5$  достигнута у 87% (26/30). Kmax снизилась с  $88,23 \pm 1,28$  до  $52,53 \pm 1,47$  Д ( $p < 0,001$ ). Прозрачность трансплантата — 100%; иммунологического отторжения не зафиксировано. До операции уровень IL-6 в слёзной жидкости пациентов с кератоконусом был достоверно выше, чем в контрольной группе ( $32,4 \pm 8,6$  vs  $12,8 \pm 3,2$  пг/мл;  $p < 0,001$ ), тогда как IL-10 — незначительно выше нормы ( $8,4 \pm 2,6$  vs  $6,2 \pm 1,8$  пг/мл;  $p < 0,05$ ). После операции IL-6 достиг максимума на 1-м месяце ( $64,8 \pm 14,2$  пг/мл), IL-10 — на 3-м ( $18,6 \pm 4,4$  пг/мл). К 12-му месяцу соотношение IL-6/IL-10 нормализовалось до  $2,07 \pm 0,52$  и перестало достоверно отличаться от контроля ( $2,06 \pm 0,48$ ;  $p > 0,05$ ). **Заключение.** DALK является высокоэффективным методом хирургического лечения кератоконуса, обеспечивающим значимое улучшение зрительно-рефракционных функций и сохранение эндотелия реципиента. Нормализация соотношения IL-6/IL-10 к 12-му месяцу свидетельствует о полноценной иммунологической реабилитации и может служить эффективным биомаркером состоятельности трансплантата.

**Ключевые слова:** кератоконус; DALK; big bubble; IL-6; IL-10; слёзная жидкость; воспалительный профиль; кератопластика; цитокины.

### Для цитирования:

Иномжонова М.И., Каримова М.Х. Анализ эффективности глубокой передней послойной кератопластики при лечении кератоконуса: хирургические и рефракционные результаты с оценкой воспалительного статуса. Передовая офтальмология. 2026;17(2):82-86.

## KERATOKONUSNI DAVOLASHDA CHUQUR OLDINGI LAMELLAR KERATOPLASTIKA SAMARADORLIGINING TAHLILI: JARROXLIK VA REFRAKSION NATIJALAR HAMDA YALLIG'LANISH STATUSINI BAHOLASH

Inomjonova M.I.<sup>1</sup>, Karimova M.X.<sup>2</sup>, Saidjonov S.S.<sup>3</sup>

- 1 Mustaqil izlanuvchi, Oftalmolog, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, moki44khon@icloud.com, +998(97)7443007, <https://orcid.org/0009-0003-4347-2876>  
2 Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, ilmiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>  
3 Oftalmoxirurg, mustaqil izlanuvchisi, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, suxa@mail.ru, +998(93)3389939, <https://orcid.org/0000-0002-1684-7068>

**Annotatsiya.** Dolzarbligi. Chuqur oldingi lamellar keratoplastika (DALK) - bu penetratsion keratoplastikaning muqobil usuli bo'lib, unda kasal shoxparda stromasi donor to'qimasi bilan almashtiriladi, shu bilan birga qabul qiluvchining o'z endoteliysi va Desemet membranasi saqlab qoladi. **Tadqiqot maqsadi.** progressiv keratokonusni davolashda yallig'lanish holatini baholash bilan chuqur oldingi lamellar keratoplastikaning (DALK) samaradorligi va xavfsizligini tahlil qilish. **Materiallar va usullar.** Prospektiv qiyosiy tadqiqot: asosiy guruh III-IV bosqichdagi progressiv keratokonusli 30 nafar DALK dan keyingi bemorlar (2023–2025 y.); nazorat guruhi - yoshi va jinsi bo'yicha mos keladigan 30 nafar sog'lom ko'ngillilar. Ko'z yosh namunalari jarrohlik aralashuvdan oldin, 1, 3, 6 va 12 oydan keyin yig'ib olindi va IL-6 va IL-10 konsentratsiyalari ELISA usuli orqali tahlil qilindi. Bu vaqt oralig'ida BCVA, UCVA, refraksiya parametrlar (SE, Cyl), keratometriya (Kmax, Kmean) ko'rsatkichlari nazorat qilindi. **Natijalar.** BCVA 12-oygacha  $0,98 \pm 0,24$  dan  $0,18 \pm 0,12$  logMARga yaxshilandi ( $p < 0,001$ ); BCVA  $\geq 0,5$  ga 87% (26/30) da erishildi. Kmax  $88,23 \pm 1,28$  dan  $52,53 \pm 1,47$  D ga kamaydi ( $p < 0,001$ ). Graftning shaffofligi 100% ni tashkil etdi; immunologik rad etish kuzatilmadi. Operatsiyadan oldin keratokonusli bemorlarning ko'z yoshi suyuqligidagi IL-6 darajasi nazorat guruhiga qaraganda sezilarli darajada yuqori edi ( $32,4 \pm 8,6$  ga vs.  $12,8 \pm 3,2$  pg / ml;  $p < 0,001$ ), IL-10 darajasi esa me'yordan biroz yuqori edi ( $8,4 \pm 2,6$  va  $6,2 \pm 1$ ,  $p < 0,0$ ). Jarroxlikdan so'ng, IL-6 darajasi 1 oyda ( $64,8 \pm 14,2$  pg / ml) va IL-10 darajasi 3 oyda ( $18,6 \pm 4,4$  pg / ml) cho'qqiga chiqdi. 12-oyga kelib, IL-6 / IL-10 nisbati  $2,07 \pm 0,52$  ga normallashti va nazorat guruhidan sezilarli darajada farq qilmadi ( $2,06 \pm 0,48$ ;  $p > 0,05$ ). **Xulosa.** DALK - keratokonus kasalligida yuqori samarali jarrohlik davolash usuli bo'lib, ko'rish o'tkirligi va refraksiya funksiyalarni sezilarli darajada yaxshilashni ta'minlaydi va retsipientning endoteliysini saqlaydi. IL-6/IL-10 nisbatining 12-oygacha normallasishi to'liq immunologik reabilitatsiyani ko'rsatadi va graftning yashovchanligini ob'ektiv biomarker sifatida baholashga xizmat qiladi.

**Kalit so'zlar:** keratokonus; DALK; IL-6; IL-10; ko'z yoshi suyuqligi; yallig'lanish profili; keratoplastika; sitokinlar.

#### Iqtibos uchun:

Inomjonova M.I., Karimova M.X. Keratokonusni davolashda chuqur oldingi lamellar keratoplastika samaradorligini tahlil qilish: yallig'lanish holatini baholash bilan jarrohlik va refraksiya natijalari. *Ilg'or oftalmologiya.* 2026;17(2):82-86.

## ANALYSIS OF DEEP ANTERIOR LAMELLAR KERATOPLASTY EFFICACY IN KERATOCONUS TREATMENT: SURGICAL AND REFRACTIVE OUTCOMES

Inomjonova M.I.<sup>1</sup>, Karimova M.Kh.<sup>2</sup>, Saidjonov S.S.<sup>3</sup>

1. Independent researcher, Ophthalmologist, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, moki44khon@icloud.com, +998(97)7443007, <https://orcid.org/0009-0003-4347-2876>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Research, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

3. Independent researcher, Ophthalmologist, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, suxa@mail.ru, +998(93)3389939, <https://orcid.org/0000-0002-1684-7068>

**Abstract. Relevance.** Deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) is an alternative method of penetrating keratoplasty in which the diseased corneal stroma is replaced with donor tissue while preserving the recipient's own endothelium and Descemet's membrane. **Purpose of the study.** To evaluate the efficacy and safety of deep anterior lamellar keratoplasty (DALK) with assessment of the inflammatory status in the treatment of progressive keratoconus. **Materials and methods.** Prospective comparative study: the main group consisted of 30 patients with stage III–IV progressive keratoconus who underwent DALK using the pneumatic dissection method ("big bubble technique" according to Anwar, 2023–2025; control group—30 healthy volunteers matched for age and sex ( $p > 0.05$ ). Tear fluid samples were collected before surgery and 1, 3, 6, and 12 months afterward. IL-6 and IL-10 concentrations were determined by ELISA. The following parameters were assessed: BCVA, best-corrected visual acuity (logMAR), refractive parameters (SE, Cyl), keratometry (Kmax, Kmean), central visual field (CVF), and contrast sensitivity (CS). **Results.** BCVA improved from  $0.98 \pm 0.24$  to  $0.18 \pm 0.12$  logMAR by the 12th month ( $p < 0.001$ ); BCVA  $\geq 0.5$  was achieved in 87% (26/30). Kmax decreased from  $88.23 \pm 1.28$  to  $52.53 \pm 1.47$  D ( $p < 0.001$ ). Graft transparency was 100%; no immunological rejection was observed. Prior to surgery, the level of IL-6 in the tear fluid of patients with keratoconus was significantly higher than in the control group ( $32.4 \pm 8.6$  vs.  $12.8 \pm 3.2$  pg/mL;  $p < 0.001$ ), whereas IL-10 levels were slightly above normal ( $8.4 \pm 2.6$  vs.  $6.2 \pm 1.8$  pg/mL;  $p < 0.05$ ). Following surgery, IL-6 levels peaked at 1 month ( $64.8 \pm 14.2$  pg/mL), and IL-10 levels peaked at 3 months ( $18.6 \pm 4.4$  pg/mL). By the 12th month, the IL-6/IL-10 ratio had normalized to  $2.07 \pm 0.52$  and was no longer significantly different from the control group ( $2.06 \pm 0.48$ ;  $p > 0.05$ ). **Conclusion.** DALK is a highly effective surgical treatment for keratoconus, providing significant improvement in visual and refractive functions and preserving the recipient's endothelium. Normalization of the IL-6/IL-10 ratio by the 12th month indicates complete immunological rehabilitation and may serve as an objective biomarker of graft viability.

**Keywords:** keratoconus; DALK; big bubble; IL-6; IL-10; tear fluid; inflammatory profile; keratoplasty; cytokines.

#### For citation:

Inomjonova M.I., Karimova M.Kh. Analysis of the effectiveness of deep anterior lamellar keratoplasty in the treatment of keratoconus: surgical and refractive outcomes with assessment of inflammatory status. *Advanced Ophthalmology.* 2026;17(2):82-86.

**Актуальность.** Кератоконус (КК) — прогрессирующая невоспалительная эктазия роговицы, характеризующаяся её истончением и коническим выпячиванием, что ведёт к развитию неправильного астигматизма и снижению зрительных функций [1].

Глубокая передняя послойная кератопластика (DALK) сформировалась как альтернативная стратегия, при которой поражённая строма роговицы замещается донорской тканью при сохранении собственного эндотелия и десцеметовой мембраны (ДМ) реципиента [2].

Применительно к кератопластике цитокиновый профиль слёзной жидкости имеет значение на трёх уровнях: (1) предоперационный провоспалительный фон роговицы реципиента; (2) острый операционный воспалительный ответ; (3) нормализация воспалительного профиля как маркер успешной реабилитации трансплантата. Однако данные о полной динамике IL-6 и IL-10 при DALK на протяжении 12 месяцев в сравнении со здоровым контролем в литературе недостаточно [3].

**Цель исследования.** Анализ эффективности и безопасности DALK с оценкой воспалительного статуса при лечении прогрессирующего кератоконуса.

**Материалы и методы исследования.** Нами было проведено проспективное когортное исследование на базе РСНПМЦМГ за период 2023–2025 гг. В основную группу включены 30 пациентов (30 глаз) в возрасте от 22 до 67 лет. Критерии включения: прогрессирующий КК поздних стадий; ЦТР < 400 мкм; наличие стромальных рубцов на зрительной оси; невозможность достижения приемлемой коррекции зрения контактными линзами или очками. Критерии исключения: острый КК с разрывом ДМ, сопутствующие патологии роговицы (дистрофии эндотелия, герпетический кератит), некомпенсированная глаукома. Контрольную группу составили 30 здоровых добровольцев, сопоставимых по возрасту и полу. Всем пациентам основной группы проводилось комплексное предоперационное офтальмологическое обследование: визометрия (НКОЗ и МКОЗ), авторефрактометрия, биомикроскопия, тонометрия, передняя ОКТ и кератотопография (CASIA II), подсчёт плотности эндотелиальных клеток (ПЭК).

Подготовка донорского материала. В исследовании использовались корнеосклеральные диски, консервированные в растворе Optisol-GS при температуре 4°C. Время консервации донорского материала не превышало 7 дней. Минимальная ПЭК донора составляла >2500 клеток/мм<sup>2</sup>. Комплексная оценка анатомических особенностей роговицы донора осуществлялась непосредственно перед операцией. Удаление ДМ и эндотелия донора выполнялось ex vivo под

операционным микроскопом после формирования ложа реципиента. Толщина трансплантата варьировала от 450 до 500 мкм.

Техника проведения DALK. Все операции выполнялись одним хирургом под общей анестезией. Использовалась техника DALK с — «big bubble technique» по Anwar [5]. Диаметр трепанации реципиента составлял 7,5–8,0 мм; трансплантат готовился на 0,25 мм больше ложа реципиента.

Ключевые этапы операции: (1) предварительная разметка и частичная трепанация на глубину 80–85% толщины роговицы под пахиметрическим контролем в режиме реального времени (CALLISTO, ZEISS); (2) формирование стромального кармана в периферических отделах шпателем Anwar; (3) введение канюли 27G на глубину 80–90% стромы и медленная инсуффляция стерильного воздуха (0,1–0,3 мл) для формирования «big bubble»; (4) контроль целостности ДМ «воздушным тестом» с тампонадой вискоэластическим веществом при выявлении микроперфораций; (5) удаление стромы единым блоком; (6) имплантация трансплантата с фиксацией узловыми швами нейлоном 10-0 (16–20 швов) и восстановлением передней камеры сбалансированным солевым раствором. Целевая толщина остаточного ложа реципиента составляла 30–50 мкм. Оценка результатов проводилась в сроки: предоперационно, через 1 месяц, 6 месяцев и 12 месяцев после операции.

Сбор образцов слёзной жидкости и анализ цитокинов. Образцы слёзной жидкости объёмом 5–10 мкл собирались с использованием стеклянных микрокапилляров из нижнего конъюнктивного свода при стандартизированных условиях: в утренние часы (09:00–11:00), без предшествующей инстилляций капель. Концентрации IL-6 и IL-10 определялись методом твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA) с использованием коммерческих наборов. На основании полученных данных рассчитывалось соотношение IL-6/IL-10 как интегральный показатель воспалительного баланса.

