

Международный научно-практический журнал

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

В

Восточная

Европа

2024, том 14, № 4

Ophthalmology Eastern Europe

International Scientific Journal

2024 Volume 14 Number 4

В поле зрения



Каменецкая башня (вежа). Каменец, Беларусь

Уникальный памятник второй половины XIII века в романском стиле с элементами ранней готики. Была построена в 1276–1288 гг., и долгие годы своего существования ее стены отражали набеги крестоносцев, монголо-татар, польских и литовских князей.

После XVII века вежа утратила свое оборонительное значение и местные жители пытались разобрать ее на кирпичи.

Однако и тогда башня устояла, ибо за сотни лет кладка настолько отвердела, что превратилась в цельный камень.

ISSN 2226-0803 (print)

ISSN 2414-3642 (online)



9 772226 080005



ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ  
ИЗДАНИЯ

Alcon

# ЛИНЗЫ КОТОРЫЕ НЕ ЧУВСТВУЕШЬ ДАЖЕ НА 30 ДЕНЬ<sup>1</sup>



**ПЕРВЫЕ И ЕДИНСТВЕННЫЕ  
ВОДОГРАДИЕНТНЫЕ ЛИНЗЫ  
ЕЖЕМЕСЯЧНОЙ ЗАМЕНЫ<sup>3</sup>**



УЗНАЙТЕ БОЛЬШЕ  
НА MOIGLAZA.RU



~ 100 %-Е  
ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕ  
НА ПОВЕРХНОСТИ ЛИНЗЫ<sup>2</sup>



ЗАЩИТА  
ОТ БАКТЕРИЙ,  
БЕЛКОВ, ЛИПИДОВ<sup>3</sup>



ЗАЩИТА ГЛАЗ  
ОТ УЛЬТРАФИОЛЕТА  
И СИНЕГО СВЕТА<sup>4,5</sup>

КЛУБ ПРОФЕССИОНАЛОВ



Моиг глаза

**ВСТУПАЙТЕ В КЛУБ  
ПРОФЕССИОНАЛОВ «МОИГЛАЗА»**

Вебинары от экспертов, онлайн-тренинги,  
обзоры научных публикаций, записи конференций



1. 8 из 10 пользователей согласились с утверждением «Эти линзы настолько комфортны, что я их не чувствую» на 30-й день ношения линз. Данные исследования «Алкон», 2020.  
2. Водогриадентный материал с влажосодержанием внутри линзы 55 %, на поверхности >99.5 %. Данные исследования «Алкон», 2020. 3. Shi X, Cantu-Crouch D, Sharma V, et al. Surface characterization of a silicone hydrogel contact lens having bioinspired 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine polymer layer in hydrated state [published online ahead of print, 2020 Dec 21]. Colloids Surf B Biointerfaces. 2020, 199:111539. 4. Блокируют 34 % лучей синне-фиолетовой части спектра. Данные исследования «Алкон», 2020. 5. Контактные линзы с УФ-фильтром НЕ являются полноценной заменой солнцезащитных очков с УФ-фильтром, так как не полностью закрывают глаз и зону вокруг глаза.  
BY-T30-2400006. Регистрационное Удостоверение ИМ-7.115956 бессрочно. Уполномоченный представитель производителя на территории Российской Федерации / импортер / организация, принимающая претензии на территории Республики Беларусь: ООО «Алкон Фармацевтика». Россия, Москва, Ленинградский пр-т, д. 72, корп. 3. тел. +7 (495) 961-1333.




ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ. ИЗДЕЛИЯ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ. РЕКЛАМА. ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ И НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ.

*Видеть  
как прекрасен мир*

# ТРАВАПРЕСС ПЛЮС

(Travoprost+Timolol)



-  **Фиксированная комбинация  
Травопрост+ Тимолол  
для комфортной терапии глаукомы**
-  **Не содержит консервант  
бензалкония хлорид**
-  **Флакон содержит достаточное  
количество капель для лечения  
обоих глаз в течение 4 недель**

лекФарм®

ROMPHARM S.A.

## ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ.

**Производитель: КО «S.C. Rompharm Company S.R.L.» (Румыния) / СООО «Лекфарм», Республика Беларусь**

Информация носит рекламный характер. Имеются медицинские противопоказания и нежелательные реакции. Применение в период беременности и лактации не рекомендуется.

Ознакомьтесь с полной инструкцией по применению лекарственного препарата на сайте <https://rceth.by>

# МЕКСИДОЛ®

этилметилгидроксипиридина сукцинат



**БЕЗ РЕЦЕПТА**



## МЕКСИДОЛ® ФОРТЕ 250

**БЕРЕЖНАЯ РЕСТАВРАЦИЯ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ**

[www.mexidol.ru](http://www.mexidol.ru)

**Оригинальный (референтный) препарат<sup>1</sup>**

**Мультиmodalность клинических эффектов<sup>2-3</sup>:**

- Ноотропное, антиамнестическое действие (улучшение памяти и внимания)
- Противотревожное действие
- Вегетостабилизирующее действие

**Препарат выбора среди неврологов и терапевтов<sup>4</sup>**

**Высокая эффективность у пациентов с ЦВЗ\*, доказанная в РКИ\*\*<sup>6-7</sup>**

**Высокий профиль безопасности, доказанный в РКИ\*\*<sup>6-7</sup>**

**Присутствие в Клинических рекомендациях и Стандартах оказания медицинской помощи пациентам с ЦВЗ\*\*<sup>8</sup>**

**Мексидол®. Опыт клинического применения более 25 лет\*<sup>5</sup>**

\*ЦВЗ – цереброваскулярные заболевания \*\*РКИ – рандомизированные клинические исследования

<sup>1</sup>Федеральный закон №61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств» от 12.04.2010, письмо №7375 ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России от 08.05.2018, письмо №8795 ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России от 30.05.2018, письмо №7358 ФГБУ «НЦЭСМП» Минздрава России от 07.04.2020. <sup>2</sup>Общая характеристика лекарственного препарата Мексидол® ФОРТЕ 250, таблетки, покрытые пленочной оболочкой, 250 мг ЛП №(000066)-(РГ-РУ)-030620; Общая характеристика лекарственного препарата Мексидол® раствор для внутривенного и внутримышечного введения, 50 мг/мл ЛП №(000107)-(РГ-РУ)-291220; Общая характеристика лекарственного препарата Мексидол® таблетки, покрытые пленочной оболочкой, 125 мг ЛП №(000086)-(РГ-РУ)-301020. <sup>3</sup>Ворожича Т.А. Мексидол: спектр фармакологических эффектов. Журнал неврологии и психиатрии. 2012;12:86-90. <sup>4</sup>Ipsos, Rfindex. «Мониторинг назначений ЛП», 2 кв. 2020, назначения неврологов и терапевтов. В ОЛС препаратов группы ноотропных. <sup>5</sup>Приказ МЗ РФ «О разрешении медицинского применения» №432 от 31.12.1996. <sup>6</sup>Столоская Л.В., Шамалов Н.А., Хасанова Д.Р., Мельникова Е.В. с соавт. Результаты рандомизированного двойного слепого мультицентрового плацебо-контролируемого в параллельных группах исследования эффективности и безопасности мексидола при длительной послоразовой терапии у пациентов в остром и раннем восстановительном периоде полупарализованного ишемического инсульта (ЭПИКА). Журнал неврологии и психиатрии. 2017;3(2):55-65. <sup>7</sup>Федин А.И., Захаров В.В., Тнашян М.М., Чуанова Е.И., Маджидова Е.Н., Щелканов П.А., Остроумова О.Д. Результаты международного мультицентрового рандомизированного двойного слепого плацебо-контролируемого исследования оценки эффективности и безопасности послоразовой терапии пациентов с хронической ишемией мозга препаратами Мексидол и Мексидол ФОРТЕ 250 (исследование MEMO). Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2021;121(11):7-16. <sup>8</sup>Министерство здравоохранения Российской Федерации. <https://doi.org/10.17116/jnevro.2021121117>. <https://cr.minzdrav.gov.ru/> и <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/stranitsa-983/2-standarty-sposializirovannoy-meditsinskoy-pomoschi-na-datu-obrascheniya-07.06.2022>.

Информация предназначена для специалистов здравоохранения. Перед назначением ознакомьтесь с инструкцией по медицинскому применению. ООО «Векторфарм», 109544, Москва, Бульвар Энтузиастов, д. 2, этаж 16, комната 31, тел: +7 (495) 626-47-50.

## ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ.

Реклама. Имеются противопоказания и нежелательные реакции.

Противопоказан во время беременности и в период грудного вскармливания.

ООО «ВЕКТОРФАРМ»  
дистрибьютор лекарственных препаратов  
ООО «НПК «ФАРМАСОФТ»

ФАРМАСОФТ



Международный научно-практический журнал

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

Восточная Европа

International scientific journal

## Ophthalmology Eastern Europe

OFTALMOLOGIJA VOSTOCHNAJA EVROPA

glaz.recipe.by

2024 том 14 № 4

2024 Volume 14 Number 4

Основан в 2011 г.

Founded in 2011

### Беларусь

#### Журнал зарегистрирован

Министерством информации Республики Беларусь 25 ноября 2011 г.  
Регистрационное свидетельство № 372

#### Учредитель:

УП «Профессиональные издания»

#### Редакция:

Директор Л.А. Евтушенко

Выпускающий редактор Ю.В. Дроздов

Руководитель службы рекламы и маркетинга М.А. Коваль

Технический редактор С.В. Каулькин

#### Адрес:

220035, Республика Беларусь, г. Минск,  
ул. Тимирязева, 67, офис 1103, п/я 5  
Тел.: +375 17 322-16-59, 322-16-76  
e-mail: glaz@recipe.by

#### Подписка

В каталоге РУП «Белпочта» (Беларусь): индивидуальный индекс – 01293; ведомственный индекс – 012932

В электронных каталогах на сайтах агентств:  
ООО «Прессинформ», ООО «Криэтив Сервис Бэнд», ООО  
«Екатеринбург-ОПТ», ООО «Глобалпресс»

Электронная версия журнала доступна на сайте glaz.recipe.by, в  
Научной электронной библиотеке eLibrary.ru, в базе данных East  
View, в электронной библиотечной системе IPRbooks

По вопросам приобретения журнала обращайтесь в редакцию  
Журнал выходит 1 раз в 3 месяца  
Цена свободная

Подписано в печать: 22.11.2024

Формат 70x100<sup>1/16</sup>

Печать офсетная

Тираж 800 экз.

Заказ № .....

#### Отпечатано в типографии

Производственное дочернее унитарное предприятие

«Типография Федерации профсоюзов Беларуси».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,

изготовителя, распространителя печатных изданий

№2/18 от 26.11.2013.

пл. Свободы, 23-94, г. Минск. ЛП №02330/54 от 12.08.2013.

#### © «Офтальмология Восточная Европа»

Авторские права защищены. Любое воспроизведение материалов  
издания возможно только с письменного  
разрешения редакции с обязательной ссылкой на источник.

© УП «Профессиональные издания», 2024

© Оформление и дизайн УП «Профессиональные издания», 2024

### Belarus

The journal is registered by the Ministry of information  
of the Republic of Belarus November 25, 2011  
Registration certificate № 372

#### Founder:

UE Professional Editions

#### Editorial office:

Director Evtushenko L.

Commissioning editor Drozdov Yu.

Head of advertising and marketing Koval M.

Technical editor Kaulkin S.

#### Address:

67 Timiryazev st., office 1103, Minsk,  
220035, Republic of Belarus, P.O. box 5  
Phones: +375 17 322-16-59, 322-16-76  
e-mail: glaz@recipe.by

#### Subscription

In the catalogue of the Republican Unitary Enterprise "Belposhta":  
individual index – 01293; departmental index – 012932

In the electronic catalogs on web-sites of agencies: LLC "Pressinform",  
LLC "Kriektiv Servis Bend", LLC "Ekaterinburg-OPT", LLC "Globalpress"

The electronic version of the journal is available on glaz.recipe.by, on the  
Scientific electronic library eLibrary.ru, in the East View database, in the  
electronic library system IPRbooks

Concerning acquisition of the journal address to the editorial office  
The frequency of the journal is 1 time in 3 months  
The price is not fixed

Sent for the press 22.11.2024

Format 70x100<sup>1/16</sup>

Litho

Circulation is 800 copies

Order №

#### Printed in printing house

© «Ophthalmology Eastern Europe»

Copyright is protected. Any reproduction of materials of the edition  
is possible only with an obligatory reference to the source.

© UE «Professional Editions», 2024

© Design and decor of UE «Professional Editions», 2024

## Беларусь

**Главный редактор** – Позняк Николай Иванович, д.м.н., проф., научный руководитель Центра микрохирургии глаза «Voka» (Минск, Беларусь)

**Научный редактор** – Марченко Людмила Николаевна, д.м.н., проф., Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)

### Редакционный совет:

Волотовский И.Д., д.б.н., проф., академик НАН Беларуси, Национальная академия наук Беларуси (Минск, Беларусь)

Гусева М.Р., д.м.н., проф., Российский государственный медицинский университет (Москва, Россия)

Дравица Л.В., к.м.н., доц., Гомельский государственный медицинский университет (Гомель, Беларусь)

Иванова В.Ф., к.м.н., доц., Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)

Ильина С.Н., к.м.н., доц., Гродненский государственный медицинский институт (Гродно, Беларусь)

Имшенецкая Т.А., д.м.н., проф., Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск, Беларусь)

Королькова Н.К., к.м.н., доц., Витебский государственный медицинский институт (Витебск, Беларусь)

Красильникова В.Л., проф., д.м.н., Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск, Беларусь)

Малиновский Г.Ф., проф., д.м.н., Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

здравоохранения УО «Белорусский государственный медицинский университет» (Минск, Беларусь)

Семак Г.Р., к.м.н., доц., Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)

Сидоренко Е.И., д.м.н., проф., Российский национальный исследовательский медицинский университет

им. Н.И. Пирогова (Москва, Россия)

Туйчибаева Д.М., д.м.н., доц., Ташкентский

государственный стоматологический институт (Ташкент, Узбекистан)

Чекина А.Ю., к.м.н., доц., Белорусский государственный медицинский университет (Минск, Беларусь)

## Россия

**Главный редактор** – Бржеский Владимир Всеволодович, д.м.н., проф., Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (Санкт-Петербург)

### Редакционный совет:

Бобыкин Е.В., д.м.н., Уральский государственный медицинский университет (Екатеринбург)

Голубев С.Ю., секретарь, к.м.н., «Институт медико-биологических проблем» РАН (Москва)

Коскин С.А., д.м.н., Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (Санкт-Петербург)

Майчук Д.Ю., д.м.н., МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (Москва)

Милюдин Е.С., д.м.н., Самарский государственный медицинский университет (Самара)

Николаенко В.П., зам. главного редактора, д.м.н., Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург)

Страхов В.В., д.м.н., Ярославский государственный медицинский университет (Ярославль)

Янченко С.В., д.м.н., Кубанский государственный медицинский университет (Краснодар)

### Рецензируемое издание

Журнал включен в международные базы Scopus, Ulrich's Periodicals Directory, EBSCO, РИНЦ, CNKI.

Входит в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований. Решение коллегии ВАК от 10.12.2009 (протокол №23/8).

Ответственность за точность приведенных фактов, цитат, собственных имен и прочих сведений, а также за разглашение закрытой информации несут авторы.

Редакция может публиковать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точки зрения автора.

Ответственность за содержание рекламных материалов и публикаций с пометкой «На правах рекламы» несут рекламодатели.

Международный научно-практический журнал

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

Восточная Европа

International scientific journal

## Ophthalmology Eastern Europe

OFTALMOLOGIJA VOSTOCHNAJA EVROPA

glaz.recipe-russia.ru

2024 том 14 № 4

2024 Volume 14 Number 4

Основан в 2011 г.

Founded in 2011

### Россия

#### Журнал зарегистрирован

Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)  
Свидетельство ПИ № ФС77-86183 от 19 октября 2023 г.

#### Учредитель и издатель

ООО «Вилин – Профессиональные издания»

#### Редакция:

Директор А.В. Сакмаров

Главный редактор В.В. Бржецкий

#### Адрес редакции и издателя:

214522, Смоленская обл., Смоленский р-н,  
с.п. Катynское, п. Авторемзавод, д. 1А, пом. 413  
Тел.: +7 4812 51-59-23  
e-mail: glaz@recipe.by

#### Подписка

В электронных каталогах на сайтах агентств: ООО «Прессинформ»,  
ООО «Кризитив Сервис Бэнд», ООО «Екатеринбург-ОПТ», ООО  
«Глобалпресс»

Электронная версия журнала доступна на сайте glaz.recipe-russia.ru, в Научной электронной библиотеке eLibrary.ru, в базе данных East View, в электронной библиотечной системе IPRbooks

Подписано в печать: 22.11.2024

Дата выхода в свет: 02.12.2024

Формат 70x100 1/16

Печать офсетная

Тираж 3000 экз.

Заказ № .....

16+

#### Отпечатано в типографии

Производственное дочернее унитарное предприятие  
«Типография Федерации профсоюзов Беларуси».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№2/18 от 26.11.2013.  
пл. Свободы, 23-94, г. Минск. ЛП №02330/54 от 12.08.2013.

Журнал выходит 1 раз в 3 месяца

Цена свободная

### Russia

#### The journal is registered by the Federal Service for Supervision

of Communications, Information Technology, and Mass Media  
(Roskomnadzor) October 19, 2023  
Certificate ПИ № ФС77-86183

#### Founder and Publisher

LLC "Vilin – Professional Editions"

#### Editorial office:

Director A. Sakmarov

Editor-in-Chief V. Brzheskij

#### Editorial and publisher address:

214522, Smolensk region, Smolensk district,  
rural settlement Katynskoye, Avtozemzavod village, 1A, office 413  
phone: +7 4812 51-59-23  
e-mail: glaz@recipe.by

#### Subscription

In the electronic catalogs on web-sites of agencies:  
LLC "Pressinform", LLC «Kriektiv Servis Bend», LLC «Ekaterinburg-OPT», LLC  
"Globalpress"

The electronic version of the journal is available on glaz.recipe-russia.ru, on the Scientific electronic library eLibrary.ru, in the East View database, in the electronic library system IPRbooks

Sent for the press 22.11.2024

Release date: 02.12.2024

Format 70x100 1/16

Litho

Circulation is 3000 copies

Order №

16+

#### Printed in printing house

Производственное дочернее унитарное предприятие  
«Типография Федерации профсоюзов Беларуси».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№2/18 от 26.11.2013.  
пл. Свободы, 23-94, г. Минск. ЛП №02330/54 от 12.08.2013.

The frequency of the journal is 1 time in 3 months

The price is not fixed

#### © «Офтальмология Восточная Европа»

Авторские права защищены.

Любое воспроизведение материалов издания возможно только с обязательной ссылкой на источник.

© ООО «Вилин – Профессиональные издания», 2024

#### © "Ophthalmology Eastern Europe"

Copyright is protected. Any reproduction of materials of the edition is possible only with an obligatory reference to the source.

© LLC Vilin – Professional Editions, 2024

## Belarus

**Editor-in-chief** – Nikolay I. Pozniak, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Director of the Eye Microsurgery Center "Voka" (Minsk, Belarus)

**Scientific editor** – Ludmila N. Marchenko, Doctor of Medical Sciences, Professor, Belarusian State Medical University (Minsk, Belarus)

### Editorial council:

Chekina A., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Belarusian State Medical University (Minsk, Belarus)

Dravitsa L., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Gomel State Medical University (Gomel, Belarus)

Ivanova V., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Belarusian State Medical University (Minsk, Belarus)

Guseva M., Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian State Medical University (Moscow, Russia)

Iliina S., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Grodno State Medical Institute (Grodno, Belarus)

Imshenetskaia T., Doctor of Medical Sciences, Professor, Institute for advanced training and Retraining of healthcare Personnel of the El "Belarusian State Medical University" (Minsk, Belarus)

Korolkova N., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University (Vitebsk, Belarus)

Krasilnikova V., Doctor of Medical Sciences, Professor, Institute for advanced training and Retraining of healthcare Personnel of the El "Belarusian State Medical University" (Minsk, Belarus)

Malinovsky G., Doctor of Medical Sciences, Professor, Institute for advanced training and Retraining of healthcare Personnel of the El "Belarusian State Medical University" (Minsk, Belarus)

Semak G., Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Belarusian State Medical University (Minsk, Belarus)

Sidorenko E., Doctor of Medical Sciences, Professor, Pirogov Russian National Research Medical University (Moscow, Russia)

Tuychibaeva D., PhD, Professor, Tashkent State Dental Institute (Tashkent, Uzbekistan)

Volotovskiy I., PhD of Biology, Professor, Member of the NAS of Belarus, National Academy of Sciences of the Republic of Belarus (Minsk, Belarus)

## Russia

**Editor-in-chief** – Vladimir V. Brzheshkij, Doctor of Medical Sciences, Professor, St. Petersburg State Pediatric Medical University (St. Petersburg)

### Editorial council:

Bobykin E., Doctor of Medical Sciences, Ural State Medical University (Ekaterinburg)

Sergey Yu. Golubev, Secretary, Candidate of Medical Sciences, Institute of Medical and Biological Problems of RAS (Moscow)

Sergey A. Koskin, Doctor of Medical Sciences, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (St. Petersburg)

Dmitry D. Majchuk, Doctor of Medical Sciences, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution (Moscow)

Evgeny S. Miludin, Doctor of Medical Sciences, Samara State Medical University (Samara)

Vadim P. Nikolaenko, Deputy Editor-in-Chief, Doctor of Medical Sciences, St. Petersburg State University (St. Petersburg)

Vladimir V. Strahov, Doctor of Medical Sciences, Yaroslavl State Medical University (Yaroslavl)

Sergey V. Yanchenko, Doctor of Medical Sciences, Kuban State Medical University (Krasnodar)

### Peer-reviewed edition

The journal is included in the international databases of Scopus, Ulrich's Periodicals Directory, EBSCO, RSCI, CNKI.

The journal is included into a List of scientific publications of the Republic of Belarus for the publication of the results of the dissertation research (HCC board decision of 10.12.2009, protocol No. 23/8).

Responsibility for the accuracy of the given facts, quotes, own names and other data, and also for disclosure of the classified information authors bear.

Editorial staff can publish articles as discussion, without sharing the point of view of the author.

Responsibility for the content of advertising materials and publications with the mark "On the Rights of Advertising" are advertisers.



## Оригинальные исследования

*Бобрышев В.А., Бржеский В.В.,  
Заславский Д.В.*

Частота развития и оценка  
динамики изменений признаков  
синдрома «сухого глаза»  
у детей с некоторыми видами  
хронических дерматозов на фоне  
дерматологической терапии ..... 435

*Юсупов А.Ф., Ходжаев Д.Х.*

Сравнительный анализ методов  
реконструкции костных тканей  
орбиты и средней зоны лица  
в зависимости от объема  
посттравматической деформации ..... 449

*Медведева Л.М., Королькова Н.К.,  
Яроцкая Н.Н.*

Содержание некоторых ростовых  
факторов и биологически активных  
веществ в сыворотке крови  
пациентов с возрастной макулярной  
дегенерацией ..... 463

*Фарзиева М.С.*

Результаты хирургического  
лечения пациентов с инфантильной  
эзотропией глаз ..... 472

*Гулямова М.Д., Икрамов О.И., Джураев Н.А.*

Диагностическая ценность  
различных методов диагностики  
открытой травмы глаза,  
осложненной наличием  
внутриглазного инородного тела ..... 480

*Островский А.М.*

Клинико-функциональная  
характеристика органа зрения  
у работников химической  
промышленности. Часть I.  
Состояние переднего отрезка глаза ..... 487

*Исмаилов Г.М.*

Демографическая и клиническая  
характеристика пациентов  
с регматогенной отслойкой сетчатки  
и исход лечения ..... 498

*Мэтью Дж.*

Водоградиентные контактные линзы  
плановой замены TOTAL30®  
с технологией Celligent® ..... 505

## Клинический случай

*Юсеф Н.Ю., Антонов А.А.,  
Школяренко Н.Ю., Рафаелян А.А.*

Первичное закрытие угла  
в сочетании с высокой  
индивидуальной нормой  
внутриглазного давления  
(клинический случай) ..... 514

## Обзоры

*Кумыкова Д.А., Бржеский В.В.,  
Ефимова Е.Л.*

Современные возможности  
хирургической невротизации  
роговицы. Обзор литературы ..... 524

*Жуматаева А.Б., Шустеров Ю.А.,  
Прилуцкая М.В., Жуматай А.Б.,  
Жагипарова Ж.А.*

Обзор влияния психоактивных  
веществ на зрительный аппарат ..... 538

*Губжожкова Д.М., Плюхова А.А.,  
Юсеф Н.Ю., Петрачков Д.В.*

Возможности использования  
интраокулярной коррекции  
со сложной оптикой у пациентов  
с эпимакулярным фиброзом ..... 548

**Original Research**

*Bobryshev V., Brzheskiy V., Zaslavsky D.*  
 Frequency of Development  
 and Evaluation of the Dynamics  
 of Changes in the Signs of Dry Eye  
 Syndrome in Children with Some  
 Types of Chronic Dermatoses  
 on the Basis of Dermatologic Therapy ..... 436

*Azamat F. Yusupov,  
 Dilshodkhuzha Kh. Khodzhaev*  
 Comparative Analysis of Methods  
 for Reconstruction of Bone Tissue  
 of the Orbit and Middle Facial Zone  
 Depending on the Amount  
 of Post-Traumatic Deformity ..... 450

*Miadzvedzeva L., Korolkova N., Yarotskaya N.*  
 The Content of Some Growth Factors  
 and Biologically Active Substances  
 in the Blood Serum of Patients  
 with Age-Related Macular  
 Degeneration ..... 464

*Farziyeva M.*  
 Results of Surgical Treatment  
 of Patients with Infantile Esotropia  
 of the Eyes ..... 473

*Gulyamova M., Ikramov O., Djuraev N.*  
 Diagnostic Value of Various Methods  
 for Diagnosing Open Globe Injury  
 Complicated by the Presence  
 of an Intraocular Foreign Body ..... 481

*Ostrovsky A.*  
 Clinical and Functional Characteristics  
 of the Organ of Vision in Workers  
 of Chemical Industry. Part I.  
 The Condition of the Anterior Segment  
 of the Eye ..... 488

*Gurban M. Ismayilov*  
 Demographic and Clinical  
 Characteristics of Patients  
 with Rhegmatogenous Retinal  
 Detachment and Results  
 of Treatments ..... 499

*Jessica Mathew*  
 TOTAL30® Contact Lenses  
 with Water Gradient and Celligent®  
 Technologies ..... 505

**Clinical Case**

*Yusef N., Antonov A., Shkolyarenko N.,  
 Rafaelyan A.*  
 Primary Angle Closure Combined  
 with High Individual Norm  
 of Intraocular Pressure (Clinical Case) ..... 515

**Reviews**

*Kumykova D., Brzheskiy V., Efimova E.*  
 Modern Possibilities of Corneal  
 Neurotization Surgery.  
 Literature Review ..... 525

*Zhumatayeva A., Shusterov Yu.,  
 Prilutskaya M., Zhumatay A.,  
 Zhagiparova Zh.*  
 A Review of the Influence  
 of Psychoactive Substances  
 on the Visual Apparatus ..... 537

*Gubzhokova D., Plyukhova A., Yussef. N.,  
 Petrachkov D.*  
 Possibilities of Using Intraocular  
 Correction with Complex Optics  
 in Patients with Epimacular  
 Fibrosis ..... 549



<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.4.013>



Бобрышев В.А. ✉, Бржеский В.В., Заславский Д.В.  
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет,  
Санкт-Петербург, Россия

## Частота развития и оценка динамики изменений признаков синдрома «сухого глаза» у детей с некоторыми видами хронических дерматозов на фоне дерматологической терапии

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** сбор материала, анализ, обработка, написание текста – Бобрышев В.А.; концепция и дизайн исследования, редактирование, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования – Бржеский В.В.; концепция и дизайн исследования, консультирование и редактирование текста статьи – Заславский Д.В.

Подана: 30.10.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: vsevolod753@mail.ru

### Резюме

С целью исследования частоты возникновения и особенностей клинического течения синдрома «сухого глаза» (ССГ) у детей различного возраста с некоторыми видами хронических дерматозов обследованы 90 пациентов в возрасте от 4 до 17 лет. Критериями их включения в исследование являлись наличие верифицированного диагноза атопического дерматита (в стадии обострения) (65 детей) или ихтиоза (вульгарного и врожденного) (25 детей). Из них 15 детей с атопическим дерматитом и 5 с ихтиозом были обследованы повторно после проведения курса дерматологического лечения. У всех пациентов оценивали выраженность субъективного дискомфорта, состояние глазной поверхности, продукцию и стабильность прероговичной слезной пленки. Полученные результаты свидетельствуют о наличии клинико-функциональных признаков ССГ (преимущественно на почве дисфункции мейбомиевых желез) у 80 (60,6%) детей с атопическим дерматитом и у 26 (52,0%) с ихтиозом. При этом у детей с исследованными видами хронических дерматозов ССГ протекал преимущественно в легкой и среднетяжелой формах. На фоне проведенной дерматологической терапии зафиксировано снижение выраженности некоторых признаков ССГ. Целесообразно продолжение обследования пациентов с хроническими дерматозами на предмет подбора комбинированного (дерматологического и офтальмологического) типа лечения дисфункции мейбомиевых желез и связанного с ней ССГ.

**Ключевые слова:** синдром «сухого глаза», дисфункция мейбомиевых желез, хронические дерматозы, атопический дерматит, ихтиоз

Bobryshev V. ✉, Brzheskiy V., Zaslavsky D.

St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

## Frequency of Development and Evaluation of the Dynamics of Changes in the Signs of Dry Eye Syndrome in Children with Some Types of Chronic Dermatoses on the Basis of Dermatologic Therapy

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** collecting material, analyzing, processing, writing text – Bobryshev V.; concept and design of the study, editing, final approval of the version for publication – Brzheskiy V.; concept and design of the study, consulting and editing text – Zaslavsky D.

Submitted: 30.10.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: vsevolod753@mail.ru

### Abstract

---

In order to investigate the frequency of occurrence and peculiarities of clinical course of dry eye syndrome (DES) in children of different ages with some types of chronic dermatoses, 90 patients aged from 4 to 17 years were examined. The criteria for their inclusion in the study were the presence of a verified diagnosis of atopic dermatitis (in the acute stage) (65 children) or ichthyosis (vulgar and congenital) (25 children). Of these, 15 children with atopic dermatitis and 5 with ichthyosis were examined again after a course of dermatologic treatment. The severity of subjective discomfort, the condition of the ocular surface, and the production and stability of the pre-corneal tear film were evaluated in all of them. The obtained results indicate the presence of clinical and functional signs of DED (mainly based on meibomian gland dysfunction) in 80 (60.6%) children with atopic dermatitis and in 26 (52.0%) children with ichthyosis. At the same time, children with the studied types of chronic dermatoses had predominantly mild and moderately severe forms of DES. Against the course of dermatologic therapy, a decrease in the severity of some signs of DES was registered. It is advisable to continue the examination of patients with chronic dermatoses for the selection of combined (dermatologic and ophthalmologic) type of treatment of meibomian gland dysfunction and associated dry eye syndrome.

**Keywords:** dry eye syndrome, dysfunction of the meibomian glands, chronic dermatoses, atopic dermatitis, ichthyosis

---

### ■ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время диагностика и лечение синдрома «сухого глаза» (ССГ) остаются одной из наиболее актуальных и практически значимых проблем современной офтальмологии [1–5]. Сегодня до 12% пациентов офтальмологического профиля в возрасте до 40 лет и свыше 67% пациентов старше 50 лет страдают этим заболеванием [2].

Известно, что клинические проявления роговично-конъюнктивального ксероза нередко сопровождаются не только выраженным субъективным дискомфортом, но



и развитием необратимых морфологических изменений конъюнктивы и главным образом роговицы. Все эти изменения имеют клинические проявления: от минимальных дистрофических трансформаций эпителия до глубокого деструктивного процесса – прогрессирующей язвы роговицы или даже кератомалации [6, 7].

Исследования разных авторов и наша клиническая практика убедительно демонстрируют, что значимость этой патологии одинакова практически для всех возрастных категорий пациентов, в том числе для детей [8].

Согласно определению Международной рабочей группы DEWS-II (Dry Eye Work Shop) (2017), ССГ представляет собой многофакторное заболевание глазной поверхности, характеризующееся нарушением гомеостаза слезной пленки и сопровождающееся глазными симптомами на почве нестабильности слезной пленки, гиперосмолярности, воспаления, повреждения глазной поверхности и нейросенсорных нарушений [9].

Как известно, в развитии ССГ участвует ряд различных причин. Одной из существенных является повышение испаряемости слезы, которое вызывает дефицит влаги в конъюнктивальной полости и нарушение стабильности прероговочной слезной пленки. При этом удельный вес повышенной испаряемости слезной пленки в патогенезе ССГ существенно превышает значимость первичного снижения слезопродукции [10].

В свою очередь, основной причиной избыточной испаряемости слезной пленки становится дисфункция мейбомиевых желез (ДМЖ), представляющая собой их хроническую диффузную патологию, которая характеризуется закупоркой выводных протоков желез и/или качественными либо количественными изменениями их секреции [2, 11].

Известно, что ДМЖ может приводить к нарушению стабильности слезной пленки, симптомам раздражения глаз, развитию воспалительного процесса и патологии тканей глазной поверхности [10]. При этом в настоящее время ДМЖ составляет 62–67% в структуре всех причин ССГ [12].

Среди многочисленных причин ДМЖ существенное значение имеет патология сальных желез кожи, имеющих общее эволюционное происхождение с мейбомиевыми железами [13, 14]. В данном аспекте заслуживают внимания заболевания кожи, связанные с нарушением кератинизации, которые сегодня являются наиболее распространенной группой генодерматозов, занимающей первое место в структуре наследственных заболеваний кожи [15].

Из таких заболеваний чаще всего встречаются атопический дерматит и ихтиозы. Как известно, атопический дерматит представляет собой мультифакторное воспалительное заболевание кожи, характеризующееся зудом, хроническим рецидивирующим течением и возрастными особенностями локализации и морфологии очагов поражения. Занимает от 20% до 40% в структуре кожных заболеваний, встречается во всех странах у лиц обоих полов [16]. Причем показатели распространенности и заболеваемости атопическим дерматитом остаются традиционно высокими и у детей: в возрасте от 0 до 14 лет в 2020 г. его распространенность достигла 1424 человек на 100 тыс. населения, а заболеваемость – 660 на 100 тыс. населения соответствующего возраста (в 2019 г. – 1614 и 766 соответственно). В группе детей 15–17 лет широкая распространенность атопического дерматита также сохраняется, составляя 1021 случай на 100 тыс. детей соответствующего возраста [17].

Ихтиозы (от греч. *ichthys* – «рыба») – группа наследственных заболеваний кожи, характеризующихся генерализованным нарушением кератинизации по типу гиперкератоза. При всех формах ихтиозов отмечается барьерная дисфункция, включающая повышенную трансэпидермальную потерю воды и снижение влагоудерживающей способности кожи [15].

Вульгарный ихтиоз (*ichthyosis vulgaris*) – наиболее частая форма ихтиоза, заболеваемость вульгарным ихтиозом составляет 1 случай на 250–1000 человек.

Вместе с тем представляет интерес поиск ассоциативной связи между различными дерматозами у детей с ДМЖ и ССГ. При этом более отчетливо такие связи могут быть выявлены при отсутствии прочих многочисленных факторов риска развития ДМЖ и/или ССГ.

Кроме того, вызывает интерес и оценка динамики изменений ДМЖ и ксероза глазной поверхности при проведении местного и системного дерматологического лечения у пациентов с хроническими дерматозами. По этой причине наше внимание привлекли пациенты детского возраста, страдающие атопическим дерматитом и ихтиозом.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить частоту возникновения и особенности клинического течения ССГ и ДМЖ у детей с некоторыми видами хронических дерматозов.

Представлялось целесообразным также изучить динамику параметров, характеризующих выраженность ДМЖ и ССГ, на фоне терапии атопического дерматита (в стадии обострения) и ихтиоза (врожденного и вульгарного), назначенной дерматологом.

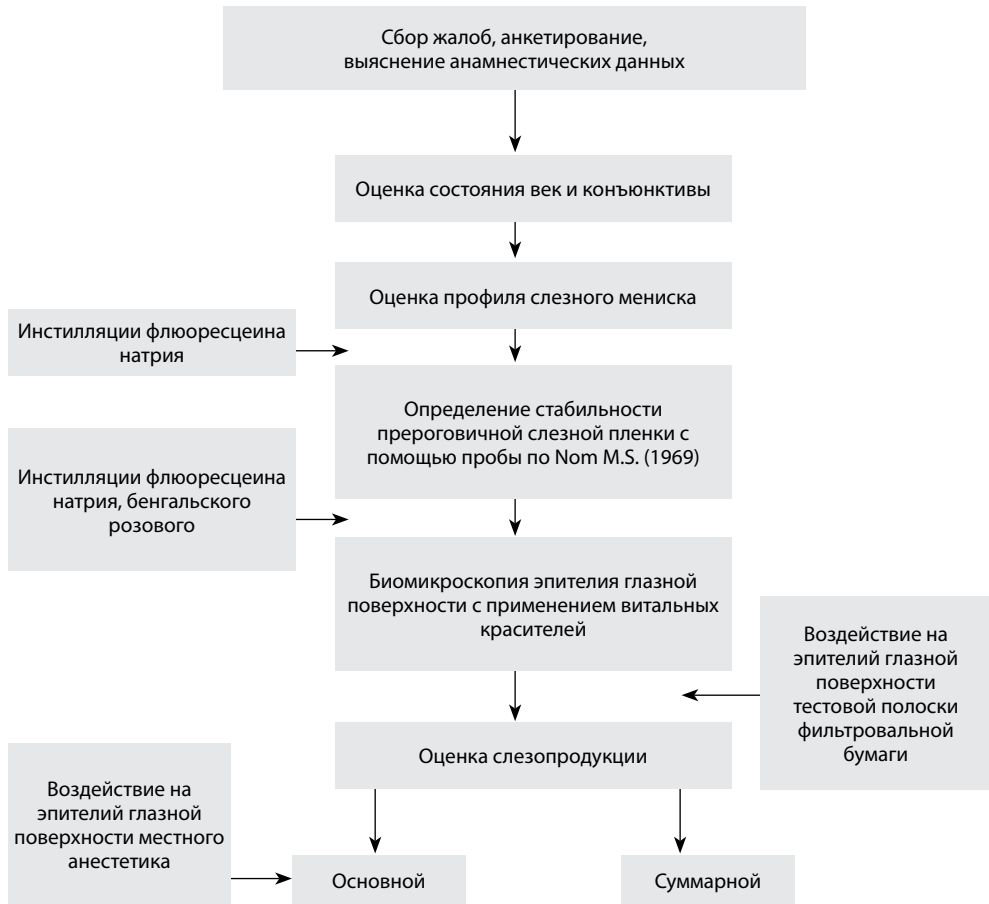
## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В условиях офтальмологического отделения СПбГПМУ Минздрава России обследованы 90 детей в возрасте 4–17 лет с хроническими дерматозами. Критериями включения пациентов в данное исследование явились: верифицированный диагноз атопического дерматита (в стадии обострения) и ихтиоза (вульгарного и врожденного).

Пациентов в зависимости от клинической формы хронического дерматоза разделили на 3 группы. В первую вошли 65 детей (130 глаз) с атопическим дерматитом в стадии обострения, во вторую – 25 детей (50 глаз) с ихтиозом (вульгарным и врожденным). Третью группу (контроля) составили 15 здоровых детей (30 глаз), не имевших клинико-функциональных признаков ССГ и прочей глазной патологии в анамнезе, а также хронических дерматозов. При этом на момент обследования был исключен прием каких-либо лекарственных средств.

Обследование пациентов выполнено с использованием как рутинных методик, традиционно используемых в офтальмологической практике, так и с помощью специальных проб.

Порядок выполнения этапов обследования был обусловлен степенью возможного влияния одного теста на результаты последующего. Таким образом, первыми были применены наименее инвазивные методики, которые не влияют на результат дальнейших тестов (рис. 1).