Статистический анализ. Данные обрабатывались в SPSS v.18 (SPSS Inc., США). Количественные переменные описывались как  $M \pm SD$ . Сравнение показателей до и после операции в динамике проводилось методом парного t-критерия (нормальное распределение верифицировалось по тесту Шапиро–Уилка). При  $p < 0,05$  различия считались статистически значимыми.

**Результаты.** Улучшение МКОЗ по сравнению с предоперационным уровнем зафиксировано у 28/30 пациентов (93,3%); у 2 пациента (6,7%) МКОЗ осталась неизменной. К 12-му месяцу послеоперационного наблюдения МКОЗ  $\geq 0,5$  достигнута у 26/30 пациентов (86,67%). Кmax значительно снизилась: с  $88,23 \pm 1,28$  D до  $52,53 \pm 1,47$

D ( $p<0,001$ ). Kmean уменьшилась с  $57,60\pm14,59$  D до  $43,01\pm2,21$  D ( $p<0,001$ ). Толщина остаточного ложа реципиента в среднем составила  $42,85\pm8,87$  мкм, что соответствует целевому диапазону 30–50 мкм для оптимального качества интерфейса DALK. Прозрачность трансплантата к концу периода наблюдения (12 месяцев) сохранялась в 100% случаев. Ни в одном наблюдении не было выявлено признаков эндотелиального или стромального иммунологического отторжения трансплантата.

Динамика IL-6 в слёзной жидкости. До операции уровень IL-6 в основной группе был достоверно выше, чем в контрольной группе ( $32,4\pm8,6$  vs  $12,8\pm3,2$  пг/мл;  $p<0,001$ ), что подтверждает хроническое провоспалительное состояние роговицы у пациентов с КК. В раннем послеоперационном периоде IL-6 нарастал, достигая пика на 1-м месяце ( $64,8\pm14,2$  пг/мл – в 5,1 раза выше нормы;  $p<0,001$ ). Это закономерный острый воспалительный ответ на операционную травму роговицы. После 1-го месяца IL-6 прогрессивно снижался:  $42,6\pm10,4$  пг/мл к 3-му месяцу,  $28,4\pm7,8$  пг/мл к 6-му,  $18,2\pm5,4$  пг/мл к 12-му. К 12-му месяцу разница с контролем сохранялась, однако была минимальной ( $+5,4$  пг/мл) и достигала лишь порога статистической значимости ( $p<0,05$ ), что свидетельствует о практически полной нормализации провоспалительного компонента [3, 6].

Динамика IL-10 в слёзной жидкости. До операции IL-10 в основной группе был незначительно, но достоверно выше контрольных значений ( $8,4\pm2,6$  vs  $6,2\pm1,8$  пг/мл;  $p<0,05$ ) – разница 2,2 пг/мл. После операции IL-10 нарастал более медленно, чем IL-6, достигая пика на 3-м месяце ( $18,6\pm4,4$  пг/мл – в 3,0 раза выше нормы;  $p<0,001$ ). Такое отсроченное нарастание IL-10 по сравнению с немедленным пиком IL-6 на 1-м месяце отражает физиологическую закономерность: провоспалительный ответ предшествует противовоспалительному. К 6-му месяцу IL-10 снизился до  $12,4\pm3,2$  пг/мл, к 12-му – до  $8,8\pm2,4$  пг/мл, что незначительно превышало контрольные значения ( $p<0,05$ ), свидетельствуя о стойкой, хотя и минимальной, иммунной активности в зоне трансплантата [4, 7].

Динамика соотношения IL-6/IL-10. Соотношение IL-6/IL-10 является интегральным показате-

лем воспалительного баланса: чем оно выше – тем более выражен провоспалительный сдвиг. До операции в основной группе соотношение IL-6/IL-10 составило  $3,86\pm0,94$  против  $2,06\pm0,48$  в контрольной ( $p<0,001$ ), подтверждая системный провоспалительный дисбаланс при КК.

На 1-м месяце соотношение IL-6/IL-10 резко возросло до  $4,56\pm1,12$  ( $p<0,001$  vs контроль): IL-6 достиг пика значительно раньше IL-10, что объясняет максимальный провоспалительный дисбаланс именно в раннем послеоперационном периоде. Принципиально важно, что уже к 3-му месяцу соотношение снизилось до  $2,29\pm0,58$  и перестало достоверно отличаться от контроля ( $p>0,05$ ), что свидетельствует о быстрой нормализации цитокинового баланса благодаря своевременному нарастанию IL-10. К 12-му месяцу соотношение IL-6/IL-10 составило  $2,07\pm0,52$  – практически идентично контрольному значению  $2,06\pm0,48$  ( $p>0,05$ ), что можно интерпретировать как полноценную иммунологическую реабилитацию трансплантата [3, 4, 6].

**Выводы.** Результаты настоящего исследования подтверждают высокую клиническую эффективность и благоприятный профиль безопасности DALK при лечении поздних стадий кератоконуса.

Профиль осложнений носил умеренный и управляемый характер. Частота перфорации ДМ не оказывала значимого влияния на функциональные исходы при адекватном интраоперационном менеджменте. Синдром Урретса-Завалии потребует дополнительной профилактической стратегии (маннитол-протокол, периферическая иридэктомия).

Нормализация соотношения IL-6/IL-10 к 12-му месяцу является объективным биомаркером полноценной иммунологической реабилитации трансплантата при DALK и косвенно подтверждает эффективность длительной топической кортикостероидной терапии в послеоперационном протоколе.

Для оценки долгосрочной выживаемости трансплантата и динамики ПЭК необходимо проведение проспективного рандомизированного исследования с более длительным периодом наблюдения ( $\geq 5$  лет).

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Sriranganathan A, Chan CC, Dhillion J, Felfeli T. Global incidence and prevalence of keratoconus: a systematic review and meta-analysis. *Cornea*. 2025. doi:10.1097/ICO.0000000000003973.
2. Aldebasi MH, et al. Comparison of PKP and DALK: patient-reported outcomes and complications. *BMC Ophthalmol*. 2024;24:501. doi: 10.1186/s12886-024-03766-2.
3. Shetty R, Ghosh A, Lim RR, et al. Elevated expression of inflammatory mediators in keratoconus tear fluid: meta-analysis. *Biomed Res Int*. 2021. PMC8497143. doi: 10.1155/2021/6628923
4. Ferreira CS, Vaz SM, Manita I, et al. Persistent proinflammatory cytokine profile in the tear fluid of stable keratoconus. *Diagnostics*. 2025. PMC12462532. doi: 10.1167/tvst.14.9.31.
5. Anwar M, Teichmann KD. Big-bubble technique to bare Descemet's membrane in anterior lamellar keratoplasty. *J*

Cataract Refract Surg. 2002;28(3):398–403. doi: 10.1016/s0886-3350(01)01181-6.

6. 6. Karthika G, et al. Clinical profile and outcomes of rejection after deep anterior lamellar keratoplasty in keratoconus. Indian J Ophthalmol. 2025;73(1). doi:10.4103/ijo.IJO\_xxx.
7. 7. Pellegrini M, Yu AC, Busin M. Large-diameter deep anterior lamellar keratoplasty: a narrative review. Indian J Ophthalmol. 2024;72(1). PMC11034690. doi: 10.4103/tjo.TJO-D-23-00161

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

#### **Участие авторов**

Иномжонова М.И. - получение, анализ данных и интерпретация результатов, написание статьи;

Каримова М.Х. - концепцию и дизайн исследования; внесение в рукопись важных правок с целью повышения научной ценности статьи, одобрение финальной версии рукописи;

Саиджонов С.С. - внесение в рукопись важных правок, согласие нести ответственность за все аспекты работы.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СКРИНИНГА ДИАБЕТИЧЕСКОЙ РЕТИНОПАТИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Исмаилов А.У.<sup>1</sup>, Юсупов А.Ф.<sup>2</sup>, Каримова М.Х.<sup>3</sup>, Хусанбаев Х.Ш.<sup>4</sup>

1. Базовый докторант, Республиканский специализированный научно-практический центр микрохирургии глаза, Ташкент, Узбекистан, dr.anvar@outlook.com, +998(93)7443330, <https://orcid.org/0009-0003-8252-3146>
2. Доктор медицинских наук, профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>
3. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной части Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. PhD, витреоретинальный хирург Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, hasanjon77777@gmail.com, +998(90)7800091, <https://orcid.org/0000-0002-3171-8061>

**Аннотация. Актуальность.** Диабетическая ретинопатия (ДР) является специфическим микроангиопатическим поражением сетчатки и одной из ведущих причин необратимой слепоты среди лиц трудоспособного возраста. Ранняя диагностика ДР затруднена из-за дефицита профильных специалистов и ограниченной доступности офтальмологической помощи, что делает актуальным внедрение технологий искусственного интеллекта для автоматизации скрининга. **Цель исследования.** Оценить диагностическую эффективность системы искусственного интеллекта «Retina AI» при выявлении диабетической ретинопатии в условиях первичного звена здравоохранения Сырдарьинской области. **Материалы и методы.** В исследование включены 360 пациентов с сахарным диабетом 1-го и 2-го типа, длительностью заболевания не менее 5 лет. Всем участникам проведена двусторонняя цветная фундус-фотография с использованием ретинальной камеры OPTOMED Auroga IQ. Полученные изображения анализировались врачами первичного звена и системой «Retina AI». Референсным методом служило заключение экспертов-офтальмологов. Диагностическая эффективность оценивалась по чувствительности, специфичности, общей точности и коэффициенту каппа ( $\kappa$ ). **Результаты.** Система «Retina AI» показала более высокие показатели чувствительности (92,3% против 74,5%;  $p < 0,001$ ) и общей точности (91,6% против 79,3%;  $p < 0,001$ ) по сравнению с врачами первичного звена. Коэффициент каппа составил 0,89, что соответствует «очень хорошему» уровню согласия с экспертами. Наибольшая диагностическая точность отмечена при выявлении микроаневризм, геморрагий и твердых экссудатов. **Заключение.** Использование системы «Retina AI» в условиях первичной медико-санитарной помощи обеспечивает высокую надежность диагностики ДР, снижает риск пропуска заболевания и позволяет оптимизировать скрининговые программы в регионах с дефицитом кадров.

**Ключевые слова:** искусственный интеллект, сахарный диабет, диабетическая ретинопатия, автоматизированная диагностика, скрининговые программы, сверточные нейронные сети, фундус-изображения.

### Для цитирования:

Исмаилов А.У., Юсупов А.Ф., Каримова М.Х., Хусанбаев Х.Ш. Повышение эффективности скрининга диабетической ретинопатии с использованием технологий искусственного интеллекта. Передовая офтальмология. 2026;17(2):87-91.

## SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANGAN HOLDA DIABETIK RETINOPATIYA SKRININGI SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Ismailov A.U.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Karimova M.X.<sup>3</sup>, Xusanbayev X.Sh.<sup>4</sup>

1. Tayanch doktorant, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, dr.anvar@outlook.com, +998(93)7443330, <https://orcid.org/0009-0003-8252-3146>
2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktori, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>
3. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi direktorining ilmiy qism bo'yicha o'rinbosari, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>
4. PhD, vitreoretinal jarroh, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi, hasanjon77777@gmail.com, +998(90)7800091, <https://orcid.org/0000-0002-3171-8061>

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Diabetik retinopatiya (DR) qandli diabet bilan og'rig'an bemorlarda ko'rishning qaytarilmas darajada yo'qolishining asosiy sabablaridan biri hisoblanadi. Erta tashxislash ko'pincha mutaxassislar yetishmasligi va tibbiy yordamning cheklanganligi sababli qiyinlashadi. Shu bois DR skriningini avtomatlashtirishda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish dolzarbdir. **Tadqiqot maqsadi.** O'zbekiston Respublikasi Sirdaryo viloyati birlamchi sog'liqni saqlash tizimi sharoitida diabetik retinopatiyani aniqlashda Retina AI sun'iy intellekt tizimining diagnostik samaradorligini baholash. **Materiallar va usullar.** Tadqiqotga 360 nafar 1- va 2-tur qandli diabet bilan og'rig'an, kasallik davomiyligi kamida 5 yil bo'lgan bemor jalb qilindi. Barcha ishtirokchilarga OPTOMED Aurora IQ retinal kamerasi yordamida rangli fundus-fotosuratlar olindi. Tasvirlar birlamchi bo'g'in shifokorlari hamda Retina AI tizimi tomonidan tahlil qilindi. Oftalmolog-ekspertlarning xulosasi "oltin standart" sifatida qabul qilindi. Diagnostik samaradorlik sezgirlik, xoslik, umumiy aniqlik va kappa koeffitsienti ( $\kappa$ ) bo'yicha baholandi. **Natijalar.** Retina AI tizimi sezgirlik (92,3% ga nisbatan 74,5%;  $p < 0,001$ ) va umumiy aniqlik (91,6% ga nisbatan 79,3%;  $p < 0,001$ ) ko'rsatkichlari bo'yicha birlamchi bo'g'in shifokorlaridan ustunlik qildi. Kappa koeffitsienti 0,89 bo'lib, ekspertlar bilan "juda yaxshi" darajadagi moslikni ko'rsatdi. Eng yuqori aniqlik mikroanevrizmalar, gemorragiyalar va qattiq eksudatlar aniqlanishida qayd etildi. **Xulosa.** Retina AI tizimini birlamchi sog'liqni saqlash amaliyotiga joriy etish DRni ishonchli tashxislashni ta'minlaydi, kasallikni o'tkazib yuborish xavfini kamaytiradi va kadrlar yetishmovchiligi sharoitida skrining dasturlarini optimallashtirish imkonini beradi.

**Kalit so'zlar:** sun'iy intellekt, qandli diabet, diabetik retinopatiya, avtomatlashtirilgan diagnostika, skrining dasturlari, konvolyutsion neyron tarmoqlari, fundus-tasvirlar.

#### Iqtibos keltirish uchun:

Ismailov A.U., Yusupov A.F., Karimova M.X., Xusanbayev X.Sh. Sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda diabetik retinopatiya skriningi samaradorligini oshirish. Ilg'or oftalmologiya. 2026;17(2):87-91.

## ENHANCING THE EFFICIENCY OF DIABETIC RETINOPATHY SCREENING WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY

Ismailov A.U.<sup>1</sup>, Yusupov A.F.<sup>2</sup>, Karimova M.X.<sup>3</sup>, Khusanbaev Kh.Sh.<sup>4</sup>

1. Basic Doctoral student, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, dr.anvar@outlook.com, +998(93)7443330, <https://orcid.org/0009-0003-8252-3146>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, yafoft@rambler.ru, +998(90)1859695, <https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>

3. Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Affairs of the Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

4. PhD, vitreoretinal surgeon, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, hasanjon77777@gmail.com, +998(90)7800091, <https://orcid.org/0000-0002-3171-8061>

**Abstract. Relevance.** Diabetic retinopathy (DR) is a specific microangiopathic lesion of the retina and remains one of the leading causes of irreversible blindness among working-age individuals worldwide. Early diagnosis of DR is often hindered by a shortage of specialized ophthalmologists and limited access to eye care, which highlights the importance of artificial intelligence (AI) technologies for automated screening. **Purpose of the study.** To evaluate the diagnostic performance of the AI system Retina AI in detecting diabetic retinopathy in primary healthcare settings of the Syrdarya region, Uzbekistan. **Materials and methods.** The study included 360 patients with type 1 and type 2 diabetes mellitus, with disease duration of at least 5 years. All participants underwent bilateral color fundus photography using the OPTOMED Aurora IQ retinal camera. The images were analyzed by primary care physicians and by the automated Retina AI system. Expert ophthalmologists served as the reference standard. Diagnostic performance was assessed by sensitivity, specificity, overall accuracy, and Cohen's kappa ( $\kappa$ ). **Results.** The Retina AI system demonstrated significantly higher sensitivity (92.3% vs. 74.5%;  $p < 0.001$ ) and overall accuracy (91.6% vs. 79.3%;  $p < 0.001$ ) compared to primary care physicians. The kappa coefficient was 0.89, indicating "very good" agreement with expert evaluations. The highest diagnostic accuracy was observed in detecting microaneurysms, hemorrhages, and hard exudates. **Conclusion.** Integration of Retina AI into primary healthcare practice ensures reliable detection of DR, reduces the risk of missed diagnoses, and optimizes screening programs in regions with limited ophthalmic resources.

**Keywords:** artificial intelligence, diabetes mellitus, diabetic retinopathy, automated diagnosis, screening programs, convolutional neural networks, fundus images.

#### For citation:

Ismailov A.U., Yusupov A.F., Karimova M.X., Khusanbaev Kh.Sh. Enhancing the efficiency of diabetic retinopathy screening with artificial intelligence technology. Advanced ophthalmology. 2026;17(2):87-91.

**Актуальность.** Диабетическая ретинопатия (ДР) — специфическое микроангиопатическое поражение сетчатки, которое выступает ведущей причиной необратимой слепоты среди лиц трудоспособного возраста во всём мире [1]. По международным оценкам, при стаже СД, превышающем 10 лет, вероятность развития ДР варьирует от 60 до 80% [4], что предвещает значительный прирост случаев ретинопатии с высоким риском потери зрения.

Ранние этапы прогрессирования ДР зачастую не сопровождаются клиническими симптомами, тогда как адекватная терапия на начальных стадиях позволяет в большинстве случаев предотвратить перманентное ухудшение зрительных функций [6]. Данный факт обуславливает первостепенную значимость хорошо организованных скрининговых программ, обеспечивающих своевременное обнаружение ретинальных изменений у больных СД.

Внедрение всеобщего скрининга ДР сопряжено с серьёзными препятствиями, особенно в условиях ограниченных ресурсов системы здравоохранения и нехватки профильных специалистов [2, 8]. Дефицит обученных офтальмологов, их преимущественное расположение в крупных региональных центрах, низкая доступность специализированной помощи для жителей сельской местности, а также высокая стоимость традиционной офтальмоскопии формируют значительные барьеры на пути своевременной диагностики [3].

В последние годы методы искусственного интеллекта (ИИ), прежде всего алгоритмы глубокого обучения, продемонстрировали высокий диагностический потенциал при обработке медицинских изображений, включая фотоснимки глазного дна [9]. Автоматизированные системы на основе ИИ способны выявлять признаки ДР с точностью, сравнимой с показателями врачей-офтальмологов в условиях контролируемых исследований [5, 7]. Это создаёт предпосылки для построения эффективных скрининговых моделей с передачей первичного анализа изображений автоматизированным системам, что приобретает особую ценность в регионах с выраженным дефицитом квалифицированных офтальмологов.

**Цель исследования.** Целью данного исследования явилась определение диагностической точности ИИ-системы «Retina AI» при обнаружении диабетической ретинопатии и связанных с ней признаков на основе цифровых изображений глазного дна, а также сопоставление её показателей с результатами оценки, выполненной медицинскими работниками первичного звена.

**Материал и методы.** Исследование проводилось на базе центральных районных поликлиник Боёвутского, Ок-олтинского, Сардо-

бинского районов и г. Гулистан Сырдарьинской области в первом квартале 2025 г. В исследование методом последовательного отбора вошли 360 пациентов с верифицированным диагнозом сахарного диабета (1-го или 2-го типа) и длительностью заболевания не менее 5 лет. Из числа участников исключались лица с непрозрачными оптическими средами, а также пациенты, у которых не удалось получить качественные фундус-изображения. Всем участникам проводилась двусторонняя цветная фундус-фотография центральной зоны сетчатки (полем обзора 30–50°) в условиях медикаментозного мидриаза с использованием ретинальной камеры OPTOMED Aurora IQ. Полученные снимки сохранялись в цифровом формате.

Для анализа изображения были переданы врачам первичного звена. Специалисты классифицировали каждый снимок по следующим категориям: «без признаков ДР», «непролиферативная ДР» (лёгкая, умеренная, тяжёлая), «пролиферативная ДР» либо «макулопатия» (клинически значимый диабетический макулярный отёк). Дополнительно фиксировалось наличие или отсутствие типичных ретинальных признаков: микроаневризмы, геморрагий, твёрдых и мягких экссудатов, интравитреальных микрососудистых аномалий (ИРМА), неоваскуляризации, фиброзных изменений и признаков макулярного отёка. Итоговое заключение формировалось по глазу с более тяжёлыми изменениями.

Аналогичный набор изображений был загружен в облачную платформу системы искусственного интеллекта «Retina AI». Данная система базируется на основе свёрточных нейронных сетей и прошла предварительное обучение на обширных массивах данных, размеченных экспертами. Автоматически сгенерированный отчёт включал: предполагаемую стадию ДР (аналогично рубрикам для врачей первичного звена), а также детекцию и локализацию конкретных патологических признаков ДР. В качестве референсного метода («золотого стандарта») выступила независимая оценка всех изображений двумя специалистами офтальмологами, обладающими значительным опытом диагностики ДР.

Оценка диагностической эффективности включала расчёт чувствительности и специфичности для каждого ключевого признака, общей точности, а также коэффициента каппа (κ) для измерения степени согласия с экспертным заключением. Для всех параметров вычисляли 95% доверительные интервалы, уровень статистической значимости принимали при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** В исследование включено 360 пациентов (720 глаз), из которых 155 мужчин и 205 женщин. Средний возраст участников составил 59 лет. Сахарный диабет 2 типа диагностирован у

93% пациентов. Медианная длительность заболевания — 11 лет.

Согласно результатам исследования, система искусственного интеллекта «Retina AI» продемонстрировала статистически значимо более высокие показатели чувствительности (92,3% против 74,5%;  $p < 0,001$ ) и общей точности (91,6% против 79,3%;  $p < 0,001$ ) по сравнению с врачами первичного звена. Различия в специфичности не достигли статистической значимости (90,9% против 86,2%;  $p = 0,12$ ). Коэффициент каппа ( $\kappa$ ) для согласия системы «Retina AI» с экспертами составил 0,89, что соответствует «очень хорошему» уровню согласия. Для врачей первичного звена значение  $\kappa$  равнялось 0,68 («хорошее» согласие). Разница между коэффициентами ИИ и врачей была статистически значимой ( $p < 0,001$ ).

Анализ выявления отдельных признаков ДР показал, что система «Retina AI» обеспечивает высокую точность по сравнению с референсным методом. Наиболее высокие значения чувствительности ( $>90\%$ ) зафиксированы при детекции микроаневризм, геморрагий и твёрдых экссудатов. Чувствительность при выявлении клинически значимого макулярного отёка и признаков пролиферации также оставалась высокой ( $>85\%$ ), превышая аналогичные показатели врачей первичного звена на 15–25%.

Полученные в условиях реальной клинической практики первичного звена Сырдарьинской области результаты свидетельствуют о высокой диагностической эффективности системы «Retina AI» при скрининге диабетической ретинопатии. Ключевым выводом является существенное превосходство ИИ в чувствительности и точности, это означает, что автоматизированная система пропускает значительно меньше случаев заболевания, что представляет собой критически важный параметр для любой скрининговой программы. Система ИИ позволяет с высокой степенью достоверности исключать ДР у пациентов с отрицательным результатом, потенциально снижая избыточную нагрузку на офтальмологов.

Высокий коэффициент каппа ( $\kappa = 0,89$ ) между стадированием ДР, выполненным системой «Retina AI», и заключениями экспертов-офталь-

мологов подтверждает способность алгоритма не только обнаруживать патологию, но и достаточно точно определять степень её тяжести. Это имеет значение для стратификации пациентов по срочности направления к узкому специалисту.

Способность системы достоверно детектировать широкий спектр патологических изменений сетчатки — от ранних проявлений до угрожающих зрению осложнений — подчёркивает её комплексный характер и клиническую значимость. Преимущество искусственного интеллекта особенно выражено при выявлении трудноразличимых или легко упускаемых при несистематическом анализе изменений.

**Закключение.** Система искусственного интеллекта «Retina AI» показала высокую диагностическую эффективность в скрининге диабетической ретинопатии у пациентов Сырдарьинской области, достоверно превосходя врачей первичного звена по основным показателям точности.

Алгоритм обеспечивает высокую надёжность при определении стадий ДР, а также при выявлении конкретных патологических изменений сетчатки.

Интеграция технологии «Retina AI» в практику первичной медико-санитарной помощи Сырдарьинской области представляет собой научно обоснованное и высокоперспективное решение для оптимизации скрининга ДР. Ожидаемыми эффектами внедрения являются: увеличение охвата и своевременности диагностики ДР, рациональное распределение пациентов, направляемых к офтальмологу, за счёт точной стратификации по степени тяжести, снижение нагрузки на узких специалистов областного центра, а также повышение доступности офтальмологической помощи для жителей удалённых районов области.

Полученные данные подтверждают потенциал технологий искусственного интеллекта в качестве действенного инструмента преодоления ресурсных ограничений при организации специализированной медицинской помощи в регионах с дефицитом кадров, аналогичных Сырдарьинской области.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Зелинский С. С., Назарян Д. С., Удуд Е. А. Современные системы и сервисы: технологии искусственного интеллекта в медицине. Ответственный редактор. 2019: 43.
2. Barth, T., & Helbig, H. (2021). Diabetische Retinopathie [Diabetic retinopathy]. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde*, 238(10), 1143–1159. <https://doi.org/10.1055/a-1545-9927>
3. Coney, J. M., & Scott, A. W. (2022). Racial disparities in the screening and treatment of diabetic retinopathy. *Journal of the National Medical Association*, 114(2), 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.jnma.2021.12.011>
4. Das, A., Stroud, S., Mehta, A., & Rangasamy, S. (2015). New treatments for diabetic retinopathy. *Diabetes, obesity & metabolism*, 17(3), 219–230. <https://doi.org/10.1111/dom.12384>
5. Ebnetter, A., & Zinkernagel, M. S. (2016). Novelty in Diabetic Retinopathy. *Endocrine development*, 31, 84–96. <https://doi.org/10.1159/000439391>
6. Fanguiero, J. F., Silva, A. M., Garcia, M. L., & Souto, E. B. (2015). Current nanotechnology approaches for the treatment and

management of diabetic retinopathy. European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics : official journal of Arbeitsgemeinschaft fur Pharmazeutische Verfahrenstechnik e.V, 95(Pt B), 307–322. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2014.12.023>

7. Thommen, F., & Tran, B. K. (2022). Ophtalmologie [Major advancement in Ophthalmology in 2021]. *Revue medicale suisse*, 18(767), 187–189. <https://doi.org/10.53738/REVMED.2022.18.767.187>

**Заявление:**

А. — Конфликта интересов нет.

Б. — Это исследование не получило какого-либо конкретного гранта от финансирующих агентств в государственном, коммерческом или некоммерческом секторах.

**Авторский вклад:**

Юсупов А.Ф. - разработка концепции и окончательное одобрение версии работы для публикации.

Каримова М.Х. - редактирование с целью повышения ее научной значимости.