**Рис. 1. Основные этапы обследования пациентов с ССГ**  
**Fig. 1. Basic stages of examination of patients with dry eye syndrome**

Обследование начинали с определения выраженности субъективного дискомфорта по величине индекса поражения глазной поверхности OSDI (Ocular Surface Disease Index) [18].

Всем детям (или их родителям) была предложена анкета, призванная оценить выраженность субъективных признаков ССГ и качества жизни с помощью так называемого индекса поражения глазной поверхности, разработанная и апробированная в Department of Eye Care Services, Henry Ford Health System, Detroit, Michigan [18]. Эта анкета предназначена для количественной оценки субъективных признаков ССГ, качества жизни и эффективности проводимой терапии. Она включает в себя 12 вопросов с 5 вариантами ответа о выраженности и длительности клинических проявлений ССГ и их влиянии на зрительные функции и работоспособность в течение дня. В зависимости от выраженности и длительности проявления симптомов каждый ответ оценивали в баллах от 0 («никогда») до 4 («всегда»). Анкета была нами переработана

и адаптирована для анализа субъективных признаков ССГ у детей. Содержание нашей анкеты представлено ниже (табл. 1).

Объективное офтальмологическое исследование начинали с биомикроскопии свободного края века. Оценивали толщину, гиперемию, а также состояние выводных протоков мейбомиевых желез (рис. 2). Кроме этого, оценивали выраженность гиперемии конъюнктивы. Также выполняли мейбографию с помощью фотоцелевой лампы S350 MediWorks (рис. 3АВ).

Для оценки функционального состояния мейбомиевых желез использовали методику Smith J.A. et al., 2004 [19]. В центральной части нижнего века выбирали 5 желез, производили оценку возможности эвакуации секрета из их протоков путем компрессии края века. Их функциональную активность оценивали в зависимости от количества желез, из которых секрет легко и быстро эвакуировался. Одновременно оценивали и качество секрета мейбомиевых желез по Smith J.A. et al., 2004 [19].

Стадию ДМЖ оценивали по классификации Nichols K.K. et al. (табл. 2).

Затем приступали к использованию диагностических витальных красителей. Начинали с определения времени разрыва слезной пленки. Используемая для этой цели проба по Норну [21] проводилась до выполнения других диагностических манипуляций с витальными красителями в конъюнктивальной полости.

**Таблица 1**

**Анкета для определения выраженности субъективного дискомфорта по величине индекса поражения глазной поверхности, адаптированная для детей**

**Table 1**

**Questionnaire for the determination of the expression of subjective discomfort by the magnitude of the index of damage to the eye surface, adapted for children**

Случалось ли что-нибудь из перечисленного?					
Симптомы	Всегда	Почти всегда	Часто	Иногда	Никогда
1. Светобоязнь					
2. Ощущение песка в глазах					
3. Болезненность и воспаленность в области глаз					
4. Затуманенное зрение					
5. Снижение зрения					
Итого (А)					
Испытывали ли Вы проблемы с глазами в следующих ситуациях за последнюю неделю?					
Обстоятельства	Всегда	Почти всегда	Часто	Иногда	Никогда
6. При чтении					
7. При игре и работе за компьютером, планшетом, смартфоном					
8. При просмотре телевизора					
Итого (В)					
Ощущался ли дискомфорт в глазах в следующих ситуациях за последнюю неделю?					
Обстоятельства	Всегда	Почти всегда	Часто	Иногда	Никогда
9. В ветреную погоду					
10. При низкой влажности					
11. В кондиционированном помещении					
Итого (С)					





**Рис. 2.** Реберный край века и пальпебральная конъюнктива пациента с хроническим дерматозом  
**Fig. 2.** Rib edge of the eyelid and palpebral conjunctiva of a patient with chronic dermatosis



**A**



**B**

**Рис. 3.** Мейбография пациентов с хроническим дерматозом (А) и дисфункцией мейбомиевых желез (В)  
**Fig. 3.** Meibography of patients with chronic dermatosis (A) and meibomian gland dysfunction (B)

**Таблица 2**  
**Оценка дисфункции мейбомиевых желез по Nichols K.K. et al. (2011) [20]**  
**Table 2**  
**Evaluation of meibomian gland dysfunction by Nichols K.K. et al. (2011) [20]**

Стадия ДМЖ	Выраженность ДМЖ	Симптомы	Прокрашивание роговицы
1	Минимальное изменение количества и качества секрета	–	–
2	Заметное изменение количества и качества секрета	От минимальных до средних	Единичные участки
3	Выраженное изменение количества и качества секрета	Выраженные	Заметное
4	Резко выраженное изменение количества и качества секрета	Резко выраженные	Резко выраженное
Плюс-болезнь	Сочетание с патологией глазной поверхности и/или век		





Далее проводили оценку состояния эпителия роговицы и бульбарной конъюнктивы. Для этого выполняли биомикроскопию с использованием диагностических витальных красителей: 0,1% раствор флюоресцеина натрия и 1% раствор бенгальского розового [22, 23].

Для количественной оценки интенсивности прокрашивания роговицы и конъюнктивы раствором флюоресцеина натрия была использована шкала Oxford [18]. Результат этой пробы колеблется в пределах от 0 до 15 (табл. 3).

Характер прокрашивания роговицы, а также назальной и темпоральной частей конъюнктивы раствором бенгальского розового оценивали по четырехбалльной шкале van Bijsterveld [19]. Результаты этой пробы варьировали в пределах от 0 до 9 (табл. 4, рис. 4).

Для оценки состояния суммарной слезопродукции использовали пробу Schirmer-I (1903), которая является общепринятой и широко используется в клинической практике в настоящее время (рис. 4) [24]. Основную секрецию оценивали по Jones L.T. (Schirmer-II) [25].

**Таблица 3**  
**Балльная оценка прокрашивания глазной поверхности 0,1%-м флюоресцеином натрия по шкале Oxford [18]**  
**Table 3**  
**Scoring of staining of the eye surface with 0.1% sodium fluorescein on the Oxford scale [18]**

Тип	Характер прокрашивания эпителия глазной поверхности	Степень тяжести эпителиопатии
А		0
Б		1
В		2
Г		3
Д		4
	Более выраженное прокрашивание	5



**Таблица 4**  
**Балльная оценка прокрашивания глазной поверхности 1%-м бенгальским розовым по шкале van Bijsterveld**  
**Table 4**

**Point score of staining of the eye surface 1% bengal rose on the van Bijsterveld scale**

Характер окрашивания	Роговица	Темпоральная часть бульбарной конъюнктивы	Назальная часть бульбарной конъюнктивы
Нет окрашивания	0	0	0
Слабое	1	1	1
Умеренно выраженное	2	2	2
Диффузное	3	3	3
<b>Итого ____ (от 0 до 9)</b>			



**Рис. 4. Этап проведения пробы по Schirmer**  
**Fig. 4. Schirmer test stage**

У части обследованных детей была также оценена динамика изменений признаков ДМЖ и ССГ на фоне терапии, назначенной дерматологом. С указанной целью были обследованы 15 детей с диагнозом «атопический дерматит» в стадии обострения и 5 с диагнозом «ихтиоз». Первый офтальмологический осмотр производился в день поступления ребенка в дерматологическое отделение, второй – после курса лечения, назначенного дерматологом (обычно составлял от 7 до 14 дней). Терапия включала в себя местное (на участки пораженной кожи туловища и лица) применение глюкокортикоидов, антибиотика широкого спектра действия из группы аминогликозидов, противогрибкового средства из производных имидазола, нестероидного, клеточно-селективного ингибитора воспалительных цитокинов и системное назначение блокатора гистаминовых H1-рецепторов.

Статистическую обработку материала проводили с использованием программы Excel (Microsoft). Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро – Уилка. Количественные данные в большинстве своем не имели нормального распределения, все они представлены в формате «среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего арифметического» ( $M \pm m$ ). Достоверность различий

количественных признаков оценивали с помощью U-критерия Манна – Уитни, качественных признаков – с помощью точного критерия Фишера. Различия считали статистически достоверными при  $p < 0,05$ .

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Сведения о наличии и выраженности субъективных клинических признаков роговично-конъюнктивального кератоза у обследованных детей представлены в табл. 5.

Установлено, что у пациентов с атопическим дерматитом значения OSDI в среднем составили  $17,63 \pm 1,65$ . В большинстве случаев это соответствовало легкой степени (26 человек, 40,0%) субъективных проявлений ССГ. Нормальные значения были выявлены у 18 (27,7%) обследованных. У 13 (20,0%) детей величины OSDI оказались в диапазоне субъективных расстройств умеренной степени. У оставшихся 8 (12,3%) детей значения рассматриваемого показателя превысили 33 балла и соответствовали субъективным признакам ССГ тяжелой степени.

У пациентов с ихтиозом средние значения OSDI составили  $21,2 \pm 3,55$ . При этом у 6 детей (24,0%) отмечены нормальные величины индекса поражения глазной поверхности, у 9 (36,0%) его значения соответствовали легкой степени кератоза, у 7 (28,0%) – средней и у 3 (12,0%) – тяжелой степени.

Среднее значение OSDI в контрольной группе составило  $2,37 \pm 0,74$ . У подавляющего большинства здоровых детей (14 человек, 90,0%) индекс поражения глазной поверхности колебался в пределах нормальных величин (0–12). Только у одного ребенка контрольной группы (6,7%) значения OSDI превысили 12 баллов и соответствовали субъективным проявлениям ССГ слабой степени. Между группами детей с атопическим дерматитом и с ихтиозом по опроснику OSDI не было выявлено статистически значимых различий ( $p = 0,63$ ). Вместе с тем различия оказались статистически значимыми между контрольной группой и группами пациентов с атопическим дерматитом ( $p < 0,05$ ), а также с ихтиозом ( $p < 0,05$ ).

Установлено, что у детей, страдающих исследуемыми дерматозами, отмечена широкая распространенность и выраженность субъективных расстройств (жалоб и снижения качества жизни), свойственных ССГ, по сравнению с их здоровыми сверстниками. При этом значения OSDI, соответствующие ССГ различной степени тяжести, выявлены у 47 детей (73,3%) с атопическим дерматитом и у 19 (76,0%) с ихтиозом.

**Таблица 5**  
Субъективные признаки ССГ и их выраженность у детей с хроническими дерматозами (модифицированная шкала OSDI)

**Table 5**  
Subjective signs of dry eye syndrome and their severity in children with chronic dermatoses (OSDI scale)

Нозологическая форма	Степень выраженности субъективного дискомфорта (баллы)								M±m
	норма (0–12)		легкая (13–22)		средняя (23–32)		тяжелая (33–100)		
	N	%	N	%	N	%	N	%	
Атопический дерматит	18	27,7	26	40,0	13	20,0	8	12,3	$17,63 \pm 1,65$
Ихтиоз	6	24,0	9	36,0	7	28,0	3	12,0	$21,2 \pm 3,55$
Контрольная группа	14	93,3	1	6,7	–	–	–	–	$2,37 \pm 0,74$



В табл. 6 представлены результаты объективного исследования век и мейбомиевых желез тех же пациентов.

Из данных табл. 6 видно, что у детей, страдающих на момент осмотра хроническим дерматозом (атопическим дерматитом или ихтиозом), доминировали симптомы ДМЖ на 80 (60,6%) и 26 (52,0%) глазах соответственно. При этом обструктивная форма ДМЖ (снижение выработки железами секрета с закупориванием их выводных протоков и повышением вязкости секрета) диагностирована у 31 ребенка (47,7%) с atopическим дерматитом и у 20 (40,0%) с ихтиозом.

Гиперсекреторная форма ДМЖ, проявляющаяся изменением качества секрета (секрет мутный и жидкий), отмечена у 18 детей (13,9%) с atopическим дерматитом и у 6 (12,0%) с ихтиозом.

Кроме того, для детей с хроническими дерматозами оказались характерными гиперемия (53 ребенка, 106 глаз; 58,9%) и утолщение краев век (50 детей, 100 глаз; 55,6%). У 28 обследованных (56 глаз, 31,1%) отмечена также неоваскуляризация свободных краев век.

Результаты оценки объективных клинических признаков, характерных для патологии эпителия глазной поверхности ксеротического генеза, представлены в табл. 7.

Установлено, что у детей с хроническими дерматозами наиболее часто выявляются симптомы, характерные для роговично-конъюнктивального ксероза легкой и средней степени тяжести: наличие включений, загрязняющих слезную пленку, вялая гиперемия конъюнктивы, ухудшение функциональной активности и качества секрета мейбомиевых желез, гиперемия и утолщение краев век.

У детей из контрольной группы, перечисленных в табл. 6–7, объективных признаков ДМЖ и ССГ выявлено не было.

**Таблица 6**  
**Характеристика функционального состояния мейбомиевых желез у детей с хроническими дерматозами**

**Table 6**  
**Characteristics of the functional state of the meibomian glands in children with chronic dermatoses**

Анализируемые признаки	Нозологическая форма					
	Атопический дерматит (65 детей (130 глаз))			Хронический ихтиоз (25 детей (50 глаз))		
	Число глаз	%	Выраженность (M±m)	Число глаз	%	Выраженность (M±m)
Изменение качества секрета мейбомиевых желез:						
– секрет вязкий	62	47,7	–	20	40,0	–
– секрет жидкий, пенистый	18	13,9	–	6	12,0	–
Гиперемия краев век*	78	60,0	1,22±0,11	28	56,0	1,32±0,2
Утолщение краев век*	74	56,9	1,11±0,1	26	52,0	1,0±0,16
Неоваскуляризация краев век*	36	33,9	0,38±0,06	20	40,0	0,56±0,11
Верифицированный диагноз формы ДМЖ**:						
– обструктивная	62	47,7	–	20	40,0	–
– себорейная	18	13,9	–	6	12,0	–

Примечания: \* определены по трехбалльной шкале: 1 – едва уловимые проявления признака; 2 – отчетливые проявления признака; 3 – резко выраженные проявления признака; \*\* степень тяжести ДМЖ в баллах (по шкале Nichols K.K., 2011 [17]).

**Таблица 7**

**Объективные клинические признаки ксероза глазной поверхности и их выраженность (M±m) у детей с хроническими дерматозами**

**Table 7**

**Objective clinical signs of xerosis of the ocular surface and their severity (M±m) in children with chronic dermatoses**

Симптомы	Нозологическая форма					
	Атопический дерматит (65 детей (130 глаз))			Ихтиоз (25 детей (50 глаз))		
	Число глаз	%	Выраженность (M±m)	Число глаз	%	Выраженность (M±m)
Изменения эпителия роговицы и конъюнктивы дегенеративного характера: – по шкале Oxford – по шкале van Bijsterveld	87	66,9	3,94±0,34	34	68,0	4,53±0,61
	87	66,9	2,63±0,27	33	66,0	2,72±0,38
Вялая гиперемия конъюнктивы*	86	66,2	1,03±0,08	38	76,0	1,36±0,15
Наличие включений, загрязняющих слезную пленку*	62	47,7	0,85±0,09	28	56,0	1,0±0,15
Медленное разлипание свода конъюнктивы при оттягивании нижнего века*	74	56,7	0,96±0,09	28	56,0	1,0±0,15
Отделяемое в виде слизистых нитей*	16	12,3	0,2±0,05	6	12,0	0,16±0,07

Примечание: \*определены по трехбалльной шкале: 1 – едва уловимые проявления признака; 2 – отчетливые проявления признака; 3 – резко выраженные проявления признака.

При функциональном обследовании у всех пациентов с клиническими признаками ССГ выявлено достоверное снижение стабильности прероговичной слезной пленки по сравнению с аналогичным параметром в контрольной группе детей (p<0,001) (табл. 8).

Одновременно зарегистрировано снижение основной и рефлекторной секреции слезы (p<0,01). Также достоверно снизилась и суммарная слезопродукция (p<0,01).

**Таблица 8**

**Характеристика продукции и функционирования слезной пленки у здоровых детей и пациентов с хроническими дерматозами**

**Table 8**

**Characteristics of the production and functioning of the tear film in healthy children and patients with chronic dermatoses**

Функциональные показатели	Группы обследованных					
	Атопический дерматит		Ихтиоз		Здоровые дети	
	без клинических признаков ССГ (20)	с клиническими признаками ССГ (45)	без клинических признаков ССГ (6)	с клиническими признаками ССГ (19)		
Стабильность слезной пленки, с	13,82±0,14	6,95±0,34*	14,5±0,35	6,45±0,46*	14,24±0,24	
Величина слезопродукции, мм / 5 мин	• основной	10,6±0,34	10,1±0,21*	11,21±0,12	10,27±0,22*	12,47±0,25
	• рефлекторной	11,8±0,32	10,4±0,15*	12,5±0,21	11,18±0,33*	12,20±0,23
	• суммарной	22,4±0,31	20,5±0,18*	23,71±0,23	21,45±0,72*	24,61±0,23

Примечание: \*различия по сравнению с соответствующим показателем у здоровых детей статистически значимы: p<0,05–0,001.



**Таблица 9**

**Динамика клинических признаков ксероза глазной поверхности у детей с хроническими дерматозами на фоне терапии, проводимой в отделении дерматологии**

**Table 9**

**Dynamics of clinical signs of xerosis of the ocular surface in children with chronic dermatoses after course of therapy carried out in the department of dermatology**

Симптомы	На момент поступления			После курса лечения		
	Число глаз	%	Выраженность (M±m)	Число глаз	%	Выраженность (M±m)
Степень выраженности субъективного дискомфорта (баллы)	–	–	15,9±1,62	–	–	11,7±1,78
Стабильность слезной пленки, с	–	–	4,9±0,6	–	–	6,9±0,4
Изменения эпителия роговицы и конъюнктивы дегенеративного характера:						
– по шкале Oxford	28	70,0	4,14±0,24	27	67,5	3,86±0,22
– по шкале van Bijsterveld	28	70,0	2,4±0,21	28	70,0	2,12±0,34
Изменение качества секрета мейбомиевых желез:						
– секрет вязкий	18	45,0	–	16	40,0	–
– секрет жидкий, пенистый	6	15,0	–	4	10,0	–

**Таблица 10**

**Динамика слезопродукции у детей с хроническими дерматозами на фоне терапии, проводимой в отделении дерматологии**

**Table 10**

**Dynamics of tear production in children with chronic dermatoses after course of therapy carried out in the department of dermatology**

Функциональные показатели		На момент поступления	После курса лечения
Величина слезопродукции, мм / 5 мин	• основной	11,1±0,38	11,2±0,28
	• рефлекторной	11,5±0,31	11,3±0,25
	• суммарной	22,6±0,27	22,5±0,23

Нами не отмечено статистически достоверной разницы между исследованными функциональными показателями в группах детей с хроническим атопическим дерматитом и с ихтиозом ( $p > 0,05$ ).

В табл. 9, 10 представлены результаты осмотра пациентов с атопическим дерматитом (в стадии обострения) (15 детей) и ихтиозом (5 детей) в день поступления в отделение дерматологии и после прохождения курса лечения.

Установлено, что степень выраженности субъективного дискомфорта, прокрашивания глазной поверхности витальными красителями, признаков ДМЖ снижается на фоне проводимой терапии. Кроме того, обнаружена динамика в сторону увеличения времени разрыва слезной пленки. Одновременно зафиксировано отсутствие существенных изменений величины слезопродукции.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о том, что у детей с хроническим атопическим дерматитом и с хроническим ихтиозом имеется достаточно высокий риск развития клинических и функциональных признаков ДМЖ (обструктивной и себорейной форм), а также симптомов ССГ, соответствующих ксерозу легкой и средней степени. У детей с атопическим дерматитом такие признаки и симптомы выявлены в 60,6% случаев, с ихтиозом – в 52,0%. ССГ у всех пациентов проявляется

преимущественно субъективными симптомами. Статистически значимых различий основных контролируемых параметров ксеротического процесса при сравнении групп пациентов с атопическим дерматитом и с ихтиозом обнаружено не было. Также не отмечено статистически значимых различий при сравнении у них основных функциональных показателей формирования прероговичной слезной пленки: ее стабильности и величин слезопродукции – основной, рефлекторной и суммарной.

На фоне терапии, полученной в отделении дерматологии, зафиксированы положительные изменения в сторону стабилизации слезной пленки, снижения выраженности прокрашивания глазной поверхности витальными красителями и снижения выраженности субъективного дискомфорта, однако изменений величины слезопродукции обнаружено не было.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности продолжения обследования пациентов с хроническими дерматозами и подбора комбинированного (дерматологического и офтальмологического) лечения ДМЖ и связанного с ней ССГ.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ruprecht K. Sandgefühl der augen und hormonale kontrazeptiva. *Klin. Monbl. Augenheilkd.* 1976;163:198–204.
2. Brzheshkiy V.V., Somov E.E. (2003) *Rogovichno-kon'yunktival'nyi kseroz (diagnostika, klinika, lechenie)*. SPb: Levsha. (in Russian)
3. Uchino M., Nishiwaki Y., Michikawa T., et al. Prevalence and risk factors of dry eye disease in Japan: Kuomi. *Ophthalmology.* 2011;118:2361–2367.
4. Guo B., Lu P., Chen X., et al. Prevalence of dry eye disease in Mongolians at high altitude in China: the Henan eye study. *Ophthalmic. Epidemiol.* 2010;17(4):234–241.
5. Song P., Xia W., Wang M., et al. Variations of dry eye disease prevalence by age, sex and geographic characteristics in China: a systematic review and meta-analysis. *J Glob Health.* 2018;8(2):593–602.
6. Lai K.L., Ng J.Y., Srinivasan S. Xerophthalmia and keratomalacia secondary to diet-induced vitamin A deficiency in Scottish adults. *Can J Ophthalmol.* 2014;49(1):109–112.
7. McLaughlin S., Welch J., MacDonald E., et al. Xerophthalmia—a potential epidemic on our doorstep? *Eye (Lond).* 2014;28(5):621–623.
8. Vorontsova O.A., Brzheshkiy V.V. Features of clinical course of dry eye syndrome in children. *Rossiyskaya detskaya oftalmologiya* [Russian ophthalmology of children]. 2013;2:10–17.
9. Craig J.P., Nichols K.K., Akpek E.K., et al. TFOS DEWS II Definition and Classification. *Report. Ocul. Surf.* 2017;15(3):276–283. doi: 10.1016/j.jtos.2017.05.008
10. Brzheshkiy V.V., Egorova G.B., Egorov E.A. (2016) *Sindrom suhogo glaza i zabolevaniya glaznoj poverhnosti: klinika, diagnostika, lechenie*. M.: GEOTAR-Media. (in Russian)
11. Bobryshev V.A., Brzheshkiy V.V., Zaslavsky D.V., et al. Prevalence and features of the clinical course of dry eye syndrome in children with chronic dermatoses. *Rossiyskaya detskaya oftalmologiya.* 2022;3:5–14. <https://doi.org/10.25276/2307-6658-2022-3-5-14>
12. Nelson J.D., Shimazaki J., Benitez-del-Castillo J.M., et al. The international workshop on meibomian gland dysfunction: report of the definition and classification subcommittee. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(4):1930–1937. doi: 10.1167/iovs.10-6997b
13. Meibomian glands. *Brockhaus and Efron Encyclopedic Dictionary: In 86 vol. (82 volumes and 4 add.)*. St. Petersburg: 1890–1907.
14. Bobryshev V.A., Brzheshkiy V.V., Zaslavsky D.V. Dysfunction of the meibomian glands in children with certain types of chronic dermatoses. *Modern Technologies in Ophthalmology.* 2023;48(2):266–272. <https://doi.org/10.25276/2312-4911-2023-2-266-272>
15. Gorlanov I.A., Leina L.M., Milyavskaya I.R., et al. (2022) *Pediatric Dermatology. Manual for Physicians*. Moscow.
16. Zaslavsky D.V., Sobolev A.V., Skrek S.V., et al. Normalization of the epidermal barrier as a method of pathogenetic therapy of Atopic Dermatitis in children. *Vestnik dermatologii i venerologii.* 2021;97(5):52–65. doi: 10.25208/vdv1255
17. Kubanov A.A., Bogdanova E.V. Dermatovenereology of Russian Federation in 2020: Working Under a Pandemic. *Vestnik Dermatologii i Venerologii.* 2021;97(4):8–32. doi: <https://doi.org/10.25208/vdv1261>
18. Schiffman R.M., Christianson M.D., Jacobsen G., et al. Reliability and validity of the Ocular Surface Disease Index. *Arch Ophthalmol.* 2000;118(5):615–621. doi: 10.1001/archoph.118.5.615
19. Smith J.A., Vitale S., Reed G.F., et al. Dry eye signs and symptoms in women with premature ovarian failure. *Arch Ophthalmol.* 2004;122(2):151–156. doi: 10.1001/archoph.122.2.151
20. Nichols K.K. The international workshop on meibomian gland dysfunction: Introduction. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(4):1917–1921. doi: 10.1167/iovs.10-6997
21. Norn M.S. Desiccation of the precorneal film. I. Corneal wetting-time. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1969;47(4):865–880. doi: 10.1111/j.1755-3768.1969.tb03711.x
22. Eliason J.A., Maurice D.M. Staining of the conjunctiva and conjunctival tear film. *Br J Ophthalmol.* 1990;74(9):519–522. doi: 10.1136/bjo.74.9.519
23. Feenstra R.P., Tseng S.C. Comparison of fluorescein and rose bengal staining. *Ophthalmology.* 1992;99(4):605–617. doi: 10.1016/s0161-6420(92)31947-5
24. Schirmer O. Studien zur Physiologie und Pathologie der Tränenabsonderung und Tränenabfuhr. *Graefes Archiv für Ophthalmologie.* 1903;56:197–291. <https://doi.org/10.1007/BF01946264>
25. Jones L.T. The lacrimal secretory system and its treatment. *Am J Ophthalmol.* 1966;62(1):47–60. doi: 10.1016/0002-9394(66)91676-x





<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.4.014>



Юсупов А.Ф., Ходжаев Д.Х. ✉

Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр  
микрохирургии глаза, Ташкент, Узбекистан

## Сравнительный анализ методов реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица в зависимости от объема посттравматической деформации

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** Юсупов А.Ф. – дизайн исследования, редактирование текста статьи; Ходжаев Д.Х. – проведение операций, написание текста статьи.

Подана: 28.10.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: dilshodkhujakhodjaev@gmail.com

### Резюме

**Цель.** Сравнительный анализ методов реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица в зависимости от объема посттравматической деформации с использованием 3D-технологий при планировании операций.

Было обнаружено, что применение 3D-технологий для планирования операции и изготовление индивидуальных имплантатов для устранения дефектов стенок орбиты и замещения костных структур позволяет проводить эффективные реконструктивные операции пациентам со сложными комбинированными деформациями, а также сократить время и стоимость их реабилитации. Правильный выбор имплантационного материала и метода реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица с учетом объема подлежащих устранению деформаций обеспечивает высокое качество медицинской и социальной реабилитации пациентов.

**Ключевые слова:** реконструкции костных тканей орбиты, посттравматическая деформация орбиты, 3D-технологии при планировании операций, реконструктивная хирургия

Azamat F. Yusupov, Dilshodkhuzha Kh. Khodzhaev ✉

Republican Specialized Scientific and Practical Medical Center for Eye Microsurgery,  
Tashkent, Uzbekistan

## Comparative Analysis of Methods for Reconstruction of Bone Tissue of the Orbit and Middle Facial Zone Depending on the Amount of Post-Traumatic Deformity

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** Yusupov A. – study design, editing the text of the article; Khodzhaev D. – conducting operations, writing the text of the article.

Submitted: 28.10.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: dilshodkhujakhodjaev@gmail.com

### Abstract

---

The purpose of the study is a comparative analysis of methods for reconstructing bone tissue of the orbit and midface depending on the amount of post-traumatic deformity using 3D technologies when planning operations. It was found that the use of 3D technologies for surgical planning and the manufacture of individual implants to eliminate defects in the orbital walls and replace bone structures makes it possible to perform effective reconstructive surgeries for patients with complex combined deformities, as well as reduce the time and cost of their rehabilitation. The correct choice of implantation material and method of reconstruction of bone tissue of the orbit and midface, taking into account the volume of deformations to be eliminated, ensures high quality of medical and social rehabilitation of patients.

**Keywords:** reconstruction of orbital bone tissue, post-traumatic deformation of the orbit, 3D technologies when planning operations, reconstructive surgery

---

### ■ ВВЕДЕНИЕ

Расположенный в средней части лица орбитально-верхнечелюстно-скуловой комплекс (ОВСК) выполняет важную функциональную и эстетическую роль, что создает большие трудности для хирургической реконструкции и коррекции деформаций в этой области. Ранящий агент больших размеров, обладающий высокой кинетической энергией, вызывает перелом не только края и дна орбиты, но и других костей лица, вплоть до формирования панфациальных переломов [2, 3]. Такого рода травмы требуют особого подхода в тактике лечения пострадавших [7, 8]. Реконструктивные операции на структурах орбиты выполняются различными специалистами: нейрохирургами – на лобно-орбитальной области [10, 17, 21], офтальмологами – на нижней стенке орбиты [5, 6, 9, 20], челюстно-лицевыми хирургами – на средней зоне лицевого скелета [1, 14, 31]. Выполнение какой-либо одной задачи узким специалистом повышает качество работы, но в случаях комбинированных деформаций рассматриваемой зоны приводит к увеличению количества вмешательств и сроков реабилитации



пациента [15, 30]. Изолированные или сочетанные с переломами других костей лица деформации стенок орбиты являются одними из наиболее часто встречающихся переломов средней зоны лица [12]. Частота встречаемости составляет 10–25% от общего числа переломов лица, наиболее распространены они в возрастной группе от 30 до 40 лет [13]. До 70% орбитальных переломов ассоциируется с теми или иными повреждениями глазного яблока, других костей лица.

Для восстановления уникальной и сложной анатомии орбиты требуется изготовление имплантатов со сложными формами [11, 24, 29]. Новые технологии в области визуализации и компьютерного планирования операций могут помочь хирургу в решении этой задачи [4, 37]. Одной из таких технологий является использование компьютерного планирования для создания зеркального наложения изображений (MIO) на компьютерную томографию реставрируемой области. Для этого необходимо продублировать противоположную, нетравмированную область лица и наложить ее скелет на область перелома со смещением [25, 32]. Использование методов зеркальной визуализации с помощью трехмерного компьютерного томографического сканирования (3D CT) и 3D-печати для реконструкции переломов орбиты может улучшить результат и максимально функционально и эстетически воссоздать травмированную орбиту [19, 22, 23, 26–28, 34, 35].

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести сравнительный анализ методов реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица в зависимости от объема посттравматической деформации с использованием 3D-технологий при планировании операций.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 23 пациента с анофтальмическим синдромом с сопутствующим посттравматическим переломом одной или двух стенок орбиты в сочетании с косметически заметными деформациями костных структур средней зоны лица, которые обратились в отделение офтальмопластической, реконструктивной хирургии и глазного протезирования Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза и частной глазной клиники «Саиф Оптима» города Ташкента, Узбекистан. Возраст пациентов варьировал от 18 до 75 лет, в среднем составил  $47 \pm 2$  года.

Согласно Хельсинкской декларации все пациенты были проинформированы о масштабах исследования и подписали форму информированного письменного согласия.

Оценка офтальмологической симптоматики осуществлялась при первичном обращении и динамическом наблюдении, после выполнения реконструктивных вмешательств на структурах орбит и изготовления индивидуального глазного протеза. Офтальмологический осмотр включал в себя стандартные и дополнительные методы исследования.

Дооперационная оценка симметричности структур орбиты проводилась в следующих клинических проекциях: прямой, при взгляде вверх, боковой и полупрофиль.

Всем пациентам производилась МСКТ орбиты и средней зоны лица с толщиной среза 2 мм. Дистопия мягких и костных тканей орбиты и средней зоны лица определялась в трех плоскостях (аксиальной, фронтальной и сагиттальной).

Для определения характера, локализации, степени тяжести повреждения костных структур орбиты и средней зоны лица пользовались классификацией Г.А. Гребнева и соавторов (2022 г.) [5].

Пациенты были разделены на две группы в зависимости от примененного метода реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица.

Критерии включения пациентов:

- 1) возраст старше 18 лет;
- 2) наличие тяжелой проникающей травмы глазного яблока, анофтальма или субатрофии глазного яблока;
- 3) травматическая деформация орбиты и средней зоны лица.

Критерии исключения пациентов:

- 1) возраст до 18 лет;
- 2) беременность;
- 3) лактация;
- 4) наличие сопутствующих заболеваний организма, которые могут повлиять на результаты диагностических исследований;
- 5) участие пациента в других клинических исследованиях в течение последних 30 дней;
- 6) отсутствие информированного письменного согласия пациента на участие в клиническом исследовании;
- 7) воспалительные и дегенеративные заболевания органа зрения;
- 8) аутоиммунные и синдромальные заболевания глаза;
- 9) врожденные аномалии органа зрения.

Из обследованных пациентов были сформированы группы в соответствии с критериями отбора.

В 1-й группе (12 пациентов, 12 орбит) реконструкцию производили с использованием сферических вкладышей-имплантатов орбитальных (ВИО) «Экофлон» (рис. 1) и политетрафторэтиленовых имплантатов для замещения дефектов костных тканей (ИКТ) (рис. 2).

Во 2-й группе (11 пациентов, 11 орбит) имплантаты изготавливались с использованием 3D-метода зеркальной со здоровой стороной визуализации и печатью на 3D-принтере прототипа модели черепа. Имплантат изготавливался из акриловой пластмассы холодной полимеризации для ортодонтических аппаратов. Во всех случаях энуклеации или отсроченного формирования ОДК использовали ВИО «Экофлон». Данные имплантаты были зарегистрированы в Государственном центре экспертизы и стандартизации лекарственных средств, изделий медицинского назначения и медицинской техники РУз (рег. номер ТВ/Х 04262/03/21 и ТВ/Х 06309/06/23 соответственно).

Изготовление модели имплантата для средней зоны лицевого скелета и орбиты осуществлялось с помощью систем быстрого прототипирования с использованием технологии FDM (Fused Deposition Modeling) аддитивного производства, по предложенной технологии Азизова М.М. и соавторов [11]. Технология FDM подразумевает создание трехмерных объектов за счет нанесения последовательных слоев материала, повторяющих контуры цифровой модели. Нагревающая головка с фильерами (экструдер) расплавляет тонкую пластиковую нить и послойно укладывает ее согласно данным математической 3D-модели [11]. Пошаговый порядок изготовления 3D-имплантата представлен на рис. 3.



**Рис. 1. Сферический вкладыш-имплантат орбитальный (ВИО) «Экофлон»**  
**Fig. 1. Spherical orbital implant liner (OIL) "Ecoflon"**



**Рис. 2. Имплантат для замещения дефектов костных тканей (ИКТ) «Экофлон»**  
**Fig. 2. Implant for bone tissue defects replacement (IBT) "Ecoflon"**



**Рис. 3. Порядок действий при изготовлении индивидуализированного прецизионного имплантата для восполнения костного дефекта стенок орбиты и средней зоны лица**  
**Fig. 3. Procedure of actions during the manufacturing of the individualised precision implant for the bone defect replacement of the orbital walls and the middle zone of the face**

Для оценки эффективности реабилитационных мер до и после проведенного лечения проводилось исследование качества жизни пациентов с использованием разработанного нами опросника [17].

Критерии оценки эффективности по пятибалльной системе мы разделили на две группы: первую оценивал врач-офтальмолог, а вторую сам пациент. Сбор данных осуществлялся путем анкетирования пациентов прямым способом в сроки: перед операцией, через 6 месяцев после хирургического лечения сразу после изготовления индивидуального глазного протеза, через 12 месяцев и через 3 года ношения протеза.

Врач-офтальмолог при осмотре каждого пациента, пришедшего на глазное протезирование, фиксировал результаты осмотра. Затем пациенту задавались вопросы о его субъективных ощущениях и ответы фиксировались в карте. В ходе тестирования пациенту предлагалось выразить свое отношение к каждому вопросу, выбрав один из ответов. Сумма баллов по всем пунктам анкеты составляет «суммарный показатель качества жизни», который позволяет судить о степени снижения КЖ в целом. Чем больше количество баллов, тем выше КЖ.

Для оценки качества жизни включенных в работу пациентов использовались методы, которые были разделены на клинические, косметические и психологические.

Клинические методы оценивают состояние конъюнктивальной полости, ее сводов и качества опорно-двигательной культуры (КонП и ОДК). Максимальная сумма баллов – 38.

С косметической точки зрения оценивалась симметричность протезированного и парного глаза (СимП) и удовлетворенность ощущением комфорта (УОК). Максимальная сумма баллов при оценке СимП составляет 90. При оценке УОК максимальная сумма баллов составила 65.

Психологический компонент здоровья (ПКЗ) состоит из оценок психического здоровья; ролевого функционирования, обусловленного эмоциональным состоянием; социального функционирования и жизненной активности. Максимальная сумма баллов составляет 85.

Результаты представлены в виде оценок в баллах, составленных таким образом, что более высокая оценка указывает на более высокий уровень КЖ. Возможная максимальная суммарная оценка по всем тестам – 278, что соответствует 100% качества жизни.

На основании выполненных исследований создана компьютерная база данных в системе Excel-2017.

Весь полученный материал подвергнут статистической обработке, проводившейся с использованием программы Statistica 10.0 (Stat Soft).

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что во всех случаях глазное яблоко было потеряно как орган. В 9 (39,1%) случаях глаз отсутствовал. В 14 случаях (60,8%) был субатрофирован в различной степени выраженности. Травма явилась результатом ДТП в 7 (30,4%) случаях, бытовая травма в область орбиты – у 4 (17,4%) пациентов, падения с высоты – у 3 (13,1%), орбитокраниального или краниоорбитального ранения на производстве – у 9 (39,1%). Возраст пострадавших на момент травмы варьировал от 4 до 45 лет (медиана – 26 лет), преобладали лица мужского пола (М – 17; Ж – 6).



**Таблица 1**

**Характеристика повреждений костных структур орбиты и средней зоны лица по группам**

**Table 1**

**Characteristics of the injuries of the bone structures of the orbit and the middle zone of the face by groups**

Костная структура орбиты и средней зоны лица	1-я группа (пластины «Экофлон»)		2-я группа (акриловые 3D-импланты)	
	пациенты	%	пациенты	%
	12	100	11	100
Нижняя стенка (A4)	12	100	11	100
Медиальная стенка (D2)	5	41,6	8	72,7
Нижний край орбиты (A3)	–	0	10	90,9
Наружный край орбиты (A2)	1	8,3	4	36,7
Смещение скуловой кости (A1)	1	8,3	5	45,4

Деформация нижней стенки орбиты присутствовала во всех случаях в обеих группах. Перелом медиальной стенки орбиты в первой группе обнаружен у 5 (41,6%) пациентов, а во второй группе у 8 (72,2%). Деформации нижнего края орбиты в первой группе не выявлено, тогда как почти в 91% случаев (10 пациентов) она была обнаружена во второй группе. Деформация наружного края орбиты была выявлена всего у одного (8,3%) пациента первой группы при 4 пациентах (36,78%) во второй. Смещение костей средней зоны лица было диагностировано во второй группе в 5 случаях (45,4%) и всего лишь у одного пациента в первой группе (табл. 1).

Как видно из табл. 2, большая часть пациентов первой группы (75%) имели деформацию только одной структуры, тогда как у 91,4% пациентов второй группы были определены значительные смещения трех и более костных структур орбиты и средней зоны лица.

Данные МСКТ в формате DICOM пересылались фирме-производителю для создания имплантата соответствующего дизайна совместно с инженерами. Окончательный вариант дизайна имплантата согласовывался с оперирующим хирургом. Производство имплантатов представлено в разделе «Материалы и методы».