Исмаилов А.У. - сбор, анализ, интерпретация полученных данных.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНФЕКЦИОННОГО ЭНДОФТАЛЬМИТА И СТЕРИЛЬНОГО ВОСПАЛЕНИЯ ПОСЛЕ ИНТРАВИТРЕАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ АФЛИБЕРЦЕПТА: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ДВУХ КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Козловская М.В.<sup>1</sup>, Имшенецкая Т.А.<sup>2</sup>, Ярмач О.А.<sup>3</sup>

1. Врач-офтальмолог, Учреждение здравоохранения «10-я городская клиническая больница», Минск, Республика Беларусь, mari\_may@mail.ru, тел.: +375297707421, <https://orcid.org/0009-0004-9565-9226>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой офтальмологии Института повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УЗ БГМУ, t.imshanetskaya@mail.ru, +375296462010, <https://orcid.org/0000-0002-9353-8664>

3. Кандидат медицинских наук, доцент кафедры офтальмологии, Института повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения УЗ БГМУ, volhayarmak@mail.ru, +375 29 697 8831

**Аннотация. Актуальность.** Интравитреальные инъекции ингибиторов фактора роста эндотелия сосудов (анти-VEGF) широко применяются для лечения неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации, диабетического макулярного отека и окклюзий вен сетчатки. Афлиберсепт обладает высокой эффективностью, но, как и другие препараты этой группы, его применение сопряжено с риском возникновения двух принципиально различных осложнений: инфекционного эндофтальмита и стерильного (неинфекционного) воспаления. Дифференциальная диагностика между ними сложна, но имеет ключевое значение, так как тактика их лечения кардинально различается. **Цель исследования.** На основе анализа литературы и двух клинических наблюдений провести сравнительный анализ ключевых клинических признаков инфекционного эндофтальмита и стерильного воспаления после интравитреального введения афлиберсепта, а также описать частоту, факторы риска, дифференциально-диагностические критерии и современную тактику ведения этих осложнений на фоне анти-VEGF-терапии. **Материал и методы.** Проведен обзор данных литературы и ретроспективный анализ двух клинических случаев: инфекционного эндофтальмита и стерильного воспаления после инъекций афлиберсепта. В обоих случаях соблюдался стандарт антисептической обработки конъюнктивальной полости. Проведен сравнительный анализ анамнеза, клинической картины, данных ультразвукового исследования, микробиологических результатов, тактики и результатов лечения. **Результаты.** Частота инфекционного эндофтальмита составляет 0,015–0,07% (1 на 2000–5000 инъекций). Основные факторы риска: нарушение асептики, многодозовые флаконы, блефарит, иммунодефицит и пожилой возраст пациента. Инфекционный эндофтальмит в представленном наблюдении характеризовался выраженной болью, гипопионом, и грубой взвесью в витреальной полости при ультразвуковом исследовании. Стерильное воспаление встречается в 0,01–0,16% случаев введения анти-VEGF препаратов. Ключевые дифференциальные признаки стерильного воспаления: развитие в первые 24–72 ч, отсутствие гипопиона, минимальный витреит. В случае инфекционного эндофтальмита была выполнена неотложная витрэктомия с тампонадой силиконовым маслом, назначены системные антибиотики (меропенем) и глюкокортикоиды (дексаметазон). Острота зрения через 8 месяцев составила 0,4. Стерильное воспаление протекало без боли и гипопиона, с умеренным отеком роговицы и витреитом. Диагностический парацентез не выполнялся. Назначена эмпирическая терапия (меропенем, дексаметазон) в соответствии с клиническим протоколом. Воспаление купировано в течение 10 дней, острота зрения восстановилась до исходной (0,2), а на фоне продолжения терапии афлиберсептом повысилась до 0,4 через 6 месяцев. **Вывод.** Инфекционный эндофтальмит и стерильное воспаление имеют различную клиническую картину, но их дифференциальная диагностика в первые сутки затруднена и критически важна для выбора адекватной тактики лечения. Строгое соблюдение правил асептики с использованием повидон-йода – основной метод профилактики. Немедленное интравитреальное введение антибиотиков при подозрении на инфекционный эндофтальмит улучшает прогноз восстановления зрительных функций.

**Ключевые слова:** эндофтальмит, анти-VEGF терапия, афлиберсепт, интравитреальная инъекция, повидон-йод, дифференциальная диагностика, стерильное воспаление, витрэктомия.

### Для цитирования:

Козловская М.В., Имшенецкая Т.А., Ярмач О.А. Сравнительный анализ инфекционного эндофтальмита и стерильного воспаления после интравитреального введения афлиберсепта: ретроспективный анализ двух клинических наблюдений. Передовая Офтальмология. 2026;17(2):92–103.

## INTRAVITREAL AFLIBERCEPT IN'EKSIYASIDAN KEYIN INFEKSION ENDOFTALMIT VA STERIL YALLIG'LANISHNING QIYOSIY TAHLILI: IKKI KLINIK HOLATNING RETROSPEKTIV TAHLILI

Kozlovskaya M.V.<sup>1</sup>, Imshanetskaya T.A.<sup>2</sup>, Yarmak O.A.<sup>3</sup>

1. Oftalmolog shifokor, "10-shahar klinik shifoxonasi" sog'liqni saqlash muassasasi, Minsk, Belarus Respublikasi, mari\_may@mail.ru, tel.: +375297707421, <https://orcid.org/0009-0004-9565-9226>

2. Tibbiyot fanlari doktori, professor, Oftalmologiya kafedrasini mudiri, Sog'liqni saqlash xodimlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti, Belarus davlat tibbiyot universiteti, t.imshanetskaya@mail.ru, +375296462010, <https://orcid.org/0000-0002-9353-8664>

3. Tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent, Oftalmologiya kafedrasini, Sog'liqni saqlash xodimlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti, Belarus davlat tibbiyot universiteti, volhayarmak@mail.ru, +375 29 697 8831

**Annotatsiya. Dolzarbligi.** Qon tomir endotelial o'sish omili ingibitorlarining (anti-VEGF) intravitreal in'eksiyalari neovaskulyar yoshga bog'liq makulyar degeneratsiya, diabetik makulyar shish va to'r parda venalari okklyuziyalarini davolashda keng qo'llaniladi. Aflibercept yuqori samaradorlikka ega, ammo ushbu guruhdagi boshqa preparatlar kabi, uning qo'llanilishi ikki xil asorat xavfi bilan bog'liq: infeksiyon endoftalmit va steril (noinfektsion) yallig'lanish. Ularni differensial tashxislash murakkab, ammo juda muhim, chunki davolash taktikasi tubdan farq qiladi. **Tadqiqot maqsadi.** Adabiyotlar tahlili va ikki klinik holat asosida intravitreal aflibercept in'eksiyasidan keyingi infeksiyon endoftalmit va steril yallig'lanishning asosiy klinik belgilarini qiyosiy tahlil qilish, shuningdek ularning uchrash tezligi, xavf omillari, differensial diagnostika mezonlari va zamonaviy davolash taktikalarini baholash. **Material va usullar.** Adabiyotlar sharhi va ikki klinik holatning (aflibercept in'eksiyasidan keyingi infeksiyon endoftalmit va steril yallig'lanish) retrospektiv tahlili o'tkazildi. Har ikkala holatda ham kon'yunktival bo'shliq standart antiseptik ishlovdan o'tkazildi. Qiyosiy tahlil anamnez, klinik ko'rinish, ultratovush tekshiruvi natijalari, mikrobiologik ma'lumotlar, davolash taktikasi va natijalarni o'z ichiga oldi. Natijalar. Infeksiyon endoftalmit uchrash tezligi 0,015% dan 0,07% gacha (taxminan har 2000–5000 in'eksiyadan 1 ta) ni tashkil etadi. Asosiy xavf omillari: aseptika qoidalariga rioya qilmaslik, ko'p martalik flakonlardan foydalanish, blefarit, immunodefitsit va bemorning yoshi katta bo'lishi. Taqdim etilgan holatda infeksiyon endoftalmit kuchli og'riq, gipopyon va ultratovush tekshiruvda vitreus bo'shlig'ida zich suspenziya bilan namoyon bo'ldi. Steril yallig'lanish anti-VEGF in'eksiyalarining 0,01–0,16% holatlarida uchraydi. Asosiy farqlovchi belgilar: 24–72 soat ichida rivojlanishi, gipopyonning yo'qligi va minimal vitrit. Infeksiyon endoftalmit holatida shoshilinch vitrektomiya silikon moy tamponadasi bilan bajarildi, shuningdek tizimli antibiotiklar (meropenem) va glyukokortikoidlar (deksametazon) buyurildi. 8 oyda ko'rish o'tkirligi 0,4 ga yetdi. Steril yallig'lanish og'riqsiz va gipopyonsiz kechdi, o'rtacha darajadagi kornea shishi va vitrit kuzatildi. Diagnostik paratsentez bajarilmadi. Klinik protokolga muvofiq empirik terapiya (meropenem va deksametazon) o'tkazildi. Yallig'lanish 10 kun ichida bartaraf etildi, ko'rish o'tkirligi dastlabki darajaga (0,2) qaytdi va aflibercept terapiyasi davom ettirilganda 6 oy ichida 0,4 gacha yaxshilandi. **Xulosa.** Infeksiyon endoftalmit va steril yallig'lanish turli klinik belgilar bilan namoyon bo'ladi, biroq dastlabki 24 soatda ularni differensial tashxislash qiyin va to'g'ri davolash taktikasini tanlash uchun juda muhimdir. Aseptika qoidalariga, ayniqsa povidon-yoddan foydalanishga qat'iy rioya qilish asosiy profilaktik choradir. Infeksiyon endoftalmitga shubha qilinganda intravitreal antibiotiklarni zudlik bilan yuborish ko'rish funksiyasining tiklanish prognozini yaxshilaydi.

**Kalit so'zlar:** endoftalmit, anti-VEGF terapiya, aflibercept, intravitreal in'eksiya, povidon-yod, differensial diagnostika, steril yallig'lanish, vitrektomiya.

### Iqtibos uchun:

Kozlovskaya M.V., Imshanetskaya T.A., Yarmak O.A. Intravitreal aflibercept in'eksiyasidan keyin infeksiyon endoftalmit va steril yallig'lanishning qiyosiy tahlili: ikki klinik holatning retrospektiv tahlili. *Ilg'or oftalmologiya*. 2026;17(2):92–103.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF INFECTIOUS ENDOPHTHALMITIS AND STERILE INFLAMMATION AFTER INTRAVITREAL AFLIBERCEPT INJECTION: A RETROSPECTIVE ANALYSIS OF TWO CLINICAL CASES

Kozlovskaya M.V.<sup>1</sup>, Imshanetskaya T.A.<sup>2</sup>, Yarmak O.A.<sup>2</sup>

1. Ophthalmologist, Healthcare Institution "10th City Clinical Hospital", Minsk, Republic of Belarus, mari\_may@mail.ru, +375297707421, <https://orcid.org/0009-0004-9565-9226>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Ophthalmology, Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University, t.imshanetskaya@mail.ru, +375296462010, <https://orcid.org/0000-0002-9353-8664>

3. Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Ophthalmology, Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel, Belarusian State Medical University, volhayarmak@mail.ru, +375 29 697 8831

**Abstract. Relevance.** Intravitreal injections of vascular endothelial growth factor inhibitors (anti-VEGF) are widely used for the treatment of neovascular age-related macular degeneration, diabetic macular edema, and retinal vein occlusions. Aflibercept demonstrates high efficacy; however, like other agents in this class, its use is associated with the risk of two

fundamentally different complications: infectious endophthalmitis and sterile (non-infectious) inflammation. Differential diagnosis between these conditions is challenging but critically important, as management strategies differ substantially. **Purpose of the study.** To perform a comparative analysis of the key clinical features of infectious endophthalmitis and sterile inflammation following intravitreal aflibercept injection based on a literature review and two clinical cases, as well as to describe the incidence, risk factors, differential diagnostic criteria, and current management strategies for these complications in the context of anti-VEGF therapy. **Materials and methods.** A literature review and a retrospective analysis of two clinical cases (infectious endophthalmitis and sterile inflammation following aflibercept injections) were conducted. In both cases, standard antiseptic preparation of the conjunctival sac was performed. A comparative analysis included patient history, clinical presentation, ultrasound findings, microbiological results, treatment strategies, and outcomes. **Results.** The incidence of infectious endophthalmitis ranges from 0.015% to 0.07% (approximately 1 per 2,000–5,000 injections). Major risk factors include breaches in aseptic technique, use of multidose vials, blepharitis, immunodeficiency, and advanced patient age. In the presented case, infectious endophthalmitis was characterized by severe pain, hypopyon, and dense vitreous opacities on ultrasonography. Sterile inflammation occurs in 0.01–0.16% of anti-VEGF injections. Key distinguishing features include onset within 24–72 hours, absence of hypopyon, and minimal vitritis. In the case of infectious endophthalmitis, urgent vitrectomy with silicone oil tamponade was performed, along with systemic antibiotics (meropenem) and glucocorticoids (dexamethasone). Visual acuity at 8 months reached 0.4. Sterile inflammation presented without pain or hypopyon, with moderate corneal edema and vitritis. Diagnostic paracentesis was not performed. Empirical therapy (meropenem and dexamethasone) was administered according to clinical protocol. Inflammation resolved within 10 days, visual acuity returned to baseline (0.2), and improved to 0.4 after 6 months with continued aflibercept therapy. **Conclusion.** Infectious endophthalmitis and sterile inflammation have distinct clinical features; however, early differential diagnosis within the first 24 hours remains difficult and is crucial for appropriate management. Strict adherence to aseptic technique, particularly the use of povidone-iodine, is the primary preventive measure. Immediate intravitreal antibiotic administration in suspected infectious endophthalmitis improves visual outcomes.

**Key words:** endophthalmitis, anti-VEGF therapy, aflibercept, intravitreal injection, povidone-iodine, differential diagnosis, sterile inflammation, vitrectomy.

#### For citation:

Kozlovskaya M.V., Imshanetskaya T.A., Yarmak O.A. Comparative analysis of infectious endophthalmitis and sterile inflammation after intravitreal aflibercept injection: a retrospective analysis of two clinical cases. *Advanced Ophthalmology*. 2026;17(2):92-103.

**Актуальность.** Неоваскулярная возрастная макулярная дегенерация (нВМД) является одной из ведущих причин необратимой потери зрения во всем мире [1]. Интравитреальные инъекции ингибиторов фактора роста эндотелия сосудов (анти-VEGF препаратов) привели к пересмотру подходов к лечению неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации, диабетического макулярного отека и окклюзий вен сетчатки [1] [2], позволив не только стабилизировать, но и улучшить зрительные функции у большого количества пациентов. По данным различных исследований, ежегодно в мире выполняется более 6 миллионов интравитреальных инъекций анти VEGF препаратов [3]. Отмечается устойчивая тенденция к увеличению числа интравитреальных инъекций во всём мире [4], что связано со старением населения, расширением показаний к применению анти VEGF терапии, улучшением доступности офтальмологической помощи и более ранним началом лечения [5].

Афлиберсепт (Eylea®) представляет собой рекомбинантный гибридный белок, связывающий все изоформы VEGF-A и плацентарный фактор роста, что обеспечивает его высокую эффективность и длительное действие [4].

Несмотря на высокую эффективность и относительную безопасность анти-VEGF терапии, интравитреальные инъекции связаны с риском развития серьёзных осложнений, наиболее грозным из которых является эндофтальмит [6]. Эндофтальмит представляет собой тяжёлое

внутриглазное воспаление инфекционной природы, которое может привести к необратимой потере зрения и даже к потере глаза как органа [7] [8].

Актуальность проблемы эндофтальмита на фоне анти-VEGF терапии определяется несколькими факторами. Во первых, по мере роста числа выполняемых инъекций увеличивается и абсолютное количество случаев эндофтальмита [9]. Во-вторых, дифференциальная диагностика между инфекционным эндофтальмитом и стерильным воспалением представляет значительные трудности [10]. В-третьих, результаты лечения эндофтальмита во многом зависят от своевременности диагностики и адекватности проводимого лечения [11].

За последние годы накоплен значительный объём данных о частоте развития, факторах риска, клинических особенностях и тактике ведения эндофтальмита после интравитреальных инъекций анти-VEGF препаратов [12]. Однако многие вопросы остаются дискуссионными, включая оптимальные протоколы профилактики, критерии дифференциальной диагностики стерильного и инфекционного воспаления, показания к витрэктомии и роль кортикостероидов в лечении [13] [14]. Проблема дифференциальной диагностики между инфекционным эндофтальмитом и стерильным воспалением представляет собой реальную клиническую дилемму. Оба состояния могут проявляться снижением зрения, внутриглазной

воспалительной реакцией, наличием клеток в передней камере и витреитом. Однако тактика лечения принципиально различается: инфекционный эндофтальмит требует неотложного введения интравитреальных антибиотиков и, в ряде случаев, витрэктомии, тогда как стерильное воспаление обычно купируется применением местных и системных глюкокортикоидов без применения антибиотиков [8] [7]. Затруднения в постановке диагноза могут привести к тяжёлым последствиям: задержка введения антибиотиков при инфекции — к потере глаза, а необоснованное назначение антибиотиков при стерильном процессе — к потенциальной токсичности и селекции резистентных штаммов.

**Цель исследования.** На основе анализа литературы и двух клинических наблюдений провести сравнительный анализ клинических признаков инфекционного эндофтальмита и стерильного воспаления после интравитреального введения афлиберсепта, описать частоту, факторы риска, дифференциально-диагностические критерии и современную тактику лечения указанных осложнений.

**Материалы и методы.** Проведён обзор литературы (PubMed, Scopus, eLibrary, 2015–2026 гг.) по ключевым словам: «endophthalmitis», «anti-VEGF», «intravitreal injection», «povidone-iodine», «sterile inflammation».

Дизайн исследования — серия клинических случаев. Работа выполнена в УЗ «10-я городская клиническая больница» г. Минска. Представлены два случая острого внутриглазного воспаления, развившегося после плановых интравитреальных инъекций афлиберсепта (Eylea®, 2 мг/0,05 мл). В обоих случаях соблюдался стандарт антисептической обработки конъюнктивальной полости. Диагностика включала офтальмологическое обследование: визометрию, пневмотонометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию с фундус-линзой, ультразвуковое исследование глаз. В первом случае проведено микробиологическое исследование стекловидного тела с определением чувствительности к антибиотикам. Оценивались следующие параметры: динамика максимально скорректированной остроты зрения, биомикроскопическая картина, данные ультразвукового исследования, результаты микробиологического исследования стекловидного тела, объём и длительность лекарственной терапии, результаты лечения через 3–8 месяцев. Лечение осуществлялось в соответствии с Клиническим протоколом Министерства здравоохранения Республики Беларусь №91 от 05.09.2022 «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата» (пункты 20.2, 24, Приложение 3).

### Результаты

Факторы риска развития эндофтальмита

Наиболее значимыми модифицируемыми факторами риска являются нарушение техники обработки конъюнктивальной полости. Использование 5% раствора повидон-йода с экспозицией не менее 30 секунд (согласно некоторым протоколам — до 3 минут) значительно снижает бактериальную обсеменённость конъюнктивы и считается наиболее эффективным компонентом профилактики эндофтальмита [15] [16].

Использование многодозовых флаконов и практика разделения доз в аптечных условиях (компаундирование) ассоциированы с повышенным риском контаминации и развития эндофтальмита [17]. Предпочтительным является использование однократных флаконов или предварительно заполненных шприцев [18].

К дополнительным факторам риска относят: блефарит, иммунодефицитные состояния, пожилой возраст, а также использование субконъюнктивальной анестезии и отсутствие применения глазных капель с антибиотиками непосредственно после инъекции [19].

Дифференциальная диагностика стерильного и инфекционного воспаления

Дифференциальная диагностика между стерильным внутриглазным воспалением и инфекционным эндофтальмитом имеет критическое значение для выбора адекватной тактики лечения.

Стерильное воспаление обычно развивается в первые 24–72 часа после инъекции, характеризуется умеренной воспалительной реакцией во влаге передней камеры, минимальным витреитом и незначительным снижением остроты зрения [20]. Пациенты отмечают лёгкий дискомфорт, покраснение глаза, но без выраженной боли. При биомикроскопии определяется незначительная воспалительная клеточная реакция влаги передней камеры, гипопион обычно отсутствует, витреит минимальный. Глазное дно обычно хорошо визуализируется. Стерильное воспаление купируется местным применением кортикостероидов с улучшением в течение 24–48 часов. [21].

Для инфекционного эндофтальмита характерно прогрессирующее течение с нарастанием симптоматики в течение нескольких дней после инъекции. Пациенты отмечают выраженное снижение зрения (часто до счёта пальцев и ниже), сильную боль, светобоязнь. При биомикроскопии определяется выраженная клеточная воспалительная реакция влаги передней камеры, часто с формированием гипопиона высотой более 1 мм, выраженный витреит, затрудняющий или делающий невозможной визуализацию глазного дна. При ультразвуковом исследовании выявляются плотные помутнения стекловидного тела, иногда с формированием тяжей [22].

Общая структура возбудителей эндофтальмита

Согласно литературным данным, в этиологической структуре эндофтальмита доминируют коагулазонегативные стафилококки (до 70% случаев), затем следуют *Streptococcus* spp. (до 10%), *Staphylococcus aureus* (до 10%) и грамотрицательные микроорганизмы (до 6%). В 18-40% случаев посевы остаются стерильными [7] [22]. Исследование Gonçalves et al. (2024) подтверждает, что именно коагулазонегативные стафилококки наиболее часто колонизируют конъюнктиву, что объясняет их лидерство в этиологической структуре эндофтальмита [23]. По данным Teh и соавт. (2025), доля культурально-отрицательных случаев составила 41,9%. Стерильность посевов может быть обусловлена как истинным стерильным воспалением, так и низкой чувствительностью культурального метода, особенно на фоне предшествующей антибиотикотерапии или при малом объёме полученного материала [22].

#### Тактика ведения и результаты лечения

Лечение инфекционного эндофтальмита включает забор материала для микробиологического исследования (влага передней камеры и/или стекловидного тела) с последующим немедленным интравитреальным введением антибиотиков широкого спектра действия [24]. Согласно международным протоколам, интервал между аспирацией образца и инъекцией должен быть минимальным, наиболее часто применяют комбинацию ванкомицина 1,0 мг/0,1 мл (для покрытия грамположительной флоры, включая метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus*) с цефтазидимом 2,25 мг/0,1 мл или амикацином 0,4 мг/0,1 мл (для покрытия грамотрицательной флоры) как первую линию эмпирической терапии [15].

Витрэктомия показана при остроте зрения светоощущение и ниже, при выраженном витреите, затрудняющем визуализацию глазного дна, а также при отсутствии эффекта от интравитреального введения антибиотиков в течение 48–72 часов [7]. Витрэктомия позволяет удалить инфицированное стекловидное тело, получить лучший материал для посева, улучшить проникновение антибиотиков и ускорить восстановление зрительных функций. В рандомизированном клиническом исследовании Vergato и соавт. (2025) было показано, что ранняя витрэктомия в комбинации с интравитреальным введением антибиотиков приводит к более раннему улучшению остроты зрения (статистически значимое преимущество на 7 й и 30 й день) и уменьшает потребность в повторных вмешательствах (0% против 39,1% в группе только антибиотиков,  $p=0,015$ ) [15].

Подходы к использованию кортикостероидов при эндофтальмите до сих пор неоднозначны. Согласно консенсусу экспертов Азиатско-Тихоокеанского региона, только 25% специалистов

поддерживают интравитреальное введение дексаметазона из-за риска иммуносупрессии и возможного ухудшения течения инфекции [25]. Большинство экспертов рекомендуют отложить применение кортикостероидов до 24–72 часов после начала антибактериальной терапии, чтобы избежать маскирования прогрессирования инфекции [26]. Местные кортикостероиды (дексаметазон 0,1%) могут применяться после стабилизации состояния для уменьшения воспалительной реакции [27].

Результаты лечения зависят от тяжести эндофтальмита, сроков начала лечения, вирулентности возбудителя и исходной остроты зрения. При своевременном лечении медиана остроты зрения пациентов достигает 0,4 (0,4 logMAR) через 3 месяца после витрэктомии [28]. При тяжёлом эндофтальмите с исходной остротой зрения светоощущение и ниже только 20–30% пациентов достигают остроты зрения  $\geq 0,4$ , а 40–55% имеют остроту зрения  $< 0,1$  [7].

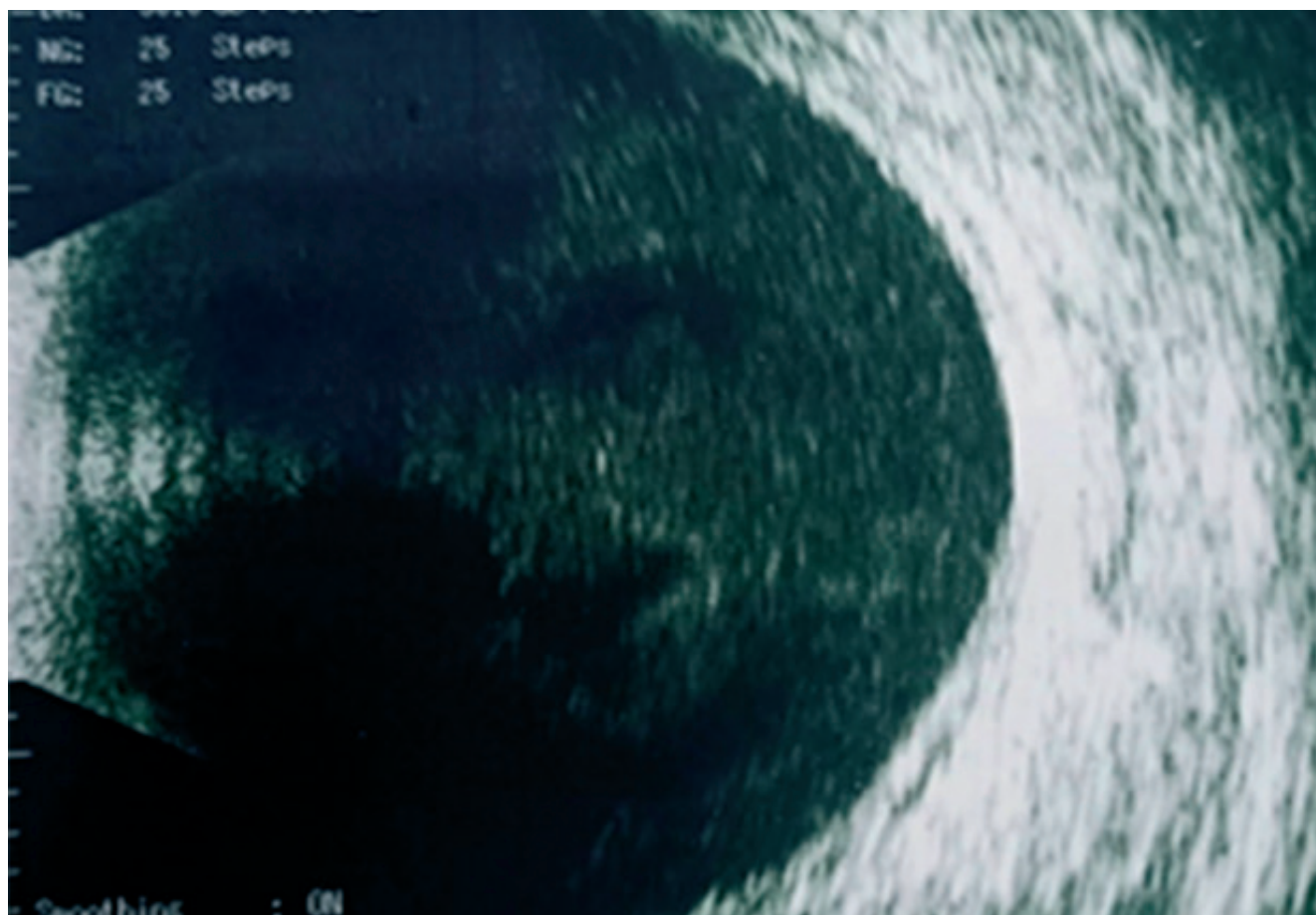
Неблагоприятными прогностическими факторами являются: исходная острота зрения светоощущение и ниже ( $p = 0,008$ ), выраженный витреит ( $p < 0,001$ ), гипопион ( $p = 0,01$ ), инфекция вирулентными микроорганизмами (*Streptococcus* spp., *S. aureus*, грамотрицательные бактерии, грибы), позднее начало лечения ( $> 48$  часов от появления симптомов) [28].

#### Клинические наблюдения

Клинический случай 1: инфекционный эндофтальмит после введения афлиберсепта

В кабинет неотложной офтальмологической помощи УЗ «10-я городская клиническая больница» обратилась пациентка 68 лет, проходившая анти-VEGF терапию по поводу хронической неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации. Эндофтальмит развился после третьей интравитреальной инъекции афлиберсепта, которая выполнялась в другом учреждении. Других случаев эндофтальмита в тот же период зарегистрировано не было. Сопутствующих заболеваний (сахарный диабет, иммуносупрессия, хронические инфекции) не было. Пациентка предъявляла жалобы на боль, светобоязнь и выраженное снижение зрения левого глаза, возникшие через 24 часа после плановой интравитреальной инъекции и сохранявшиеся на протяжении 4 суток до момента обращения. При поступлении острота зрения левого глаза – правильная светопроекция, внутриглазное давление по данным пневмотонометрии – 18 мм рт. ст.

При биомикроскопии: смешанная конъюнктивальная инъекция, отёк роговицы, передняя камера средней глубины, гипопион высотой 1 мм, зрачок деформирован, определялась круговая задняя синехия, рефлекс с глазного дна отсутствовал. Ультразвуковое исследо-



**Рис.1. Ультразвуковое исследование левого глаза пациентки с острым постинъекционным инфекционным эндофтальмитом: диффузная густая взвесь в витреальной полости и отслойка задней гиалоидной мембраны.**

вание левого глаза выявило заполнение полости глазного яблока густой мелкозернистой взвесью (экссудат), отслойку и уплотнение задней гиалоидной мембраны при прилежащих оболочках.