В табл. 3 представлены данные о произведенных операциях по реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица. Анализ полученных данных показал,

**Таблица 2**

**Характеристика комбинированных повреждений костных тканей орбиты и средней зоны лица по группам**

**Table 2**

**Characteristics of the combined injuries of the bone tissues of the orbit and the middle zone of the face by groups**

Количество одновременно поврежденных костных структур	1-я группа (пластины «Экофлон»)		2-я группа (акриловые 3D-импланты)	
	Пациент	%	Пациент	%
	12	100	11	100
4	–	–	3	27,7
3	1	8,4	7	63,7
2	2	16,6	1	8,4
1	9	75	–	–

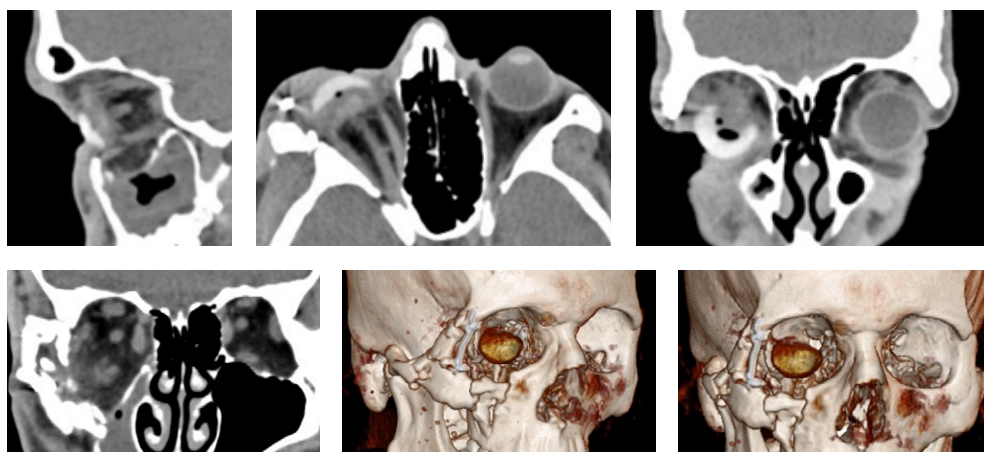


Рис. 4. МСКТ-картина костных тканей орбиты и средней зоны лица  
Fig. 4. MSCT picture of the bone tissues of the orbit and the middle zone of the face

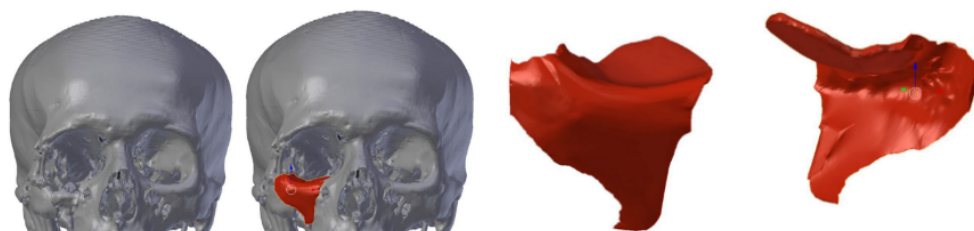


Рис. 5. Цифровая 3D-модель имплантата для реконструкции нижней стенки и нижнего края орбиты  
Fig. 5. Digital 3D model of the implant for reconstruction of the inferior wall and the lower edge of the orbit

Таблица 3

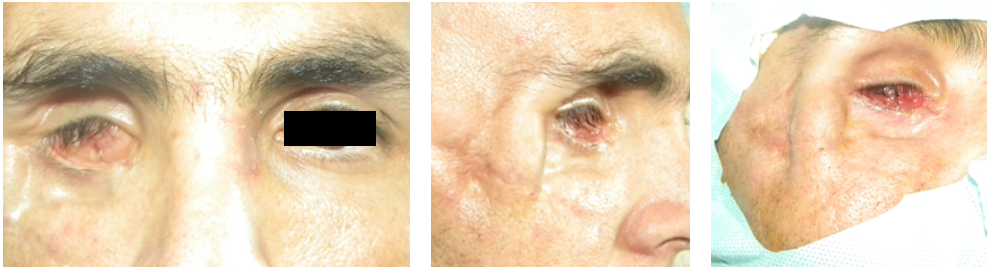
Структура проведенных операций по реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица по группам

Table 3

Structure of the performed operations on the reconstruction of the bone tissues of the orbit and the middle zone of the face by groups

Операция реконструкции костной структуры орбиты и средней зоны лица	1-я группа (пластины «Экофлон»)		2-я группа (акриловые 3D-имплантаты)	
	Пациент	%	Пациент	%
Нижняя стенка	12	100	11	100
Медиальная стенка	5	41,6	6	54,5
Нижний край орбиты	–		10	90,9
Наружный край орбиты	–		6	54,5
Скуловая кость	–		5	45,5
Отсроченное формир. ОДК (вкладыш «Экофлон»)	9	75	–	–
Энуклеация с формир. ОДК (вкладыш «Экофлон»)	3	25	11	100



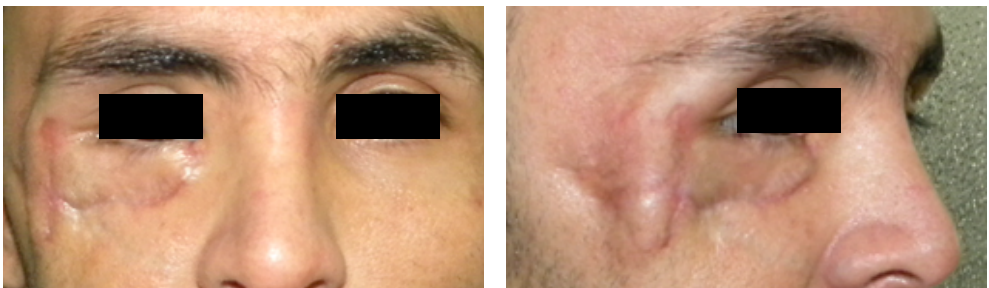


**Рис. 6. Пациент Д. 26 лет. 1-я группа. Состояние до операции. Анофтальм, перелом нижней, медиальной стенок орбиты, наружного и нижних краев орбиты, смещение скуловой кости**  
**Fig. 6. Patient D. 26 years old. Group 1. Preoperative condition. Anophthalmos. Fracture of the inferior, medial wall of the orbit, external and inferior margins of the orbit, displacement of the zygomatic bone**

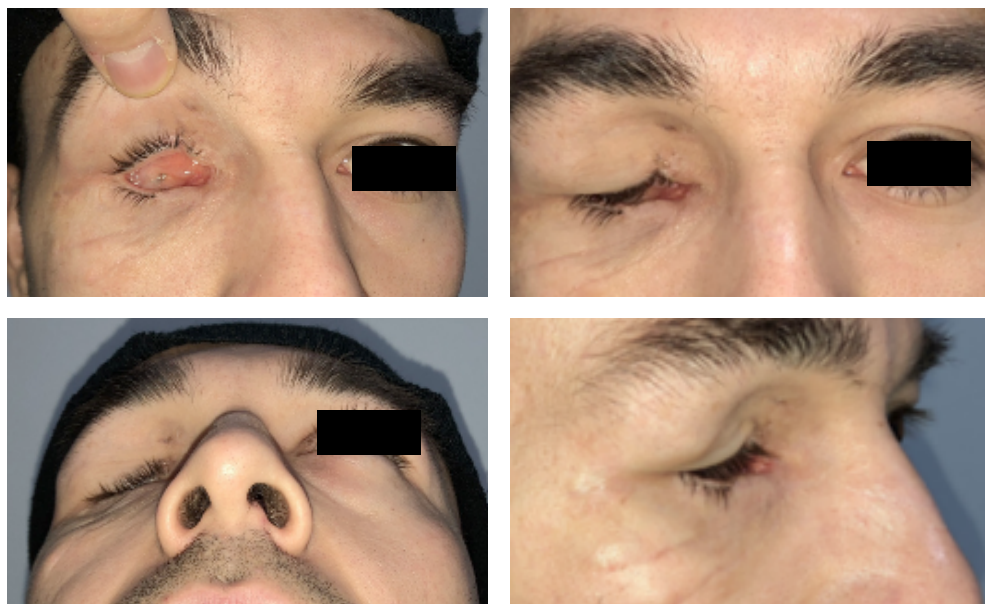


**Рис. 7. Пациент Д. 26 лет. 1-я группа. Состояние после операции. Произведена реконструкция нижней стенки орбиты. Отсроченное формирование ОДК. Заполнение височной и скуловой зоны имплантатами, смоделированными из пластин для замещения костных тканей «Экофлон»**  
**Fig. 7. Patient D. 26 years old. Group 1. Postoperative condition. Reconstruction of the lower wall of the orbit was performed. Delayed formation of the ODK. Filling of the temporal and zygomatic area with implants modelled from Ecoflon bone tissue replacement plates**

что в первой группе, несмотря на наличие деформаций структур орбиты, имеющих сложную анатомическую форму, таких как края орбиты и скуловые кости (табл. 1), их восстановление не производилось.



**Рис. 8. Пациент Д. 26 лет. 1-я группа. Состояние после индивидуального глазного протезирования**  
**Fig. 8. Patient D. 26 years old. Group 1. Condition after customised ocular prosthetics**

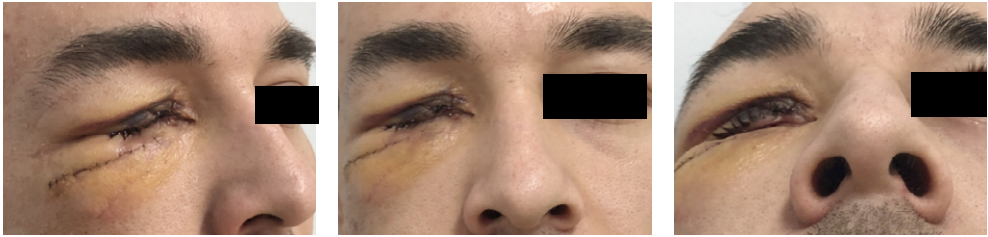


**Рис. 9. Пациент О. 30 лет. 2-я группа. Состояние до операции. Анофтальм, перелом нижней, медиальной стенок орбиты, наружного и нижних краев орбиты, смещение скуловой кости**  
**Fig. 9. Patient O. 30 years old. Group 2. Preoperative condition. Anophthalmos. Fracture of the inferior and medial walls of the orbit, the external and inferior edges of the orbit, displacement of the zygomatic bone**

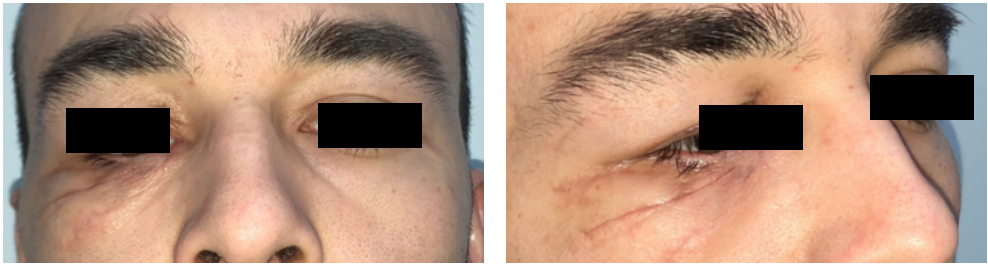
Во второй группе изготовление имплантатов на основе 3D-технологий позволило восстановить нормальные контуры не только стенок орбиты (нижняя – 11 (100%), медиальная – 6 (54,5%)), но и ее краев. Так, у 10 пациентов (90,9%) был восстановлен контур нижнего края орбиты, а у 5 пациентов (45,5%) – реконструирована скуловая кость, являющаяся одним из важных элементов, формирующих правильные контуры средней зоны лица.



**Рис. 10. Изготовленная акриловая 3D-модель имплантата для реконструкции нижней стенки и нижнего края орбиты, установленная на модель черепа пациента**  
**Fig. 10. Manufactured acrylic 3D model of the implant for reconstruction of the lower wall and the lower edge of the orbit placed on the patient's skull model**



**Рис. 11. Пациент О. 30 лет. 2-я группа. Состояние после операции. Анофтальм, перелом нижней, медиальной стенок орбиты, наружного и нижних краев орбиты, смещение скуловой кости**  
**Fig. 11. Patient O. 30 years old. Group 2. Postoperative condition. Anophthalmos. Fracture of the inferior and medial walls of the orbit, external and inferior edges of the orbit, displacement of the zygomatic bone**



**Рис. 12. Пациент О. 30 лет. 2-я группа. Состояние после операции и индивидуального глазного протезирования. Анофтальм, перелом нижней, медиальной стенок орбиты, наружного и нижних краев орбиты, смещение скуловой кости**  
**Fig. 12. Patient O. 30 years old. Group 2. Condition after surgery and customised ocular prosthesis. Anophthalmos. Fracture of the inferior and medial walls of the orbit, the external and inferior edges of the orbit, displacement of the zygomatic bone**

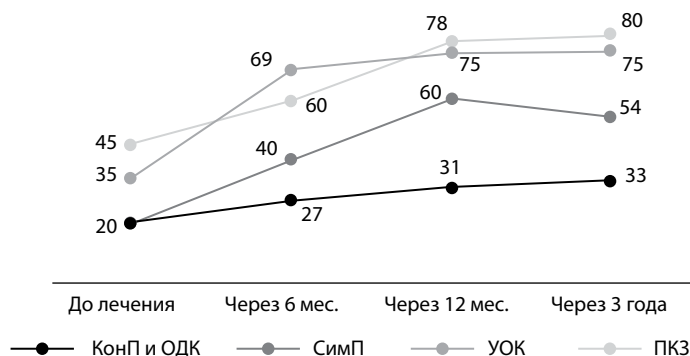
При исследовании КЖ пациентов перед началом лечения в обеих группах выявлены низкие параметры как по показателям психического, так и физического здоровья. Но во второй группе показатели были несколько ниже.

В сроки 6 месяцев после хирургического лечения и изготовления индивидуального глазного протеза показатели физического и психического компонентов здоровья в первой группе оказались в 1,2 раза выше ( $p < 0,05$ ) (рис. 13), а во второй группе в 3 раза выше ( $p < 0,05$ ) по сравнению с показателями до начала лечения (рис. 14).

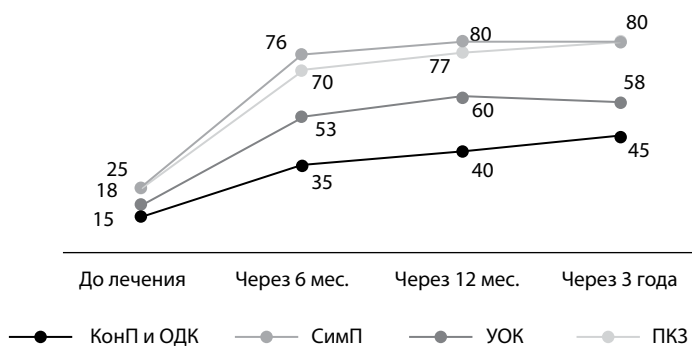
При повторном анкетировании и обследовании пациентов в срок через 12 месяцев после изготовления протеза наблюдалось улучшение показателей по всем параметрам (рис. 13, 14).

При обследовании через 3 года после ношения глазного протеза показатели УОК чуть снизились, что было связано с истечением срока годности акрилового глазного протеза. Это проблема легко решалась заменой протеза на новый или полировкой поверхности старого протеза. Но показатели ПКЗ остались стабильно высокими.

Индивидуализация орбитальных имплантатов исторически достигалась путем предварительного формирования любого биоматериала во время операции и, таким образом, зависела от опыта и навыков отдельного хирурга. Авторы Бит Хаммер,



**Рис. 13. Результаты исследования качества жизни в 1-й группе**  
**Fig. 13. Results of the quality of life study in group 1**



**Рис. 14. Результаты исследования качества жизни во 2-й группе**  
**Fig. 14. Results of the quality of life study in group 2**

Джо Грасс, Пол Мэнсон и другие использовали свой собственный способ предварительной обработки или формовки неиндивидуальной эталонной модели с выдающимися результатами. С дальнейшим развитием технологий 3D-печати стало доступно все больше индивидуализированных биомоделей данной (деформированной) анатомии пациента или виртуально скорректированной анатомии для формирования индивидуального имплантата из непреформированного биоматериала как предоперационно, так и интраоперационно [15, 16]. Эта методика до сих пор является действенным и адекватным методом, позволяющим освоить практически все виды коррекции черепно-лицевых деформаций. Новейшие технологии позволяют даже создавать на 3D-принтере биомодели для конкретных пациентов, которые можно автоклавируют. Оптимальное положение имплантата можно определить исходя из особенностей пациента и дефекта, можно даже оценить готовые имплантаты нескольких размеров или разных производителей [20–22].

По данным авторов [18–19], индивидуальные имплантаты, изготовленные с помощью CAD/CAM, все чаще используются для реконструкции орбиты. Титановые



сетчатые конструкции доказали свои благоприятные характеристики материала для реконструкции орбит. Селективное лазерное плавление титанового порошка позволяет изготавливать высокоточные титановые сетчатые конструкции любой сложности и геометрии.

На сегодняшний день такие имплантаты для конкретного пациента можно изготовить в течение нескольких дней от планирования хирургической реконструкции, что дает возможность использовать их даже для первичных, а не исключительно для вторичных оперативных вмешательств. Вышеупомянутые параметры функционализации и профилактического дизайна максимально включены в конструкцию имплантата, так что не только «идеальная крышка может быть изготовлена для отдельной кастрюли», но и «идеальная крышка может сидеть в идеальном положении». Точная посадка имплантата, использование хирургических шаблонов, включение «старых» положений винтовых отверстий из первичной реконструкции (во вторичных случаях), а также использование навигационных маркеров или линеек – все это помогает в достижении данной цели [23, 24].

Согласно вышеизложенным данным, в работе была изучена эффективность использования 3D-технологий при планировании и проведении хирургических реконструктивных вмешательств, что показало повышение качества жизни пациентов через 6 месяцев после хирургического лечения и изготовления индивидуального глазного протеза, показатели физического и психического компонентов здоровья в первой группе оказались в 1,2 раза выше ( $p < 0,05$ ), а во второй группе в 3 раза выше ( $p < 0,05$ ) по сравнению с показателями до начала лечения. Через 3 года после реконструкции и индивидуального протезирования показатели УОК были несколько ниже, что связано с ухудшением состояния акрилового глазного протеза, при этом показатели ПКЗ оставались стабильно высокими.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение 3D-технологий для планирования операции и изготовление индивидуальных имплантатов для устранения дефектов стенок орбиты и замещения костных структур позволяет производить эффективные реконструктивные операции пациентам со сложными комбинированными деформациями, а также сократить время и стоимость их реабилитации.

Правильный выбор имплантационного материала и метода реконструкции костных тканей орбиты и средней зоны лица с учетом объема подлежащих устранению деформаций обеспечивает высокое качество медицинской и социальной реабилитации пациентов.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Azarchenko K. *Comparative evaluation of surgical treatment methods for zygomatico-orbital complex fractures* (Phd Thesis). St. Petersburg. 1998:19 p.
2. Volkov V. *Combined mechanical injuries to the visual organ during the Great Patriotic War of 1941–1945 and at present. Treatment of facial injuries in victims with multiple and combined trauma*. L.: LNITO. 1986:124–130.
3. Gorbachev D., Danilichev V. *Orbital injuries. Modern ophthalmology: Manual for doctors*. St. Petersburg: Piter. 2000:460–496.
4. Gorbunov A. *Possibilities of computed tomography in complex diagnostics of eye and orbit injuries* (Phd Thesis). L. 1988:20 p.
5. Grebnev G., Sviridenko A., Krasikov A. *Comparative characteristics of classifications of midface injuries. Experimental and theoretical studies*. 2021;25(4):307–313.
6. Grusha Ya. *Modern aspects of reconstructive surgery for orbital injuries. Bulletin of Ophthalmology*. 2014;130(6):50–55.

7. Eolchiyani S., Kataev M., Serova N., Sergeeva L. Reconstruction of the fronto-orbital region and elimination of basal meningoencephalocele in traumatic brain injury. *Proceedings of the IV Congress of Neurosurgeons of Russia*. Moscow. 2006:329.
8. Eolchiyani S., Kataev M., Serova N., Sergeeva L. Reconstructive surgery for combined orbital trauma. *Collection of materials from the national congress PLASTIC SURGERY*. Moscow. 2011:104–105.
9. Kugoeva E., Aslanova A., Kulieva Z. Features of the clinical picture of combined injuries to the organ of vision and the adnexa of the eye in conditions of peaceful and combat injuries. *Bulletin of Ophthalmology*. 2002;4:11–13.
10. Levchenko O. *Surgical treatment of cranio-orbital injuries in the acute period of traumatic brain injury* (Phd Thesis). M. 2012: 43 p.
11. Azizov M., Makhkamov K., Gubaydullin R., Reshetchenko A. Computer engineering and additive technologies in neurosurgery: manufacturing of craniofacial implants using automated design and 3D printing. *Shoshilinch tibbiyot axborotnomasi*. 2018;11(4):39–45.
12. Makhkamov K., Boymenov Sh., Azizov M., Mazkamov M., Nasimov S. Use of modern biopolymers in reconstructive surgeries of the craniofacial region. Literature review. *Bulletin of Emergency Medicine*. 2022;15(1):70–75.
13. Nikolaenko V., Astakhov Yu. Part 1. Epidemiology and classification of orbital fractures. Clinical presentation and diagnostics of orbital floor fractures. *Ophthalmological Bulletin*. 2009;1(2):56–70.
14. Sidorenko E., Gorbunova E., Lekishvili M., Barakina O. Surgical treatment of traumatic orbital injuries in children. *Vestn. oftalmology*. 2005;121(2):41–42.
15. Stuchilov V. *Clinic, diagnostics and treatment of victims with trauma of the zygomatic-orbital region* (Phd Thesis). Perm. 1988:18 p.
16. Khodjaev D., Khodjaeva M. Surgical correction of facial asymmetry in patients with post-radiation atrophy of the anophthalmic orbit after treatment of retinoblastoma – Ekaterinburg. *Proceedings of the 5th Euro-Asian Conference on Ophthalmic Surgery*. 2009:237–238.
17. Yusupov A., Khodjaev D., Saidoripova F. Assessment of the quality of life of patients with anophthalmos before and after a set of rehabilitation measures. *Bulletin of TMA*. 2023;12:155–157.
18. Antonelli V., Cremoni A.M., Campobassi A., Pascarella R., Zofrea G., Servadei F. Traumatic encephalocele related to orbital roof fracture: report of six cases and literature review. *Surg Neurol*. 2002;57:117–25.
19. Atallah S., Whitehouse R.W., Stelmach M. et al. Missed orbital wall blow-out fracture as a cause of post-enucleation socket syndrome. *Eye*. 1999;13(pt 4):541–544.
20. Bruns N., Krettek C. *3D-Druck in der Unfallchirurgie: Planung, Druck und Aufbereitung* [3D-printing in trauma surgery: Planning, printing and processing]. *Unfallchirurg*. 2019;122:270–7. (in German)
21. Essig H., Dressel L., Rana M., Rana M., Kokemueller H., Ruecker M. et al. Precision of posttraumatic primary orbital reconstruction using individually bent titanium mesh with and without navigation: a retrospective study. *Head Face Med*. 2013;9:18.
22. Eufinger H., Wehmöller M., Harders A., Heuser L. Prefabricated prostheses for the reconstruction of skull defects. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1995;24:104–10.
23. Eufinger H., Wehmöller M., Machtens E., Heuser L., Harders A., Kruse D. Reconstruction of craniofacial bone defects with individual alloplastic implants based on CAD/CAM-manipulated CT-data. *J Craniomaxillofac Surg*. 1995;23:175–81.
24. Fuessinger M.A., Schwarz S., Neubauer J., Cornelius C.P., Gass M., Poxleitner P., et al. Virtual reconstruction of bilateral midfacial defects by using statistical shape modeling. *J Craniomaxillofac Surg*. 2019;47:1054–9.
25. Hodjaev D., Hodjaeva M. *Retinoblastom tedavi sonrası anoftalmi orbitanin postradiasyon atrofi olgularda cerrahi rehabilitasyonundaki bizim tecrube*. Antalya. 2010, TOD 44 Ulusal Oftalmoloji Kongresi Son Duyuru ve Ozet Kitabı, 172.
26. Hohlweg-Majert B., Schön R., Schmelzeisen R., Gellrich N.C., Schramm A. Navigational maxillofacial surgery using virtual models. *World J Surg*. 2005;29:1530–8.
27. Gellrich N.C., Dittmann J., Spalthoff S., Jehn P., Tavassol F., Zimmerer R. Current strategies in post-traumatic orbital reconstruction. *J Maxillofac Oral Surg*. 2019;18:483–9.
28. Gellrich N.C., Schramm A., Hammer B., Rojas S., Cufi D., Lagrèze W. et al. Computer-assisted secondary reconstruction of unilateral posttraumatic orbital deformity. *Plast Reconstr Surg*. 2002;110:1417–29.
29. Gellrich N.C., Rahlf B., Jehn P., Spalthoff S., Korn P. Outcome and quality of life after individual computer-assisted reconstruction of the midface. *Laryngorhinootologie*. 2022;101(S01):90–102.
30. Gruss J.S., Van Wyck L., Phillips J.H., Antonyshyn O. The importance of the zygomatic arch in complex midfacial fracture repair and correction of posttraumatic orbitozygomatic deformities. *Plast Reconstr Surg*. 1990;85:878–90.
31. Nikunen M., Rajantie H., Marttila E., Snäll J. Implant malposition and revision surgery in primary orbital fracture reconstructions. *J Craniomaxillofac Surg*. 2021;49:837–44.
32. Rana M., Chui C.H., Wagner M., Zimmerer R., Rana M., Gellrich N.C. Increasing the accuracy of orbital reconstruction with selective laser-melted patient-specific implants combined with intraoperative navigation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2015;73:1113–8.
33. Strong E.B. Orbital fractures: pathophysiology and implant materials for orbital reconstruction. *Facial Plast Surg*. 2014;30:509–17.
34. Singh D.D., Schorn L., Strong E.B., Grant M., Schramm A., Hufendiek K. et al. Computer-assisted secondary orbital reconstruction. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr*. 2021;14:29–35.
35. Schreurs R., Wilde F., Schramm A., Gellrich N.C. Intraoperative feedback and quality control in orbital reconstruction: the past, the present, and the future. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2021;29:97–108.
36. Thiele O.C., Nolte I.M., Mischkowski R.A., Safi A.F., Perrin J., Zinser M., et al. Craniomaxillofacial patient-specific CAD/CAM implants based on cone-beam tomography data – a feasibility study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2018;46:1461–4.
37. Wilde F., Lorenz K., Ebner A.K., Krauss O., Mascha F., Schramm A. Intraoperative imaging with a 3D C-arm system after zygomatico-orbital complex fracture reduction. *J Oral Maxillofac Surg*. 2013;71:894–910.
38. Zeller A.N., Neuhaus M.T., Gessler N., Skade S., Korn P., Jehn P., et al. Self-centering second-generation patient-specific functionalized implants for deep orbital reconstruction. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2020;122:372–80.
39. Zimmerer R.M., Ellis E. 3rd, Aniceto G.S., Schramm A., Wagner M.E., Grant M.P., et al. A prospective multicenter study to compare the precision of posttraumatic internal orbital reconstruction with standard preformed and individualized orbital implants. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016;44:1485–97.



<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.4.015>



Медведева Л.М. ✉, Королькова Н.К., Яроцкая Н.Н.

Витебский государственный медицинский университет, Витебск, Беларусь

## Содержание некоторых ростовых факторов и биологически активных веществ в сыворотке крови пациентов с возрастной макулярной дегенерацией

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** Медведева Л.М. – отбор пациентов, клиническое обследование, написание текста статьи, статистическая обработка данных; Королькова Н.К. – редактирование текста, научный руководитель; Яроцкая Н.Н. – выполнение лабораторной части исследования, ИФА.

Подана: 16.09.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: medvedevaluda@bk.ru

### Резюме

**Цель.** Определить в сыворотке крови пациентов с возрастной макулярной дегенерацией и без нее уровень следующих биологически активных веществ: PGF, PDGF C, VTN, PEDF, IGF-2, AFGF/FGF 1, bFGF/FGF 2, MMP 17, FBLN1, TGF-β1.

**Материалы и методы.** В исследование были включены 170 человек, исследуемую группу (пациенты с возрастной макулярной дегенерацией) составили 110 человек, а группу сравнения (пациенты без возрастной макулярной дегенерации) – 60 человек. Всем пациентам была проведена визометрия, биомикроскопия с осмотром глазного дна, оптическая когерентная томография; у всех их была взята венозная кровь, из которой выделена сыворотка. У 163 пациентов методом иммуноферментного анализа был определен TGF-β1, из них 103 человека – это исследуемая группа, 60 человек – группа сравнения. У 80 исследуемых также методом иммуноферментного анализа были определены PGF, PDGF C, VTN, PEDF, IGF-2, AFGF/FGF 1, bFGF/FGF 2, MMP 17, FBLN1. Из них 60 человек были включены в исследуемую группу, а 20 человек – в группу сравнения.

**Результаты.** Выявлено, что статистически значимо различаются исследуемая группа и группа сравнения по уровню MMP 17 ( $U=393,5$ ;  $p=0,022$ ) – в исследуемой группе этот показатель ниже, и PEDF ( $U=487$ ;  $p=0,021$ ) – в исследуемой группе этот показатель выше. Имеется тенденция, близкая к статистически значимой, у следующих показателей: TGF-β1 ( $U=2592$ ;  $p=0,087$ ), PGF ( $U=450$ ;  $p=0,097$ ), FBLN1 ( $U=486$ ;  $p=0,077$ ).

**Заключение.** MMP 17 (влияет на ангиогенез и участвует в разрушении внеклеточного матрикса), PEDF (антиангиогенный фактор) могут быть взаимосвязаны. Возможно, влияют на течение возрастной макулярной дегенерации: TGF-β1 (контроль иммунной системы), PGF (связь с ангиогенезом), FBLN1 (взаимодействует с компонентами внеклеточного матрикса, фибриногеном). Чем больше данных будет получено о составе сыворотки крови пациентов с возрастной макулярной дегенерацией, межгенных и межбелковых взаимодействиях, тем лучше можно будет адаптировать терапию к выявленным фенотипам. Персонализированная терапия должна быть основана на включении всей доступной информации о пациенте (данных офтальмологического

осмотра, генетических аспектов, сведений о составе сыворотки крови и общем состоянии).

**Ключевые слова:** возрастная макулярная дегенерация, факторы роста, патогенез, PEDF, цитокины

---

Miadzvedzeva L. ✉, Korolkova N., Yarotskaya N.  
Vitebsk State Medical University, Vitebsk, Belarus

## The Content of Some Growth Factors and Biologically Active Substances in the Blood Serum of Patients with Age-Related Macular Degeneration

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** Miadzvedzeva L. – patient selection, clinical examination, writing the article, statistical data processing; Korolkova N. – text editing, scientific supervisor; Yarotskaya N. – implementation of the laboratory part of the study, ELISA.

Submitted: 16.09.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: medvedevaluda@bk.ru

### Abstract

---

**Purpose.** To determine the level of the following biologically active substances in the blood serum of patients with and without age-related macular degeneration: PGF, PDGF C, VTN, PEDF, IGF-2, AFGF/FGF 1, bFGF/FGF 2, MMP 17, FBLN1, TGF- $\beta$ 1.

**Materials and methods.** The study included 170 people, the study group (patients with age-related macular degeneration) consisted of 110 people, and the comparison group (patients without age-related macular degeneration) – 60 people. All patients underwent visometry, biomicroscopy with fundus examination, optical coherence tomography; venous blood was taken from all of them, from which serum was isolated. In 163 patients, TGF- $\beta$ 1 was determined by the enzyme immunoassay method, of which 103 people were in the study group, 60 people were in the comparison group. In 80 subjects, PGF, PDGF C, VTN, PEDF, IGF-2, AFGF/FGF 1, bFGF/FGF 2, MMP 17, FBLN1 were also determined by the enzyme immunoassay method. Of these, 60 people were included in the study group, and 20 people in the comparison group.

**Results.** It was revealed that the study group and the comparison group statistically significantly differed in the level of MMP 17 ( $U=393.5$ ;  $p=0.022$ ) – in the study group this indicator is lower, and PEDF ( $U=487$ ;  $p=0.021$ ) – in the study group this indicator is higher. There is a tendency close to statistically significant for the following parameters: TGF- $\beta$ 1 ( $U=2592$ ;  $p=0.087$ ), PGF ( $U=450$ ;  $p=0.097$ ), FBLN1 ( $U=486$ ;  $p=0.077$ ).

**Conclusion.** MMP 17 (affects angiogenesis and is involved in the destruction of the extracellular matrix), PEDF (antiangiogenic factor) may be interconnected. Possibly, the following parameters affect the course of age-related macular degeneration: TGF- $\beta$ 1 (immune system control), PGF (association with angiogenesis), FBLN1 (interacts with extracellular matrix components, fibrinogen). The more data is obtained on the composition of the blood serum of patients with age-related macular degeneration,





intergenic and interprotein interactions, the better it will be possible to take into account and adapt the therapy to the identified phenotypes. Personalized therapy should be based on the inclusion of all available information about the patient (ophthalmological examination data, genetic aspects, information on the composition of the blood serum and general condition).

**Keywords:** age-related macular degeneration, growth factors, pathogenesis, PEDF, cytokines

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Возрастная макулярная дегенерация (ВМД) – хроническое прогрессирующее заболевание центральной зоны сетчатки, возникающее у людей старше 50 лет, с поздним выявлением, приводящее к слабовидению и инвалидности вследствие потери центрального зрения. Патогенез и этиология данного заболевания до конца не изучены, а распространенность продолжает расти. Прогнозируется, что в результате глобального старения населения в 2020-х гг. количество больных ВМД на планете составит 196 млн человек, а к 2040 г. достигнет 288 млн [1, с. 113]. Имеющееся патогенетическое лечение «влажной» формы заболевания – это, безусловно, прорыв, но оно дорого стоит, не имеет альтернативы, показано не во всех случаях и не всегда достаточно эффективно. Поэтому по-прежнему актуально изучение этиологии и патогенеза данного заболевания, что может способствовать поискам нового, эффективного альтернативного лечения.

Среди факторов риска ВМД – возраст старше 50 лет, генетическая предрасположенность (мутации некоторых генов: CFH, ARMS 2, HTRA 1 и др.) [2, с. 4493], сердечно-сосудистые заболевания (атеросклероз, артериальная гипертензия), курение, дислипидемия. Основными известными звеньями патогенеза ВМД являются: процессы старения клеток сетчатки (уменьшение меланосом, увеличение липофусцина, уменьшение количества митохондрий в клетках ретинального пигментного эпителия и др.), дистрофические изменения в межклеточном матриксе, развитие иммунного воспаления, активация альтернативного пути комплемента [2, с. 4487], окислительный стресс, нарушение липидного обмена, патологический ангиогенез (но это не специфический, как и многие другие, а лишь типовой процесс, являющийся результатом гипоксии) [3, с. 215]. Имеется большое количество работ, в которых исследовалось содержание в сыворотке крови и связь с ВМД факторов роста, цитокинов и других биологически активных веществ, возможно, играющих определенную роль в развитии и прогрессировании заболевания, его исходе, переходе одной формы в другую, а также влияющих на лечение. Предпосылкой к более детальному изучению и проведению данного исследования стало то, что пациенты с ВМД доминируют в структуре патологии сетчатки, имеются многочисленные исследования патогенеза, но данные порой противоречивы и не дают полной картины. Множество исследований проводилось и проводится касательно VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor, фактор роста эндотелия сосудов). Различия в составе генетических комбинаций провоспалительных цитокинов, факторов роста и молекул адгезии могут сопровождать индивидуальную чувствительность пациентов к анти-VEGF-терапии. Активация синтеза VEGF – одно из ключевых, но не первичных звеньев сосудистой пролиферации.

И одного только повышения VEGF недостаточно для развития субретинальной неоваскуляризации. В искусственных условиях было выявлено, что при значительном повышении уровня VEGF происходит лишь увеличение сосудистой сети только в самой хориоиде, и эти сосуды не проникают через мембрану Бруха (Schwesinger et al., 2001). Интересно, что этот фактор роста возрастает в сыворотке крови и является одним из маркеров таких состояний, как эндотелиопатия и POEMS-синдром (пара-неопластический синдром, возникающий при плазмноклеточных опухолях) [4, с. 105].

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определить в сыворотке крови пациентов с ВМД и без нее уровень следующих биологически активных веществ: PGF (Placental Growth Factor, плацентарного фактора роста), PDGF C (Platelet Derived Growth Factor C, тромбоцитарного фактора роста C), VTN (Vitronectin, витронектина), PEDF (Pigment Epithelium Derived Factor, фактора пигментного эпителия), IGF-2 (Insulin Like Growth Factor 2, инсулиноподобного фактора роста 2), AFGF/FGF 1 (Acidic Fibroblast Growth Factor 1, кислотного фактора роста фибробластов 1), bFGF/FGF 2 (Basic Fibroblast Growth Factor 2, основного фактора роста фибробластов 2), MMP 17 (Matrix metalloproteinase 17, матриксной металлопротеиназы 17), FBLN1 (Fibulin 1, фибулина 1), TGF- $\beta$ 1 (Transforming Growth Factor  $\beta$ 1, трансформирующего фактора роста  $\beta$ 1).

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 170 человек, исследуемую группу (пациенты с ВМД) составили 110 человек, а группу сравнения (пациенты без ВМД) – 60 человек. Для распределения по группам всем пациентам была проведена визометрия с определением максимальной корригированной остроты зрения, биомикроскопия с осмотром глазного дна при помощи высокодиптрийных линз, оптическая когерентная томография (ОКТ). У всех исследуемых была взята венозная кровь, выделена сыворотка методом центрифугирования. У 163 обследуемых методом иммуноферментного анализа (ИФА) (использовались наборы для ИФА ELISA Kit) был определен TGF- $\beta$ 1, из них 103 человека – это исследуемая группа (женщины составили 68%, мужчины – 33%), средний возраст 71,8 года; 60 человек – группа сравнения (женщины – 62%, мужчины – 38%), средний возраст 70,1 года. У 80 обследуемых также методом ИФА были определены PGF, PDGF C, VTN, PEDF, IGF-2, AFGF/FGF 1, bFGF/FGF 2, MMP 17, FBLN1. Из них 60 человек были включены в исследуемую группу (70% женщин и 30% мужчин), средний возраст составил 71 год, а 20 человек – в группу сравнения (70% женщин и 30% мужчин), средний возраст 71,2 года. Таким образом, группы были сопоставимы по полу и возрасту. Для проведения исследования ИФА использовалась сыворотка венозной крови из локтевой вены, полученная при помощи одноразового шприца 20 мл. Количество крови для ИФА составило 8 мл. ИФА – лабораторный метод, который используется для качественного или количественного определения веществ в низких и очень низких концентрациях. Данный метод позволяет идентифицировать такие биологически активные вещества в организме человека, как гормоны, ферменты, нейропептиды, продукты иммунной системы, цитокины и др. Метод ИФА имеет ряд преимуществ: высокочувствителен, специфичен, точен, стандартизован (оценка реакции проводится автоматически), является экспресс-методом и не требует специальных условий в лаборатории, для работы необходимы



микрообъемы материала. Выполняется методика на доступном оборудовании. Кровь хранилась не более 24 часов с момента забора при температуре от +2 до +8 °С. Сыворотка крови была отделена от эритроцитов центрифугированием (10 мин при 3000 об/мин). Хранение сыворотки осуществлялось ее замораживанием при –20 °С.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Использовались непараметрические методы статистической обработки данных, в частности, U-критерий Манна – Уитни, так как элементы выборки не подчиняются закону нормального частотного распределения: в исследуемой группе и группе сравнения мода, медиана и среднее значение не равны. Результаты статистической обработки данных представлены в таблице.

В результате исследования выявлено, что статистически значимо различаются исследуемая группа и группа сравнения по уровню MMP 17 (U=393,5; p=0,022) – в исследуемой группе этот показатель ниже, и PEDF (U=487; p=0,021) – в исследуемой группе этот показатель выше. Имеется тенденция, близкая к статистически значимой, у следующих показателей: TGF-β1 (U=2592; p=0,087), PGF (U=450; p=0,097), FBLN1 (U=486; p=0,077). Остальные показатели (IGF-2, AFGF/FGF 1, bFGF/FGF 2, PDGF C, VTN) в исследуемой группе и группе сравнения статистически значимо не различались.

Ниже приведены основные изученные свойства и краткая характеристика определяемых биологически активных веществ, цитокинов и факторов роста для понимания того, какую они могут играть роль в развитии и течении ВМД.