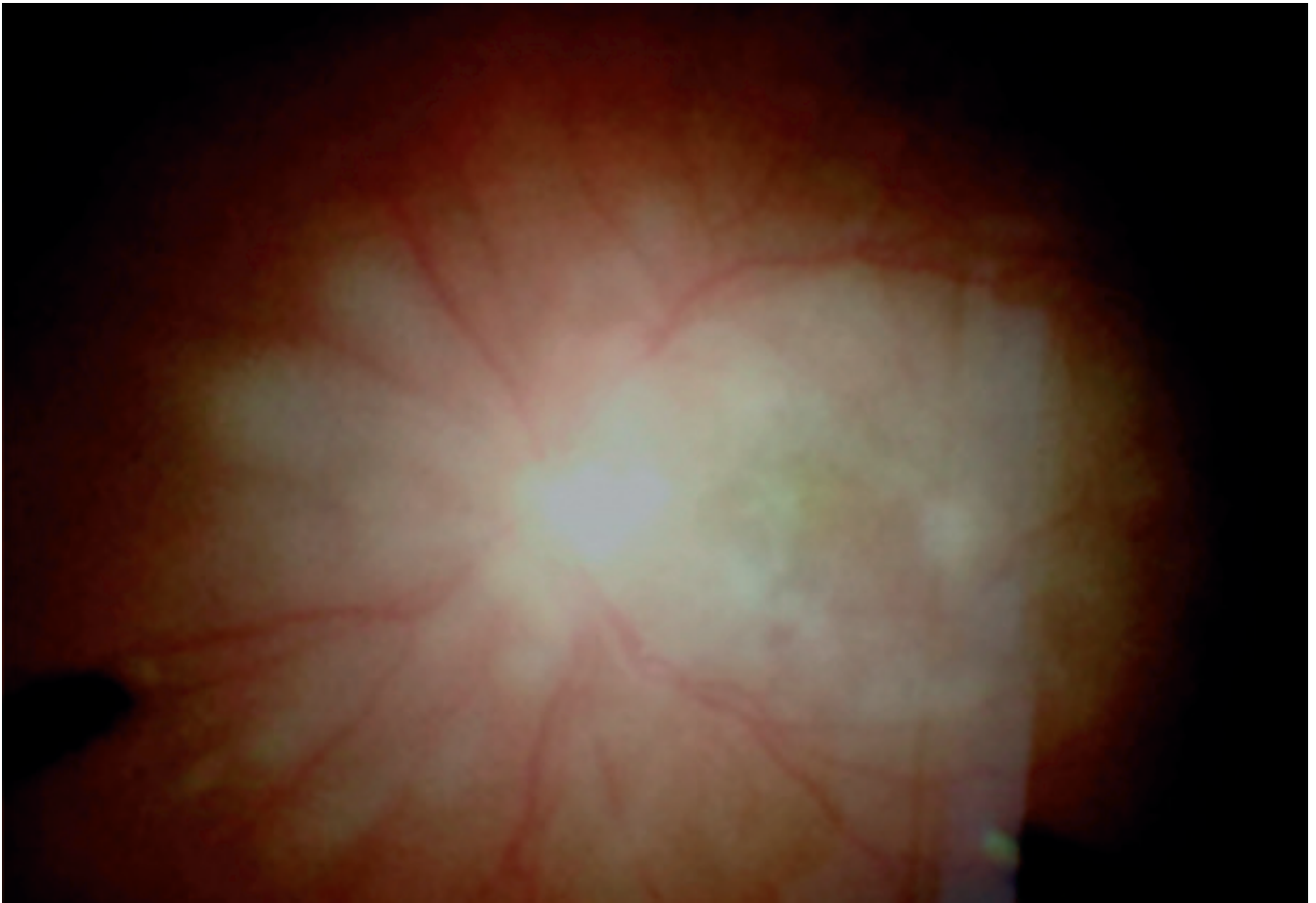
С учётом низких зрительных функций (острота зрения – правильная светопроекция), выраженной внутриглазной воспалительной реакции и ультразвуковой картины был выставлен диагноз «острый постинъекционный инфекционный эндофтальмит» и принято решение о выполнении неотложной закрытой витрэктомии. Операция выполнена в течение 3 часов от момента обращения. В ходе вмешательства удалено гнойно изменённое стекловидное тело, выявлен преретинальный гнойный экссудат, множественные интратетинальные геморрагии, отёк сетчатки и участки ретинального некроза; в качестве ирригационного раствора использован раствор с ванкомицином в концентрации 0,2 мг/мл. Витреальная полость тампонируется силиконовым маслом вязкостью 1300 cSt, получен образец стекловидного тела для микробиологического исследования.

В послеоперационном периоде назначена интенсивная местная противовоспалительная терапия: левофлоксацин 5 мг/мл по 2 капли 4

раза в сутки, дексаметазон 1 мг/мл по 2 капли 5 раз в сутки, диклофенак 1 мг/мл по 2 капли 4 раза в сутки, декспантенол гель глазной 50 мг/г по 1 капле 5 раз в сутки. Системная терапия включала меропенем 1,0 г внутривенно капельно 3 раза в сутки в течение 7 дней, а также дексаметазон 4 мг/мл внутривенно: начальная доза 16 мг 1 раз в сутки с последующим снижением дозы на 4 мг (суммарная доза 74 мг за курс).

По результатам посева стекловидного тела выявлены следующие микроорганизмы: *Proteus mirabilis*, чувствительный к амикацину и азтреонаму; *Providencia stuartii*, чувствительная к амикацину и меропенему; *Staphylococcus epidermidis*, чувствительный к эритромицину, линезолиду, клиндамицину, гентамицину и моксифлоксацину.

Послеоперационный период протекал без осложнений, признаков продолжающегося воспаления при выписке не наблюдалось. Острота зрения при выписке: 0,1 с коррекцией +4,0 D = 0,2. Через 3 месяца после первичной операции выполнено удаление силиконового масла. При динамическом наблюдении через 3 месяца после удаления силикона острота зрения составила 0,3, через 8 месяцев – 0,4; пациентка продолжила



**Рис.2. Интраоперационная картина глазного дна левого глаза пациентки с острым постинъекционным инфекционным эндофтальмитом: преретинальный гнойный экссудат, выраженный отёк сетчатки.**

курс анти-VEGF терапии.

Данный клинический случай представляет собой редкий пример полимикробного эндофтальмита после интравитреальной инъекции, обусловленного сочетанием двух грамотрицательных (*Proteus mirabilis*, *Providencia stuartii*) и одного грамположительного (*Staphylococcus epidermidis*) микроорганизмов. Полимикробная этиология с участием грамотрицательных *Proteus mirabilis* соответствует литературным данным, согласно которым в ретроспективном исследовании Leng и соавт. (2009), включившем 13 случаев эндофтальмита, вызванного *Proteus spp.*, у 4 пациентов (31%) была выявлена смешанная флора (инфекция более чем одним микроорганизмом). Авторы исследования отметили, что несмотря на своевременное лечение соответствующими антибиотиками, результаты лечения были неблагоприятными: у 8 из 13 пациентов (62%) конечная острота зрения составила светоощущение или отсутствие светоощущения, и лишь у 4 пациентов (31%) она достигла 0,025 [29]. В представленном наблюдении сочетание ранней витрэктомии, применения интравитреальных и системных антибиотиков с учётом спектра активности и последующей коррекции терапии по

результатам посева позволило добиться клинического выздоровления и значимого улучшения зрительных функций до 0,4.

Клинический случай 2: стерильное внутриглазное воспаление после афлиберсепта

Пациентка 68 лет, получавшая интравитреальные инъекции афлиберсепта по поводу посттромботической ретинопатии в исходе тромбоза центральной вены сетчатки (тромбоз центральной вены сетчатки, август 2022 года). Воспаление развилось после третьей инъекции препарата. Предшествующих реакций на другие анти-VEGF-препараты не было. Пациентка госпитализирована с клиникой увеита, возникшего через 24 часа после инъекции. Лихорадки и общих симптомов интоксикации не было. Острота зрения при поступлении на левом глазу – движение руки у лица. По данным осмотра: конъюнктива спокойная, без инъекции, калибр конъюнктивальных сосудов несколько неравномерен. Роговица умеренно отёчна, отмечаются признаки эндотелиопатии и складки десцеметовой оболочки, зрачок расширен (мидриаз). На передней капсуле хрусталика визуализировались глыбки пигмента, в хрусталике – умеренные помутнения. При офтальмоскопии и осмотре с фундус-

**Таблица 1. Сравнительный анализ клинических признаков инфекционного эндофтальмита и стерильного воспаления после интравитреального введения афлиберсепта**

| Параметр                                       | Случай 1 (инфекционный)                                                        | Случай 2 (стерильный)                                         |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Возраст/пол                                    | 68 лет, жен.                                                                   | 68 лет, жен.                                                  |
| Основной диагноз                               | Неоваскулярная ВМД                                                             | Посттромботическая ретинопатия (тромбоз ЦВС)                  |
| Число предшествующих введений препарата        | 2                                                                              | 2                                                             |
| Срок от введения препарата до начала симптомов | 24 часа                                                                        | 24 часа                                                       |
| Срок от появления симптомов до обращения       | 4-е сутки                                                                      | 24–48 часов                                                   |
| Боль                                           | Выраженная                                                                     | Отсутствовала                                                 |
| Конъюнктивит                                   | Смешанная инъекция                                                             | Спокойная                                                     |
| Отек роговицы                                  | Выраженный                                                                     | Умеренный, эндотелиопатия                                     |
| Гипопион                                       | 1 мм                                                                           | Отсутствовал                                                  |
| Задние синехии                                 | Круговая                                                                       | Отсутствовали (мидриаз)                                       |
| Ультразвуковое исследование                    | Густая взвесь, отслойка задней гиалоидной мембраны                             | Верхние сегменты — нежная взвесь, нижние — плотная тяжистая   |
| Рефлекс с глазного дна                         | Отсутствовал                                                                   | Верхние квадранты — розовый, нижние — серый                   |
| Острота зрения при обращении                   | Правильная светопроекция                                                       | Движение руки у лица                                          |
| Посев стекловидного тела                       | <i>Proteus mirabilis</i> + <i>Providencia stuartii</i> + <i>S. epidermidis</i> | Не выполнялся                                                 |
| Лечение                                        | Витрэктомия + силикон + системные антибиотики + системные стероиды             | Местные стероиды + системные антибиотики + системные стероиды |
| Острота зрения через 3 мес.                    | 0,3                                                                            | 0,2                                                           |
| Острота зрения через 6–8 мес.                  | 0,4                                                                            | 0,4                                                           |
| Повторные инъекции                             | Продолжены, рецидива нет                                                       | Продолжены, рецидива нет                                      |

линзой в стекловидном теле в верхних сегментах определялась «нежная» мелкозернистая взвесь, в нижних сегментах — более плотная, тяжистая взвесь, соответствующая экссудату. Рефлекс с глазного дна в верхних квадрантах был розовым, в нижних — серым. Сетчатка в верхней полусфере визуализировалась, прилежала, сосуды были обычного калибра; нижняя полусфера осмотру была недоступна вследствие выраженного витреита. При этом отсутствовали боль, гипопион и выраженная конъюнктивальная инъекция, что соответствовало описанной в литературе клинической картине неинфекционного внутриглазного воспаления после интравитреальных инъекций анти-VEGF препаратов [20]. Диагностический парацентез не выполнялся в связи с отсутствием гипопиона и клинической картиной, более харак-

терной для стерильного воспаления.

Пациентке была назначена интенсивная противовоспалительная терапия: местно — левофлоксацин 5 мг/мл по 2 капли 4 раза в сутки, дексаметазон 1 мг/мл по 2 капли 5 раз в сутки, диклофенак 1 мг/мл по 2 капли 4 раза в сутки, декспантенол гель глазной 50 мг/г по 1 капле 5 раз в сутки. Системная терапия включала меропенем 1,0 г внутривенно капельно 3 раза в сутки в течение 7 дней и дексаметазон 4 мг/мл внутривенно: начальная доза 16 мг 1 раз в сутки с последующим снижением на 4 мг до суммарной дозы 74 мг за курс. Назначение системных антибиотиков было эмпирическим, так как на момент госпитализации нельзя было исключить инфекционный эндофтальмит, и проводилось в соответствии с пунктом 20.2 Клинического протокола МЗ РБ

№91. На фоне проводимой терапии в течение 10 дней отмечалась полное купирование воспаления и восстановление зрительных функций до исходного уровня. Пациентка продолжила курс анти-VEGF терапии с тем же препаратом без рецидива воспаления, что также соответствует опубликованным данным, согласно которым большинство случаев стерильного воспаления после афлиберсепта не рецидивирует при последующих инъекциях при условии адекватного лечения. В исследовании Goldberg и соавт. (2014) 3 из 4 пациентов не имели рецидива при повторном введении афлиберсепта [30]. Kim и соавт. (2015) также не наблюдали ни одного случая рецидива при последующих инъекциях того же препарата [31]. Лишь в единичных сообщениях описаны повторные эпизоды воспаления [32].

Представленный клинический пример иллюстрирует типичную для неинфекционного внутриглазного воспаления после интравитреальных анти-VEGF инъекций картину: отсутствие выраженной боли и гипопиона, наличие витреита различной степени выраженности и выраженный эффект от интенсивной противовоспалительной терапии с полным восстановлением зрения. По данным клинических серий, подобные стерильные реакции обычно развиваются в течение первых дней после инъекции, протекают без признаков тяжёлой инфекции и хорошо отвечают на местные кортикостероиды, а зрение восстанавливается до исходных значений в течение нескольких дней–недель [20].

#### Обсуждение

Представленные клинические случаи демонстрируют варианты постинъекционного воспаления после интравитреального введения афлиберсепта. Первый случай — тяжёлый полимикробный эндофтальмит с участием грамотрицательной флоры, потребовавший неотложной витрэктомии. Второй — стерильное воспаление, которое, несмотря на одинаковое время начала (24 часа), имело принципиально иное клиническое течение.

#### Дифференциальная диагностика

Ключевыми дифференциальными признаками инфекционного процесса в нашем наблюдении явились наличие выраженной боли, гипопиона и задних синехий и их отсутствие при стерильном воспалении. Эти данные согласуются с результатами крупных исследований. В работе Daïen и соавт. (2018) при инфекционном эндофтальмите боль отмечалась у 74% пациентов, гипопион — у 86%, тогда как при стерильном воспалении боль была лишь у 6%, а гипопион — у 4% [5]. Goldberg и соавт. (2014) также подчёркивают, что отсутствие боли является важным признаком, позволяющим заподозрить стерильный характер воспаления после инъекций афлиберсепта [30].

В то же время срок начала симптомов (24 часа в обоих случаях) не может служить надёжным

дифференциальным критерием, в отличие от классических представлений о более раннем начале стерильного воспаления (2–12 часов). В серии Kim и соавт. (2015) стерильное воспаление после афлиберсепта развивалось в среднем через 5 дней (от 1 до 13 дней) [31], что указывает на широкий диапазон сроков развития воспаления и подчёркивает необходимость индивидуальной интерпретации клинической картины.