**Сравнение лабораторных показателей сыворотки крови обследованных пациентов  
Comparison of Laboratory Parameters of Blood Serum of Examined Patients**

Показатель, ед. изм.	Исследуемая группа N Me [LQ; UQ]	Группа сравнения N Me [LQ; UQ]	Значимость различий U; p
TGF-β1, pg/ml	103 289,75 [73,1; 541,97]	60 153,16 [49,14; 525,61]	U=2592 p=0,087
IGF-2, ng/mL	60 57,59 [33,8; 146,18]	20 70,16 [39,41; 144,93]	U=537 p=0,49
AFGF/FGF 1, pg/mL	60 136,4 [71,63; 212,93]	20 149,71 [93,93; 224,81]	U=545 p=0,54
bFGF/FGF 2, pg/mL	60 695,75 [600,06; 945,41]	20 787,73 [526,38; 1041,96]	U=598 p=0,99
MMP 17, ng/ml	60 0,87 [0,722; 1,093]	20 1,022 [0,892; 1,185]	U=393,5 p=0,022
PDGF C, pg/mL	60 316,14 [192,38; 942,03]	20 466,17 [159,96; 906,29]	U=578 p=0,81
VTN, ng/mL	60 103,49 [66,83; 154,65]	20 96,84 [63,44; 118,63]	U=554 p=0,61
PGF, pg/mL	60 28,75 [28,36; 29,37]	20 28,42 [28,15; 28,81]	U=450 p=0,097
PEDF, ng/mL	60 1,25 [0,79; 2,51]	20 0,99 [0,51; 1,88]	U=487 p=0,021
FBLN1, pg/ml	60 547,48 [447,24; 674,095]	17 534,53 [415,59; 816,54]	U=486 p=0,077

PEDF (Pigment Epithelium Derived Factor, фактор пигментного эпителия), также известный как серпин F1 (SERPIN F1), оказался выше в исследуемой группе. Он представляет собой многофункциональный секретируемый белок, обладающий антиангиогенными, противоопухолевыми и нейротрофическими функциями. Поэтому данный белок вызывает большой интерес как регуляторный фактор развития клеток и тканей. PEDF способен к модуляции процессов клеточной адгезии, включающих в себя интегрин-коллагеновое взаимодействие. Поскольку клеточная адгезия является одной из ключевых стадий ангиогенеза, этим может объясняться антиангиогенное действие фактора [7, с. 77]. Исследуется в качестве кандидата для лечения таких состояний, как хориоидальная неоваскуляризация, болезни сердца и рак. PEDF подавляет неоваскуляризацию сетчатки и пролиферацию эндотелиальных клеток. Молекулы, которые смещают баланс в сторону PEDF от VEGF, могут оказаться полезными инструментами для более эффективного подавления хориоидальной неоваскуляризации. PEDF экспрессируется в ретинальном пигментном эпителии в большом количестве, имеет обратную связь с VEGF. В начале развития хориоидальной неоваскуляризации обнаруживается большая концентрация PEDF [5, с. 14]. Показано, что при увеличении концентрации экзогенного PEDF в модели хориоидальной неоваскуляризации стимулируется продукция VEGF эндотелиальными клетками. Увеличение концентрации VEGF, в свою очередь, может индуцировать продукцию матриксных металлопротеиназ (MMP). Активированные протеиназы расщепляют компоненты внеклеточного матрикса, а также связанный с ними PEDF, не воздействуя при этом на VEGF. Таким образом, в ответ на увеличение концентрации PEDF усиливается его инактивация MMP, возрастает соотношение факторов VEGF/PEDF и стимулируется ангиогенез. Матриксные металлопротеиназы могут инактивировать PEDF тем же путем, что и в случае ингибиторных серпинов [7, с. 82].

MMP 17 (Matrix metalloproteinase 17, матриксная металлопротеиназа 17, MT4-MMP, Membrane-type matrix metalloproteinase 4 – MMP4). Белок мембранного типа, участвующий в разрушении внеклеточного матрикса в нормальных физиологических процессах (эмбриональное развитие, размножение и ремоделирование тканей, ангиогенез, пролиферация, миграция и дифференциация клеток, апоптоз, сдерживание роста опухолей). Задействован в расщеплении мембранных рецепторов, выбросе апоптозных лигандов, а также в активации и деактивации хемокинов и цитокинов. Предполагается, что MMP 17 может влиять на ангиогенез [6, с. 63]. Также он обнаруживается в эозинофилах, лимфоцитах, моноцитах, макрофагах человека, что указывает на определенную роль этой протеазы в воспалении [8, с. 6].

FBLN1 (Fibulin 1, фибулин 1) представляет собой кальцийсвязывающий гликопротеин, в исследуемой группе его значения были выше. У позвоночных фибулин 1 обнаружен в крови и внеклеточном матриксе. Во внеклеточном матриксе фибулин 1 связывается с базальными мембранами и эластическими волокнами. Связь с этими матриксными структурами опосредована его способностью взаимодействовать с многочисленными компонентами внеклеточного матрикса, включая фибронектин, протеогликаны, ламинины и тропоэластин. Фибулин 1 также является белком крови, способным связываться с фибриногеном. Может играть роль в ригидности артерий у пациентов с атеросклерозом [9, с. 80].

TGF- $\beta$ 1 (Transforming Growth Factor  $\beta$ 1, трансформирующий фактор роста  $\beta$ 1) представляет собой полипептид, является членом надсемейства цитокинов



трансформирующего фактора роста  $\beta$ . Его значения были выше в исследуемой группе. Это секретируемый белок, который выполняет множество клеточных функций, включая контроль клеточного роста, клеточной пролиферации, клеточной дифференцировки и апоптоза. Он также действует как отрицательный аутокринный фактор роста. Нарушение регуляции активации и передачи сигналов TGF- $\beta$  может привести к апоптозу. Многие клетки синтезируют TGF- $\beta$ , и почти все они имеют специфические рецепторы для этого пептида. TGF- $\beta$ 1 был впервые идентифицирован в тромбоцитах человека с потенциальной ролью в заживлении ран. TGF- $\beta$ 1 играет важную роль в контроле иммунной системы и проявляет различную активность в отношении разных типов клеток на разных стадиях развития. Большинство иммунных клеток (или лейкоцитов) секретируют TGF- $\beta$ 1. В эксперименте при заживлении ран, обработанных цитокином TGF- $\beta$ 1, отмечалась чрезмерная реакция образования рубцов, которая проявлялась увеличением выработки коллагена и экстрацеллюлярного матрикса [10, с. 7].

PGF (Placental Growth Factor, плацентарный фактор роста) представляет собой белок подсемейства VEGF, участвует в ангиогенезе и васкулогенезе, в частности, во время эмбриогенеза. PGF связан с ангиогенезом, экспрессируется на низком уровне в таких органах, как сердце, легкие, щитовидная железа и скелетные мышцы. Повышение его уровня связано с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Его экспрессия повышается в очаге субретинального фиброза, вырабатывается клетками ретикулярного пигментного эпителия [11, с. 192].

VTN (Vitronectin, витронектин) – гликопротеин массой 75 кДа, являющийся одним из основных белковых компонентов плазмы крови, а также присутствующий в моче, амниотической жидкости, межклеточном пространстве многих тканей и депонирующийся в тромбоцитах. Он принимает участие в фибринолизе, опосредует клеточную адгезию и миграцию, ингибирует мембраноатакующий цитолитический комплекс системы комплемента и связывает некоторые серпины. Также он играет роль в стимуляции пролиферации и роста клеток в таких процессах, как рост и метастазирование злокачественных опухолей, заживление ран и резорбция кости. Синтез витронектина происходит главным образом в гепатоцитах, однако исследования показывают, что его возможными источниками могут быть нейроны центральной нервной системы, фоторецепторы и пигментный слой сетчатки, жировая ткань, миокард и скелетные мышцы.

PDGF C (Platelet Derived Growth Factor C, тромбоцитарный фактор роста C). Тромбоцитарные факторы роста играют важную роль в росте, выживании и функционировании соединительной ткани. PDGF C является членом семейства факторов роста PDGF/VEGF. PDGF C ранее не был идентифицирован с PDGF A и PDGF B, возможно, потому что он синтезируется и секретируется как латентный фактор роста, требующий протеолитического удаления N-концевого домена CUB для связывания и активации рецептора.

IGF-2 (Insulin Like Growth Factor 2, инсулиноподобный фактор роста 2) – один из трех белковых гормонов, имеющих структурное сходство с инсулином. Он проявляет регулирующий рост, инсулиноподобную и митогенную активность. Секретируется печенью и циркулирует в крови.

AFGF/FGF 1 (Acidic Fibroblast Growth Factor 1, кислотный фактор роста фибробластов 1), bFGF/FGF 2 (Basic Fibroblast Growth Factor 2, основной фактор роста фибробластов 2) относятся к семейству факторов роста, участвующих в ангиогенезе, заживлении ран, эмбриональном развитии. Гепаринсвязывающие белки. Играют ключевую роль в процессах пролиферации, дифференцировки тканей и клеток. Одна из важных функций FGF 1 и FGF 2 – это стимуляция роста эндотелиальных клеток и организация их в трубчатую структуру. Таким образом, они ускоряют ангиогенез, рост новых кровеносных сосудов из уже существующей сосудистой сети. FGF 1 и FGF 2 являются более мощными ангиогенными факторами, нежели VEGF или PDGF. Помимо стимулирования роста кровеносных сосудов, FGF 1 и FGF 2 являются важными участниками процесса заживления ран. FGF 1 и FGF 2 стимулируют ангиогенез и рост фибробластов, которые вызывают рост грануляционной ткани, заполняющей полость раны в начале заживления.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После изучения содержания в сыворотке крови вышеперечисленных биологически активных веществ у пациентов с ВМД и без нее выявлено, что статистически значимо различаются исследуемая группа и группа сравнения по уровню MMP 17 (влияет на ангиогенез и участвует в разрушении внеклеточного матрикса) и PEDF (антиангиогенный фактор) и что они могут быть взаимосвязаны. Имеется тенденция, близкая к статистически значимой, у следующих показателей: TGF- $\beta$ 1 (контроль иммунной системы), PGF (связь с ангиогенезом), FBLN1 (взаимодействует с компонентами внеклеточного матрикса, фибриногеном) – этим можно объяснить некоторые патогенетические процессы, имеющие место при ВМД.

ВМД – это гетерогенное, мультифакторное и сложное заболевание, но происходящие патогенетические процессы схожи. Необходимо понять взаимосвязь различных генетических рисков, взаимодействие с факторами риска, причины отсутствия реакции на лечение и изучить возможность превращения полученных знаний в прогнозирование, профилактику и лечение данного заболевания. Классификация ВМД также несовершенна. Чем больше данных будет получено о генетических изменениях, о составе сыворотки крови этих пациентов, межгенных и межбелковых взаимодействиях, тем лучше можно будет адаптировать терапию к выявленным фенотипам. Остается важным вопрос, как объединить существующие данные и создать общую гипотезу патогенеза ВМД. Надо помнить о том, что имеются различные фенотипы, механизмы патогенеза, скорость и варианты развития данного заболевания. В лечении мы можем использовать патогенетические механизмы и воздействовать на них. Персонализированная терапия должна быть основана на включении всей доступной информации о пациенте (данных полного офтальмологического осмотра, генетических аспектов, сведений о составе сыворотки крови и общем состоянии) и на появлении новых доступных препаратов, воздействующих на патогенетические звенья имеющегося на данный момент процесса в сетчатке. Поскольку изменение одного гена или белка ведет к целому каскаду изменений, очень важно найти те, на которые мы можем повлиять и благодаря которым можно улучшить прогноз и течение данного заболевания.



## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Wong W.L., Xinyi S., Xiang L., 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):106–116. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70145-1
2. Armento A., Ueffing M., Clark S. The complement system in age-related macular degeneration. *Cell. Mol. Life Sci.* 2021;78(10):4487–4505. doi: 10.1007/s00018-021-03796-9
3. Zakharova N.B., Durnov D.A., Mikhailov V.Yu., et al. Diagnostic value of studying vascular endothelial growth factor in blood serum. *Basic research.* 2011;11(1):215–220. (in Russian)
4. Qazi Y., Maddula S., Ambati B.K. Mediators of ocular angiogenesis. *J. Genet.* 2009;88(4):495–515. doi: 10.1007/s12041-009-0068-0
5. Zubareva T.S., Mironova E.S., Hop D.N., et al. Membrane-type matrix metalloproteinase 4 (MT4-MMP): role and significance in the pathogenesis of tumor growth. *Med. Alliance.* 2022;10(2):58–67. doi:10.36422/23076348-2022-10-2-58-67 (in Russian)
6. Minkevich N.I., Lipkin V.M., Kostanyan I.A. PEDF is a non-inhibitory serpin with neuroprotective and antiangiogenic activities. *Acta Nature.* 2010;2(3–6):74–84. (in Russian)
7. Yip C., Foidart P., Noel A., et al. MT4-MMP: The GPI-anchored membrane-type matrix metalloprotease with multiple functions in diseases. *Int. J. Mol. Sci.* 2019;20(2):354–366. doi: 10.3390/ijms20020354
8. Paapstel K., Zilmer M., Eha J., et al. Association between fibulin-1 and aortic augmentation index in male patients with peripheral arterial disease. *Eur. J. Vasc. Endovasc. Surg.* 2016;51(1):76–82. doi: 10.1016/j.ejvs.2015.09.004
9. Robinson S., Parigoris E., Chang J., et al. Contracting scars from fibrin drops. *Integr. Biol. (Camb).* 2022;14(1):1–12. doi: 10.1093/intbio/zyac001
10. Zhang Y., Liao D.Y., Wang J.M., et al. Inhibitory effect on subretinal fibrosis by anti-placental growth factor treatment in a laser-induced choroidal neovascularization model in mice. *Int. J. Ophthalmol.* 2022;15(2):189–196. doi: 10.18240/ijo.2022.02.01



Фарзиева М.С.  
Клиника «Батыгёз», Баку, Азербайджан

## Результаты хирургического лечения пациентов с инфантильной эзотропией глаз

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Подана: 17.09.2024  
Принята: 11.11.2024  
Контакты: mic\_amu@mail.ru

### Резюме

---

В ходе данного исследования за 2022–2023 гг. в клинике «Батыгёз» было проведено комплексное клинично-лабораторное и инструментальное проспективное исследование 16 пациентов в возрасте от 6 месяцев до 8 лет с инфантильной эзотропией глаз. Пациенты были разделены на 2 возрастные группы по типу послеоперационного отклонения, развитию глазного яблока и бинокулярности: 6 (37,5±12,1%) пациентов были в возрасте 2 лет и младше, 10 (62,5±12,1%) – в возрасте 2–8 лет. Минимальный период наблюдения составил 6 месяцев. В нашем исследовании рассматривалось 11 случаев детской эзотропии у мальчиков и 5 случаев у девочек. В исследование были включены только случаи с рефракцией <3D гиперметропии под воздействием атропина, проведено полное ортоптическое обследование. Было получено письменное согласие пациента на участие в обследовании. Проведение ранней коррекции в возрасте до 1 года при инфантильной эзотропии показало улучшение стереопсиса во всех случаях, тогда как ни в одном случае, когда операция проводилась в возрасте старше 1 года, не развился даже грубый стереопсис. В связи с ограничением большего количества случаев в возрастной группе до 1 года статистическую значимость нельзя прокомментировать, но результаты подтверждаются более ранними важными исследованиями. Поэтому мы рекомендуем проводить операцию детям до 12 месяцев во всех случаях детской эзотропии. Достижение стереопсиса при ранней операции следует рассматривать как основную цель для более стабильного выравнивания после операции. Кроме того, детская эзотропия затрудняет нормальное социальное и психологическое развитие ребенка, и это также является важным фактором для ранней хирургической коррекции.

**Ключевые слова:** косоглазие, горизонтальное косоглазие, биометрическое обследование, инфантильная эзотропия, послеоперационные отклонения

---





Farziyeva M.  
Batygoz Clinic, Baku, Azerbaijan

# Results of Surgical Treatment of Patients with Infantile Esotropy of the Eyes

**Conflict of interest:** nothing to declare.

Submitted: 17.09.2024  
Accepted: 11.11.2024  
Contacts: mic\_amu@mail.ru

## Abstract

During the implementation of this study for the period 2022–2023, a comprehensive clinical, laboratory and instrumental prospective examination of 16 patients aged 6 months to 8.0 years with infantile esotropia of the eyes was conducted at the Batygoz Clinic. Patients were divided into 2 age groups by the type of postoperative deviation, development of the eyeball and binocularity: 6 ( $37.5 \pm 12.1\%$ ) patients were 2 years old and younger, 10 ( $62.5 \pm 12.1\%$ ) were aged 2–8 years. The minimum observation period was 6 months. In our study, there were 11 cases of childhood esotropia in boys and 5 cases in girls.

The study included only cases with refraction  $<3D$  hyperopia under atropine, complete orthoptic examination, patients aged 6 months to 8 years; written consent was obtained from the patient to participate in the examinations. The result of early correction before the age of one year in infantile esotropia showed improvement of stereopsis in all cases, while none of the cases operated after the age of one year developed even rough stereopsis. Due to the limitation of a larger number of cases in the age group under one-year, statistical significance cannot be commented, but the results confirm earlier important studies. Therefore, we recommend performing the surgery before 12 months in all cases of infantile esotropia. The advantage of achieving stereopsis with early surgery should be considered as the main goal in order to achieve more stable alignment after surgery. In addition, infantile esotropia hinders the normal social and psychological development of the child, and this is also an important factor for early surgical correction.

**Keywords:** strabismus, horizontal strabismus, biometric examination, infantile esotropia, postoperative abnormalities

## ■ ВВЕДЕНИЕ

При нормальном бинокулярном зрении изображение рассматриваемого предмета попадает одновременно в фовеа каждого глаза. Если какой-либо из глаз отклонен, затрудняется фиксация обоих глаз на объекте зрения. Любое отклонение глаза в сторону называется косоглазием, и его лечение важно из-за психологических и социальных последствий, а также его функциональных эффектов [1, 2].

Хотя распространенность косоглазия в обществе колеблется от 0,5% до 5%, в разных возрастных и этнических группах могут быть различные цифры [3–5]. Считается, что причинами косоглазия являются генетика и многие другие факторы: низкий вес

при рождении, ретинопатия недоношенных, синдром Дауна, проблемы развития нервной системы, врожденная катаракта, птоз, высокая гиперметропия, гипоплазия зрительного нерва, врожденные дистрофии сетчатки, альбинизм и врожденный нистагм, краниосиностоз [6, 7].

Амблиопия имеется у 29,4–55,8% пациентов [8]. Она может быть функциональной или органической. Функциональная амблиопия – нейроанатомическая и нейрофизиологическая офтальмологическая проблема, не решаемая путем максимально точной коррекции и вызывающая необратимую потерю зрения без какой-либо патологии, которая привела бы к ухудшению зрения во всей оптической оси и макуле.

Амблиопия – одна из поддающихся лечению причин потери зрения у детей. Ранняя диагностика этого состояния посредством проверки зрения может привести к лучшим результатам лечения. Косоглазие не только является косметическим дефектом, но и оказывает негативное влияние на уверенность пациента в себе, социальные и когнитивные отношения, например, нарушает бинокулярное зрение и стереопсис. Для нормального развития стереопсиса необходимы нормальная острота зрения, нормальное положение глаз и сохраненные корковые функции. Стереопсис начинает формироваться на 3-м месяце после рождения, а его созревание продолжается до 12-го месяца. После 18-го месяца развитие стереопсиса замедляется. Критический период в развитии стереопсиса – 4–6 месяцев. Чтобы обеспечить бинокулярное зрение и предотвратить развитие амблиопии, косоглазие необходимо диагностировать и лечить на самой ранней стадии [9, 10].

Инфантильная эзотропия глаз в детском возрасте является наиболее распространенным нарушением, которое представлено в офтальмологических клиниках по всему миру. Она затрагивает 1–2% детей [11]. Термин «врожденная, или инфантильная, эзотропия» обсуждается уже более пяти десятилетий. Костенбадер отстаивал понятие «врожденная эзотропия» для всех случаев, проявляющихся до 6 месяцев ребенка, а фон Норден предпочитал термин «инфантильная эзотропия». Различные исследования Никсона и Арчера не смогли предоставить конкретных данных о количестве фактических эзотропий у младенцев младше 4 месяцев [12].

Признанные характеристики врожденной эзотропии следующие: возраст начала заболевания около 6 месяцев, большой угол эзотропии, перекрестная фиксация, нормальный неврологический статус, гиперметропия в соответствии с возрастом, не влияющая на эзотропию, нистагм в некоторых случаях.

Оптимальный возраст для хирургического вмешательства при детской эзотропии колебался в течение последних четырех десятилетий с растущей тенденцией к ранней хирургии [6–8]. Хотя до сих пор нет единого мнения относительно точного возраста, когда следует лечить детскую эзотропию, все же есть признание того, что субнормальное бинокулярное зрение может быть достигнуто только при условии хирургической коррекции.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка результатов хирургического лечения инфантильной эзотропии глаз.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе данного исследования за 2022–2023 гг. в клинике «Батыгёз» было проведено комплексное клинико-лабораторное и инструментальное проспективное



исследование 16 пациентов с инфантильной эзотропией глаз в возрасте от 6 месяцев до 8 лет. Пациенты были разделены на 2 возрастные группы по типу послеоперационного отклонения, развитию глазного яблока и бинокулярности: 6 (37,5±12,1%) пациентов были в возрасте 2 лет и младше, 10 (62,5±12,1%) – в возрасте 2–8 лет. Проспективное исследование было проведено для регистрации результатов лечения пациентов с инфантильной эзотропией, прооперированных с 2022 по 2023 г. Минимальный период наблюдения составил 6 месяцев. В нашем исследовании было изучено 11 случаев детской эзотропии у мальчиков и 5 случаев у девочек.

В исследование были включены только случаи с рефракцией <3D гиперметропии под воздействием атропина, проведено полное ортооптическое обследование. Было получено письменное согласие пациента на участие в обследованиях. Дети, у которых развилась эзотропия в возрасте старше 12 месяцев, ограничительное или паралитическое косоглазие, аккомодационная эзотропия, дети с неврологическими расстройствами и аномалиями зрительного нерва были исключены из исследования. Операция была проведена одним хирургом через доступ свода. Бимедиальная рецессия прямой мышцы была выполнена в 10 случаях, а горизонтальная рецессия – резекция прямых мышц – в 6 случаях.

Анализировались следующие переменные: возраст на момент операции, продолжительность косоглазия, пол, дефект рефракции, гиперфункция нижней косой мышцы, диссоциированное вертикальное отклонение, нистагм, тип выполненной операции и углы отклонения до и после операции. Соблюдался стандартный протокол для обследования при косоглазии.

Изучаемые результаты включали послеоперационную коррекцию косоглазия, амблиопию и функцию стереозрения. Послеоперационный результат отслеживался в течение 2 лет после операции с помощью теста с прикрытием и открытием. Амблиопия оценивалась на основе: карт остроты зрения Кардиффа – для детей младше 3 лет, таблицы Ландольта С – для детей старше 3 лет, а бинокулярность – с помощью таблиц стереоостроты зрения Рандо.

Клиническая характеристика обследованных пациентов основывалась на изучении жалоб, клинико-лабораторного и соматического анамнеза. У всех пациентов были изучены данные офтальмологического, ортооптического и биометрического обследования. Данные регистрировались до и на 3-й месяц после операции у пациентов, перенесших операцию по поводу косоглазия. В дополнение к рутинному осмотру оценивали осевую длину и параметры кератометрии. Во время операции регистрировали лимбально-медиальное и латеральное прикрепление мышц на верхнем (а), среднем (б) и нижнем (в) расстояниях. Регистрировали ширину прикрепления мышцы (д). Расположение мышц описывалось как косое или плоское в зависимости от их ориентации по всей орбите до момента прикрепления.

Во время операции по поводу косоглазия и на 3-й месяц после нее кератометрические измерения у пациентов проводились с использованием авторефрактометра/автокератометра (Nidek ARK 510-A Auto Refractometer and Auto Keratometer Nidek Co., LTD, Япония). Осевые длины обоих глаз испытуемых измеряли с помощью ультразвукового биометрического устройства Automotic ECHOSON A B scan Pachymeter at Rs 112000 / piece n Noida, Uttar Pradesh, исходя из расстояния, начинающегося от передней поверхности центральной роговицы глаза испытуемых и заканчивающегося на передней поверхности сетчатки. Все измерения проводил один и тот же

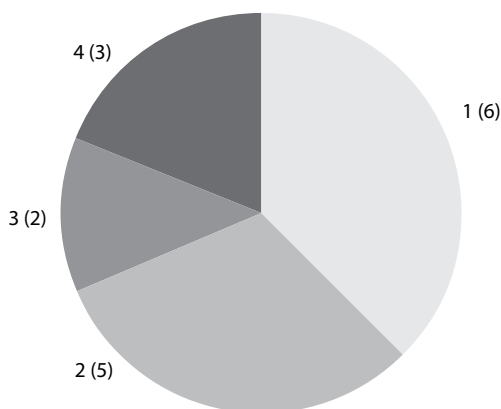
врач. Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью программ электронных таблиц Microsoft Excel, сформированных в соответствии с задачами проводимых исследований.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Было проведено детальное исследование переднего и заднего сегментов. У всех пациентов, запланированных к операции, конъюнктива свода была вскрыта. Во всех глазах во время операции выявлены корнеосклеральный анатомический лимб, внутренняя прямая и наружная прямая мышцы. Измеряли расстояния а, b, с и d между местами прикрепления и лимбом и записывали ориентацию горизонтальных мышц как прямую или косую. Всего было 16 случаев инфантильной эзотропии, из них 11 случаев у мальчиков и 5 случаев у девочек. По сравнению с данными зарубежной литературы, возраст проявления детской эзотропии был различным, и были случаи, когда заболевание проявлялось даже в возрасте старше 2 лет [4–6]. В возрастной группе от 6 месяцев до 1 года было 6 детей, в группе от 1 до 2 лет – 5, в группе от 2 до 3 лет – 2, в группе от 4 до 8 лет – 3 ребенка (рис. 1).

Продолжительность отклонения была равна возрасту на момент обращения, так как во всех случаях имела история явного отклонения до 6-месячного возраста. Свободное чередование косящего глаза имело место в 9 случаях (амблиопия в остальных 7 случаях из разных возрастных групп) (см. таблицу).

Методика проверки зрения отличалась в группах, поскольку возраст варьировался от 6 месяцев до 8 лет. Острота зрения регистрировалась с помощью карт остроты зрения Кардиффа для детей младше 3 лет, таблиц Ландольта С или Альбини Е – для детей старше 3 лет, взяты только случаи с рефракцией ниже 3 диоптрий. Рефракция была между +1,5 и +3 диоптрии во всех случаях. Предоперационное отклонение во всех случаях было более 40 призматических диоптрий (PD). Скрытый нистагм наблюдался в 6 случаях, гиперфункция нижней косой мышцы наблюдалась в 10 случаях (легкая – в 3 случаях, умеренная – в 4 случаях и тяжелая – в 3 случаях).



**Рис. 1. Распределение по возрастам детей с инфантильной эзотропией глаз (1 – от 6 месяцев до 1 года; 2 – от 1 до 2 лет; 3 – от 2 до 3 лет; 4 – от 4 до 8 лет)**

**Fig. 1. Incidence of age distribution of children with infantile ocular esotropia (1 – 6 months to 1 year; 2 – 1 to 2 years; 3 – 2 to 3 years; 4 – 4 to 8 years)**

**Острота зрения в группе детей с инфантильной эзотропией**  
**Visual acuity in the group of children with infantile esotropia**

Острота зрения	Количество случаев
0,0 до <0,2	9
0,2 до <0,6	2
0,6 до <1,0	2
>1,0	3

Послеоперационное остаточное отклонение составило <10 PD в 10 случаях, от 10 до 16 PD – в 4 случаях и более 16 PD – в 2 случаях.

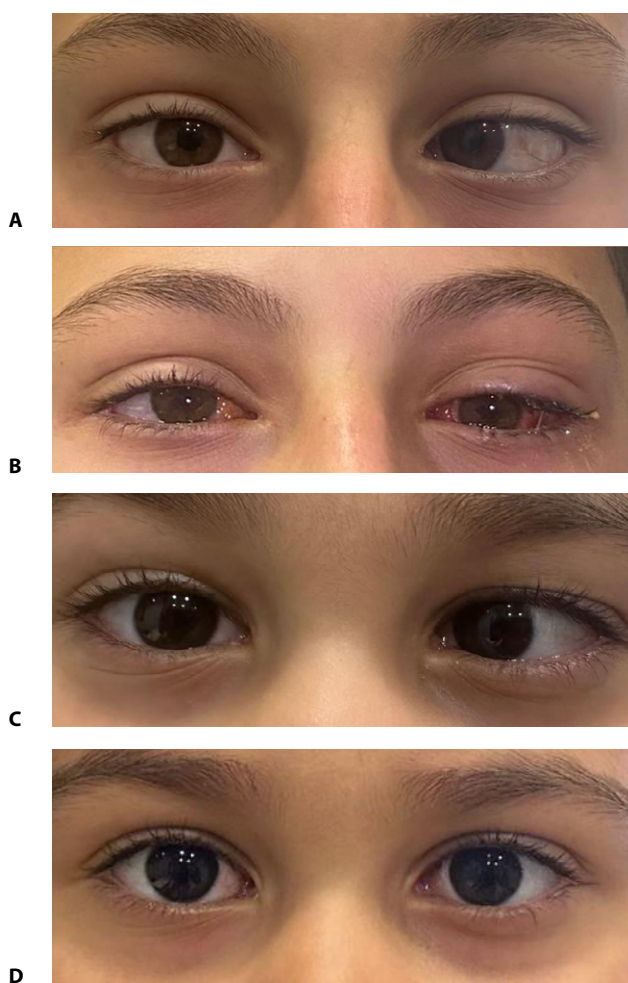
Результаты операций, проведенных 6 пациентам с инфантильной эзотропией в возрасте до 1 года, сравнивались с результатами операций, проведенных 10 детям в возрасте старше 1 года. Родители, которые обратились за медицинской помощью в возрасте ребенка старше 1 года, ждали из-за различных причин, таких как дезинформация, ложные убеждения или заблуждение. Во всех случаях до операции наблюдался субнормальный стереопсис. В 4 случаях у пациентов в возрасте до 1 года при последующем наблюдении отмечалось высокое стереозрение в течение 6 месяцев после операции. В 2 случаях у детей в возрасте до 1 года наблюдался стереопсис, субнормальный стереопсис, тогда как во всех операциях детям в возрасте старше 1 года стереопсис отсутствовал. В 3 случаях пациенты были взяты на повторную операцию для коррекции остаточного отклонения в период наблюдения через 3 месяца после первичной операции. Из них 2 случая были в возрастной группе 1–2 года и 1 случай в возрастной группе 2–3 года. Во всех них исходное отклонение составляло более 60 PD, а максимальная бимедиальная рецессия прямой мышцы не дала адекватных результатов. Дополнительная резекция латеральной прямой мышцы была запланирована на недоминантном глазу. Во всех этих 3 случаях наблюдалась амблиопия и скрытый нистагм в отклоняющемся глазу.

В 7 случаях, когда была выявлена амблиопия, проводилась окклюзионная терапия в течение различных периодов времени от 6 месяцев до 2 лет, при этом в 3 случаях наблюдалось незначительное улучшение.

В нашем исследовании хирургическое лечение было удовлетворительным в возрастной группе от 6 месяцев до 1 года; однако ни в одном случае не была проведена операция до 6-месячного возраста. Хотя авторы все еще не пришли к единому мнению относительно оптимального возраста для операции, предполагается, что чем раньше достигается выравнивание глаз, тем лучше функциональный результат [6, 7].

В нашем исследовании в 3 случаях пациенты были взяты на повторную операцию для коррекции остаточного отклонения в период наблюдения. Не было никакой существенной разницы в частоте повторных операций у пациентов, прооперированных до 12-месячного возраста, и у тех, кто был прооперирован в возрасте старше 1 года. Двусторонняя медиальная рецессия прямой мышцы обычно выполняется при инфантильной эзотропии, которая является альтернирующей, однако в случае доминирования одного конкретного глаза, как полагают некоторые авторы, рецессия и резекция недоминантного глаза предпочтительнее [2–4]. В нашем исследовании наиболее распространенными ассоциациями с инфантильной эзотропией были гиперфункция нижних косых мышц и нистагм, что согласуется с результатами других исследований [8, 9].

В нашем исследовании предоперационный угол отклонения был более 40 PD во всех случаях. Приемлемые результаты отклонения менее 10 PD были достигнуты в 10 случаях, от 10 до 16 PD – в 4 случаях, более 16 PD – в 2 случаях, что считалось адекватной коррекцией, поскольку зрение было одинаковым на обоих глазах и не было амблиопии, кроме того, родители были удовлетворены косметическим результатом. Результаты были лучше по сравнению с большинством исследований, которые отличаются более высоким уровнем повторной операции – 30–40% (по сравнению с 18,7% в нашем исследовании) [2–4]. Ниже представлены фотографии, которые были сделаны до и после операции пациентов с инфантильной эзотропией, оперированных нами в клинике «Батыгёз». На рис. 2А–В представлено фото мальчика 7 лет, на рис. 2С–D – фото мальчика 5 лет.



**Рис. 2. Пациенты с инфантильной эзотропией глаз, оперированные нами в клинике «Батыгёз», до и после операции: А–В – мальчик 7 лет; С–D – мальчик 5 лет**  
**Fig. 2. Photos of patients operated on by us in the clinic 'Batigöz' with infantile esotropia of the eyes, which were taken before and after the operation: А–В – boy 7 years old; С–D – boy 5 years old**



Возможной причиной более высокого уровня успеха может быть оценка по стандартизированной шкале, где учитывались все аспекты ограничения движения, доминирования глаза, гиперфункции нижней косой мышцы и нистагма. В случаях, когда гиперфункция нижней косой мышцы была очевидна, планировалась одновременная коррекция. Было значительное количество случаев, когда по разным причинам пациентов поздно направляли на операцию. Существует определенная необходимость в повышении осведомленности населения об осложнениях отсроченной операции, включая тяжелую амблиопию, при которой прогноз по зрению отрицательный.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведение ранней коррекции в возрасте пациента до 1 года при инфантильной эзотропии показало улучшение стереопсиса во всех случаях, тогда как ни в одном случае, когда операция проводилась пациенту в возрасте старше 1 года, не развился даже грубый стереопсис. В связи с ограничением большего количества случаев в возрастной группе до 1 года статистическую значимость нельзя прокомментировать, но результаты подтверждаются более ранними важными исследованиями. Поэтому мы рекомендуем проводить операцию детям в возрасте до 12 месяцев во всех случаях инфантильной эзотропии. Достижение стереопсиса при ранней операции следует рассматривать как основную цель для более стабильного выравнивания глаз после операции. Кроме того, детская эзотропия затрудняет нормальное социальное и психологическое развитие ребенка, и это также является важным фактором для ранней хирургической коррекции.

## ■ ЛИТЕРАТУРА

1. Yagasaki T, Yokoyama Y, Tsukui M. Relationship between stereopsis outcome and timing of surgical alignment in infantile esotropia. *J AAPOS*. 2020 Apr;24(2):78.e1–78.e5. doi: 10.1016/j.jaaapos.2019.12.015
2. Bhate M, Flaherty M, Martin FJ. Timing of surgery in essential infantile esotropia – What more do we know since the turn of the century? *Indian J Ophthalmol*. 2022 Feb;70(2):386–395. doi: 10.4103/ijoo.IJO\_1129\_21
3. Kuehlkamp A, Bowyer K. Predicting gender from iris texture may be harder than it seems. *arXiv*. 2018;abs/1811.10066. Available at: <http://arxiv.org/abs/1811.10066> (accessed November 25, 2018).
4. Yokoyama Y, Yagasaki A, Hozumi K, et al. Factors Affecting Outcomes of Stereoaquity in Partially Refractive Accommodative Esotropia with Motor Success Treated by Preoperative Prism Correction and Surgery. *Clin Ophthalmol*. 2024 Aug 21;18:2327–2335. doi: 10.2147/OPHT.S470504
5. Li L, Jiang JJ. [The timing and challenges of early intervention for infantile esotropia]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2024 Apr 11;60(4):312–315. (in Chinese) doi: 10.3760/cmaj.cn112142-20240130-00057
6. Lajmi H, El Fekih L, Khelifi K, et al. Infantile Esotropia: Management results and prognostic factors. *Tunis Med*. 2021 Dec;99(12):1180–1187.
7. Gama R, Santos JC, Nom TY, et al. Differences of a Single Injection of Botulinum Toxin A between Infantile and Nonaccommodative Esotropia. *J Binocul Vis Ocul Motil*. 2020 Jul–Sep;70(3):98–102. doi: 10.1080/2576117X.2020.1777063
8. Szegedy C, Vanhoucke V, Ioffe S, et al. Rethinking the inception architecture for computer vision. *2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. 2818–2826, 10.1109/CVPR.2016.308.
9. Treder M, Laueremann JL, Eter N. Deep learning-based detection and classification of geographic atrophy using a deep convolutional neural network classifier. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256(11):2053–2060.
10. Celik S. Comparison of quantitative measurement of macular vessel density before and after inferior oblique muscle-weakening surgery: An optical coherence tomography angiography study. *J AAPOS*. 2021;25:e281–e285. doi: 10.1016/j.jaaapos.2021.04.007
11. Zhou JQ. Retinal vascular diameter changes assessed with a computer-assisted software after strabismus surgery. *Int. J. Ophthalmol*. 2020;13:620–624. doi: 10.18240/ijo.2020.04.14
12. Vagge A. Evaluation of macular vessel density changes after strabismus surgery using optical coherence tomography angiography. *J AAPOS*. 2022;26:e71–e74. doi: 10.1016/j.jaaapos.2021.11.011



Гулямова М.Д. ✉, Икрамов О.И., Джураев Н.А.

Республиканская клиническая офтальмологическая больница, Ташкент, Узбекистан

## Диагностическая ценность различных методов диагностики открытой травмы глаза, осложненной наличием внутриглазного инородного тела

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** концепция, дизайн исследования – Гулямова М.Д.; сбор материала, редактирование, обработка, написание текста – Гулямова М.Д., Икрамов О.И., Джураев Н.А.

Подана: 02.09.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: gulamova@yandex.ru

### Резюме

**Цель.** Изучение диагностической ценности различных методов диагностики открытой травмы глаза, осложненной наличием внутриглазного инородного тела.

**Материалы и методы.** Анализ клинико-функциональных данных 103 пациентов с ОТГ типа С, которым помимо стандартных офтальмологических методов исследования проводили специальные, включающие обзорную рентгенографию орбит в 2 проекциях; рентгенлокализацию по Комбергу – Балтину и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ).

**Результаты.** Результаты проведенных исследований установлено, что МСКТ является наиболее информативным методом диагностики повреждений костных структур орбиты и интраорбитальных инородных тел и по всем показателям эффективности в выявлении повреждения костей орбиты превосходит рентгенологический метод. МСКТ позволяет оценить характер смещений костных отломков, уточнить топике инородных тел, их физическую природу, является незаменимым методом исследования при множественных ВГИТ. Ультразвуковое исследование является информативным методом исследования у пациентов с кровоизлияниями в стекловидное тело, отслойками оболочек глазного яблока. УЗИ по всем показателям превосходит МСКТ в диагностике повреждений глазного яблока и позволяет получить детальную и исчерпывающую информацию о состоянии стекловидного тела, оболочек глазного яблока на ранних стадиях процесса независимо от состояния преломляющих сред глаза. УЗИ имеет ограничение в применении только в свежих случаях травмы, но играет главную роль в диагностике отдаленных последствий глазной травмы.

**Заключение.** Только комплексное обследование (клиническое, применение рентгенографии, компьютерной томографии, ультразвукового исследования) позволяет обеспечить полноценную диагностику наличия ВГИТ и его локализацию при открытой травме глаза, дополняя друг друга, выбрать оптимальный метод его извлечения и тем самым увеличить число благоприятных исходов хирургического лечения.

**Ключевые слова:** открытая травма глаза, ОТГ типа С, внутриглазное инородное тело, ультразвуковое исследование, мультиспиральная томография





Gulyamova M. ✉, Ikramov O., Djuraev N.

Republican Clinical Ophthalmological Hospital, Tashkent, Uzbekistan

## Diagnostic Value of Various Methods for Diagnosing Open Globe Injury Complicated by the Presence of an Intraocular Foreign Body

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** concept, design of the study – Gulyamova M.; collection of material, editing, processing, writing the text – Gulyamova M., Ikramov O., Djuraev N.

Submitted: 02.09.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: gulyamova@yandex.ru

### Abstract

**Purpose.** To study the diagnostic value of various methods for diagnosing open globe injury, complicated by the presence of an intraocular foreign body.

**Materials and methods.** Analysis of clinical and functional data of 103 patients with OGI type C, who, in addition to standard ophthalmological methods, underwent special examinations, including survey radiography of the orbits in two projections; X-ray localization according to Komberg – Baltin and MSCT.

**Results.** The results of the studies have established that MSCT is the most informative method for diagnosing damage to the bone structures of the orbit and intraorbital foreign bodies and is superior to the x-ray method in all indicators of effectiveness in identifying damage to the orbital bones. MSCT allows you to assess the nature of displacement of bone fragments, clarify the topic of foreign bodies, their physical nature, and is an indispensable research method for multiple IFB. Ultrasound examination is an informative method of research in patients with vitreous hemorrhages and detachments of the membranes of the eyeball. Ultrasound is superior in all respects to MSCT in diagnosing damage to the eyeball and allows one to obtain detailed and comprehensive information about the state of the vitreous body, the membranes of the eyeball, in the early stages of the process, regardless of the state of the refractive media of the eye. Ultrasound is limited in its use only in recent cases of trauma, but plays a major role in the diagnosis of long-term consequences of ocular trauma.

**Conclusion.** Only a comprehensive examination (clinical, the use of radiography, computed tomography, ultrasound) allows for a complete diagnosis of the presence of IFB and its localization in open eye injury, complementing each other, choosing the optimal method for its extraction and, thereby, increasing the number of favorable outcomes of surgical treatment.

**Keywords:** open eye injury, OGI type C, intraocular foreign body, ultrasound, multislice tomography

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Травматические повреждения органа зрения являются одной из основных причин временной или стойкой утраты трудоспособности лиц молодого возраста (16–18%) и, по данным ВОЗ, находятся на третьем месте после дегенеративных заболеваний и глаукомы [1, 8, 9, 13, 16]. Травма глаза остается лидирующей патологией в структуре первичной инвалидности по зрению (19–22,8%), а среди причин слепоты и слабовидения – в 27,4% [5, 9, 12, 13, 16].

Открытая травма глаза (ОТГ) любой локализации относится к категории тяжелых травм. В структуре травматических повреждений глаза ОТГ является лидирующей [8, 9, 13]. Исход ОТГ типа С по срокам возвращения пациента к полноценному физическому, психологическому и социальному функционированию, а также по степени восстановления зрительных функций достаточно неоднозначен. Сочетанное повреждение нескольких анатомических структур глазного яблока, полиморфизм клинических проявлений, наличие внутриглазного инородного тела, необходимость выработки оптимальной тактики хирургического лечения ОТГ типа С требуют применения комплекса диагностических методов исследования [2–4, 6, 7, 10–12, 15].

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение диагностической ценности различных методов диагностики открытой травмы глаза, осложненной наличием внутриглазного инородного тела.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа основана на анализе клинико-функциональных данных 103 пациентов с ОТГ типа С, обследованных и прооперированных в клинической офтальмологической больнице Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. Мужчин было 71 (68,9%), женщин – 32 (31,1%); средний возраст пациентов составил 32±9 лет (от 18 до 50 лет). Давность травмы была 15±5 часов (от 3 до 20 часов). Входное отверстие ВГИТ на 39 глазах (37,9%) было роговичным, на 28 глазах (27,2%) – корнеосклеральным и на 36 глазах (34,9%) – склеральным. Размеры ВГИТ во всех случаях не превышали 4 мм (от 0,6 до 3,8 мм), в подавляющем большинстве случаев были металлическими, МКОЗ при поступлении от 0 до 1/∞/pr. incertae была в 7,8% случаев (8 глаз), от 1/∞/pr. certae до 0,02 – в 64,1% (66 глаз). В 22,3% случаев (23 глаза) МКОЗ колебалась от 0,03 до 0,1, а в 5,8% (6 глаз) – от 0,2 до 0,4.

В практической работе мы придерживались общепринятой Бирмингемской терминологии ВЕТТ, адаптированной проф. В.В. Волковым [14, 17]. Всем пациентам помимо стандартных офтальмологических методов исследования проводили специальные, включающие обзорную рентгенографию орбит в 2 проекциях; рентгенографию по Комбергу – Балтину для локализации осколков и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ).

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Патологические изменения глазного яблока выявляли с помощью рентгенологического, ультразвукового исследования (УЗИ) и мультиспиральной томографии (МСКТ). Наиболее часто повреждения глаз характеризовались изменениями стекловидного тела – в 76,7% случаев (79 глаз), хрусталика – в 68,9% (71 глаз) и оболочек



глаза – в 72,8% (75 глаз), а также наличием внутриглазных инородных тел (ВГИТ). ВГИТ в заднем отделе глазного яблока при комплексном обследовании были выявлены в 92,3% случаев (96 глаз), тогда как при клиническом исследовании – только в 25,2% (26 глаз). Инородные тела путем рентгенлокализации по Комбергу – Балтину были выявлены в 48,5% (50 глаз). Причем в 44,7% случаев (46 глаз) они располагались интраокулярно, а в 3,9% (4%) – сочетанно (интраокулярно и интраорбитально). При МСКТ инородные тела выявлены у 89,3% пациентов (92 глаза) с ОТГ, при этом в 26,2% (27 глаз) МСКТ была единственным методом, указывающим на наличие инородного тела. При УЗИ инородные тела были выявлены в 59,2% (61 глаз) случаев, все они были интраорбитальные. Выявление более мелких инородных тел на УЗИ при наличии организованного гемофтальма было затруднено, сложности также представляла диагностика инородных тел у пациентов с пристеночной локализацией осколков или в оболочках глазного яблока, когда инородные тела сливались с оболочками.

Таким образом, результатами проведенных исследований установлено, что в выявлении и уточнении локализации ВГИТ информативность МСКТ по всем показателям превосходит возможности традиционной рентгенографии (чувствительность 89,3%) ( $p < 0,001$ ), поэтому нет необходимости выполнять рентгенологическое исследование, особенно у пациентов с множественными инородными телами, при подозрении на рентгеннегативный осколок, а также при ВГИТ с пристеночной локализацией на фоне массивного гемофтальма.

Гемофтальм различной степени выраженности был выявлен в 76,7% наблюдений (79 глаз) при ультразвуковом исследовании и в 27,2% случаев (28 глаз) при МСКТ. При этом УЗИ позволило диагностировать посттравматические изменения стекловидного тела вне зависимости от состояния преломляющих сред глаза во всех случаях. При МСКТ признаки гемофтальма невозможно было визуализировать как при небольших объемах кровоизлияния, так и в более поздние сроки после получения травмы глаза. В более поздние сроки кровоизлияния (от 2 недель и более) после травмы при УЗИ глазных яблок в 24,3% случаев (25 глаз) в стекловидном теле определялись конгломераты повышенной эхогенности неправильной формы на фоне частичного эхопрозрачного стекловидного тела с четкими контурами, смещающиеся при движении глаз, тогда как на МСКТ гемофтальм диагностирован лишь в 3,9% (4 глаза), при этом контуры кровоизлияния не выявлялись, наблюдалось лишь диффузное повышение плотности стекловидного тела.

Таким образом, комплексное использование УЗИ и МСКТ позволило эффективно диагностировать внутриглазные кровоизлияния, эффективность УЗИ (чувствительность 76,7%) ( $p < 0,001$ ) в выявлении патологии стекловидного тела значительно превосходит МСКТ.

Наиболее информативным методом для выявления травматической отслойки сетчатки (ТОС) оказалась ультразвуковая диагностика, которая визуализировала ее во всех случаях. МСКТ была неинформативна в диагностике данной патологии. Для отслойки сетчатки, возникающей после проникающей глазной травмы, характерно разнообразие клинических проявлений, при этом она может носить регматогенный характер или регматогенно-тракционный (посттравматический), что обусловлено прогрессированием пролиферативной витреоретинопатии разной степени выраженности. В наших исследованиях отслойка сетчатки была выявлена в 21,4% (22 глаза), при этом в 8,7% (9 глаз) определялась лишь частичная отслойка

**Структура осложнений при проникающих ранениях глаза с ОТГ тип С**  
**Structure of complications in penetrating eye wounds with OEI type C**

Виды осложнений	абс.	%
Травматическая катаракта	71	68,9
Гифема	31	30,1
Повреждение радужки, цилиарного тела и хориоидеи	75	72,8
Гемофтальм	79	76,7
Отслойка сосудистой оболочки	16	15,5
Отслойка сетчатки	22	21,4
Нарушение положения глазных яблок	12	11,7
Повреждение глазодвигательных мышц	13	12,6
Патологические изменения в ретробульбарной клетчатке	15	14,6
Посттравматические изменения зрительного нерва	4	3,9

заднего гиалоида с участками патологической витреоретинальной фиксации в области внедрения ВГИТ внутрь глаза, в месте его диасклерального удаления, а также в зоне рикошетируемого воздействия. Локальная отслойка сетчатки выявлена в 14,6% (15 глаз), а в 6,8% (7 глаз) визуализировалась в виде купола.

Патологические изменения структур орбиты характеризовались нарушениями положения глазных яблок в 11,7% случаев (12 глаз), повреждениями глазодвигательных мышц в 12,6% (13 глаз), повреждениями зрительного нерва в 3,9% (4 глаза), изменениями ретробульбарной клетчатки в 14,6% (15 глаз) соответственно. Повреждения глазодвигательных мышц выявлены в 8,7% случаев (9 глаз) при УЗИ и в 12,6% (13 глаз) при МСКТ в виде наличия кровоизлияний и их ущемления. У 14,6% пострадавших (15 глаз) при МСКТ выявлены патологические изменения в ретробульбарной клетчатке. Данные изменения характеризовались наличием кровоизлияний в ретробульбарную клетчатку. При МСКТ дополнительно выявлены признаки ретробульбарной эмфиземы в 2,9% (3 глаза). В 3,9% случаев (4 глаза) определялись посттравматические изменения зрительного нерва. В 0,97% (1 глаз) выявлена ротация зрительного нерва вследствие смещения глазного яблока, в 1,9% (2 глаза) зрительный нерв был утолщен в диаметре. Полный разрыв ретробульбарной части зрительного нерва наблюдался в 0,97% случаев (1 глаз) в виде перерыва его контура. Данные изменения во всех случаях были диагностированы исключительно при МСКТ.

Таким образом, у одного и того же пациента наблюдали сочетание нескольких осложнений травм глаза, таких как травматическая катаракта, гифема и гемофтальм или гемофтальм и цилиохориоидальная отслойка и т. д. (см. таблицу).

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день в офтальмологической клинике самым распространенным из существующих методов диагностики и определения локализации инородных тел является лучевая диагностика. В настоящее время нет единого мнения о преимуществах или недостатках какого-либо одного из методов.

Рентгенографии орбит в прямой и боковой проекции, как правило, бывает достаточно, чтобы определить наличие большинства рентгеноконтрастных инородных тел. Для локализации осколка самым распространенным методом исследования



считается метод Комберга – Балтина, который позволяет определять локализацию осколка с точностью до 1 мм в переднем отделе глаза и до 2 мм в заднем.

Ультразвуковой метод обеспечивает получение информации о топографии и структуре нормальных и патологически измененных тканей глаза и является единственным при определении состояния стекловидного тела, цилиарного тела, прилегания или отслойки сетчатки, определения параметров глаза. Чувствительность метода при определении степени гемофтальма и выявлении отслойки сетчатки доходит до 98–99%. Одни авторы считают, что при помощи эхографии можно непосредственно определять наличие внутриглазных инородных тел и локализовать их без рентгенографии, тогда как другие предлагают использовать УЗИ лишь для подтверждения данных. УЗИ имеет ограничение в применении только в свежих случаях травмы, но играет главную роль в диагностике отдаленных последствий глазной травмы.

Наиболее информативным методом для начальной локализации ВГИТ является метод компьютерной томографии (МСКТ). Метод отличается высокой чувствительностью (98%) и точностью (96%), при этом срезы, производимые с интервалом 1,0–1,5 мм, являются удобными для определения металлических и неметаллических инородных тел, а также диагностики внутриглазных и внутриглазничных инородных тел при подозрении на их множественность. КТ также высокоинформативна в диагностике мягкотканного содержимого орбиты, внутриорбитальных инородных тел, внедренных в костные стенки, либо находящихся в мягких тканях, тогда как с помощью других диагностических методик получение этих данных практически невозможно, однако диагностика отслойки сетчатки с помощью КТ во многих случаях оказывается безуспешной.

В наших исследованиях УЗИ являлось наиболее информативным методом исследования у пациентов с кровоизлияниями в стекловидное тело, отслойками оболочек глазного яблока (76,7%) независимо от состояния преломляющих сред глаза. Мультиспиральная компьютерная томография была наиболее информативной в диагностике повреждений костных структур орбиты и интраорбитальных инородных тел (89,3%) и превосходила рентгенологический метод в эффективности выявления повреждения костей орбиты.

Таким образом, данные литературы свидетельствуют о целесообразности комплексного подхода в диагностике ОТГ, осложненных наличием ВГИТ. Лучшие диагностические результаты может дать только совместное использование различных методов для создания наиболее полной картины травмы, поскольку применение какого-то одного способа не позволяет с достаточной точностью выявить и локализовать объем повреждения и наличие ВГИТ.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное обследование (клиническое, применение рентгенографии, компьютерной томографии, ультразвукового исследования) позволяет обеспечить полноценную диагностику наличия ВГИТ и его локализации при открытой травме глаза, дополняя друг друга, выбрать оптимальный метод его извлечения и тем самым увеличить число благоприятных исходов хирургического лечения. При этом МСКТ по всем показателям эффективности в выявлении ВГИТ, повреждения костей орбиты превосходит рентгенологический метод и позволяет оценить характер смещения костных отломков, уточнить топiku инородных тел, их физическую природу,

особенно при подозрении на их множественность. УЗИ позволяет получить детальную и исчерпывающую информацию о состоянии стекловидного тела, оболочек глазного яблока, независимо от состояния преломляющих сред глаза. В оценке посттравматических изменений сетчатки и стекловидного тела В-сканированию принадлежит ведущая роль.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Balashevich L.I., Egorova T.E., Monakhov B.V. Emergency conditions in ophthalmology. In: *Guide to emergency medical care*. 2007. . 277–291. (in Russian)
2. Borisov A.V., Kudasheva G.R. The value of a clarifying method for determining tactics for removing intraocular foreign bodies from the posterior pole of the eye. *Bulletin of medical Internet conferences*. 2013;3(7):1016–1018. (in Russian)
3. Gundorova R.A., Neroev V.V., Kashnikov V.V. History of scientific research on diagnostics, surgical and laser methods of treatment of patients with intraocular foreign bodies. Practical guide. Moscow; 2015. 88 p. (in Russian)
4. Kataeva M.V. *Radiation methods for diagnosing intraocular foreign bodies located in the posterior segment of the eyeball*. Final qualifying work. St. Petersburg; 2018. 74 p. (in Russian)
5. Kiseleva O.A. *Clinical features of traumatic retinal detachment after penetrating shrapnel trauma of the eyeball. Modern technologies in the diagnosis and surgical treatment of shrapnel wounds of the eye and orbit*: coll. scientific tr. 2001. P. 21–22. (in Russian)
6. Namazova I.K., Verdieva Z.D., Gadzhieva S.A., Shamilova F.G., Shakhmalieva A.M., Alieva G.Sh. On the issue of frequency, diagnostic capabilities of open fragmentation trauma of the organ of vision. *Oftalmologiyaelmi-praktiki jurnal, Baki*. 2015;17(1):72–82. (in Russian)
7. Neroev V.V., Gundorova R.A., Andreev A.A. Algorithm for the treatment of patients with intraocular foreign bodies localized in the vitreous. *Russian Ophthalmological Journal*. 2010;2:16–19. (in Russian)
8. Chentsova E.V., Alekseeva I.B., Kulikov A.N. *Open eye injury: clinical picture, diagnosis, treatment*. ICD-10 code/s: S 05.2, S 05.3, S 05.5, S 05.6, S 05.7. Approved at the Meeting of the Presidium of the All-Russian public organization "Association of Ophthalmologists" of the Federal State Budgetary Institution "Moscow Research Institute of Gastrointestinal Diseases named after. Helmholtz" of the Russian Ministry of Health. Moscow; 2017. 32 p. (in Russian)
9. Ashok G. *Clinical diagnosis & management of ocular trauma*. 2009:300–310.
10. Bales T, Ogden T, Sandhu HS. Clinical, radiographic, and intraoperative risk factors for retinal detachment after open globe injury. *Int Ophthalmol*. 2021;3(41):815–823. doi: 10.1007/s10792-020-01635-7
11. Fulcher T.P., McNab A.A., Sullivan T.J. Clinical features and management of intraorbital foreign bodies. *Ophthalmology*. 2002;109:494–500.
12. Gor D.M., Kirsch C.F., Leen J. Radiologic differentiation of intraocular glass: evaluation of imaging techniques, glass types, size, and effect of intraocular hemorrhage. *Am. J. Roentgenol*. 2001;177:5:199–203.
13. Kuhn F. *Ocular Traumatology*. Springer-Verlag Berlin: Heidelberg; 2008. 552 p.
14. Kuhn F., Morris R., Witherspoon CD. Birmingham Eye Trauma Terminology (BETT): terminology and classification of mechanical eye injuries. *Ophthalmol. Clin. North Am*. 2002;15:130–143.
15. Mukkamala L.K., Soni N., Zarbin M.A., Langer P.D., Bhagat. N. Posterior segment intraocular foreign bodies: A 10-year review. *Ophthalmol Retina*. 2017;1:4:272–277. doi: 10.1016/j.oret.2017.01.007
16. Shrader W.E. Severe open globe injury. New treatment concept. *Ophthalmologischen Gesellschaft*. 2008;105(10):965.
17. Volkov V.V., Troyanovsky R.L., Shishkin M.M. *Suggestions to improvement of open-globe injuries classification*. Joint Meeting Ocular Trauma and Proliferative Vitreoretinopathy. Sopron; 2003. P. 89.



<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.4.018>  
УДК 617.7-071-052:66



Островский А.М.

Гомельский государственный медицинский университет, Гомель, Беларусь

# Клинико-функциональная характеристика органа зрения у работников химической промышленности. Часть I. Состояние переднего отрезка глаза

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

Подана: 12.11.2024

Принята: 18.11.2024

Контакты: arti301989@mail.ru

## Резюме

**Цель.** Провести комплексный анализ состояния переднего отрезка глаза у работников химической промышленности.

**Материалы и методы.** Проведен офтальмологический осмотр 1120 работников ОАО «Гомельский химический завод». Для анализа воздействия разнообразных токсических веществ на орган зрения весь контингент работников был разделен на две группы: работающие в подразделениях завода с концентрацией химических веществ, превышающей и не превышающей предельно допустимые уровни. Исследование переднего отрезка глаза проводили методом бокового (фокального) освещения, а также посредством биомикроскопии в условиях лечебно-профилактического участка данного предприятия. Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи компьютерного статистического пакета Statistica 6.0 и программы Microsoft Excel 2010 for Windows и включала описание и анализ количественных и качественных данных.

**Результаты и обсуждение.** Субклинические и клинически выраженные изменения век, конъюнктивы и роговицы выявлены у 90,54% работников химического завода, причем этот процент оказался несколько выше (93,35%) в цехах с содержанием химических веществ, превышающим предельно допустимые концентрации. Установлена зависимость этих изменений от стажа работы. Характерные изменения радужной оболочки в виде деструкции пигментной каймы зрачка, распыления пигмента и других отклонений наблюдались у 46,07% обследованных лиц. Изменения хрусталика выявлены у каждого десятого работника.

**Выводы.** Анализ клинической картины поражений наружных отделов глазного яблока и радужной оболочки позволяет охарактеризовать ее как специфический симптомокомплекс, связанный с воздействием токсических факторов химического производства, тогда как изменения хрусталика не имеют существенных оснований для того, чтобы рассматривать их как результат специфического влияния условий химического производства на орган зрения.

**Ключевые слова:** офтальмологический статус, передний отрезок глаза, клинические исследования, химическая промышленность

Ostrovsky A.  
Gomel State Medical University, Gomel, Belarus

# Clinical and Functional Characteristics of the Organ of Vision in Workers of Chemical Industry. Part I. The Condition of the Anterior Segment of the Eye

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Funding:** the study was not sponsored.

Submitted: 12.11.2024

Accepted: 18.11.2024

Contacts: arti301989@mail.ru

## Abstract

---

**Purpose.** To comprehensive analyze of the condition of the anterior segment of the eye in workers of chemical industry.

**Materials and methods.** An ophthalmological examination of 1120 workers of Gomel Chemical Plant were carried out. To analyze the effects of various toxic substances on the organ of vision, the entire contingent of workers was divided into two groups: those working in plant units with concentrations of chemicals exceeding and not exceeding the maximum permissible levels. The study of the anterior segment of the eye was carried out by the method of lateral (focal) illumination, as well as by means of biomicroscopy in the conditions of the therapeutic and preventive department of this plant. Statistical processing of the research results was carried out using the computer statistical package "Statistica 6.0" and the Microsoft Excel 2010 for Windows program and included a description and analysis of quantitative and qualitative data.

**Results and discussion.** Subclinical and clinically pronounced changes in the eyelids, conjunctiva and cornea were detected in 90.54% of workers of Gomel Chemical Plant, and this percentage turned out to be slightly higher (93.35%) in workshops with a chemical content exceeding the maximum permissible concentrations. The dependence of these changes on the length of service has been established. Characteristic changes in the iris in the form of destruction of the pigment border of the pupil, pigment spraying and other abnormalities were observed in 46.07% of the examined workers. Changes in the lens were detected in every tenth worker.

**Conclusions.** The analysis of the clinical picture of lesions of the external parts of the eyeball and iris allows us to characterize it as a specific symptom complex associated with the effects of toxic factors of chemical production, whereas changes in the lens cannot be considered as a result of the specific influence of chemical production conditions on the organ of vision.

**Keywords:** ophthalmological status, anterior segment of the eye, clinical studies, chemical industry

---





## ■ ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире у работников, занятых в ведущих отраслях промышленности, по-прежнему сохраняется высокий риск развития профессиональной патологии, обусловленный неблагоприятным влиянием на организм вредных и опасных условий труда. Так, к примеру, в структуре профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь основной удельный вес занимают заболевания от воздействия физических факторов, патология, обусловленная промышленными аэрозолями, а также болезни, вызванные химическими и биологическими факторами [1–4].

В то же время многочисленными исследованиями доказано, что механизм поражения органа зрения у работников с вредными условиями труда сложный, возникновение офтальмопатологии обусловлено комплексным воздействием различных профессионально-производственных факторов среды, среди которых ведущую роль играет химический [5–7]. Тяжелые условия труда на предприятиях химической промышленности при этом способствуют не только возникновению профессиональной офтальмопатологии, но и утяжелению течения уже диагностированных заболеваний глаз, что, в свою очередь, снижает качество жизни работников, обуславливает профессиональную непригодность ценных для отрасли квалифицированных кадров и, как следствие, влечет за собой необоснованные экономические потери [8–11].

В связи с вышесказанным ранее и активное выявление профессиональной и производственно-обусловленной патологии органа зрения и проведение эффективных лечебно-профилактических мероприятий – приоритетные задачи промышленной медицины.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Провести комплексный анализ состояния переднего отрезка глаза у работников химической промышленности.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки состояния переднего отрезка глаза у работников химической промышленности был проведен комплексный офтальмологический осмотр 1120 работников ОАО «Гомельский химический завод», из числа которых 73,75% составили мужчины и 26,25% – женщины, что косвенно указывает на тяжелые условия труда на данном предприятии. Средний стаж работы на заводе составил  $13,65 \pm 12,17$  года. Среди обследованных работников доля молодежи была незначительна, лиц до 20 лет работало всего 7 (0,63%) человек.

В зависимости от степени контакта с химическими веществами весь контингент работников завода был разделен на две группы. В первую группу вошел 571 работник 8 цехов, в которых отмечалось более значительное воздействие на организм токсических веществ и периодически наблюдались концентрации химических ингредиентов, превышающие предельно допустимые уровни. Ко второй группе были отнесены 549 работников остальных подразделений завода. У этих лиц также наблюдался постоянный или периодический контакт с химическими веществами, однако на их рабочих местах превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) зарегистрировано не было. Указанное разделение обследованных работников завода на две группы было необходимо для анализа воздействия разнообразных токсических веществ на их орган зрения.

Исследование переднего отрезка глаза проводили методом бокового (фокального) освещения, а также посредством биомикроскопии на щелевой лампе HS-7500 (Huvitz Co., Ltd., South Korea) в условиях лечебно-профилактического участка данного предприятия.

Статистическая обработка осуществлялась с использованием общепринятой методики вариационной статистики, с вычислениями критерия соответствия  $\chi^2$  (хи-квадрат) Пирсона для выявления существенных различий между категориальными группами. Если в группе было менее 10 наблюдений, то применяли поправку Йейтса на непрерывность. При частоте изучаемого признака менее 5 использовали точный критерий Фишера. Статистическая значимость различий рассматриваемых выборок проводилась при уровне значимости  $p \leq 0,05$ . Все расчеты выполнены с применением компьютерного статистического пакета Statistica 6.0. Создание базы данных и первичная обработка материала осуществлялись на основе стандартной компьютерной программы Microsoft Excel 2010 for Windows.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Состояние век, конъюнктивы и роговицы

При осмотре наружных отделов органа зрения субклинические и клинически выраженные изменения век, конъюнктивы и роговицы были выявлены у 1014 (90,54%) работников ОАО «Гомельский химический завод». Их можно расценивать как специфические, обусловленные действием токсико-химических факторов, о чем свидетельствуют данные табл. 1.

Проверка по методу хи-квадрата Пирсона ( $\chi^2=10,07$ ,  $p=0,002$ ) показала статистически значимое различие в частоте изменений наружных отделов глаза в двух вышеуказанных группах, причем у работников цехов, где концентрация химических веществ превышала ПДК, эти изменения наблюдались значительно чаще.

Данные, представленные в табл. 2, указывают на тесную связь изменений наружных отделов органа зрения у работников «вредных» цехов со стажем работы.

Данные о частоте и характере изменений наружных отделов органа зрения представлены в табл. 3.

Обращало на себя внимание то, что при указанных изменениях жалобы на болезненные ощущения со стороны органа зрения, как правило, отмечались редко. Поводом для обращения за медицинской помощью обычно служили изменения

Таблица 1

Частота изменений наружных отделов глаза у работников разных подразделений ОАО «Гомельский химический завод»

Table 1

The frequency of changes in the external parts of the eye in workers of various divisions of Gomel Chemical Plant

Изменения наружных отделов органа зрения	Число работников с изменениями наружных отделов глаза в подразделениях завода с концентрацией химических веществ			
	Превышающей ПДК		Не превышающей ПДК	
	Абс. число	Уд. вес (в %)	Абс. число	Уд. вес (в %)
Имеются	533	93,35	481	87,61
Отсутствуют	38	6,65	68	12,39
Всего	571	100,0	549	100,0



**Таблица 2**

**Частота изменений наружных отделов глаза у работников цехов с повышенной концентрацией химических веществ при различном стаже работы**

**Table 2**

**The frequency of changes in the external parts of the eye in workers of divisions with an increased concentration of chemicals with different work experience**

Стаж работы	Число работников с субклиническими и клинически выраженными изменениями наружных отделов глаза			
	Имеются		Отсутствуют	
	Абс. число	Уд. вес (в %)	Абс. число	Уд. вес (в %)
До 1 года	66	91,67	6	8,33
От 1 года до 5 лет	284	93,42	20	6,58
От 6 до 10 лет	216	95,58	10	4,42
От 11 до 15 лет	178	100,0	–	–
От 16 до 20 лет	49	98,00	1	2,00
От 21 года до 25 лет	37	100,0	–	–
От 26 до 30 лет	79	98,75	1	1,25
От 31 года до 35 лет	101	100,0	–	–
От 36 до 40 лет	55	100,0	–	–
Свыше 40 лет	17	100,0	–	–
Всего	533	93,35	38	6,65

**Таблица 3**

**Структура и частота поражений наружных отделов глаза у работников ОАО «Гомельский химический завод»**

**Table 3**

**The structure and frequency of lesions of the external parts of the eye in workers of Gomel Chemical Plant**

Характер поражения	Число обследованных работников с поражениями глаз	
	Абс. число	Уд. вес (в %)
Поражения только век	4	0,39
Поражения только конъюнктивы	730	71,99
Поражения век и конъюнктивы	261	25,74
Поражения роговицы и лимба	19	1,87
Всего	1014	100,0

косметического порядка (покраснения век и конъюнктивы, пенистое отделяемое и др.). На основании этого было высказано предположение, что несоответствие между объективными изменениями наружных отделов глаза и субъективными жалобами объясняется анестезирующим действием комплекса химических факторов, присутствующих в воздушной среде цехов химического завода, а также боязнью работников быть уволенными либо переведенными на менее оплачиваемый труд.

Клиническая картина изменений наружных отделов органа зрения у обследованного контингента работников завода отличается рядом особенностей.

При биомикроскопии у 238 (21,25%) работников (474 глаза – 21,16%) отмечалось утолщение краев век, у 41 (3,66%) работника (81 глаз – 3,62%) – их гиперемия. У 32 (2,86%) человек (64 глаза – 2,86%) обнаруживалось скудное слизисто-гнойное и пенистое отделяемое. Новообразования век (преимущественно папилломы)

имелись у 14 (1,25%) работников завода на 14 (0,63%) глазах. Устья мейбомиевых желез выражены интенсивно у 17 (1,52%) обследованных работников на 33 (1,47%) глазах, при массаже век из желез выделялось плотное желтовато-белое отделяемое. Отмечались кровеносные сосуды, переходящие с конъюнктивы в область межреберного пространства век, одиночные ретенционные кисты потовых желез Молля, у основания ресниц обнаруживалось кольцо гиперемии. Отчетливо фиксировалось расширение интермаргинального пространства, имеющего маслянистую поверхность. Дополнительно наблюдались пигментация ресничного края век и слезного мясца и поредение ресниц, у основания которых имелись чешуйки. Переднее и особенно заднее ребра век были сглажены. В наружных углах век, как правило, имелись участки мацерации и трещины. Слезные точки большей частью были расширены, несколько вывернуты кнаружи и зияли. У 1 работника цеха двойного суперфосфата 57 лет с производственным стажем 39 лет отмечен двусторонний птоз 2-й степени.

У 327 (29,2%) лиц на 650 (29,02%) глазах отмечалось значительное утолщение конъюнктивы, которая по большей части имела мутный, с желтоватым оттенком вид. При биомикроскопии в тонком срезе обращала на себя внимание выраженная неравномерность эпителиального слоя. В области хрящей век контурировались слегка выступающие над поверхностью в виде четкообразных столбиков мейбомиевые железы. Конъюнктив над хрящом была гиперплазирована, шероховата, блеск ее утрачен. В ряде случаев рисунок мейбомиевых желез не просматривался, а в области верхнего и нижнего сводов конъюнктив была утолщенной, с отдельными участками отека. Слезное мясцо, как правило, было отечно и гиперемировано, иногда на нем наблюдался рост глубоких волосков. Часто на конъюнктиве век и сводов выявлялись точечные кровоизлияния. Указанные изменения были наиболее выражены на нижнем веке.

В 70,63% случаев (1582 глаза) у 792 (70,71%) работников конъюнктив склеры, особенно в пределах глазной щели, была гиперемирована, рисунок петлеобразных конъюнктивальных и эписклеральных сосудов усилен, в 11,38% случаев (255 глаз) у 134 (11,96%) работников отмечались их ампулообразные расширения (аневризмы). У 159 (14,2%) работников (318 глаз – 14,2%) конъюнктив была шероховата, блеск ее утрачен. Складки конъюнктивы были отмечены у 143 (12,77%) лиц и носили двухсторонний характер.

Область лимба была расширена у 337 (30,1%) обследованных работников (667 глаз – 29,78%), больше в меридианах 3 и 9 часов (до 3–4 мм), нормальная радиальная исчерченность лимба отсутствовала. Основными особенностями при осмотре являлись мощная поверхностная васкуляризация лимба, уменьшение его прозрачности и приобретение им коричневого оттенка. Краевая петлистая сеть была усилена, кровеносные сосуды у 133 (11,88%) работников в 11,65% наблюдаемых случаев (261 глаз) проникали в виде пучков в поверхностный слой прозрачной роговицы. При этом капиллярные петли в виде вытянутых и коротких стволиков располагались преимущественно поверхностно, причем распространялись не только в области верхнего лимба, но и на боковые и нижние его отделы.

Проверка по методу хи-квадрата Пирсона ( $\chi^2=8,74$ ,  $p=0,003$ ) показала статистически значимое различие в частоте изменений области лимба в двух группах, причем у работников цехов, где концентрация химических веществ превышала ПДК, эти изменения наблюдались значительно чаще.



В области глазной щели, с височной и носовой стороны, конъюнктивa была помутневшая, утолщенная, плотная, густо пронизана кровеносными сосудами. У 295 (26,34%) обследованных работников ОАО «Гомельский химический завод» на 577 (25,76%) глазах выявлены образования по типу пингвекулы, возвышающиеся на 2–3 мм над поверхностью склеры. У 16 (1,43%) работников данного предприятия на 18 (0,8%) глазах отмечалось врастание в роговицу на 3–5 мм широких складок конъюнктивы.

У 45 (4,02%) работников завода на 65 (2,9%) глазах отмечалась пигментация в виде дисформных ржаво-коричневых пятен разного размера, разбросанных по всей поверхности конъюнктивы склеры, преимущественно в области лимба. При биомикроскопии отмечалась нежная пылевидная пигментация этих пятен в эпителиальном слое. Сосудистого ореола вокруг них, как и изменений хода конъюнктивальных сосудов, не выявлено.

В 10,27% случаев (230 глаз) у 117 (10,45%) работников на конъюнктиве, преимущественно в области пингвекулы и крыловидной пленки, определялись плоские беловатые образования в форме бляшек округлой формы, поблескивающие в осцилляторном свете, что является признаком кератоза эпителия конъюнктивы.

Основные патологические изменения обнаружены в сосудистой сети конъюнктивы. Больше чем в половине случаев (67,23% – 1506 глаз) у 757 (67,59%) работников отмечено уплотнение сосудистой стенки, извилистость (штопорообразность) хода не только мелких веточек, но и средних, а в отдельных случаях и крупных сосудов, причем просвет их был неравномерен. В 64,87% случаев (1453 глаза) у 730 (65,18%) работников завода обнаружены расширенные сосуды. Аневризмы, имеющие точечный, булавовидный и веретенообразный вид, отмечены в 11,38% случаев (255 глаз) у 134 (11,96%) работников. Нередко конъюнктивальные сосуды располагались настолько поверхностно, что эпителий над ними слегка приподнимался. Изменения глубоких сосудов были выражены в меньшей степени. На конъюнктиве верхнего и нижнего век в области хрящей наряду с увеличением числа вертикальных веточек также наблюдалось развитие сосудов, имевших горизонтальное направление. В конъюнктиве склеры петлеобразные, крупного и среднего калибра сосуды образовывали грубую сеть, особенно выраженную в перилимбальной области.

Обращает на себя внимание наличие мелких петехиальных кровоизлияний, разбросанных по всей поверхности конъюнктивы склеры, в области глазной щели, но особенно часто встречающихся в перилимбальной области. Подобного рода геморагии встречались у 124 (11,07%) работников на 227 (10,13%) глазах.

Наряду с усилением рисунка сосудов в краевой петливой сети выявлялись веточки, имеющие необычное радиальное направление, опоясывающие роговицу по окружности. Это особенно часто наблюдалось в меридианах 2–5 и 7–11 часов в зоне палисадов. Между такими кольцевыми сосудами виднелись анастомозы, в норме обычно отсутствующие. В средней зоне петливой сети отмечено врастание глубоких сосудов, а в зоне конечных капилляров, наряду с капиллярными петлями, проходившими субэпителиально через прозрачную роговицу в 2–3 мм от лимба, касательно к нему и через лимб возвращавшимися в конъюнктиву, имелись веточки сосудов, глубоко проникающие в прозрачную ткань роговицы. В некоторых случаях эти сосуды не делились на веточки, но большей частью наблюдалось их разветвление и развитие анастомозов. Данная аномалия была зарегистрирована в 11,65% случаев (261 глаз) у 133 (11,88%) работников.

В сосудах конъюнктивы склеры был отмечен зернистый ток крови, указывающий на нарушение кровотока. В некоторых случаях выявлялись извитые тяжи с тонкой стенкой, заполненные прозрачным бесцветным веществом. Их локализация являлась нетипичной для водянистых вен. Последние расценивались нами как лимфатические сосуды, в норме обычно не встречающиеся.

При осмотре роговицы рабочих химического завода очаговые и диффузные помутнения были обнаружены у 48 (4,29%) человек на 63 (2,81%) глазах и носили преимущественно двусторонний характер. Помутнения роговицы встречались как в периферических, так и в центральных ее отделах. В половине случаев они располагались парацентрально. В 1,92% случаев (43 глаза) у 36 (3,21%) работников они имели неправильную округлую форму. При биомикроскопии в оптическом срезе установлено, что в подавляющем большинстве случаев данные помутнения распространялись на поверхностные слои стромы и были тесно связаны с поражениями конъюнктивы. В строме роговицы под участками поверхностных помутнений отмечались зернистые вкрапления серовато-белого цвета и нередко контурированные темные прослойки – водяные щели, свидетельствующие о наличии отека и инфильтрации стромы роговицы. Иногда на задней поверхности роговицы обнаруживались зернышки распыленного пигмента. Кроме того, у 10 (0,89%) работников было отмечено двустороннее помутнение периферии роговицы (*arcus senilis*), а у 3 (0,27%) – односторонние старые инородные тела, расположенные в периферических отделах роговицы.

### **Состояние радужной оболочки**

Биомикроскопическое исследование радужной оболочки было проведено 1120 работникам химического завода. Особое внимание при этом обращалось на состояние зрачкового пояса и пигментной каймы, которая сильно чувствительна к различным токсическим воздействиям и зачастую первой реагирует на повреждающий агент.

У 604 (53,93%) работников на обоих глазах зрачковый пояс был хорошо выражен, пигментный край имел обычный фестончатый вид, трабекулы заднего мезодермального листка хорошо контурировались, были видны глубокие радиальные сосуды. Брыжжи радужки в виде ломаных линий крупных трабекул отчетливо выступали над поверхностью радужки, рельеф цилиарного пояса с его индивидуальными особенностями был четким.

Из 516 работников у 141 (12,59%) человека на 278 (12,41%) глазах были отмечены участки депигментации в пигментной кайме и потеря обычно свойственной ей бархатистости. Трабекулы в области зрачкового и цилиарного поясов были покрыты густо распыленным, темным, с желтовато-коричневым оттенком пигментом. В 27,23% случаев (610 глаз) у 340 (30,36%) работников при осмотре радужки по всей ее поверхности в области как зрачкового, так и ресничного пояса отмечалось отложение глыбок пигмента величиной от точки до 1–2 мм в диаметре, границы их были нечеткими. В 1,96% случаев (44 глаза) у 25 (2,23%) работников были видны темно-коричневые крупные очажки, разбросанные по всей радужке, между которыми отмечался мелкораспыленный пигмент. Центральная часть таких очажков имела вид более плотной массы.



У 33 (2,95%) работников на 60 (2,68%) глазах наблюдались уплотнение и потеря прозрачности мезодермального листка радужки, а также истончение и деструкция пигментной каймы зрачка. Вместе с равномерным распылением пигмента отмечались случаи с наличием атрофии в виде щелей и округлых отверстий, а поверхность радужки приобретала грязно-коричневый цвет. Как правило, указанные изменения были диагностированы в основном у лиц с производственным стажем более 5 лет.