Выделение *Providencia stuartii* в качестве возбудителя эндофтальмита представляет собой крайне редкий случай. В доступной литературе обнаружены лишь единичные сообщения о данном микроорганизме как причине внутриглазной инфекции. Полимикробный характер (сочетание двух грамотрицательных и одного грамположительного микроорганизма) также встречается нечасто. По данным ретроспективного исследования Leng и соавт. (2009), включившего 13 случаев эндофтальмита, вызванного *Proteus* spp., смешанная флора выявлена у 31% пациентов [29]. Отсутствие факторов риска у пациентки (сахарный диабет, иммуносупрессия) делает этот случай особенно примечательным и позволяет предположить, что источником инфекции послужила экзогенная контаминация. Отсутствие других случаев в тот же период исключает эпидемическую вспышку, связанную с общей партией препарата.

Лечение в обоих случаях проводилось в полном соответствии с Клиническим протоколом МЗ Республики Беларусь №91 от 05.09.2022.

Согласно пункту 20.2 протокола, системные антибиотики (включая карбапенемы, в частности меропенем) показаны при «сложных и высокотехнологичных хирургических вмешательствах на глазу с высокими прогнозируемыми рисками послеоперационных инфекционных осложнений, после установки имплантов и введения замещающих жидкостей и газов». В первом случае витрэктомия с тампонадой силиконом полностью соответствовала этому критерию.

Во втором случае меропенем был назначен эмпирически, поскольку на момент госпитализации нельзя было исключить инфекционный эндофтальмит. Пункт 20.2 протокола допускает такое назначение «при развитии инфекционно-воспалительных осложнений и отсутствии положительной динамики от назначенной ранее антибактериальной терапии». Отсутствие лихорадки и лейкоцитоза не являлось основанием для отказа от антибиотиков, так как при внутриглазном воспалении системная воспалительная реакция может отсутствовать даже при тяжёлой инфекции [19].

Системные глюкокортикоиды (дексаметазон) назначались в соответствии с пунктом 24 протокола: «для лечения экссудативных реакций в камерах глаза».

Таким образом, назначение системных антибиотиков при стерильном воспалении, хотя и оказалось избыточным при ретроспективном анализе, было обоснованным с позиции клинического протокола и объективной невозможности исключить инфекционный характер процесса на момент госпитализации. Однако этот случай подчёркивает необходимость раннего микробиологического исследования для верификации диагноза и избежания неоправданной антибиотикотерапии в будущем [6].

#### **Эффективность ранней витрэктомии**

Результаты лечения в первом клиническом случае (острота зрения 0,4 через 8 месяцев) заслуживают отдельного обсуждения, учитывая агрессивность выделенной микрофлоры. По данным Leng и соавт. (2009), при *Proteus*-ассоциированном эндофтальмите 62% пациентов острота зрения не выше светоощущения, и только у небольшой части пациентов удалось получить остроту зрения, пригодную для предметного зрения [29]. Хороший результат в нашем случае объясняется, прежде всего, проведением ранней витрэктомии (выполнена в течение 3 часов от момента обращения).

Современные исследования подтверждают преимущества раннего хирургического вмешательства. Bergamo и соавт. (2025) в рандомизированном клиническом исследовании показали, что ранняя витрэктомия с интравитреальными антибиотиками обеспечивает более быстрое восстановление зрения и снижает частоту повторных вмешательств по сравнению с изолированным введением антибиотиков [15]. Harley и соавт. (2025) также продемонстрировали, что ранняя витрэктомия (в течение 24 часов) является эффективным первичным методом лечения острого послеоперационного эндофтальмита, особенно при наличии гипопиона и повышенного внутриглазного давления [28].

#### **Ограничения исследования**

Настоящая работа имеет ряд ограничений. Во-первых, это серия всего из двух клинических случаев, что не позволяет делать статистически обоснованные выводы. Во-вторых, во втором случае посев содержимого передней камеры и витреальной полости не выполнялся, поэтому стерильный характер воспаления подтверждён клинически и ретроспективно, а не микробиологически. В-третьих, исследование носило ретроспективный характер, что могло повлиять на полноту сбора данных.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Rosenfeld PJ, Brown DM, Heier JS, et al. Ranibizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med.* 2006;355(14):1419-1431. doi:10.1056/NEJMoa054481
2. Brown DM, Kaiser PK, Michels M, et al. Ranibizumab versus verteporfin for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med.*

#### **Выводы:**

1. Инфекционный эндофтальмит и стерильное воспаление после интравитреальных инъекций афлиберсепта имеют различную клиническую картину. Ключевыми дифференциальными признаками являются наличие выраженной боли, гипопиона, задних синехий и быстрое прогрессирование, характерные для инфекционного процесса, тогда как стерильное воспаление протекает без боли и гипопиона, с преобладанием витреита и эндотелиопатии.
2. Срок начала симптомов заболевания (24 часа в обоих случаях) не может служить надёжным дифференциально-диагностическим критерием, что подчёркивает необходимость комплексной оценки клинической картины.
3. Полимикробный эндофтальмит с участием грамотрицательной флоры (включая *Providencia stuartii*) требует проведения витрэктомии в наиболее короткие сроки. Своевременное выполнение витрэктомии позволяет добиться хорошего функционального результата (острота зрения 0,4) даже при тяжёлой инфекции.
4. Лечение в обоих случаях проводилось в соответствии с Клиническим протоколом МЗ Республики Беларусь №91 от 05.09.2022. Назначение системных антибиотиков при стерильном воспалении было эмпирически обоснованным, но ретроспективно оценено как избыточное. Это подчёркивает важность раннего диагностического забора материала из передней камеры и/или витреальной полости с последующим микробиологическим исследованием для верификации диагноза.
5. Стерильное воспаление после афлиберсепта не является противопоказанием для дальнейшей анти-VEGF-терапии: в представленном случае повторные инъекции не вызвали рецидива воспаления, а острота зрения повысилась на фоне продолжения лечения.

- 2006;355(14):1432-1444. doi:10.1056/NEJMoa062655
3. Wong WL, Su X, Li X, et al. Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2014;2(2):e106-e116. doi:10.1016/S2214-109X(13)70145-1
4. Koksaldi S, Özdemir S, Aydın K. Anti-vascular endothelial growth factor therapies in ophthalmology. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2025;14(3):107-135. doi:10.51329/mehdiophthal1526
5. Daien V, Nguyen V, Essex RW, et al. Incidence and outcomes of infectious and noninfectious endophthalmitis after intravitreal injections for age-related macular degeneration. *Ophthalmology*. 2018;125(1):66-74. doi:10.1016/j.ophtha.2017.07.005
6. Storey PP, Dolz-Marco R, Paul J, et al. The role of topical antibiotic prophylaxis to prevent endophthalmitis after intravitreal injection. *Ophthalmology*. 2014;121(1):283-289. doi:10.1016/j.ophtha.2013.08.037
7. Endophthalmitis Vitrectomy Study Group. Results of the Endophthalmitis Vitrectomy Study: A randomized trial of immediate vitrectomy and intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial endophthalmitis. *Arch Ophthalmol*. 1995;113(12):1479-1496.
8. Durand ML. Bacterial and Fungal Endophthalmitis. *Clin Microbiol Rev*. 2017;36(1):45-68.
9. Lyall DA, Tey A, Foot B, et al. Post-intravitreal anti-VEGF endophthalmitis in the United Kingdom: incidence, features, risk factors, and outcomes. *Eye (Lond)*. 2012;26(12):1517-1526. doi:10.1038/eye.2012.199
10. Sato T, Emi K, Ikeda T, et al. Severe intraocular inflammation after intravitreal injection of bevacizumab. *Ophthalmology*. 2010;117(3):512-516. doi:10.1016/j.ophtha.2009.07.041
11. Bavinger JC, Yu Y, VanderBeek B. The Comparative Risk of Endophthalmitis Following Intravitreal Injection with Bevacizumab, Aflibercept, and Ranibizumab. *Retina*. 2019;39(10):2004-2011. doi:10.1097/IAE.0000000000002351
12. Dossarps D, Bron AM, Koehrer P, et al. Endophthalmitis after intravitreal injections: incidence, presentation, management, and visual outcome. *Am J Ophthalmol*. 2015;160(1):17-25. doi:10.1016/j.ajo.2015.04.013
13. Lau PE, Jenkins KS, Layton CJ. Current Evidence for the Prevention of Endophthalmitis in Anti-VEGF Intravitreal Injections. *J Ophthalmol*. 2018;2018:8567912. doi:10.1155/2018/8567912
14. Issa M, Moussa M, Lajmi Y, et al. Pars plana vitrectomy versus intravitreal antibiotics for endophthalmitis management following intravitreal anti-VEGF agents: A meta-analysis. *Acta Ophthalmol*. 2024;102(1):e11-e21. doi:10.1111/aos.15678
15. Bergamo VC, Nascimento LL, Moraes N, et al. Postoperative endophthalmitis treatment with antibiotics associated or not with pars plana vitrectomy: a randomized clinical trial. *Int J Retina Vitreous*. 2025;11:18. doi:10.1186/s40942-025-00640-1
16. Zaharia AC, Dumitrescu O, Radu R, et al. Preoperative antisepsis in ophthalmic surgery (a review). *Rom J Ophthalmol*. 2021;65(2):120-124. doi:10.22336/rjo.2021.25
17. Neamah MT. Assessment the microbial contamination rate of re-used vials of bevacizumab (Avastin) and the risk of endophthalmitis. *Basrah J Surg*. 2025;31(1):76-87. doi:10.33762/basjurg.2025.158412.1115
18. Uzzan J, et al. Clinical Outcomes and Experiences with Prefilled Syringes Versus Vials for Intravitreal Administration of Anti-VEGF Treatments: A Systematic Review. *Ophthalmol Ther*. 2024;13:2445-2465.
19. Lyall DA, Tey A, Foot B, et al. Post-intravitreal anti-VEGF endophthalmitis in the United Kingdom: incidence, features, risk factors, and outcomes. *Eye*. 2012;26(12):1517-1526. doi:10.1038/eye.2012.199
20. Anderson WJ, da Cruz N, Lima L, et al. Mechanisms of sterile inflammation after intravitreal injection of antiangiogenic drugs: a narrative review. *Int J Retina Vitreous*. 2021;7(1):37. doi:10.1186/s40942-021-00307-7
21. Gil-Martínez M, Rodríguez-Caravaca M, Fernández-Rodríguez M, et al. Clinical features, management and outcomes of patients with sterile endophthalmitis associated with intravitreal injection of anti-VEGF. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2020;95(5):211-216.
22. Teh BL, Onwu A, Asam A, et al. Long term analysis of microbiological isolates and antibiotic susceptibilities in acute-onset postoperative endophthalmitis: a UK multicentre study. *Eye*. 2025;39(8):1470-1475.
23. Gonçalves LBM, et al. Analysis of topical conjunctival microbiotic cultures in patients treated with intravitreal injections using antibiotic prophylaxis with 0.3% ofloxacin eye drops. *Int J Retina Vitreous*. 2024;10(1):1-14.
24. Nair N. Emergency management: acute

endophthalmitis. *Community Eye Health*. 2018;31(103):68-69.

25. Asia-Pacific Vitreo-retina Society (APVRS). International consensus and guidelines on diagnosing and managing fungal endophthalmitis. *Eye Vis*. 2025;12. doi:10.1186/s40662-025-00456-y
26. Singh R, Sharma N, Singh S. Preventive factors, diagnosis, and management of injection-related endophthalmitis: a literature review. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2022;260:3411-3429. doi:10.1007/s00417-022-05607-8
27. Министерство здравоохранения Республики Беларусь. Клинический протокол «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата»: постановление № 91 от 05.09.2022. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь.
28. Harley O, Yang A, Goldberg E, et al. Controversies in the management of endophthalmitis: a 5-year retrospective cohort study. *J Ophthalmic Inflamm Infect*. 2025;15(1):28. doi:10.1186/s12348-025-00468-8
29. Leng T, Flynn HW, Miller D, et al. Endophthalmitis caused by *Proteus* species: antibiotic sensitivities and visual acuity outcomes. *Retina*. 2009;29(7):1019-1024. doi:10.1097/IAE.0b013e3181ac7b8a
30. Goldberg RA, Shah CP, Wiegand TW, Heier JS. Noninfectious inflammation after intravitreal injection of aflibercept: clinical characteristics and visual outcomes. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(4):733-737.e1. doi:10.1016/j.ajo.2014.06.019
31. Kim JY, You YS, Kwon O, Kim SH. Sterile inflammation after intravitreal injection of aflibercept in a Korean population. *Korean J Ophthalmol*. 2015;29(5):325-330. doi:10.3341/kjo.2015.29.5.325
32. Song SH, Bae S, Lee YM, Lee M. Sterile endophthalmitis after intravitreal aflibercept injection: clinical characteristics and therapeutic outcomes. *J Retina*. 2025;10(2):225-231.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование не финансировалось.

#### ЭТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Работа выполнена в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (1964 и последующие версии). Поскольку материал основан на ретроспективном анализе анонимизированных данных клинических случаев, одобрение этического комитета не требовалось.

#### АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Козловская М.В. – сбор клинических данных, анализ результатов, написание текста статьи.

Имшенецкая Т.А. – концепция исследования, научное редактирование.

Ярмак О.А. – концепция исследования, научное редактирование.

## ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ ГЛАЗНОГО ДНА И ПАРАМЕТРОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ВО ВРЕМЯ ПРИСТУПА МИГРЕНИ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

Мавлянова С.Р.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>, Мавлянова У.Ф.<sup>3</sup>

1. Клинический ординатор, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, sevara9541728@gmail.com, +998(90)3468920, <https://orcid.org/0009-0001-9095-6799>

2. Доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

3. Доктор медицинских наук, Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр микрохирургии глаза, drumidamavlyanova@gmail.com, +998(90)9541728, <https://orcid.org/0009-0005-9234-0858>

**Аннотация. Актуальность.** Мигрень относится к числу наиболее распространенных неврологических заболеваний и рассматривается как результат сложного взаимодействия нейрональных и сосудистых механизмов. Несмотря на значительное количество исследований, посвященных гемодинамике головного мозга при мигрени, непосредственная визуализация сосудистых изменений сетчатки в период развития приступа остается недостаточно изученной. **Описание клинического случая.** Представлен случай пациентки 32 лет с эпизодической мигренью с аурой, которой выполнено комплексное офтальмологическое обследование в межприступном периоде, во время спонтанного приступа и после полного регресса клинической симптоматики. Во время приступа при офтальмоскопии выявлено диффузное сужение артериол глазного дна с уменьшением артериовенозного коэффициента. По данным ОКТ-ангиографии зарегистрировано снижение плотности сосудистой сети поверхностного и глубокого капиллярных сплетений, увеличение площади фовеальной аваскулярной зоны и уменьшение перипапиллярной сосудистой плотности. После купирования приступа отмечено практически полное восстановление исследуемых параметров. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о наличии обратимых нарушений микроциркуляции сетчатки во время приступа мигрени и подтверждают участие транзиторной сосудистой дисрегуляции в патогенезе заболевания.