«Разлохмачивание» каймы наблюдалось в 2,05% случаев (46 глаз) у 25 (2,23%) работников. Выщелачивание зерен пигмента в наших наблюдениях сопровождалось атрофией клеток пигментного эпителия. В то же время выраженных явлений дистрофии или, наоборот, пролиферации в мезодермальных листках не отмечалось. Наличие задних синехий с деформацией зрачка у 1 работницы цеха гранулированного аммофоса в возрасте 21 года с 3-летним стажем работы обусловлено ранее перенесенным двусторонним увеитом. Кроме того, деформация зрачка как следствие различных причин, не связанных со спецификой производственной деятельности, была обнаружена еще у 10 (0,89%) человек на 13 (0,58%) глазах. У 1 работника цеха серной кислоты 49 лет со стажем работы 29 лет выявлена врожденная анизокория, у 1 работника цеха фосфорной кислоты 51 года со стажем работы 1 год – посттравматический мириаза левого глаза. Суженные ригидные зрачки отмечены у 3 (0,27%) работников предприятия.

Как видно, характерные изменения радужной оболочки у работников химического завода связаны с дистрофией ее пигментного листка и проявляются в основном в деструкции пигментной каймы и распылении пигмента. Совокупность указанных изменений, за исключением единичных случаев, не может быть объяснена явлениями воспаления или дегенеративного процесса в глазу, а укладывается в картину токсического поражения радужки, по-видимому, под воздействием факторов химического производства.

### **Состояние хрусталика**

Биомикроскопическое исследование хрусталика было проведено 1120 работникам химического завода, у 62 (5,54%) из которых на 111 (4,96%) глазах мы обнаружили помутнения, которые имели следующие особенности. Под задней капсулой, преимущественно в задних кортикальных слоях, отмечалась зона мелких, различной величины сероватых дымчатых помутнений, местами сливавшихся друг с другом. Эти помутнения располагались чаще всего на парацентральных участках хрусталика. В оптическом срезе помутнения были слоистыми и казались крошкообразными, а в области заднего полюса обнаруживалась цветная переливчатость. Наличие изменений сосудистого тракта, глаукомы и описанная выше картина поражения хрусталика позволили считать катаракту осложненной, связанной с сопутствующей патологией. У других работников помутнения хрусталика носили очаговый характер с более-менее отчетливыми границами. Дополнительно выяснилось наличие у этих работников в анамнезе травмы глаза, что говорит в пользу травматического характера выявленных помутнений. Из остальной части работников у одних определялись булавовидные радиальные помутнения, расположенные концентрично поверхности взрослого ядра и имевшие светло-серый цвет, а у других – гомогенные диффузные помутнения серого цвета с резкой границей

раздела от прозрачного коркового вещества, расположенные во внутреннем эмбриональном ядре. Эти помутнения были отнесены нами к предстарческим венечным и начальным старческим катарактам.

У 2 человек (1 рабочий в возрасте 51 года со стажем работы в цехе гранулированного аммофоса 27 лет и 1 рабочий 38 лет со стажем работы в железнодорожном цехе 14 лет) отмечалось наличие задней полярной катаракты. В области заднего полюса хрусталика в оптическом срезе был виден прилегающий к задней капсуле плотный диск величиной с булавочную головку. Острота зрения при этом сохранялась равной 1,0. Типичный вид отмеченных образований и отсутствие снижения остроты зрения указывали на врожденный характер выявленной катаракты.

Незначительное число наблюдавшихся помутнений хрусталика, врожденный характер данных изменений у некоторых лиц, наличие у отдельных работников в анамнезе травмы, изменений сосудистого тракта, глаукомы и типичная картина возрастной катаракты у остальных работников дают основание считать, что отмеченная патология не является результатом прямого воздействия профессиональных вредностей. Однако в то же время полностью исключить влияние химических веществ на образование катаракты нельзя. Между тем какой-либо зависимости между степенью распыления пигмента на радужке и характером помутнений хрусталика установить не удалось.

Характерны изменения передней капсулы хрусталика в виде ее помутнения (1 (0,09%) человек – 1 (0,04%) глаз), отложения псевдоэксфолиативного вещества (21 (1,88%) человек – 32 (1,43%) глаза), преципитатов (2 (0,18%) человека – 2 (0,09%) глаза) и пигментных включений (29 (2,59%) человек – 33 (1,47%) глаза). У 8 (0,71%) человек на 9 (0,4%) глазах при биомикроскопии под капсулой обнаруживались единичные вакуоли.

## ■ ВЫВОДЫ

1. Из суммирования данных проведенного исследования следует, что субклинические и клинически выраженные изменения наружных отделов глаза выявлены у 90,54% работников химического завода, причем этот процент оказался несколько выше (93,35%) в цехах с содержанием химических веществ, превышающим ПДК. Установлена зависимость этих изменений от стажа работы. Анализ клинической картины поражений век, конъюнктивы и роговицы позволяет характеризовать ее как специфический симптомокомплекс, связанный с воздействием токсических факторов химического производства.
2. Характерные изменения радужной оболочки в виде деструкции пигментной каймы зрачка, распыления пигмента и других отклонений наблюдались у 46,07% обследованных лиц. Их клиника также укладывается в картину токсического поражения радужки под влиянием комплекса химических вредностей данного производства.
3. Выявленные у части обследованных лиц изменения хрусталика, вероятно, не являются результатом специфического влияния условий химического производства на орган зрения.





## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Fedorovich S., Arsent'eva N., Markova A., Doilido I. On occupational morbidity in the Republic of Belarus. *Department of Hygiene and Medical Ecology of BelMAPE – 60 years (history, results and prospects of activity): Materials of Scientific and Practical Conference*. Minsk: BelMAPE, 2009:119–121. (in Russian)
2. Rakevich A. The state of working conditions and occupational morbidity in the Republic of Belarus. *Safe working conditions for healthcare workers are the key to quality public services: Materials of International seminar*. Minsk, 2009:30–38. (in Russian)
3. Lameko P., Kumishche P., Kot T. Analysis of occupational morbidity in the Republic of Belarus. *Casting and metallurgy 2020: Collection of Scientific Papers of the III International Scientific and Practical Internet Conference of Students and Master Students*. Minsk: BNTU, 2021:178–180. (in Russian)
4. Pastarnakov T. Long-term dynamics of occupational morbidity of workers in the Republic of Belarus and the city of Minsk. *Innovations in Medicine and Pharmacy – 2022: Materials of International Scientific and Practical Conference of Students and Young Scientists*. Minsk: BSMU, 2022:677–681. (in Russian)
5. Tsyryat'eva E. Complex assessment of the health of patients with occupational pathology of the organ of vision. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2004;2:30–32. (in Russian)
6. Obuhova M., Bakirov A., Valeeva Je., Gimranova G., Volgareva A., Maksimov G., Ovsjannikova L., Abdrahmanova E. *Occupational eyes diseases: guide*. Ufa: Dialog Publ. House, 2016: 66 p. (in Russian)
7. Kudasheva A., Teregulova Z., Khusainova A., Sagadieva R. *Occupational eyes diseases: guide*. Ufa: FSBEI of the BSMU of the Ministry of Health of Russia, 2018:65 p. (in Russian)
8. Aghayeva F. Eye pathology in workers of petrochemical industry (literature review). *Ophthalmology*. 2017;2(24):112–116. (in Russian)
9. Kasimov E. Features of the eye pathology in workers of petrochemical industry of Azerbaijan in the field «Oil Rocks». *Ophthalmology*. 2017;3(25):76–80. (in Russian)
10. Aksyonenko A., Gromakina E. The Nosological Structure of Eye's Diseases in Workers with Harmful Working Condition. Review. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(1):202–209. Available at: <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-1-202-209> (in Russian)
11. Ibrahimova S. Studying the Ophthalmological Status of Workers Employed in the Modern Oil Industry of Azerbaijan. *Oftalmologija. Vostochnaja Evropa*. 2023;13(1):30–36. Available at: <https://doi.org/10.34883/Pl.2023.13.1.014> (in Russian)



Исмаилов Г.М.

Азербайджанский медицинский университет, Баку, Азербайджан

## Демографическая и клиническая характеристика пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки и исход лечения

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Подана: 09.09.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: dr.qurban1973@gmail.com

### Резюме

**Цель.** Оценить демографическую и клиническую характеристику пациентов с регматогенной отслойкой и исход их лечения в клинике Азербайджанского медицинского университета.

**Материалы и методы.** Для анализа случайным отбором (по порядковому номеру истории болезни) была собрана информация о 500 пациентах с РОС, пролеченных в учебно-хирургической клинике Азербайджанского медицинского университета за 2018–2022 гг. Критерием эффективности хирургических вмешательств являлось анатомическое прилежание сетчатки, которое было оценено на 10-й день после операции.

**Результаты.** Из демографической характеристики пациентов обращает на себя внимание сравнительно большая доля мужчин ( $59,0 \pm 2,2\%$ ) в возрасте 40–49 лет ( $25,6 \pm 2,0\%$ ) и 50–59 лет ( $20,2 \pm 1,8\%$ ). В целом преобладающее большинство пациентов с РОС были в возрастном интервале 30–69 лет ( $81,6\%$ ). Доля пациентов в возрасте 20–29, 70 лет и более практически одинакова ( $7,0 \pm 1,1$  и  $7,2 \pm 1,1\%$ ). Наиболее частыми видами РОС по высоте явились плоские и высокие формы (соответственно  $42,4 \pm 2,2$  и  $37,4 \pm 2,2\%$ ), хотя пузыревидная форма также встречается часто ( $20,2 \pm 1,8\%$ ). Захват макулярной области сетчатки отслойкой был установлен у сравнительно небольшой части пациентов ( $3,0 \pm 0,7\%$ ). Для лечения пациентов с РОС в клинике были использованы современные хирургические методы: круговое эписклеральное пломбирование –  $15,2 \pm 1,6\%$ , локальное эписклеральное пломбирование –  $24,2 \pm 1,9\%$ , лазерная коагуляция –  $21,2 \pm 1,8\%$ , витрэктомия –  $25,0 \pm 1,9\%$  и эндовитреальная тампонада –  $14,4 \pm 1,6\%$ .

**Выводы.** Особенностью демографической характеристики пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки при госпитализации является преобладание среди них мужчин и лиц трудоспособного возраста. Предоперационными клиническими характеристиками пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки являются сравнительно поздняя госпитализация, преобладание субтотальной и тотальной распространенности отслойки.

**Ключевые слова:** демографическая и клиническая характеристика, регматогенная отслойка сетчатки, исход лечения



Gurban M. Ismayilov  
Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

# Demographic and Clinical Characteristics of Patients with Rhegmatogenous Retinal Detachment and Results of Treatments

**Conflict of interest:** nothing to declare.

Submitted: 09.09.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: dr.qurban1973@gmail.com

## Abstract

**Purpose.** To assess the demographic and clinical characteristics of patients with rhegmatogenous retinal detachment and results of their treatment at the Clinic of the Azerbaijan Medical University.

**Materials and methods.** The information from 500 patients with rhegmatogenous retinal detachment, treated at the Training and Surgical Clinic of the Azerbaijan Medical University (AMU) during 2018–2022 years, was collected for analysis by random selection (by serial number of the medical history). The criterion for the effectiveness of surgical interventions is the anatomical attachment of the retina, which was assessed on the 10<sup>th</sup> day after surgery.

**Results.** The comparatively high proportion of men (59.0±2.2%) aged 40–49 years (25.6±2.0%), and 50–59 years (20.2±1.8%) are most expressed demographic features of patients. Most of patients with RRD were aged between 30–69 years (81.6%). The proportion of patients aged 20–29, 70 and more years were almost similar (7.0±1.1 and 7.2±1.1%). The most common types of RRD are flat and tall forms (42.4±2.2 and 37.4±2.2%, respectively), although the vesicular form is also common (20.2±1.8%). Capture of the macular region of the retina by detachment was detected in relatively smaller proportion of patients (3.0±0.7%). The clinic used, for treatment of patients with RRD, modern surgical methods: circular episcleral filling – 15.2±1.6%, local episcleral filling – 24.2±1.9%, laser coagulation – 21.2±1.8%, vitrectomy – 25.0±1.9%, and endovitreous tamponade – 14.4±1.6%.

**Conclusion.** The characteristic demographic feature of patients with rhegmatogenous retinal detachment is predominance of men and people of working age among them. Preoperative, clinical characteristics of patients with rhegmatogenous retinal detachment are relatively late hospitalization, predominance of subtotal and total prevalence of detachment.

**Keywords:** demographic and clinical characteristics, rhegmatogenous retinal detachment, treatment outcome

## ■ ВВЕДЕНИЕ

Регматогенная отслойка сетчатки (РОС) характеризуется скоплением субретинальной жидкости через разрыв сетчатки и требует хирургического вмешательства

[1, 2]. Эпидемиология и факторы риска РОС изучены достаточно хорошо, разработаны варианты хирургического лечения данной патологии. Частота заболеваемости РОС варьирует от 6,3 до 17,9 на 100 тыс. населения. Результаты оцениваются с учетом клинического профиля пациентов [3–5]. Установлено, что РОС возникает в более молодом возрасте, факторами риска при этом являются тупые травмы глаз, удаление катаракты и миопия [5, 6]. Показано, что характеристика пациентов до операции в разных популяциях имеет определенные особенности, которые определяют тактику и исходы лечения [7, 8]. Анализ результатов применения экстрасклеральной хирургии для лечения пациентов с РОС показал, что эффективность лечения достигает 89% при условии отсутствия выраженных проявлений пролиферативной витреоретинопатии [9]. Путем лазерной ретиномии эффективно и безопасно устраняются витреоретинальные тракции. Рекомендуется включить эту операцию в клиническое лечение осложненных клапанных разрывов в дополнение к предварительной барьерной лазерокоагуляции сетчатки [10]. Исследователи пытаются использовать дооперационные клинические характеристики для прогнозирования послеоперационных результатов [11, 12].

Опубликованы данные об эффективности склерального пломбирования, витрэктомии, пневматической ретинопексии [13, 14]. Считается, что методы лечения РОС имеют как позитивные, так и негативные последствия [15, 16]. Поэтому выбор хирургического лечения в большей степени зависит от опыта лечащих врачей.

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить демографическую и клиническую характеристику пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки и исход лечения в клинике Азербайджанского медицинского университета.

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для анализа случайным отбором (по порядковому номеру истории болезни) была собрана информация о 500 пациентах с РОС, пролеченных в учебно-хирургической клинике Азербайджанского медицинского университета (АМУ) за 2018–2022 гг. Программа обследования пациентов в клинике включает проведение периметрии, электрофизиологического исследования, тонометрию, офтальмоскопию, ультразвуковые исследования, оптическую когерентную томографию. Из истории болезни была собрана информация о демографических (пол, возраст), клинических (этиология, клиническая форма, месторасположение и размер отслойки и прочие) характеристиках пациентов. В клинике применяли различные методы лечения РОС (круговое эписклеральное пломбирование, локальное эписклеральное пломбирование, лазерная коагуляция, витрэктомия, эндовитреальная тампонада). Критерием эффективности хирургических вмешательств является анатомическое прилежание сетчатки, которое было оценено на 10-й день после операции. Данные наблюдения были статистически обработаны методами анализа качественных признаков (структура вариантов изучаемых признаков). Различия структурных показателей оценивались критерием  $\chi^2$ . Критическое значение статистической значимости было  $p \leq 0,05$  [17].



## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Распределение изучаемого контингента по основным характеристикам приведено в таблице.

Из демографической характеристики пациентов обращает на себя внимание сравнительно большая доля мужчин (59,0±2,2%) в возрасте 40–49 лет (25,6±2,0%) и 50–59 лет (20,2±1,8%). В целом преобладающее большинство пациентов с РОС были в возрастном интервале 30–69 лет (81,6%). Доля пациентов в возрасте 20–29, 70 лет и более практически одинакова (7,0±1,1 и 7,2±1,1%). Заметной особенностью

### Демографический и клинический профиль, методы и исходы лечения регматогенной отслойки сетчатки (РОС) Demographic and clinical profile, methods and outcomes of treatment of rhegmatogenous retinal detachment (RRD)

Признаки	Варианты признаков	%±m	Признаки	Варианты признаков	%±m
Пол	Мужчины	59,0±2,2	Внутриглазное давление	До 12	17,4±1,7
	Женщины	41,0±2,2		12–24	65,8±2,1
Возраст, лет	0–9	0,2±0,2		24–36	13,8±0,7
	10–19	4,2±0,9		36–48	3,0±0,7
	20–29	7,0±1,1		0,3 и более	2,0±0,6
	30–39	18,6±1,7		0,1–0,3	13,0±1,5
	40–49	25,6±2,0		0,05–0,1	70,2±2,0
	50–59	20,2±1,8		менее 0,05	14,8±1,6
	60–69	17,0±1,7		Миопия	47,8±2,2
	70 и более	7,2±1,1			Травма
Время от начала РОС	До недели	9,2±1,3	Операции		17,8±1,7
	1–4 недели	28,6±2,0	Другие	0,8±0,4	
	4 и более	62,2±2,2	Болезни роговицы	28,8±2,0	
Распространенность РОС	Локальное (1 квадрант)	3,0±0,7		Болезни хрусталика	45,8±2,2
	Распространенное (2 квадранта)	26,4±2,0		Болезни стекловидного тела	45,8±2,2
	Субтотальная (3 квадранта)	33,0±2,1		Круговое эписклеральное пломбирование	15,2±1,6
	Тотальная (4 квадранта)	37,6±2,2	Лазерная коагуляция	21,2±1,8	
Высота	–	Плоская	42,4±2,2	Локальное эписклеральное пломбирование	24,2±1,9
		Высокая	37,4±2,2	Витрэктомия	25,0±1,9
		Пузыревидная	20,2±1,8	Эндовитреальная тампонада	14,4±1,6
Макулярная зона	С охватом макулярной области	3,0±0,7	–	Полное анатомическое прилегание сетчатки	10,4±1,4
	Без охвата макулярной области	97,0±0,7		Частичное анатомическое прилегание сетчатки	75,6±1,9
Пролиферативная витреоретинопатия	Степень А	46,0±2,2		Отсутствие эффекта	14,0±1,4
	Степень В	31,2±2,1	–	–	
	Степень С	22,8±1,9	–	–	

пациентов с РОС было позднее обращение за медицинской помощью:  $62,2 \pm 2,2\%$  пациентов были госпитализированы через 4 и более недели после возникновения признаков патологии. В течение первой недели от начала патологии поступили на лечение  $9,2 \pm 1,3\%$  пациентов. Распределение пациентов по площади распространенности РОС показало, что среди них велика доля с тотальной (все 4 квадранта) и субтотальной (3 квадранта) отслойкой сетчатки (соответственно  $37,6 \pm 2,2$  и  $33,0 \pm 2,1\%$ ). Локальная отслойка (1 квадрант) сетчатки была выявлена у  $3,0 \pm 0,7\%$ . Наиболее частыми видами РОС по высоте явились плоские и высокие формы (соответственно  $42,4 \pm 2,2$  и  $37,4 \pm 2,2\%$ ), хотя пузыревидная форма также встречается часто ( $20,2 \pm 1,8\%$ ). Захват макулярной области сетчатки отслойкой был установлен у сравнительно небольшой части пациентов ( $3,0 \pm 0,7\%$ ). Пигментные гранулы, располагающиеся преимущественно в нижних отделах стекловидного тела, были выявлены у  $46,0 \pm 2,2\%$  пациентов (степень А по классификации Machemer) [1]. Сморщивание внутренних слоев сетчатки, заворачивание краев разрыва, извитость сосудов, снижение подвижности сетчатки стекловидного тела отмечались у  $31,2 \pm 2,1\%$  пациентов с РОС (степень В). Разные варианты степени С пролиферативной витреоретинопатии были выявлены у  $22,8 \pm 1,9\%$  пациентов.

Внутриглазное давление у преобладающего большинства пациентов было в пределах нормы. Внутриглазное давление в интервале 24–36 и 36–48 мм рт. ст. имело место соответственно у  $13,8 \pm 1,5$  и  $3,0 \pm 0,7\%$  пациентов. Острота зрения при максимальной коррекции 0,3 и более отмечалась только у  $2,0 \pm 0,6\%$  пациентов. В большинстве случаев ( $70,2 \pm 2,0\%$ ) у пациентов острота зрения при максимальной коррекции находилась в интервале 0,05–0,1. Вероятной причиной РОС считались миопия ( $47,8 \pm 2,2\%$ ) и травма органа зрения ( $33,6 \pm 2,1\%$ ). РОС, связанная с ранее проведенными глазными операциями (в основном удаление катаракты), предполагалась у  $17,8 \pm 1,7\%$ .

Для пациентов с РОС была характерна полиморбидность. На 100 пациентов приходилось  $28,8 \pm 2,0$  болезни роговицы,  $45,8 \pm 2,2$  болезни хрусталика,  $45,8 \pm 2,2$  болезни стекловидного тела. В целом на 1 пациента с РОС приходилось более 1,5 сопутствующей патологии органа зрения.

Для лечения пациентов с РОС в клинике были использованы современные хирургические методы: круговое эписклеральное пломбирование –  $15,2 \pm 1,6\%$ , локальное эписклеральное пломбирование –  $24,2 \pm 1,9\%$ , лазерная коагуляция –  $21,2 \pm 1,8\%$ , витрэктомия –  $25,0 \pm 1,9\%$  и эндовитреальная тампонада –  $14,4 \pm 1,6\%$ .

Достижение цели при хирургическом вмешательстве (полное анатомическое прилегание сетчатки) было констатировано у  $10,4 \pm 1,4\%$  оперированных. Частичное анатомическое прилегание сетчатки было отмечено у большинства пациентов ( $75,6 \pm 1,9\%$ ). Существенный эффект не был достигнут в  $14,0 \pm 1,4\%$  случаев оперативных вмешательств. Надо отметить, что при лечении пациентов с РОС наблюдались осложнения как в интра-, так и в постоперационном периоде. Во время оперативных вмешательств субретинальное кровоизлияние и миграция силиконового масла наблюдались соответственно у  $4,2 \pm 0,9$  и  $2,0 \pm 0,6\%$  пациентов с РОС. Сравнительно часто встречались осложнения в раннем послеоперационном периоде. Повышение внутриглазного давления на 10-й день после операции было отмечено в  $7,6 \pm 1,8\%$  случаев при витрэктомии, в  $12,7 \pm 2,4\%$  случаев при эписклеральном пломбировании, в  $7,5 \pm 2,6\%$  случаев при лазерной коагуляции. В целом при лечении РОС в клинике после операции это осложнение отмечалось у  $9,6 \pm 1,3\%$  оперированных.



При вышеуказанных операциях соответственно в  $4,1 \pm 1,4$ ;  $1,0 \pm 0,7$  и  $0,9 \pm 0,9\%$  случаев наблюдалась отслойка хориоидеи, в  $3,6 \pm 1,3$ ;  $1,5 \pm 0,8$  и  $0,9 \pm 0,9\%$  случаев – диплопия, в  $2,5 \pm 1,1$ ;  $2,0 \pm 1,0$  и  $2,8 \pm 1,6\%$  случаев – гемофтальм. После витрэктомии, эписклерального пломбирования и лазерной коагуляции соответственно у  $22,8 \pm 3,0$ ;  $28,4 \pm 3,2$  и  $17,0 \pm 3,6\%$  пациентов развивалась катаракта.

Таким образом, витреоретинальные операции при регматогенной отслойке сетчатки в основном позволяют достичь анатомического прилегания, хотя встречается целый ряд послеоперационных осложнений.

## ■ ОБСУЖДЕНИЕ

Отдельные аспекты изучения профиля пациентов с РОС и результатов их лечения приведены в литературе. Демографическая характеристика пациентов с РОС в клиниках медицинских вузов и офтальмологических центрах [4, 6, 7] имеет общие аспекты с таковыми в клинике АМУ: среди пациентов преобладают мужчины и лица трудоспособного возраста. Клиническая характеристика пациентов с РОС имеет более выраженную вариабельность. В офтальмологическом госпитале Хайдарабада [6] пациенты с РОС в большинстве случаев обращались в течение месяца после возникновения признаков заболевания. В клинике АМУ преобладающее большинство пациентов госпитализированы после 4 недель от начала признаков РОС. Доля пациентов с пролиферативной витреоретинопатией в стадии А и Б составляла 77,2% в клинике АМУ и 50% в клинике Хайдарабада [6]. В глазном центре в Аддис-Абебе [5] распределение пациентов с РОС по размеру распространенности отслойки сетчатки не имело существенного различия с нашими данными. Несмотря на вариабельность клинической характеристики пациентов с РОС, результаты лечения в основном близки с данными разных авторов. Так, например, частота анатомического прилегания сетчатки после операции в нашем наблюдении ( $86,0 \pm 1,4\%$ ) сходна с таковой в Офтальмологическом центре Санкт-Петербурга [9], в клиниках разных стран [2]. Метаанализ риска хирургических осложнений РОС [16] показывает, что частота различных осложнений колеблется в широком интервале (2,7–53,9%). В клинике АМУ частота наблюдаемых осложнений находится в указанном интервале.

## ■ ВЫВОДЫ

1. Особенностью демографической характеристики пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки при госпитализации является преобладание среди них мужчин и лиц трудоспособного возраста.
2. Предоперационными клиническими характеристиками пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки являются сравнительно поздняя госпитализация, преобладание субтотальной и тотальной распространенности отслойки.
3. Для лечения пациентов с регматогенной отслойкой сетчатки в клинике применяются современные методы ( $14,4 \pm 1,6\%$  эндовитреальная тампонада,  $15,2 \pm 1,6\%$  круговое эндосклеральное пломбирование,  $21,2 \pm 1,8\%$  лазерная коагуляция,  $24,2 \pm 1,9\%$  локальное эписклеральное пломбирование,  $25,0 \pm 1,9\%$  витрэктомия), которые обеспечивают анатомическое прилегание сетчатки в 86% случаев.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. *Rhegmatogenous retinal detachment*. Clinical guidelines. All-Russian Organization of Ophthalmologists. 2017. 256 p.
2. Avanesova T.A. Rhegmatogenous retinal detachment: current opinion. *Ophthalmology in Russia*. 2015;12(1):24–32. doi: 10.18008/1816-5095-2015-1-24-32. (in Russian)
3. Sindal M.D., Gondhale H.P., Srivastav K. Clinical profile: and outcomes of rhegmatogenous retinal detachment related to trauma in pediatric population. *Can. J. Ophthalmol.* 2021;56(4):231–236.
4. Shin J., Jeong S., Jeon H., et al. The risk profile of rhegmatogenous retinal detachment before and after using a fluoroquinolone: a 12 year nationwide self-controlled case series study. *J. Antimicrob. chemother.* 2018;73:3442–3453.
5. Shrief S.T., Tessema T.T., Delelegn S.D. Clinical profile of Ethiopian patients with rhegmatogenous retinal detachment. *Ethiop Med J.* 2010;58(2):139–144.
6. Lakshmi J., Faraz J., Reddy L. Clinical profile of patients presenting with rhegmatogenous retinal detachment. *Med. Pulse International Journal of Ophthalmology*. 2017;3(3):87–91.
7. Awan M.A., Hussain S.Z., Shaheen F, et al. Efficacy and safety profile of 25-Gauge Pars Plana vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment in Pakistan: A multicenter retrospective study. *Cureus*. 2012;14(3):e23437.
8. Sung J., Lee M., Won Y., et al. Clinical characteristics and prognosis of total rhegmatogenous retinal detachment: a matched case-control study. *BMC Ophthalmology*. 2020;20:286.
9. Shchukin A.D. Modern extrac scleral surgery in the treatment of regmatogenous retinal detachment: efficacy evaluation and functional results. *Ophthalmology Reports*. 2019;12(4):23–28. doi: 10.17816/OV18780. (in Russian)
10. Doga A.V., Volodin P.L., Kryl L.A., Yanilkina Y.E., Buryakov D.A. Laser Retinotomy with "Ultra Q Reflex" System for the Prevention of Rhegmatogenous Retinal Detachment due to the Peripheral Horseshoe Tears. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(1):24–31. doi: 10.18008/1816-5095-2018-1-24-31. (in Russian)
11. Arevalo F., Ong S., Sulaiman M., et al. Retinal detachment: Vitrectomy, buckle, or both? *Retina today*. 2022 April:17–78.
12. Zgolli H., Mabrouk S., Khayrallah O., et al. Prognostic factors for visual recovery in idiopathic rhegmatogenous retinal detachment: a prospective Study of 90 patients. *La Tunisie Medicale*. 2021;99(10):972–979.
13. Michalska-Malecka K., Sieroca-Stepien J., Michalik-Jakubek A., et al. Evaluation of the treatment results in patients with rhegmatogenous retinal detachment treated by pars plana vitrectomy with air. *Medicine*. 2018 Jun;97(22):e10902.
14. Chang J.S., Smiddy W. Cost-effectiveness of retinal detachment repair. *Ophthalmology*. 2014;12(4):946–951.
15. Liao L., Zhy, X. Advances in the treatment of rhegmatogenous retinal detachment. *Int. J. Ophthalmology*. 2019;12(4):660–667.
16. Lv Z., Li Y., Wu Y., et al. Surgical complications of primary rhegmatogenous retinal detachment: a meta-analysis. *PLOS ONE*. 2015;10(3):e20116493.
17. Glanz S. *Medical and biological statistics*. Moscow: Praktika Publishing House; 1998. 459 p.





<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.4.020>



Мэтью Дж.

## Водоградиентные контактные линзы плановой замены TOTAL30® с технологией Celligent®

**Конфликт интересов:** не заявлен.

Подана: 10.07.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: [olga.zakharova@alcon.com](mailto:olga.zakharova@alcon.com)

Jessica Mathew

## TOTAL30® Contact Lenses with Water Gradient and Celligent® Technologies

**Conflict of interest:** nothing to declare.

Submitted: 10.07.2024

Accepted: 11.11.2024

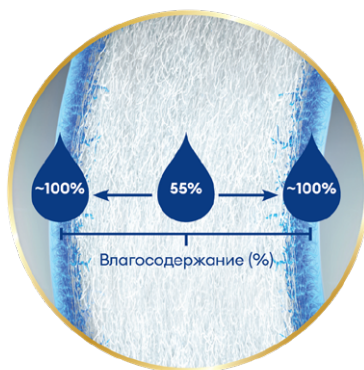
Contacts: [olga.zakharova@alcon.com](mailto:olga.zakharova@alcon.com)

### ■ КЛЮЧЕВЫЕ СООБЩЕНИЯ

- За последние несколько десятилетий в контактной коррекции не было значительных инноваций, касающихся категории линз плановой замены.
- Контактные линзы TOTAL30® – это первые и единственные контактные линзы ежемесячной замены, в которых используется водоградиентный материал.
- TOTAL30® был создан с использованием технологии Celligent® – подхода, основанного на биомимикрии, который воспроизводит свойства поверхности роговицы.
- Инновационная формула поверхности линзы делает ее исключительно мягкой и влажной, а также предотвращает адгезию бактерий и накопление липидных отложений.

### ■ КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ ПЛАНОВОЙ ЗАМЕНЫ

Около 60% пользователей контактных линз в США предпочитают линзы плановой замены [1]. Несмотря на то что в последние годы в контактной коррекции появилось много технологических усовершенствований и инноваций, улучшающих свойства контактных линз, в категории плановой замены было не так много достижений. Для удовлетворения потребностей пациентов, предпочитающих линзы плановой замены, необходимы новые технологии.



**Рис. 1. Структура и влагосодержание контактных линз TOTAL30®**  
**Fig. 1. TOTAL30® Contact Lens Core and Surface Water Content**

## ■ ВОДОГРАДИЕНТНЫЕ КОНТАКТНЫЕ ЛИНЗЫ TOTAL30® С ТЕХНОЛОГИЕЙ CELLIGENT®

Контактные линзы TOTAL30® – единственные линзы ежемесячной замены, в которых используется водоградиентная технология, впервые представленная в линзах DAILIES TOTAL1®. Эти линзы имеют силикон-гидрогелевую основу с 55%-ным влагосодержанием, которое постепенно увеличивается почти до 100% на поверхности (рис. 1) [2].

Силикон-гидрогелевая основа обеспечивает высокую кислородную проницаемость ( $Dk/t$  154 @ -3.00D) и легкость в обращении благодаря модулю упругости сердцевинки 0,6 Мпа (см. таблицу) [3].

Поверхность линзы состоит из связанных гидрогелевых полимеров, которые обеспечивают высокую смачиваемость поверхности и делают ее ультрамягкой для поддержания высокого уровня комфорта пользователя [4]. Исключительной особенностью контактных линз TOTAL30® является применение биомиметической технологии Celligent®, которая позволяет линзам достаточно точно имитировать структуру поверхности глаза [5].

### Параметры контактных линз TOTAL30® TOTAL30® Contact Lens Parameters

<b>Материал</b> Лефилкон А	<b>Толщина в центре (@ -3.00 мм)</b> 0.08	<b>Режим ношения, срок замены</b> Дневной режим, 1 месяц
<b>Диаметр (мм)</b> 14.2	<b>Dk/t</b> 154 @ -3.00D	<b>Упаковка</b> 3 блистера, 1 блистер (диагностические линзы)
<b>Базовая кривизна (мм)</b> 8.4	<b>Влагосодержание на поверхности</b> ~100%	<b>Модуль упругости на поверхности</b> 0.046
<b>Тонировка</b> Visitint	<b>Влагосодержание внутри</b> 55%	<b>Модуль упругости внутри</b> 0.6
<b>Оптическая сила</b> +8.00D до +6.50D (шаг 0.50D); +6.00D до +0.50D (шаг 0.25D); -0.50D до -8.00D (шаг 0.25D); -8.50D до -12.00D (шаг 0.50D)		УФ-фильтр класса I  Фильтр высокоэнергетического видимого излучения (синего света)



## ■ ЧТО ТАКОЕ ТЕХНОЛОГИЯ CELLIGENT®?

Технология Celligent® была вдохновлена биологией глазной поверхности для достижения нового уровня биосовместимости в контактных линзах плановой замены. Эта технология позволяет использовать контактные линзы TOTAL30® в графике ежемесячной замены и требует применения средств по уходу за линзами для очистки, дезинфекции и хранения.

Компания Alcon адаптировала технологию создания водоградиентных полимеров, которая была первоначально представлена в DAILIES TOTAL1, для многоразового использования с помощью технологии Celligent®. Инновационная технология Celligent® обеспечивает устойчивость к накоплению липидов и бактериальной адгезии, что особенно важно для контактных линз плановой замены [6–8].

Поверхность линзы TOTAL30® была создана для имитации структуры гликокаликса роговицы. Поверхностные полимеры (2-метакрилоил-оксиэтил-фосфорилхолин, МФХ) создают на поверхности линзы TOTAL30® нановолоконную структуру, которая напоминает гликокаликс глазной поверхности (рис. 2) [5]. Таким образом, технология Celligent® повторяет строение гликокаликса, придавая контактным линзам TOTAL30® биомиметические свойства.

Полимеры на основе МФХ уже были использованы в некоторых других областях медицины (например, при изготовлении трансплантатов и имплантов) и продемонстрировали биосовместимые свойства, обладая способностью уменьшать адгезию белков, бактерий и клеток [8, 9]. Именно эти характеристики легли в основу разработки технологии Celligent® для контактных линз TOTAL30®.

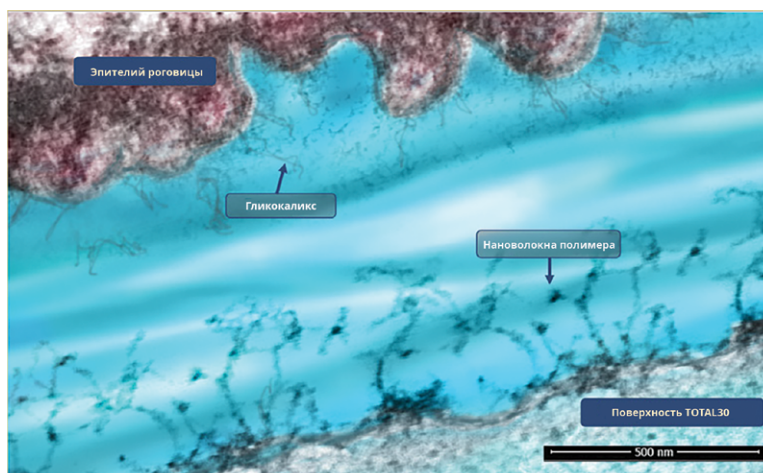
Гликокаликс роговицы помогает удерживать слезную пленку на глазной поверхности, уменьшает трение с веком при моргании и служит барьером для микроорганизмов. Аналогичным образом полимерные нановолокна на поверхности TOTAL30® притягивают воду к поверхности линзы, формируют и поддерживают водоградиентный слой, придавая ей мягкость и смазывающие свойства, а также защищают от накопления липидов и бактерий [2, 6–8].

Цепочки полимера на поверхности контактных линз TOTAL30® имеют участки с положительными и отрицательными зарядами, расположенные близко друг к другу, что обеспечивает поверхности чистый нейтральный заряд [8, 10]. Это важно, поскольку биоциды (дезинфектанты) в растворах для ухода за линзами представляют собой заряженные молекулы, которые могут поглощаться и высвобождаться с поверхности контактных линз в результате взаимодействия с чистым зарядом материала линзы. Эта особенность контактных линз TOTAL30® обеспечивает минимальное поглощение консерванта при хранении в растворах для ухода за линзами и поддерживает их устойчивость к поверхностным отложениям и бактериям.

Кроме того, чистый нейтральный заряд полимерной структуры МФХ способен притягивать мелкие молекулы, такие как вода, к слою водного градиента и одновременно противостоять адгезии более крупных бактерий и липидов [6–8, 10].

Нановолоконная структура технологии Celligent® в контактных линзах TOTAL30® остается неизменной в течение целого месяца ношения линз при ежедневной очистке, дезинфекции и хранении (рис. 3) [5].

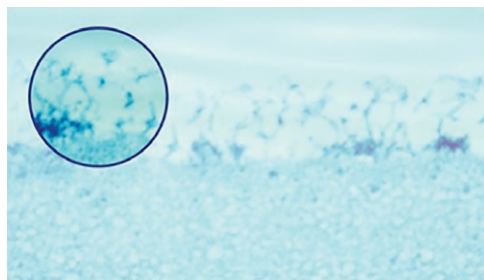
Дополнительные характеристики контактных линз TOTAL30® включают защиту от ультрафиолетовых лучей и высокоэнергетического видимого излучения. Контактные



**Рис. 2.** Сходство нановолокнистой структуры поверхности контактной линзы TOTAL30® с гликокаликсом роговицы (изображение получено при помощи сканирующего трансмиссионного электронного микроскопа STEM)

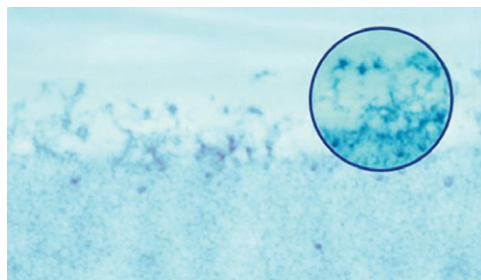
**Fig. 2.** Similarity of the TOTAL30® Polymer Nanofiber Contact Lens Surface to the Corneal Glycoalkyx (scanning transmission electron microscope (STEM) imaging)

**Поверхность неношенной линзы TOTAL30®**



**A**

**Поверхность TOTAL30® после 30 дней ношения**



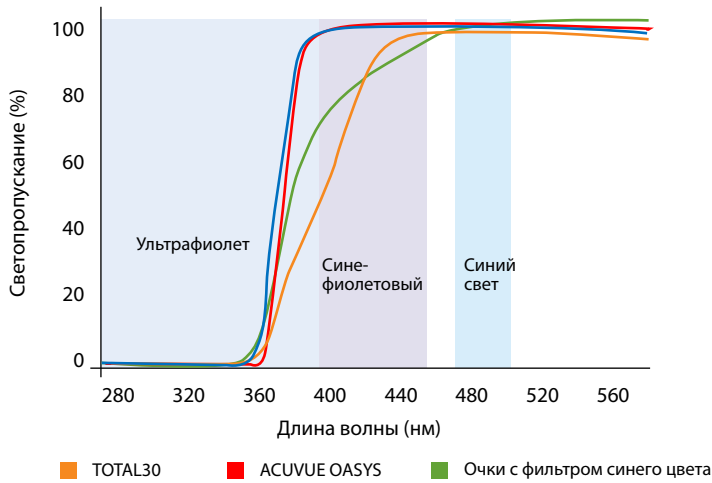
**B**

**Рис. 3.** Изображение поверхности линзы TOTAL30® (сканирующая электронная микроскопия) до ношения и после 30 дней ежедневного ношения с очисткой/дезинфекцией/хранением.

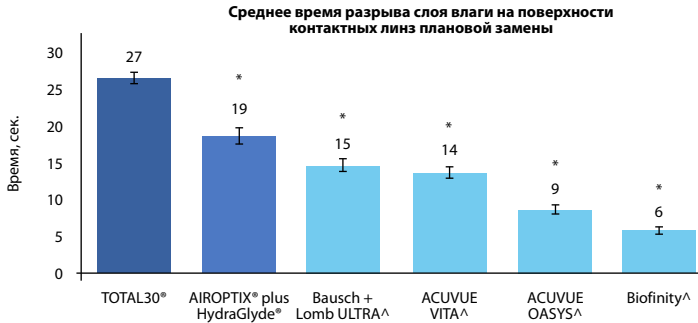
**A** – поверхность неношенной линзы TOTAL30®, на которой видны выступы полимерных нановолокон (похожие на гликокаликс); **B** – поверхность линзы TOTAL30® ex vivo после 30 дней ношения и ухода, демонстрирующая сохранность поверхности из нановолокон. Поверхность остается полностью неповрежденной [5]

**Fig. 3.** Scanning transmission electron microscope (STEM) imaging of the TOTAL30® lens surface before wear and after 30 days of daily wear with cleaning/disinfecting/storage. **A)** A new unworn TOTAL30® lens surface showing polymer nano-fiber protrusions (similar to that of the glycoalkyx); **B)** ex vivo TOTAL30® lens surface after 30 days of wear and care demonstrating that the nano-fiber surface is still fully intact [5]

линзы TOTAL30® имеют УФ-защиту класса I, блокируя более 90% UVA- и 99% UVB-лучей [11\*]. Кроме того, TOTAL30® блокируют около 34% света сине-фиолетовой части спектра в диапазоне 380–450 нм (рис. 4) [11\*\*].



**Рис. 4. Светопропускание контактных линз TOTAL30®, ACUVUE OASYS<sup>^</sup> и очков с фильтром синего света**  
**Fig. 4. Light transmittance properties of TOTAL30®, ACUVUE OASYS<sup>^</sup>, and leading spectacle lenses**



**Рис. 5. In vitro среднее время разрыва слоя влаги на поверхности линзы, измеренное методом iDDrop. Поверхность TOTAL30® дольше сохраняет увлажненность поверхности по сравнению с другими линзами плановой замены (p<0,05 для всех) [13]**  
**Fig. 5. In vitro average lens surface moisture break-up time of reusable contact lenses measured by iDDrop method. Surface moisture remained intact on the lens surface longer for TOTAL30® contact lenses as shown by a significantly longer surface moisture break-up time compared to the other reusable lenses (p<0.05 for all) [13]**

<sup>^</sup> Товарные знаки являются собственностью их владельцев.

\* Контактные линзы с УФ-фильтром НЕ заменяют защитных очков с УФ-фильтром, таких как очки для солярия или солнцезащитные очки, поскольку они не полностью закрывают глаз и область вокруг него.

\*\* Не существует доказанной клинической пользы от снижения на 34% излучения в видимой области спектра при длине волны менее 450 нм.

## ДАНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЙ IN VITRO

### ■ СМАЧИВАЕМОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ЛИНЗЫ

Смачиваемость контактных линз измерялась in vitro с помощью оптической платформы межфазного смачивания и дренажа (iDDrOP) путем оценки начального времени разрыва слоя влаги на поверхности линз TOTAL30®, AIR OPTIX® plus HydraGlyde®, ULTRA^, ACUVUE VITA^, ACUVUE OASYS^, Biofinity^ [13]. Этот метод in vitro позволяет сравнить смачиваемость поверхности различных материалов линз и не является клинической оценкой эффективности.

Линзы извлекались из блистерных упаковок, промывались, а затем замачивались в фосфатно-буферном солевом растворе примерно на 16 часов, чтобы удалить остатки раствора блистерной упаковки. Затем линзы устанавливались на выпуклую поверхность, сохраняющую форму контактной линзы, и погружались в ванну с раствором. После этого линзы поднимали над поверхностью раствора, одновременно проводя видеосъемку, для визуализации разрыва слоя влаги на поверхности линзы в динамике. Время появления первого участка подсыхания на поверхности обозначается как время разрыва слоя влаги [13].

Контактные линзы TOTAL30® продемонстрировали значительно большее время разрыва слоя влаги на поверхности, чем AIR OPTIX® plus HydraGlyde®, ULTRA^, ACUVUE VITA^, ACUVUE OASYS^, Biofinity^ ( $p < 0,05$  для всех). Это означает, что поверхность TOTAL30® дольше сохраняет увлажненность (рис. 5) [13].

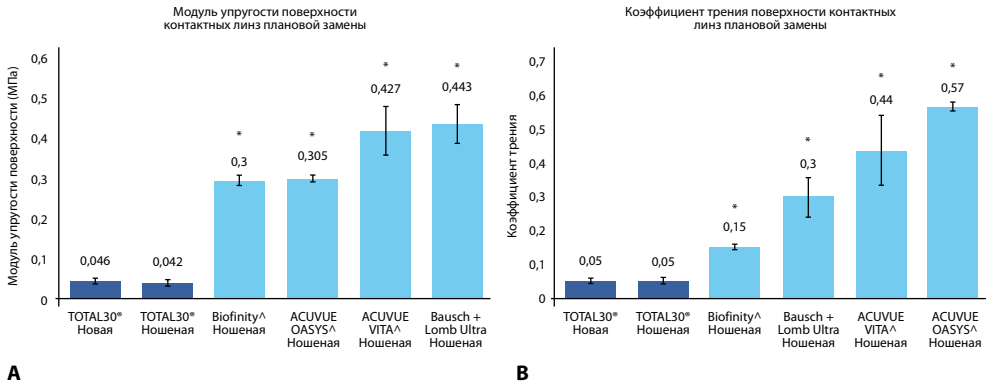
### ■ МОДУЛЬ УПРУГОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ЛИНЗЫ

Модуль упругости («мягкость») поверхности контактных линз плановой замены измерялся с помощью метода наноиндентирования (вдавливания) на основе данных атомно-силовой микроскопии (АСМ). Все линзы тестировались в условиях погружения в солевой раствор, содержащий небольшое количество поверхностно-активного вещества, необходимого для снижения адгезии зонда во время процедуры вдавливания. Зонд АСМ прижимался к поверхности линз с силой, аналогичной давлению век. Модуль упругости поверхности рассчитывался по глубине вдавливания зонда (чем мягче материал, тем глубже вдавливание). Измерения проводились на ношенных линзах, которые были извлечены непосредственно из блистера, и после ношения в течение полного срока замены (14 дней для ACUVUE OASYS^; 30 дней для остальных линз ежемесячной замены).

Результаты показали, что модуль упругости поверхности контактных линз TOTAL30® как для новых, так и для ношенных линз был значительно меньше (как минимум в пять раз мягче;  $p < 0,05$ ), чем ACUVUE OASYS^, Biofinity^, ACUVUE VITA^ и ULTRA^ (рис. 6А) [7].

### ■ ЛЕГКОСТЬ СКОЛЬЖЕНИЯ

Тестирование легкости скольжения поверхности проводилось путем измерения коэффициента трения с помощью нанотрибометра. Измерения проводились на линзах, извлеченных из блистерной упаковки или после полного срока ношения линзы (14 дней для ACUVUE OASYS^; 30 дней для всех остальных протестированных линз ежемесячной замены). Линзы помещались на держатель и полностью погружались в



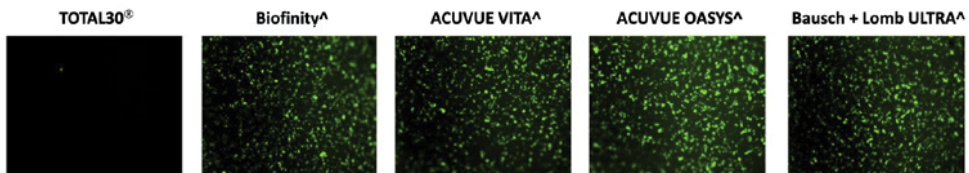
**Рис. 6. Средний модуль упругости поверхности линзы, измеренный с помощью наноиндентирования AFM (А) и средний коэффициент трения (CoF), измеренный с помощью нанотрибометра (В). Ношенные и неносные (из упаковки) контактные линзы TOTAL30<sup>®</sup> продемонстрировали более мягкую ( $p < 0,05$  для всех) и более скользкую ( $p < 0,05$  для всех) поверхность по сравнению с другими линзами плановой замены [7]**

**Fig. 6. Average lens surface modulus measured with AFM nanoindentation (A) and average coefficient of friction (CoF) measured with nano-tribometer (B). Worn and unworn (out of pack) TOTAL30<sup>®</sup> contact lenses had a softer ( $p < 0.05$  for all) and more lubricious ( $p < 0.05$  for all) surface compared to other reusable lenses that were worn for a full wearing schedule [7]**

раствор. Мягкий зонд с датчиками силы скользил по поверхности каждой линзы для измерения трения. Контактные линзы TOTAL30<sup>®</sup> сохранили высокую легкость скольжения даже после 30 дней ежедневного ношения и показали значительно более низкий коэффициент трения (как минимум в три раза ниже;  $p < 0,05$  для всех), чем линзы ACUVUE OASYS<sup>^</sup>, Biofinity<sup>^</sup>, ACUVUE VITA<sup>^</sup> и ULTRA<sup>^</sup>, что означает, что поверхность TOTAL30<sup>®</sup> была более увлажненной (рис. 6B).

## ■ БАКТЕРИАЛЬНАЯ АДГЕЗИЯ

В этом стрессовом испытании *in vitro* неносные контактные линзы (TOTAL30<sup>®</sup>, Biofinity<sup>^</sup>, ACUVUE VITA<sup>^</sup>, ACUVUE OASYS<sup>^</sup> и ULTRA<sup>^</sup>) подвергались воздействию отдельных растворов, содержащих различные штаммы *Pseudomonas aeruginosa*,



**Рис. 7. Визуализация поверхностной бактериальной адгезии *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145) на контактных линзах плановой замены. Репрезентативные изображения результатов стрессового тестирования *in vitro* неносных линз после воздействия флуоресцентно-меченных штаммов *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145). Микроскопия с 10-кратным увеличением [6]**

**Fig. 7. Visualization of surface bacterial adhesion of *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145) on reusable contact lenses. The representative images are based on *in vitro* stress testing of unworn lenses after exposure to GFP-expressing *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145) and visualized on a microscope (10x magnification) [6]**

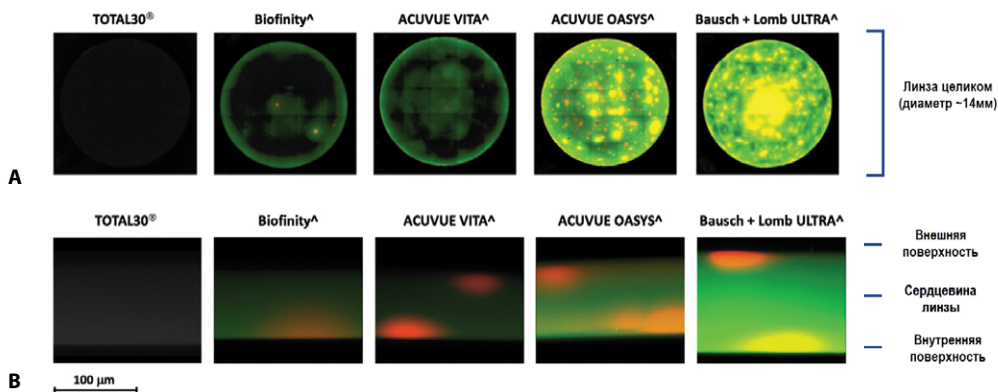
а также раствора со штаммом *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 10145), меченным зеленым флуоресцентным белком. После извлечения линз проводилась визуализация поверхностной бактериальной адгезии на каждой марке контактных линз (рис. 7) [6].

Количественная оценка колониеобразующих единиц (КОЕ) пяти различных штаммов *P. aeruginosa* (MCC 3478, 3480, 3481, 7142 и ATCC 10145) показала, что адгезия бактериальных клеток на поверхности контактных линз TOTAL30® была значительно меньше ( $p < 0,0001$  для всех) по сравнению с другими протестированными линзами [6, 7].

## ■ ОТЛОЖЕНИЕ ЛИПИДОВ

Для визуализации отложений с помощью конфокальной микроскопии были использованы флуоресцентно-меченные неполярные липиды. Тест проводился на ношенных контактных линзах TOTAL30®, Biofinity®, ACUVUE VITA®, ACUVUE OASYS® и ULTRA®. Для стрессового испытания использовался липидный раствор, содержащий неполярные липиды, холестерилловый эфир и триглицерид. Для имитации ношения линзы проходили через циклы воздействия липидного раствора и очистки линз соответственно периоду ношения каждой линзы [7].

Было создано два набора изображений: 1) целая контактная линза (рис. 8А), 2) поперечные сечения линзы, показывающие внешнюю поверхность, сердцевину и внутреннюю поверхность (рис. 8В). На всех изображениях видно отложение липидов на поверхности и внутри линзы; изображения поперечного сечения позволяют



**Рис. 8. Отложение липидов на поверхности и в сердцевине контактных линз плановой замены. Репрезентативные изображения стресс-тестирования *in vitro* ношенных линз: А – линза целиком, вид сверху; В – поперечное сечение линзы. Картина после воздействия флуоресцентно-меченных неполярных липидов, холестерилового эфира и триглицерида. Визуализация с помощью конфокальной микроскопии показывает отложение липидов как в сердцевине, так и на поверхности линзы**

**Fig. 8. Surface and core lipid deposition on reusable contact lenses. Representative images of *in vitro* stress testing of unworn lenses in A – whole lens top view imaging and B – cross section imaging of full thickness lenses after exposure to fluorescently labeled non-polar lipids, cholesteryl ester (CE) and triglyceride (TAG), and visualized on a confocal microscope to show both core and surface lipid deposition**





визуализировать липиды поверхности и ядра по отдельности (рис. 8). Серый цвет соответствует флуоресценции материала линзы и фона. Красный цвет соответствует флуоресцентно-меченному неполярному триглицериду, а зеленый цвет – неполярному холестерилловому эфиру [7]. Измерения интенсивности флуоресценции показали, что в контактных линзах TOTAL30® отложение липидов как на всей линзе, так и только на поверхности было значительно меньше по сравнению с другими протестированными контактными линзами ( $p < 0,01$  для всех) [7].

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контактные линзы TOTAL30® (лефилкон А) – это первые водоградиентные контактные линзы ежемесячной замены. В TOTAL30® также используется биомиметическая технология Celligent, имитирующая поверхность роговицы [5]. Как показали исследования *in vitro*, эти две уникальные технологии делают поверхность линз чрезвычайно мягкой и увлажненной, а также помогают противостоять адгезии бактерий и накоплению липидных отложений [6–8]. Контактные линзы TOTAL30® являются значимой инновацией в категории линз плановой замены и разработаны с учетом потребностей пользователей линз многоразового использования.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Morgan PB, Woods CA, Tranoudis JG, et al. International Contact Lens Prescribing in 2020. *Contact Lens Spectrum*. 2021 (January).
2. Surface characteristics of leghfilcon A contact lenses; Alcon data on file, 2021.
3. Oxygen permeability measurement of leghfilcon A contact lenses; Alcon data on file, 2019.
4. Alcon data on file, 2021.
5. Scanning transmission electron microscopy of leghfilcon A contact lens and human corneal surface; Alcon data on file, 2020.
6. In vitro evaluation of bacterial adherence in commercial lenses; Alcon data on file, 2020.
7. In vitro evaluation of lipid deposition, surface modulus and surface lubricity in commercial lenses; Alcon data on file, 2021.
8. Ishihara K, Fukazawa K, Shi X, Wu J, et al. Antifouling silicone hydrogel contact lenses with bioinspired surface. *ACS Omega*. 2021;6:7058.
9. Ishihara K. Revolutionary advances in 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine polymers as biomaterials. *J Biomed Mater Res Part A*. 2019;107A:933–943.
10. Shi X, Cantu-Crouch D, Sharma V et al. Surface characterization of a silicone hydrogel contact lens having bioinspired 2-methacryloyloxyethyl phosphorylcholine polymer in hydrated state. *Colloid and Surfaces B: Biointerfaces*. 2021;199:111539.
11. Laboratory assessment of ultraviolet and visible light transmission properties of leghfilcon A contact lenses; Alcon data on file, 2020.
12. Johnson & Johnson Vision Care Professional website. ACUVUE OASYS 2-week contact lenses package insert accessed June 14, 2021. [https://www.jnjvisionpro.com/sites/us/files/public/Products/Acuvue\\_Hydraclear/ao-06-15-01\\_web\\_package\\_insert\\_and\\_fitting\\_guide.pdf](https://www.jnjvisionpro.com/sites/us/files/public/Products/Acuvue_Hydraclear/ao-06-15-01_web_package_insert_and_fitting_guide.pdf)
13. In vitro evaluation of lens surface moisture; Alcon data on file, 2021.
14. Multi Sponsor Surveys Inc. The Gallup target market report on the market for toric contact lenses.
15. Young G, Sulley A, Hunt C. Prevalence of astigmatism in relation to soft contact lens fitting. *Eye Contact Lens*. 2011;37:20–25.
16. Clinical assessment of Total30 landing and rotation; Alcon research data, 2021.

RU-T30-2300005

ООО Алкон Фармацевтика

125315, г. Москва, пр. Ленинградский, д. 72, корп. 3

Тел.: +7 (495) 775-68-69; +7 (495) 961-13-33. Факс: +7 (495) 961-13-39

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ



Юсеф Н.Ю., Антонов А.А., Школяренко Н.Ю., Рафаелян А.А. ✉  
Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова,  
Москва, Россия

## Первичное закрытие угла в сочетании с высокой индивидуальной нормой внутриглазного давления (клинический случай)

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** концепция и дизайн исследования – Юсеф Н.Ю.; редактирование – Школяренко Н.Ю., Антонов А.А.; сбор материала, обработка, написание текста – Школяренко Н.Ю., Рафаелян А.А.

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

Подана: 13.09.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: achena@rambler.ru

### Резюме

---

Глаукома в настоящее время является второй по значимости причиной слепоты во всем мире. Ранняя диагностика глаукомы имеет решающее значение. В диагностике и терапии глаукомы крайне необходимы усовершенствованные методы скрининга. Скрининговый метод определения индивидуальной нормы ВГД доказал свою эффективность для ранней диагностики глаукомы, а также в лечении и мониторинге заболевания. В данной статье представлен клинический случай ведения пациентки с первичным закрытием угла, офтальмогипертензией и высокой индивидуальной нормой ВГД, рассчитанной при помощи офтальмологического анализатора индивидуальной нормы внутриглазного давления (флоуметра АГК) и подтвержденной дополнительными методами исследования в результате динамического наблюдения в течение 8 лет.

**Ключевые слова:** глаукома, первичное закрытие угла, индивидуальная норма ВГД, флоуметрия, офтальмогипертензия, анализатор индивидуальной нормы ВГД

---

# ДОРЗОТИМОЛ®

дорзоламид 20 мг + тимолол 5 мг; 5 мл

18+  
лет



Противоуглаукомное средство:  
ингибитор карбоангидразы +  
 $\beta$  – адреноблокатор

Механизм действия:

- **снижение секреции ВГЖ**
- **дорзоламид и тимолол потенцируют действие друг друга\***
- **Терапевтически эквивалентен оригинальной фиксированной комбинации дорзоламид + тимолол**
- **Снижает ВГД до 25%<sup>1</sup>**
- **Защищает ДНК митохондрий клеток от окислительного стресса<sup>2</sup>**
- **Стабилизирует поля зрения<sup>3</sup>**
- **Улучшает гемодинамику сетчатки и диска зрительного нерва<sup>1</sup>**
- **Удобен в использовании: по 1 капле 2 раза в сутки**

Производитель:  
Ядран – Галенски Лабораторий, Хорватия



\* Обзор клинического опыта терапии глаукомы и офтальмогипертензии фиксированной комбинацией дорзоламида и тимолола, С.Ю. Петров, А.В. Волжанин, Клиническая офтальмология №2, 2017, стр. 100 - 106

1.Е.А. Егоров, В.П. Еричев /Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей/4-ое издание 2019

2.Sacca S., La Maestra S., MicaleR., Larghero P./Ability of Do rzolamide Hydrochloride and Timolol Maleate to target mitochondria in glaucoma therapy // Arch Ophthalmol. 2011. Vol. 129. N 1. P. 48–55.B

3.Martinez A., Sanchez M./Predictors for visual fields progression and the effect of treatment with dorzolamide 2% or brinzolamide 1% each added to timolol 0.5% in primary open angle glaucoma // Acta ophthalmologica. 2010. Vol. 88. P. 541–552.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

## ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ.

Реклама. Имеются противопоказания и нежелательные реакции. Применение препарата при беременности допускается только в тех случаях, когда ожидаемая польза для матери превышает потенциальный риск для плода.



Yusef N., Antonov A., Shkolyarenko N., Rafaelyan A. ✉  
Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

## Primary Angle Closure Combined with High Individual Norm of Intraocular Pressure (Clinical Case)

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** the concept and design of research – Yusef N.; editing – Antonov A., Shkolyarenko N.; collecting material, processing, writing text – Shkolyarenko N., Rafaelyan A.

**Financial disclosure:** no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned.

Submitted: 13.09.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: achena@rambler.ru

### Abstract

Glaucoma is the second leading cause of vision loss in the world. Early diagnosis of glaucoma is crucial, improved methods of screening and therapy for glaucoma are urgently needed. The screening method for determination of individual norm of IOP proved the efficiency for early glaucoma diagnosis, as well as in the treatment and monitoring of the disease.

This article presents a clinical case of a patient with primary angle closure, ophthalmic hypertension and high individual norm of IOP, calculated using the Individual IOP Norm Analyzer and confirmed by additional research methods as a result of dynamic follow-up for 8 years.

**Keywords:** glaucoma, primary angle closure, individual norm of IOP, flowmetry, ophthalmic hypertension

### ■ ВВЕДЕНИЕ

Глаукома в настоящее время является второй по значимости причиной слепоты во всем мире [1]. Выделяют открытоугольную и закрытоугольную глаукому. Первичная закрытоугольная глаукома (ПЗУГ) поражает примерно 26% населения, и на ее долю приходится почти половина случаев слепоты от глаукомы в мире [2–4]. При этом термин «глаукома» свидетельствует об имеющихся признаках глаукомной оптической нейропатии [5]. В случае закрытия угла без повреждения зрительного нерва используются термины «подозрение на первичное закрытие угла» и «первичное закрытие угла», отличие между которыми заключается в повышении ВГД и наличии периферических передних синехий во втором случае. При подозрении на первичное закрытие угла имеется 2 или более квадранта иридотрабекулярного контакта, без периферических передних синехий, без повышения ВГД и признаков глаукомной оптической нейропатии. Первичное закрытие угла – это состояние, при котором наблюдается также 2 или более квадранта с иридотрабекулярным контактом, с развитием передних синехий и/или повышением ВГД [6–8].

В настоящее время вне зависимости от уровня ВГД для открытия и расширения УПК на первом этапе рекомендовано лазерное лечение. Так, показаниями для лазерной иридоэктомии являются профилактика острого приступа закрытоугольной глаукомы, профилактика формирования синехий и дальнейшего закрытия угла,

длительный контроль ВГД с достижением целевого давления, которое определяют до назначения лечения, учитывая исходные значения ВГД, стадию заболевания, скорость прогрессирования, возраст, а также дополнительные факторы риска [9, 10]. Ранее мы уже публиковали данные об отечественном анализаторе индивидуальной нормы ВГД, разработанном сотрудниками ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» совместно со специалистами АО «Загорский оптико-механический завод» концерна «Швабе» (флоуметр АГК) [11, 12].

В данной статье представлен клинический случай ведения пациентки с первичным закрытием угла, офтальмогипертензией и высокой индивидуальной нормой ВГД, рассчитанной при помощи данного анализатора (флоуметра АГК) и подтвержденной дополнительными методами исследования в результате динамического наблюдения в течение 8 лет, с 2016 по 2024 г.

## ■ ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Впервые пациентка А., 58 лет, обратилась в ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова» в ноябре 2016 г. На момент осмотра жалобы отсутствовали. Из анамнеза известно, что у пациентки в 2013 г. была диагностирована глаукома и назначен ксалатан 1 р. на ночь в оба глаза. Соматический статус не отягощен.

### **Данные первичного обследования**

Острота зрения: ОД=0,5 с сфр+1,75=1,0; ОС=0,3 с сфр+2,0=1,0.

Тонометрия: ОД=21,7 мм рт. ст.; ОС=19,6 мм рт. ст. – на медикаментозном режиме ОИ – ксалатан 1 р. на ночь.

Биомикроскопия: ОИ – передний отрезок без особенностей. Роговица прозрачная. Передняя камера средней глубины, влага прозрачная. Атрофия радужки I степени, в цвете не изменена, пигментная кайма частично выщелочена. Зрачок правильной формы, реакция на свет живая. В хрусталике начальные помутнения в кортикальных слоях. Стекловидное тело прозрачное. Офтальмоскопия: ОИ – ДЗН бледно-розовый, границы четкие, физиологическая экскавация 0,2–0,3. Сосудистый пучок в центре. Ход артерий и вен в норме, соотношение сосудов А:В=1:1,5. В макулярной области диссоциация пигментного эпителия. На периферии очаги хориоретинальной атрофии. Гониоскопия: ОИ – УПК открыт, профиль значительно сужен, в верхнем своде местами закрыт. Пигментация дренажной зоны отсутствует, гониодисгенез, незначительная пигментация по линии Швальбе.

### **Дополнительные методы исследования**

Компьютерная периметрия (Humphrey Visual Field Analyzer II (HFA II) 750 i (Carl Zeiss, Германия)). ОИ – центральное поле зрения в пределах нормальных значений, на крайней периферии незначительное снижение светочувствительности в назальной половине поля зрения и в темпоральном сегменте. Все показатели в пределах возрастной нормы. ОД – ЦВЗ=2039, ППЗ=1149, MD= -1,95, PSD=1,85; ОС – ЦВЗ=2085, ППЗ=1147, MD= -1,25, PSD=1,45.

Компьютерная ретинотомография (Heidelberg Engineering, Германия, HRT) (рис. 1). ОИ – морфометрические параметры в пределах нормы. ЭД=0,41/0,46 мм, площадь НРП ОД/ОС 2,18/2,13 мм<sup>2</sup>, объем НРП ОД/ОС 0,64/0,62 мм<sup>3</sup>, средняя толщина слоя нервных волокон сетчатки ОД/ОС 0,38/0,32 мкм. Результаты дискриминантных

анализов: FSM, MRA на ОИ – в пределах нормы, RB ОД – в пределах нормы, ОС – пограничные значения. GPA (анализ вероятности глаукомы) ОД – в норме, ОС – пограничные значения (GPS OD=0.14, ОС=0.29).

Диагноз: ОИ – гиперметропия слабой степени. Пресбиопия. Первичное закрытие угла. Начальная катаракта.

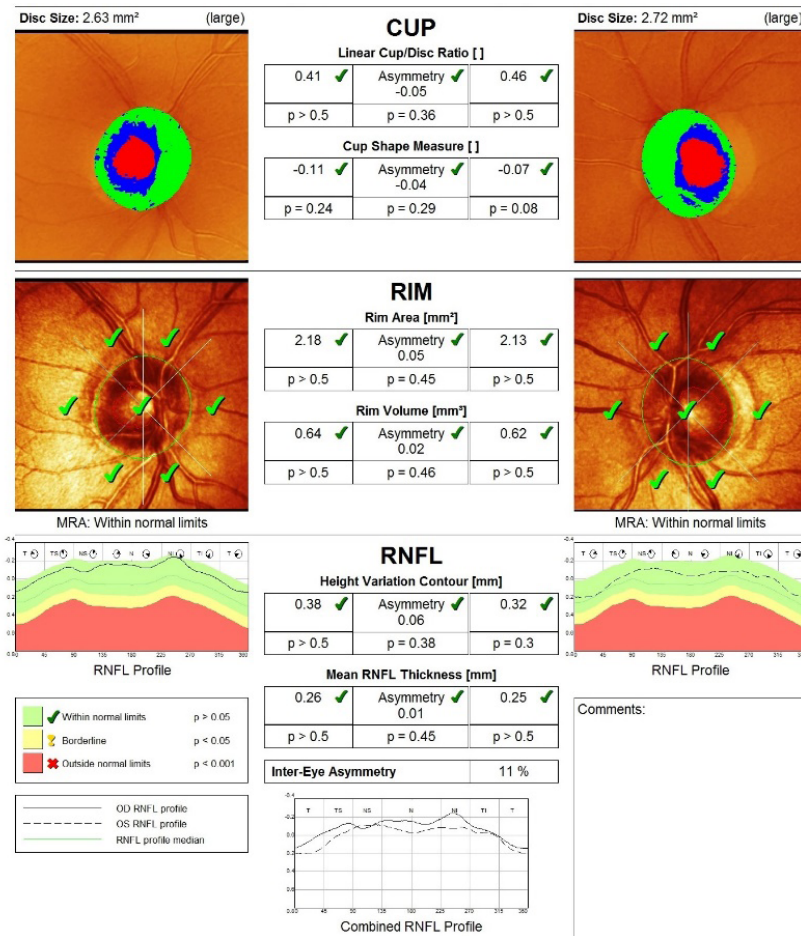
Пациентке была рекомендована консультация лазерного хирурга, пробная замена ксалатана на бетоптик 0,5% 2 р. в день, проведение разгрузочной и нагрузочной проб, данные которых представлены ниже.

**Январь 2017 г.** Исследование биомеханических свойств роговицы (Ocular Response Analyzer) на медикаментозном режиме ОИ – бетоптик 0,5% 2 р. в день.

ОД – IOPg: 25,2, IOPcc: 26,8, CH: 8,2, CRF 11,5.

ОС – IOPg: 22,8, IOPcc: 23,6, CH:9,2, CRF 11,6.

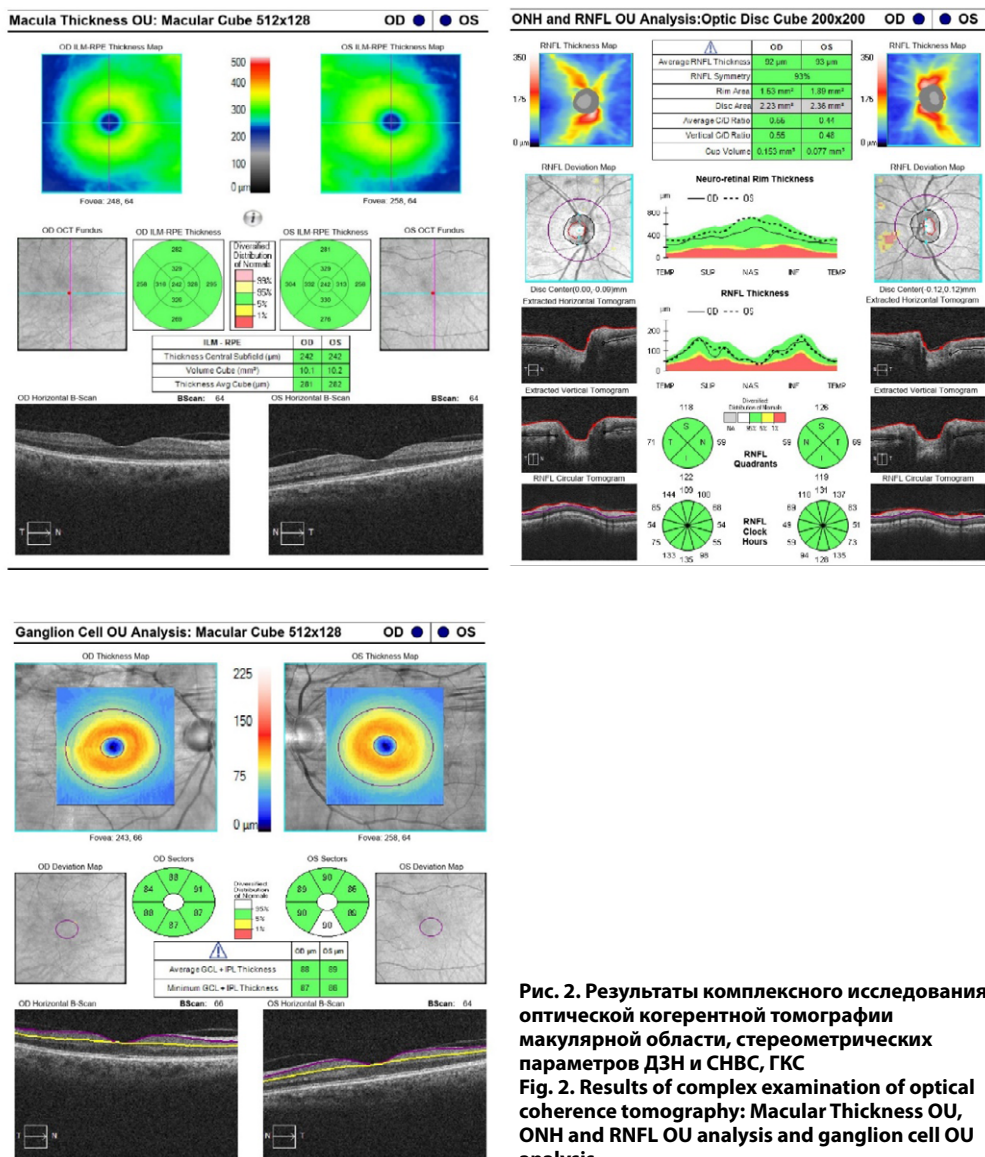
Жесткость фиброзной оболочки снижена, ВГД ОИ – повышено.



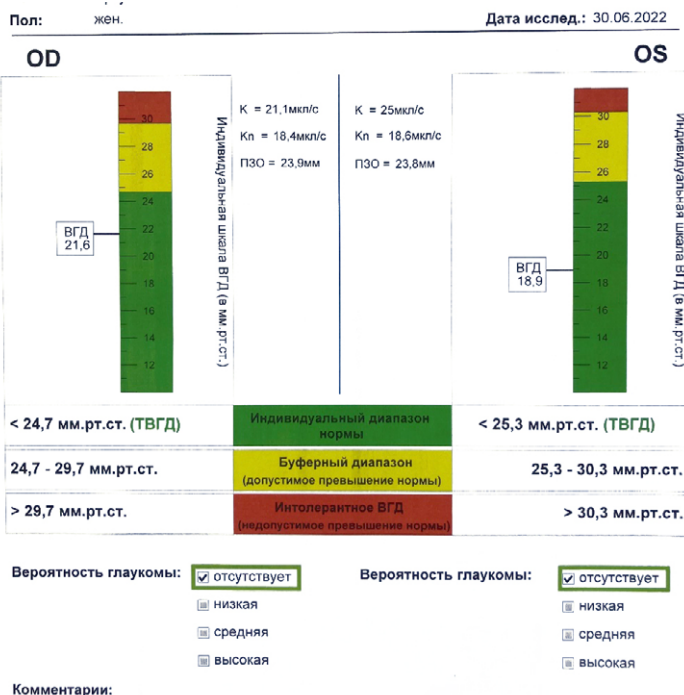
**Рис. 1. Компьютерная ретиномография (HRT). Ноябрь 2016 г.**  
**Fig. 1. HRT of the right and left eye of patient A. November, 2016**

**Апрель 2016 г.** Разгрузочная проба: ОД – ИОРсс: 29,3; ОС – ИОРсс: 23,9 через 40 мин после раствора глицероаскорбата. ОД – ИОРсс: 23,2; ОС – ИОРсс: 19,3 (проба положительная). Нагрузочная проба: ОД – ИОРсс: 23,7; ОС – ИОРсс: 19,2 через 40 мин после инстиляции мидриатического препарата. ОД – ИОРсс: 31,3; ОС – ИОРсс: 26,4 (проба положительная). Учитывая результаты данных проб, рекомендовано проведение лазерной иридэктомии на ОИ, которая была выполнена в апреле 2017 г.

**Март 2017 г.** На рис. 2. представлены данные оптической когерентной томографии (ОКТ) макулярной области: ОИ – ЗОСТ с прикреплением парафовеально.



**Рис. 2. Результаты комплексного исследования оптической когерентной томографии макулярной области, стереометрических параметров ДЗН и СНВС, ГК**  
**Fig. 2. Results of complex examination of optical coherence tomography: Macular Thickness OU, ONH and RNFL OU analysis and ganglion cell OU analysis**



**Рис. 3. Флоуметрия, расчет индивидуальной нормы внутриглазного давления. Июнь 2022 г.**  
**Fig. 3. Flowmetry, individual norm of intraocular pressure of patient A. June, 2022**

Профиль фовеа сохранен. Толщина нейрорепителлия в пределах возрастной нормы. Незначительные дистрофические изменения наружных сегментов фоторецепторов. ОСТ – ДЗН – все стереометрические параметры в пределах возрастной нормы. СНВС, ганглионарный слой сетчатки (ГКС) – в пределах возрастной нормы.

**Июнь 2017 г.** Тонометрия ВГД: ОД=23,6; ОС=22,4 на медикаментозном режиме бетоптик 0,5% 2 р. в день; ВГД субкомпенсированное.

С учетом повышения ВГД в серии измерений без структурных изменений ДЗН и слоя ГКС пациентке была рекомендована отмена медикаментозного режима с контролем ВГД (рис. 4).

**Октябрь 2017 г.** ОИ: без режима, ОД=30,7 мм рт. ст.; ОС=27,3 мм рт. ст. Далее пациентка 2 года не была на приеме.

**Январь 2021 г.** ОИ: ОД=0,5 с сфр+1,75=1,0; ОС=0,8 с сфр+1,5=1,0.

Тонометрия: ОД=30,5 мм рт. ст.; ОС=27,2 мм рт. ст. ОИ – без режима.