**Ключевые слова:** мигрень, мигрень с аурой, глазное дно, ОКТ-ангиография, сетчатка, микроциркуляция, вазоспазм.

### Для цитирования:

Мавлянова С.Р., Каримова М.Х., Мавлянова У.Ф. Динамика изменений глазного дна и параметров микроциркуляции во время приступа мигрени (клинический случай). Передовая Офтальмология. 2026;17(2):104-107.

## DYNAMICS OF FUNDUS AND MICROCIRCULATORY CHANGES DURING A MIGRAINE ATTACK (A CASE REPORT)

Mavlyanova S.R.<sup>1</sup>, Karimova M.Kh.<sup>2</sup>, Mavlyanova U.F.<sup>3</sup>

1. Clinical Resident, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, Sevara9541728@gmail.com, +998(90)3468920, <https://orcid.org/0009-0001-9095-6799>

2. Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-director for Research Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center of Eye Microsurgery, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

3. Doctor of Medical Sciences, Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Microsurgery of the Eye, drumidamavlyanova@gmail.com, +998(90)9541728, <https://orcid.org/0009-0005-9234-0858>

**Abstract. Relevance.** Migraine is among the most prevalent neurological disorders and is considered to result from a complex interaction between neuronal and vascular mechanisms. Despite extensive research on cerebral hemodynamics in migraine, direct visualization of retinal vascular alterations during an acute migraine attack remains insufficiently investigated. **Clinical case description.** We report the case of a 32-year-old woman with episodic migraine with aura who underwent comprehensive ophthalmological evaluation during the interictal period, during a spontaneous migraine attack, and following complete resolution of clinical symptoms. Funduscopy examination performed during the attack revealed diffuse narrowing of the retinal arterioles accompanied by a reduced arteriovenous ratio. Optical coherence tomography angiography (OCTA) demonstrated a decrease in vessel density within both the superficial and deep capillary plexuses, enlargement of the foveal avascular zone, and a reduction in peripapillary vascular density. Following resolution of the attack, near-complete restoration of all assessed parameters was observed. **Conclusion.** The present findings provide evidence of reversible retinal microcirculatory disturbances occurring during a migraine attack and support the role of transient vascular dysregulation in the pathophysiology of migraine.

**Keywords:** migraine, migraine with aura, fundus, optical coherence tomography angiography, retina, microcirculation, vasospasm.

## For citation:

Karimova M.Kh., Mavlyanova U.F., Mavlyanova S.R. Dynamics of fundus and microcirculatory changes during a migraine attack (a case report). Advanced Ophthalmology. 2026;17(2):104-107.

## МИГРЕНЬ ҲУРУЖИ ВАҚТИДА КЎЗ ТУБИ ҲОЛАТИ ВА ТЎР ПАРДА МИКРОЦИРКУЛЯЦИЯСИ КЎРСАТКИЧЛАРИНИНГ ДИНАМИК ЎЗГАРИШЛАРИ (КЛИНИК ҲОЛАТ ТАВСИФИ)

Мавлянова С.Р.<sup>1</sup>, Каримова М.Х.<sup>2</sup>, Мавлянова У.Ф.<sup>3</sup>

1. Клиник ординатор, Республика ихтисослаштирилган илмий-амалий кўз микрохирургияси тиббиёт маркази, sevara9541728@gmail.com, +998(90)3468920, <https://orcid.org/0009-0001-9095-6799>

2. Тиббиёт фанлари доктори, профессор, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази илмий ишлар бўйича директор ўринбосари, mkarimova2004@mail.ru, +998(90)1883861, <https://orcid.org/0000-0003-0268-7881>

3. Тиббиёт фанлари доктори, Республика ихтисослаштирилган кўз микрохирургияси илмий-амалий тиббиёт маркази, drumidamavlyanova@gmail.com, +998(90)9541728, <https://orcid.org/0009-0005-9234-0858>

**Аннотация. Долзарблиги.** Мигрень энг кенг тарқалган неврологик касалликлардан бири бўлиб, унинг ривожланиши нейронал ва қон-томир механизмларининг мураккаб ўзаро таъсири натижаси сифатида қаралади. Мигрень пайтида церебрал гемодинамика хусусиятларига бағишланган кўплаб тадқиқотлар мавжуд бўлишига қарамасдан, хуруж давомида тўр парда қон томирларида юзага келадиган ўзгаришларнинг бевосита визуализацияси етарлича ўрганилмаган. **Клиник ҳолат тавсифи.** Ушбу мақолада аура билан кечувчи эпизодик мигрень ташхиси қўйилган 32 ёшли бемор аёлнинг клиник ҳолати келтирилган. Беморга интериктал даврда, спонтан мигрень хуружи вақтида ҳамда клиник симптомлар тўлиқ регрессияга учрагандан кейин комплекс офтальмологик текширув ўтказилди. Хуруж вақтида офтальмоскопияда артериолаларнинг диффуз торайиши ва артериовеноз нисбатнинг пасайиши аниқланди. Оптик когерент томография ангиографияси маълумотларига кўра, юзаки ва чуқур капилляр плексусларда томир зичлигининг камайиши, фовеал аваскуляр зона майдонининг кенгайиши ҳамда перипапилляр томир зичлигининг пасайиши қайд этилди. Хуруж бартараф этилгандан сўнг ўрганилган параметрларнинг деярли тўлиқ тикланиши кузатилди. **Хулоса.** Олинган натижалар мигрень хуружи вақтида тўр парда микроциркуляциясининг қайтар характерга эга бузилишлари мавжудлигини кўрсатади ҳамда касаллик патогенезида транзитор қон-томир дисрегуляциясининг муҳим ўрин тутишини тасдиқлайди.

**Калит сўзлар:** мигрень, аура билан кечувчи мигрень, кўз туби, оптик когерент томография ангиографияси, тўр парда, микроциркуляция, вазоспазм.

### Иқтибос учун:

Мавлянова С.Р., Каримова М.Х., Мавлянова У.Ф., Мигрень хуружи вақтида кўз туби ҳолати ва тўр парда микроциркуляцияси кўрсаткичларининг динамик ўзгаришлари (клиник ҳолат тавсифи). Илғор офтальмология. 2026;17(2):104-107.

**Актуальность.** Несмотря на значительный прогресс в изучении патогенеза мигрени, механизмы развития сосудистых нарушений во время приступа остаются предметом дискуссии [1,2]. Исторически сосудистая теория мигрени рассматривала вазоконстрикцию как основной механизм формирования ауры с последующей вазодилатацией в фазу головной боли. Современные представления отводят ведущую роль кортикальной распространяющейся депрессии и активации тригеминоваскулярной системы, однако накопленные данные свидетельствуют о сохранении важного значения сосудистого компонента в развитии заболевания [1,3,4]. Сетчатка представляет собой уникальную структуру, позволяющую осуществлять прямую визуализацию микроциркуляторного русла центральной нервной системы in vivo. Результаты последних исследований [4,5], выполненных с использованием ОКТ-ангиографии, демонстрируют

снижение сосудистой плотности сетчатки и перипапиллярной области у пациентов с мигренью в межприступном периоде. Вместе с тем данные о состоянии гемодинамики сетчатки непосредственно во время приступа крайне ограничены и представлены единичными наблюдениями.

**Цель исследования.** Оценка динамики офтальмоскопических и ангиографических изменений глазного дна в различные фазы мигренозного приступа.

Описание клинического случая. Пациентка К., 32 лет, в течение десяти лет страдает эпизодической мигренью с типичной зрительной аурой. Частота приступов составляла от двух до трех эпизодов ежемесячно. Диагноз установлен в соответствии с критериями МКБ-10. Сопутствующая офтальмологическая, сердечно-сосудистая и системная патология отсутствовала. Острота зрения обоих глаз составляла 1,0 с коррекцией.



Рисунок 1. Фото глазного дна пациентки, снятые до, в момент и после приступа мигрени.

Первичное обследование выполнено вне приступа. При офтальмоскопии диск зрительного нерва имел бледно-розовую окраску и четкие границы. Калибр сосудов сетчатки соответствовал возрастной норме. Патологических изменений в макулярной области не выявлено (рис. 1А). По данным ОКТ-ангиографии плотность сосудистой сети поверхностного капиллярного сплетения составила 49,8%, глубокого капиллярного сплетения - 53,1%, площадь фовеальной аваскулярной зоны - 0,26 мм<sup>2</sup>, перипапиллярная сосудистая плотность - 54,2%.

Через тридцать семь дней после первичного обследования у пациентки развился типичный приступ мигрени, начавшийся со зрительной ауры в виде мерцающих зигзагообразных феноменов в правой половине поля зрения. Через двадцать минут после появления ауры возникла интенсивная левосторонняя пульсирующая головная боль, сопровождавшаяся фотофобией и тошнотой. Комплексное офтальмологическое обследование было выполнено через сорок пять минут после дебюта зрительных симптомов.

При офтальмоскопии определялось диффузное сужение артериол, наиболее выраженное в височных сосудистых аркадах. Артериовенозный коэффициент был снижен по сравнению с исходным уровнем. В парамакулярной области визуализировалось умеренное побледнение сетчатки. Геморрагии, твердые экссудаты, очаги ишемии и признаки отека диска зрительного нерва отсутствовали (рис. 1Б).

ОКТ-ангиография продемонстрировала выраженное снижение сосудистой плотности по сравнению с исходными показателями. Плотность поверхностного капиллярного сплетения уменьшилась до 42,6%, плотность глубокого капиллярного сплетения - до 46,3%. Площадь фовеальной аваскулярной зоны увеличилась до 0,39 мм<sup>2</sup>. Перипапиллярная сосудистая плотность снизилась до 47,5%. На

картах кровотока определялись локальные зоны гипоперфузии в макулярной области, отсутствовавшие при исходном обследовании.

Повторное исследование выполнено через двадцать четыре часа после полного регресса головной боли и зрительной симптоматики. При офтальмоскопии калибр артериол соответствовал исходным значениям. Признаки побледнения сетчатки отсутствовали (рис. 1В). По данным ОКТ-ангиографии плотность поверхностного капиллярного сплетения составила 48,5%, глубокого капиллярного сплетения - 52,0%, площадь фовеальной аваскулярной зоны уменьшилась до 0,28 мм<sup>2</sup>, перипапиллярная сосудистая плотность увеличилась до 53,1%.

**Обсуждение.** Представленное наблюдение демонстрирует наличие объективно регистрируемых изменений микроциркуляции сетчатки в острую фазу приступа мигрени. Наиболее значимыми находками явились преходящее сужение артериол, снижение сосудистой плотности в поверхностном и глубоком капиллярных сплетениях, а также увеличение площади фовеальной аваскулярной зоны. Динамический характер выявленных изменений и их последующее практически полное восстановление позволяют исключить структурное поражение сетчатки и свидетельствуют в пользу транзиторного нарушения перфузии. Полученные результаты согласуются с концепцией обратимого вазоспазма и нейроваскулярной дисрегуляции, лежащих в основе приступа мигрени. Особого внимания заслуживает уменьшение перипапиллярной сосудистой плотности в сочетании с изменениями макулярной микроциркуляции. Указанные находки свидетельствуют о вовлечении в патологический процесс не только ретинального, но и преламинарного сосудистого русла зрительного нерва.

**Заключение.** Офтальмоскопия и ОКТ-ангиография, выполненные в различные фазы

мигренозного приступа, продемонстрировали обратимые изменения гемодинамики сетчатки, характеризующиеся транзиторным сужением артериол сетчатки, снижением сосудистой

плотности капиллярных сплетений и увеличением площади фовеальной аваскулярной зоны.

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENS

1. Doyle E, Vote BJ, Casswell AG. Retinal migraine: caught in the act. *Br J Ophthalmol*. 2004 Feb;88(2):301-2. doi: 10.1136/bjo.2003.021808
2. Chaliha DR, Vaccarezza M, Charng J, Chen FK, Lim A, Drummond P, Takechi R, Lam V, Dhaliwal SS, Mamo JCL. Using optical coherence tomography and optical coherence tomography angiography to delineate neurovascular homeostasis in migraine: a review. *Front Neurosci*. 2024 Apr 15;18:1376282. doi: 10.3389/fnins.2024.1376282
3. Pang Y, Cao T, Zhang Q, Hu H, Wang Z, Nie J, Jin M, Chen G and Zhang X (2023) Retinal microvasculature features in patients with migraine: a systematic review and meta-analysis. *Front. Neurol.* 14:1187559. doi: 10.3389/fneur.2023.1187559
4. Chang MY, Phasukkijwatana N, Garrity S, Pineles SL, Rahimi M, Sarraf D, Johnston M, Charles A, Arnold AC. Foveal and Peripapillary Vascular Decrement in Migraine With Aura Demonstrated by Optical Coherence Tomography Angiography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017 Oct 1;58(12):5477-5484. doi: 10.1167/iovs.17-22477
5. Liu Z, Jie C, Wang J, Hou X, Zhang W, Wang J, Deng Y, Li Y. Retina and microvascular alterations in migraine: a systemic review and meta-analysis. *Front Neurol*. 2023 Sep 28;14:1241778. doi: 10.3389/fneur.2023.1241778

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с содержанием настоящей статьи.

#### Участие авторов

Каримова М.Х. - концепцию и дизайн исследования; внесение в рукопись важных правок с целью повышения научной ценности статьи; одобрение финальной версии рукописи

Мавлянова У.Ф. и Мавлянова С.Р. - получение, анализ данных и интерпретация результатов, написание статьи.

Все авторы одобрили финальную версию статьи перед публикацией, выразили согласие нести ответственность за все аспекты работы, подразумевающую надлежащее изучение и решение вопросов, связанных с точностью или добросовестностью любой части работы.





<https://ao.scinnovations.uz>