**Январь 2021 и июнь 2022 г.** ОКТ – ДЗН. При сравнении от марта 2017 г. – параметры без достоверной динамики (рис. 4).

**Июнь 2022 г.** Пациентке впервые выполнено исследование «флоуметрия», произведен расчет индивидуальной нормы внутриглазного давления (рис. 3). Это позволило определить ВГД ОД=21,6 мм рт. ст.; ОС=18,9 мм рт. ст. – в пределах



Первичное закрытие угла в сочетании с высокой индивидуальной нормой  
внутриглазного давления (клинический случай)

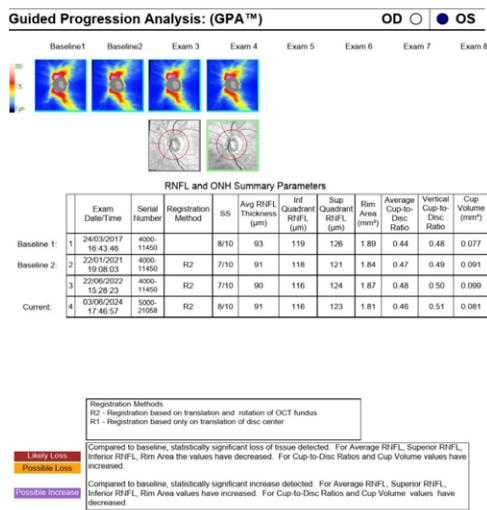
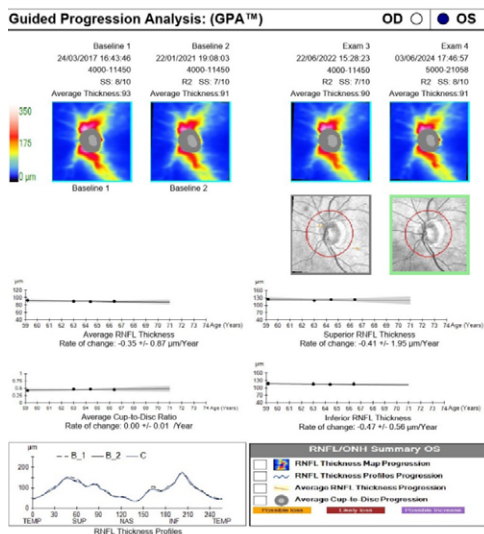
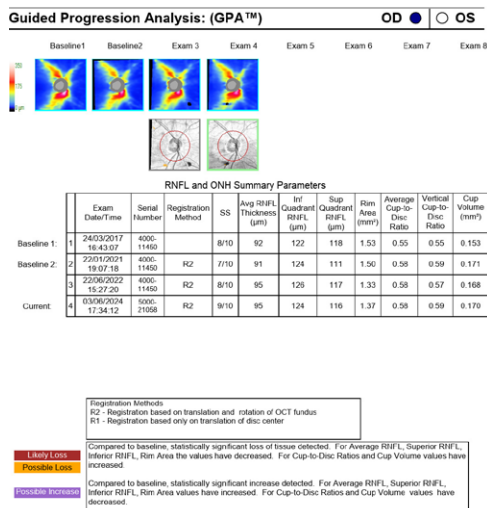
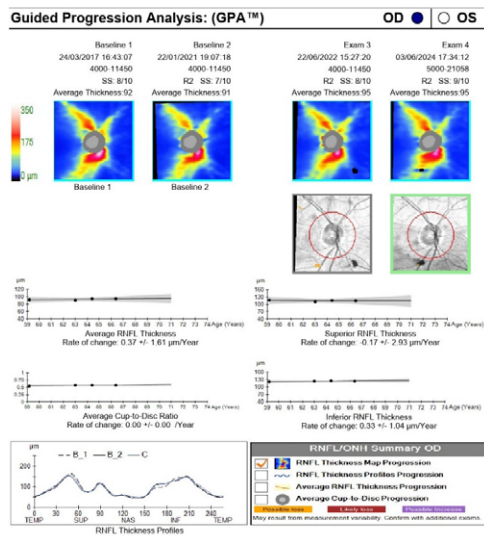


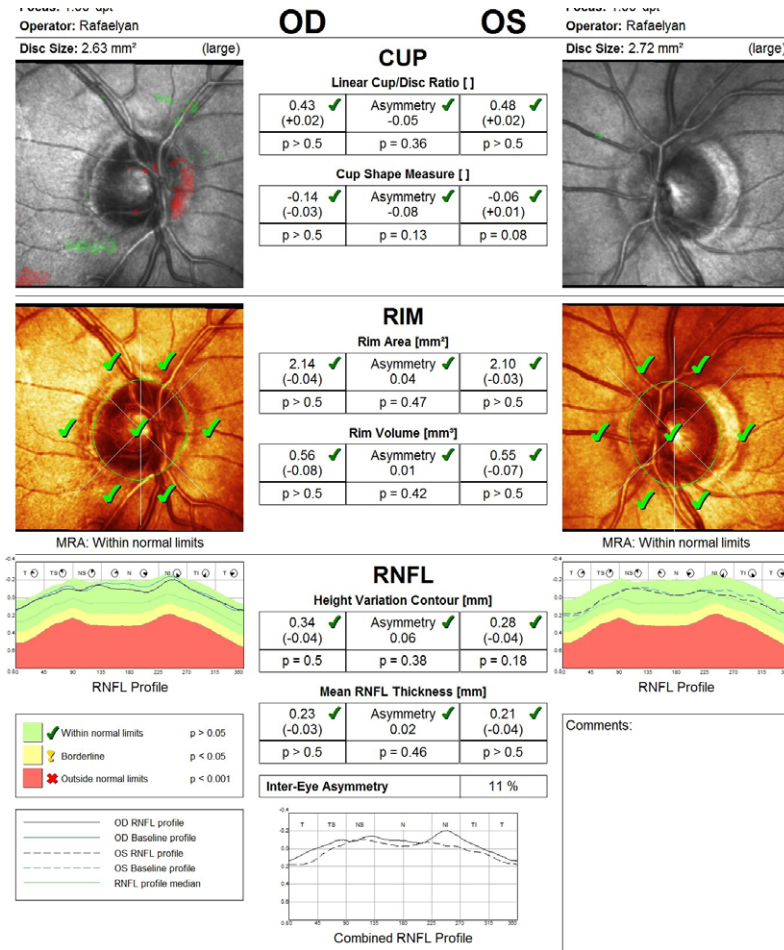
Рис. 4. GPA-анализ правого и левого глаза с 2016 по 2024 г.  
Fig. 4. Guided progression analysis (GPA-analysis) of the right and left eye from 2016 to 2024

индивидуального диапазона нормы; высокую индивидуальную норму ВГД в диапазоне ОИ 24–25 мм рт. ст. и отсутствие риска прогрессирования глаукомы на обоих глазах, что подтвердилось при проведении динамического анализа стереометрических параметров ДЗН по ОКТ ДЗН (рис. 4).

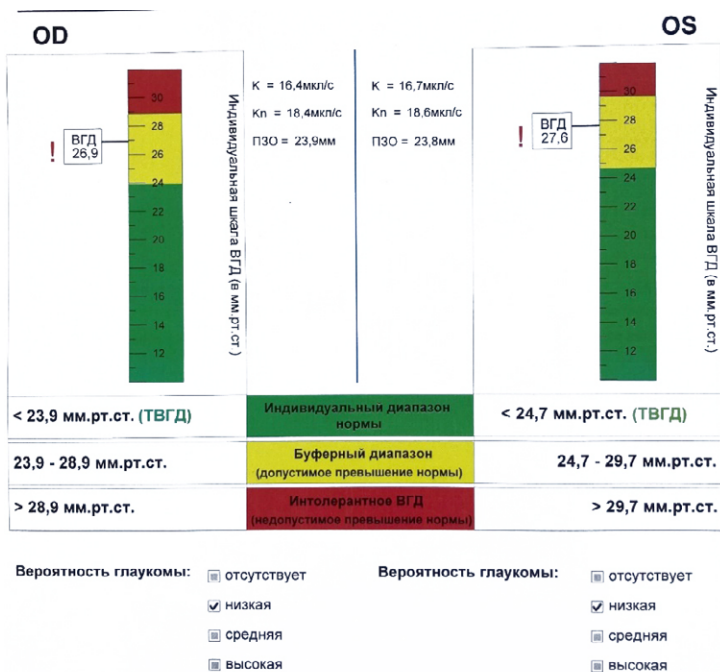
Далее пациентка опять пропала и появилась только в 2024 г.

**Июнь 2024 г.** Острота зрения: ОД=0,3 с сфр+1,75=1,0; ОС=0,3 с сфр+1,75=1,0.  
Тонометрия: ОД=35 мм рт. ст.; ОС=31,4 мм рт. ст. – без медикаментозного режима.  
На рис. 4 представлен общий отчет сводных параметров (GPA-анализ) за весь период наблюдения с 2016 по 2024 г. Данный анализ подтверждает отсутствие достоверной динамики на обоих глазах в параметрах СНВС, объеме НРП, экскавации и ее глубине.

В июне 2024 г. пациентке также была выполнена ретинотомография HRT для оценки динамики процесса (рис. 5). За весь период наблюдения – с 2016 по 2024 г. – незначительное изменение всех параметров. ТСА-анализ также не выявил отрицательной динамики по параметрам ДЗН. Результаты дискриминантных анализов: FSM, MRA на ОИ – в пределах нормы, RB-ОИ – пограничные значения. GPA (анализ вероятности глаукомы) на ОИ – в пределах нормы (GPS OD=0.17, ОС=0.10).



**Рис. 5. HRT обоих глаз пациентки А. Июнь 2024 г.**  
**Fig. 5. HRT of the right and left eye of patient A. June 2024**



**Рис. 6. Флоуметрия, расчет индивидуальной нормы внутриглазного давления. Июнь 2024 г.**  
**Fig. 6. Flowmetry, individual norm of intraocular pressure of patient A. June, 2024**

При проведении повторной компьютерной периметрии также не было выявлено отрицательной динамики. Повторная флоуметрия (рис. 6) вновь показала высокую индивидуальную норму ВГД на обоих глазах в диапазоне 24–25 мм рт. ст., однако ВГД на обоих глазах на момент осмотра находилось уже в допустимом превышении нормы, так называемом буферном диапазоне (желтая зона на рис. 6), и составляло ВГД ОД=26,9 мм рт. ст., ОС=27,6 мм рт. ст. При этом уже был рассчитан низкий риск прогрессирования заболевания.

Согласно данным литературы, 72,2% населения имеют зону средней нормы офтальмотонуса 19–22 мм рт. ст., 20,3% – зону низкой нормы менее 18 мм рт. ст. и всего 6,5% людей – высокую норму офтальмотонуса в диапазоне от 23 до 25 мм рт. ст. [13, 14]. У нашей пациентки высокие цифры ВГД регистрировались более 8 лет на обоих глазах. Гипотензивный режим не приводил к полной компенсации ВГД. С 2017 г. после ЛИЭ на ОИ ВГД субкомпенсированное. По результатам флоуметрии пациентке была рассчитана высокая индивидуальная норма офтальмотонуса 24–25 мм рт. ст. и определено отсутствие риска прогрессирования заболевания. С 2016 по 2024 г. пациентка регулярно проходила осмотры в институте, однако за все время, вплоть до последнего осмотра, не было выявлено отклонений от нормативных показателей при проведении компьютерной периметрии, а также при анализе морфометрических параметров ДЗН, СНВС и слоя ГКС (рис. 4, 5). При проведении повторной флоуметрии в 2024 г. ВГД уже находилось в допустимом для нее превышении нормы, и



был определен низкий риск прогрессирования (рис. 6). В связи с тенденцией к увеличению офтальмотонуса и появлению риска пациентке рекомендовано контрольное исследование через 3 месяца с возможным назначением медикаментозного режима в будущем [15]. Мы обязательно представим результаты последующих осмотров вашему вниманию, но на сегодняшний день, с учетом отсутствия отрицательной динамики по данным оптической когерентной томографии диска зрительного нерва, слоя нервных волокон сетчатки, слоя ГКС, пациентка остается без медикаментозного режима под нашим динамическим наблюдением.

## ■ ВЫВОДЫ

1. Представленный клинический случай демонстрирует возможность практического применения исследования флоуметрии и расчета индивидуальной нормы как важного прогностического фактора при оценке вероятности как возникновения глаукомы, так и прогрессирования заболевания при уже поставленном диагнозе.
2. Офтальмологический анализатор АГК представляет собой усовершенствованный скрининг, позволяющий провести дифференциальную диагностику у пациентов с офтальмогипертензией и высокой индивидуальной нормой ВГД.
3. Мы рекомендуем проведение исследования флоуметрии всем пациентам с офтальмогипертензией для расчета индивидуальных параметров и подбора персонализированной схемы лечения.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Quigley HA. Number of people with glaucoma worldwide. *Br J Ophthalmol*. 1996;80:389–93.
2. Congdon N, Wang F, Tielsch JM. Issues in the epidemiology and population-based screening of primary angle-closure glaucoma. *Surv Ophthalmol*. 1992;36:411–23.
3. Dandona L, Dandona R, Srinivas M, et al. Angle closure glaucoma in an urban population in southern India. *Ophthalmology*. 2000;107:1710–16.
4. Friedman DS, Foster PJ, Aung T, He M. Angle closure and angle-closure glaucoma: what we are doing now and what we will be doing in the future. *Clin Exp Ophthalmol*. 2012;40(4):381–387.
5. Foster PJ, Buhrmann R, Quigley HA, Johnson GJ. The definition and classification of glaucoma in prevalence surveys. *Br J Ophthalmol*. 2002;86:238–242.
6. Song MK, Shin JW, Sung KR. Factors Associated with Deterioration of Primary Angle Closure after Lens Extraction. *J Clin Med*. 2022;11(9):2557.
7. Zhang Y, Zhang Q, Li L, et al. Establishment and Comparison of Algorithms for Detection of Primary Angle Closure Suspect Based on Static and Dynamic Anterior Segment Parameters. *Transl Vis Sci Technol*. 2020;9(5):16.
8. Sun JH, Sung KR, Yun SC, et al. Factors associated with anterior chamber narrowing with age: an optical coherence tomography study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53:2607–2610.
9. He M, Jiang Y, Huang S, et al. Laser peripheral iridotomy for the prevention of angle closure: a single-centre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2019;393:1609–1618.
10. Kuryshva N.I., Rodionova O.Ye., Pomerantsev A.L., Sharova G.A. Comparative study of the efficacy of lens extraction and laser peripheral iridotomy in primary anterior chamber angle closure. *National Journal glaucoma*. 2023;22(4):3–14. (in Russian)
11. Yusef Yu.N., Kazaryan E.E., Rafaylan A.A. New possibilities in determining the individual norm of intraocular pressure. *National Journal glaucoma*. 2023;22(2):23–27. (in Russian)
12. Avetisov S.E. Mamikonyan V.R., Kazaryan E.E., Shmeleva-Demir O.A. Method for determining tolerant intraocular pressure. Patent RU 2398554. 10.09.2010. (in Russian)
13. Thomas R, Parikh R, Muliylil J, Kumar RS. Five-year risk of progression of primary angle closure to primary angle closure glaucoma: a population-based study. *Acta Ophthalmol Scand*. 2003;81:480–485.
14. Alexeev V, Egorov E, Martynova E. Intraocular pressure levels distribution in normal population. *Clin. Ophthalmology*. 2001;2(2):38–40. (in Russian)
15. Thomas R, George R, Parikh R, Muliylil J, Jacob A. Five year risk of progression of primary angle closure suspects to primary angle closure: a population based study. *Br J Ophthalmol*. 2003;87:450–454.



Кумыкова Д.А., Бржеский В.В., Ефимова Е.Л. ✉

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет,  
Санкт-Петербург, Россия

## Современные возможности хирургической невротизации роговицы. Обзор литературы

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание текста – Кумыкова Д.А.; окончательное утверждение текста рукописи – Бржеский В.В.; концепция и дизайн исследования, редактирование текста – Ефимова Е.Л.

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

Подана: 11.09.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: [pti.ca@bk.ru](mailto:pti.ca@bk.ru)

### Резюме

---

Нейротрофическая кератопатия – дегенеративное заболевание, сопровождающееся снижением или полной утратой чувствительности роговицы вследствие поражения ее нервов. Трудности в достижении стойкого удовлетворительного эффекта, несмотря на многообразие консервативных и хирургических подходов к лечению, связаны с отсутствием прямой патогенетической направленности большинства применяемых методик. Одним из действенных способов решения рассматриваемой проблемы явилась хирургическая невротизация роговицы – операция, используемая для восстановления ее чувствительности путем пересадки интактного сенсорного нерва непосредственно к пораженной роговице или опосредованно – при помощи интерпозиционного нервного трансплантата (для восстановления без натяжения). Несмотря на техническую сложность операции и необходимость междисциплинарного подхода, достичь восстановления чувствительности роговицы и ее реэпителизации удастся в большинстве случаев. Совершенствование методик хирургической невротизации роговицы имеет большие перспективы в лечении нейротрофической кератопатии благодаря их прямой патогенетической направленности.

**Ключевые слова:** нейротрофическая кератопатия, лечение, иннервация роговицы, хирургическая невротизация роговицы

---



Kumykova D., Brzheskiy V., Efimova E. ✉

St. Petersburg State Pediatric Medical University, St. Petersburg, Russia

## Modern Possibilities of Corneal Neurotization Surgery. Literature Review

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** concept and design of the study, collection of material, processing, writing the text – Kumykova D.; final approval of text – Brzheskiy V.; concept and design of the study, text editing – Efimova E.

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

Submitted: 11.09.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: pti.ca@bk.ru

### Abstract

Neurotrophic keratopathy is a degenerative disease accompanied by decreased or complete loss of corneal sensitivity due to damage to corneal nerves. Difficulties in achieving a persistent satisfactory effect, despite the variety of conservative and surgical approaches to treatment, are associated with the lack of direct pathogenetic orientation of most of the methods used. One of the effective ways to solve the problem in question was surgical corneal neurotization – an operation used to restore corneal sensitivity by transplanting an intact sensory nerve directly to the affected cornea or indirectly, using an interposition nerve graft (for tension-free repair). Despite the technical complexity of the operation and the need for an interdisciplinary approach, restoration of corneal sensitivity and reepithelialization can be achieved in most cases. Improvement of techniques of surgical corneal neurotization has great prospects in the treatment of neurotrophic keratopathy because of their direct pathogenetic orientation.

**Keywords:** neurotrophic keratopathy, treatment, corneal innervation, surgical corneal neurotization

### ■ ВВЕДЕНИЕ

Нейротрофическая кератопатия (НК) – дегенеративное заболевание, сопровождающееся снижением или полной утратой чувствительности роговицы вследствие поражения ее нервов. Распространенность НК составляет от 1,6 до 11/10 000, при этом наиболее частой ее причиной является поражение тройничного нерва при герпетическом кератите [1]. Другими причинами возникновения НК являются заболевания и состояния, способные поражать тройничный нерв на различном его протяжении, такие как сахарный диабет, синдром сухого глаза, синдром Райли – Дейя, лепра, опухоли головного мозга, применение местных лекарственных препаратов, ятрогенные повреждения в ходе нейрохирургических и офтальмологических операций и т. д. [2–5].

#### Нервы роговицы и их функции

Как известно, роговица получает иннервацию от тройничного нерва, глазная ветвь которого перед входом в орбиту отдает носоресничный нерв, а от него, в свою

очередь, отходят длинные ресничные нервы. Их ветви проникают в роговицу радиально по окружности лимба, затем, после проникновения в строму, они теряют периневрий и миелиновую оболочку, ветвясь и формируя сначала стромальное, а затем, прободая боуменову мембрану, и суббазальное нервное сплетение, которое снабжает нервными окончаниями вышележащий эпителий роговицы [6–8]. Эти нервные окончания несут информацию, связанную с ноцицепцией, температурой и ощущением давления, и позволяют роговице реагировать на различные раздражители [9].

Способность нервов экспрессировать субстанцию Р и факторы, связанные с геном кальцитонина, играет важную роль в пролиферации и миграции эпителия роговицы [4, 5]. В свою очередь, эпителиальные клетки роговицы и кератиноциты выделяют факторы роста, такие как нейротрофин-3, нейротрофиноподобный фактор роста нервов и цилиарный нейротрофический фактор, которые, наоборот, обеспечивают сохранность самих нервов [2, 4, 7, 9].

### **Патогенез и возможности консервативного лечения нейротрофической кератопатии**

В развитии нейротрофической кератопатии основное значение имеет нарушение чувствительной и трофической иннервации роговицы, поскольку конечные ветви глазного нерва включают, кроме чувствительных, также и симпатические нервные волокна.

При этом потеря чувствительности роговицы нарушает еще ряд важнейших процессов – рефлекторного мигания, слезопродукции, экспрессии эпителиотропных медиаторов и нейротрофических факторов роста, тем самым повышая риск микроtraвм и деструкции эпителия роговицы, а также замедляя ее регенерацию (рис. 1) [2, 4, 5, 10–12].

НК, как правило, с трудом поддается лечению и приводит к потере прозрачности роговицы и выраженному снижению зрительных функций. Классический подход к ведению пациентов с НК предполагает длительную, а зачастую и пожизненную симптоматическую терапию, включающую инстилляцию искусственных слез, применение кератопротекторов, аутологичной сыворотки или плазмы крови, а также использование терапевтических контактных линз [10].

При отсутствии эффекта от консервативных способов лечения прибегают к хирургическим методам, таким как трансплантация амниотической мембраны и пересадка на роговицу конъюнктивального лоскута, хирургическая тарзорафия, индуцирование инъекциями ботулотоксина птоза верхнего века, аппликация цианоакрилатного клея, трансплантация лимбальных стволовых клеток роговицы, а также послойная и сквозная кератопластики [2, 3, 5].

Несмотря на частичное восстановление целостности роговицы, ни один из перечисленных выше способов лечения не приводит к оптимальным зрительным и косметическим результатам, не воздействует на первопричину НК и, соответственно, не обеспечивает стойкого эффекта.

Большим потенциалом обладает применение топических факторов роста нервов и нейропептидов, включая субстанцию Р, инсулиноподобный фактор роста 1 и рекомбинантный человеческий фактор роста нервов (Cene germin) [2, 4]. Этот подход напрямую способствует реиннервации роговицы и стимулирует ее эпителизацию [13], однако риск контаминации, проблемы с доступностью, нередкая необходимость



Рис. 1. Основные звенья патогенеза НК [10]

Fig. 1. Main aspects of the pathogenesis of neurotrophic keratopathy [10]

в проведении повторных курсов лечения и высокая вероятность рецидивов создают необходимость в поиске более эффективного способа восстановления чувствительности роговицы [5, 14–19].

### Хирургическая невротизация роговицы

Одним из действенных методов решения рассматриваемой проблемы явилась хирургическая невротизация роговицы – операция, используемая для восстановления ее чувствительности путем пересадки интактного сенсорного нерва непосредственно к пораженной роговице или опосредованно – при помощи интерпозиционного нервного трансплантата (для восстановления без натяжения) [20].

Как известно, иннервацию обеспечивают два основных механизма – паракринное высвобождение факторов роста нервов из донорского трансплантата и прямое прорастание аксонов через нейрорафию от проксимального поврежденного нервного окончания к дистальной культе нерва или непосредственно к тканям-мишеням [21–24].

Новые нервы могут иметь аномальное ветвление и вспомогательные тонкие нервные волокна, но при этом успешно функционировать [25]. Например, при



исследовании на крысах было установлено, что в такой невротизированной роговице плотность нервов по всей роговице неравномерна, утрачен характерный узор в виде завитка, аксоны более тонкие, присутствует большое количество миелинизированных волокон, которые не характерны для нормальной роговицы [12, 26]. Вместе с тем они способствовали повышению чувствительности роговицы и разрыву порочного круга патогенеза нейротрофической кератопатии.

### **Выбор донорского нерва**

Идеальный донорский нерв должен быть богат аксонами, анатомически близок к реиннервируемой роговице для легкого доступа и минимальной хирургической травматизации при выделении, а также в случае не прямой пересадки должен быть максимально совместимым по калибру с интерпозиционным трансплантатом [20, 27–29].

Анатомически предпочтительнее использовать ипсилатеральные (И/Л) донорские нервы: надглазничный, надблоковый и подглазничный. При нарушении их функции могут использоваться контралатеральные (К/Л) аналоги или И/Л большой ушной нерв.

Надглазничный нерв как наиболее мощный аксональный источник, имеющий крупный калибр, является наиболее предпочтительным для прямой пересадки [30].

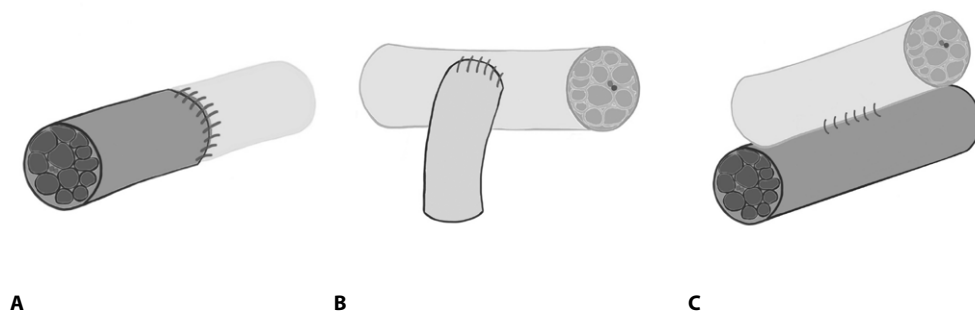
К основным интерпозиционным нервам относятся икроножный, поскольку он является самым легкодоступным чувствительным нервом для трансплантации, и большой ушной нерв, ограниченная длина которого делает возможным его использование только для И/Л пересадки [12, 26, 31–36].

### **Способы соединения и фиксации донорских нервов**

Наиболее распространенным методом, используемым для соединения донорского и интерпозиционного нервов, является эпиневрическое восстановление, при котором соединяют эпиневррий проксимального и дистального нервов. Концы нервов могут быть соединены по принципу «конец в конец» (КВК), «конец в бок» (КВБ) или «бок в бок» (БВБ) (рис. 2) [37]. При нейрорафии КВБ на донорском нерве создают эпиневриальное окно, к которому подсоединяют эпиневррий дистальной культы нерва. Как правило, длина заготовленного ауто трансплантата должна составлять 10–15 см и более, чтобы обеспечить анастомоз без натяжения и способствовать прорастианию нерва [31, 33, 35].

Наилучшее функциональное восстановление достигается при использовании метода КВК, что связано с увеличением количества, площади и плотности нервных волокон, однако при этом необходимо максимальное соответствие калибров нервов [37]. Нейрорафия КВБ используется при значительном различии в калибрах нервов и при работе с подглазничным нервом [38, 39]. Это связано с тем, что его перерезка приводит к неприятной потере чувствительности, особенно в слизистой оболочке рта, и требует более сложной диссекции в орбите с удалением кости [27].

По результатам многочисленных исследований, для уменьшения воспаления и рубцевания в местах коаптации, а также для предотвращения возможного aberrантного выхода аксонов (может привести к образованию невромы) эффективно обертывание анастомоза амниотической мембраной [2, 25, 26, 40, 41].



**Рис. 2. Схема соединения нервов: конец в конец (А), конец в бок (В) и бок в бок (С)**  
**Fig. 2. Schematic illustration of end-to-end (A), end-to-end (B), and side-to-side (C) nerve connections**

Фиксация пучков донорского нерва к лимбу реиннервируемой роговицы возможна несколькими способами – при помощи фибринового клея, свободным расположением в субтеноновом пространстве, путем непосредственного подшивания к лимбу, а также путем формирования корнеосклерального туннеля с последующим размещением в нем нервных пучков [21, 22, 42, 43].

Так, упаковка донорских пучков в корнеосклеральные туннели увеличивает количество доступных для реиннервации аксонов, однако при этом снижает эффект восстановления чувствительности бульбарной конъюнктивы, который присутствует при субтеноновой фиксации. R. Malhotra и соавт. (2018) решили эту проблему комбинированием двух способов. Формируя корнеосклеральный туннель, они предлагают оставлять один или два дополнительных пучка для перилимбальной фиксации в субтеноновом пространстве при помощи фибринового клея [25].

J. Catarano и соавт. (2018), в свою очередь, сравнили субтеноновую и туннельную фиксации [12]. Последняя показала более быстрое восстановление чувствительности центральной зоны роговицы в первые 3 месяца после операции, при этом значимых различий в результатах между двумя группами через 6 месяцев после операции выявлено не было.

### **Методы невротизации роговицы и их модификации**

Исторически первым хирургическую невротизацию роговицы (ХНР) описал M. Samii в 1972 г. В качестве интерпозиционного трансплантата между большим затылочным нервом и перерезанным глазным нервом им был использован икроножный нерв [44]. Однако описанная методика с использованием лобной краниотомии была сложной и требовала длительного времени выполнения, в связи с чем не пользовалась популярностью.

### **Прямая пересадка**

В 2009 г. J.K. Terzis и соавт. первыми описали успешную прямую пересадку контрлатеральных надблокового и надглазничного нервов в лимб денервированной роговицы шести пациентам с односторонним параличом лицевого нерва [21].

После операции пациенты наблюдались в среднем 16,3 года, у всех шестерых было зафиксировано улучшение чувствительности роговицы и повышение остроты зрения к 2,8 года наблюдения.

F. Allevi с соавт. в 2014 г. описали клинический случай с односторонним параличом тройничного и лицевого нервов после операции по поводу вестибулярной шванномы [42].

Они также провели прямую хирургическую невротизацию роговицы с использованием контрлатеральных надглазничного и надблокового нервов, однако с последующей пересадкой роговицы (через 6 месяцев). В итоге удалось повысить остроту зрения у пациента и сохранить здоровую поверхность роговицы.

Основными недостатками данной методики являются потеря чувствительности на К/Л стороне лба после операции, а также большой обезображивающий бикоронарный разрез и связанные с ним осложнения – образование невриномы и подапо-невротической гематомы [21].

В 2016 г. F. Jacinto с соавт. модифицировали подход J.K. Terzis и соавт. (2009), используя в качестве донорского нерва ипсилатеральный надглазничный нерв у пациента с односторонней анестезией роговицы и сохранной чувствительностью в области лба, т. е. с сохранным И/Л донорским нервом [45]. Вместо бикоронарного использовали меньший гемикоронарный разрез. Улучшение чувствительности роговицы и повышение остроты зрения отмечено через 8 месяцев после операции.

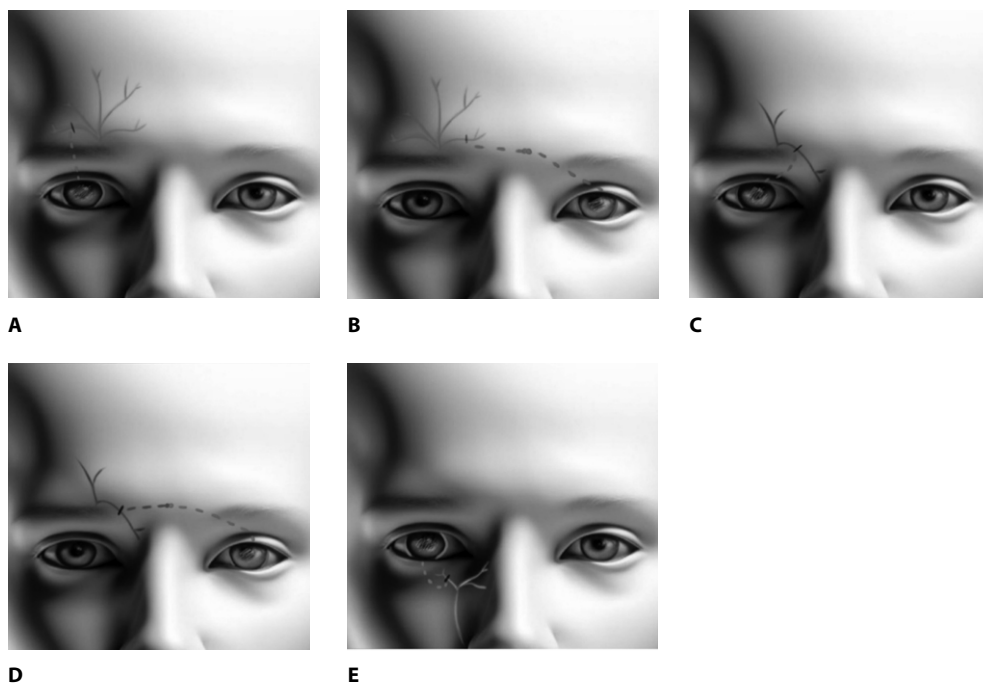
C. Menicacci с соавт. в 2016 г. представили прямую пересадку ипсилатерального подглазничного нерва на роговицу, анестезированную вследствие повреждения И/Л глазной ветви тройничного нерва (после операции по удалению невриномы преддверно-улиткового нерва) [46]. Восстановление чувствительности роговицы и ее эпителизация, а также увеличение количества и калибра нервных волокон в роговице были отмечены в течение 1 года наблюдения.

В 2018 г. I. Leungold с соавт. впервые выполнили на кадаверных глазах эндоскопическую пересадку ипсилатерального надглазничного нерва [47]. Также ими была описана пересадка контрлатерального надглазничного нерва через комбинированный транспальпебрально-эндоскопический подход [48]. В 2020 г. С.Е. Wisely с соавт. назвали этот метод минимально инвазивной прямой невротизацией роговицы и описали ее применение в серии случаев из четырех пациентов с использованием И/Л или К/Л надглазничного нерва [49]. Было зафиксировано полное заживление дефекта эпителия роговицы и возвращение ее чувствительности в течение 2–4 месяцев после операции.

Техника непрямой пересадки была впервые описана в 2014 г. U. Elbaz и соавт. Ими была проведена хирургическая невротизация роговицы у трех детей [31].

У двух из них в качестве донора использовался контрлатеральный надблоковый нерв, а одному ребенку с врожденной двусторонней анестезией роговицы была проведена двусторонняя невротизация роговицы с использованием ипсилатерального надблокового нерва. В качестве интерпозиционного трансплантата использовалась медиальная кожная ветвь икроножного нерва.

У двух детей значительное повышение чувствительности роговицы наблюдалось через 6 месяцев после операции, в то время как у одного пациента с переломом основания черепа чувствительность роговицы восстановилась лишь частично к 7,5 месяца наблюдения.



**Рис. 3. Схема пересадки надглазничного нерва прямая (А) и непрямая через конduit (В). Пересадка надблокового нерва прямая (С) и через конduit (D). Прямая пересадка подглазничного нерва (Е)**

**Fig. 3. Schematic illustration of the types of supraorbital nerve grafting - direct (A) and indirect through the conduit (B). Direct transposition of the supraorbital nerve (C) and indirect through the conduit (D). Direct transposition of the suborbital nerve (E)**

R.D. Bains и соавт. (2015) использовали аналогичную методику интерпозиционной трансплантации икроножного нерва у четырех детей и одного взрослого с тем же успехом, в основном используя контрлатеральный надблоковый нерв в качестве донорского [33].

J. Catarano с соавт. в 2019 г. описали непрямую ХНР с трансплантацией икроножного нерва на 19 глазах с давней нейротрофической кератопатией [12]. Во всех случаях было отмечено значительное повышение чувствительности роговицы и максимально скорректированной остроты зрения. Среди них на четырех глазах через 24–33 месяца после ХНР выполнена кератопластика (две глубокие передние ламеллярные, одна сквозная и еще одна сквозная кератопластика с последующей экстракцией катаракты). Полная реэпителизация роговицы отмечена через 4–8 недель после кератопластики. На сегодняшний день это наиболее используемая техника хирургической невротизации роговицы [50].

I. Leungold и соавт. в 2019 г. представили метод, аналогичный подходу U. Elbaz и др., использовав в качестве интерпозиционного трансплантата ацеллюлярный нервный аллотрансплантат вместо аутоотрансплантата [27].

Особенностью этой техники явилось то, что к донорскому нерву был подшит обработанный ацеллюлярный нервный аллотрансплантат (Avance Nerve Graft) размером 70×1–3 мм. Для защиты нейрорафии типа «конец в конец» был использован нервный коннектор (полупрозрачный коаптационный материал, предназначенный для восстановления перерезанного нерва с промежутком до 5 мм). Для коаптации типа «конец в бок» такой материал не требуется. Коаптированный пучок далее направляется к пораженной роговице. Таким образом избегается послеоперационное обезображивание большими шрамами, болезненность и облысение на донорском участке.

Вместе с тем в 2018 г. Н. Benkhatar и др. выполнили хирургическую невротизацию роговицы при односторонней нейротрофической кератопатии у пациента после резекции менингиомы [26]. В качестве интерпозиционного трансплантата использован большой ушной нерв из-за его лучшей совместимости с надблоковым нервом по калибру. Однако по результатам через 9 месяцев после операции наблюдалось лишь незначительное улучшение чувствительности роговицы, при том что острота зрения и внешний вид роговицы не изменились.

В 2019 г. N. Jowett с соавт. разработали новую методику, используя ипсилатеральный большой ушной нерв в качестве донорского нерва и икроножный нерв в качестве интерпозиционного трансплантата у двух пациентов с нейротрофической кератопатией [34]. Они выдвинули предположение, что использование большого ушного нерва (а не надблокового или надглазничного) в качестве донорского нерва выгоднее из-за его относительно большего размера и большего содержания аксонов, а также потому, что это минимизирует дальнейшую потерю чувствительности, связанную с использованием ветвей лобного нерва. Рассечение большого ушного нерва выполнялось эндоскопически через инфраурикулярный разрез с последующей коаптацией с икроножным нервом. У обоих пациентов отмечено повышение остроты зрения и чувствительности роговицы через 9 месяцев после операции.

### **Результаты хирургической реиннервации роговицы**

**Конфокальная микроскопия in vivo.** S.S.M. Fung с соавт. (2018) были первыми, кто зафиксировал рост нервов роговицы при помощи конфокальной микроскопии через 6 месяцев после хирургической невротизации роговицы, что подтвердилось более поздними публикациями [32, 34, 45].

P. Fogagnolo с соавт. (2020) при оценке результатов ХНР на 26 глазах (16 прямых и 10 не прямых ХНР) отметили, что только в четырех глазах суббазальное нервное сплетение роговицы было обнаружено до операции, а в остальных 22 оно сформировалось через 3 месяца после нее [51]. Во всех 26 случаях оно достигло почти нормального состояния к первому году после операции.

**Эстеziометрия.** Субъективное улучшение наступает раньше, чем объективное [21]. Пациенты отмечают боль и дискомфорт уже через несколько недель после операции, в то время как объективное улучшение регистрируется примерно через 5–6 месяцев [21, 26, 33, 43, 45].

P. Fogagnolo с соавт. в 2020 г. сравнили прямой и непрямой подходы в нерандомизированном многоцентровом интервенционном исследовании. В группе прямой ХНР 80% пациентов, а непрямой ХНР 83,3% показали восстановление чувствительности роговицы спустя 1 год после операции [51].



В 2020 г. J.K. Park с соавт. опубликовали систематический обзор клинических результатов ХНР в период с декабря 2008 г. по февраль 2019 г. Все исследования, включенные в данный обзор, показали значительное увеличение чувствительности роговицы во всех случаях в среднем через  $11,84 \pm 13,8$  месяца [50].

**Зрительный прогноз.** Повышению остроты зрения после невротизации роговицы в большинстве случаев препятствуют прежние рубцовые изменения роговицы и другие сопутствующие глазные заболевания [21, 48, 52, 53].

В связи с этим ряд авторов выступают за проведение невротизации роговицы на более ранних стадиях нейротрофической кератопатии, пока не наступило необратимое рубцевание роговицы и (в сенсорном детском возрасте) амблиопия [3, 53].

**Побочные эффекты и осложнения.** На ранних стадиях восстановления может наблюдаться дискомфорт в больном глазу из-за запуска процесса реиннервации поврежденного эпителия роговицы [31, 43]. Как правило, он проходит в течение 3–6 месяцев, хотя в одном случае сообщалось о десятилетнем периоде глазного дискомфорта [31, 43].

Также в раннем послеоперационном периоде может наблюдаться феномен возвратной фантомной чувствительности в месте физиологической иннервации донорского нерва. Так, например, описаны случаи, когда пациенты в ответ на раздражение реиннервированной роговицы предъявляли жалобы на зуд и дискомфорт в надглазничной области на стороне здорового глаза после контрлатеральной пересадки надглазничного нерва [21, 31].

Онемение в области донорского нерва во всех описанных случаях проходило в течение 3–9 месяцев благодаря наличию коллатералей от неповрежденных ветвей надблокового и надглазничного нервов.

К редким, но возможным побочным эффектам относятся гиперестезия, нейропатическая боль, подапоневротическая гематома, развитие невромы, грубого рубцевания в местах хирургического вмешательства и облысение в области коронарных разрезов. В одном случае было отмечено костное зарастание надглазничной вырезки [3, 21].

### **Опыт выполнения хирургической невротизации роговицы в Российской Федерации**

Первая попытка выполнения хирургической невротизации роговицы для лечения нейротрофического кератита в Российской Федерации была описана Я.О. Грушей и соавт. в 2020 г. Операция была выполнена пациенту с поражением V и VII пар черепно-мозговых нервов методом трансплантации контрлатерального надблокового нерва через интерпозиционный трансплантат икроножного нерва. Появление чувствительности роговицы было отмечено через 6 месяцев после операции. При конфокальной микроскопии отмечалось прорастание новых нервных окончаний. Через год после операции чувствительность восстановилась во всех пяти секторах роговицы [54].

В 2023 г. М.Б. Гущиной и соавт. был представлен анализ 10 операций, выполненных по авторской методике прямой невротизации с одновременной трансплантацией ветвей надглазничного и надблокового нервов контрлатеральной стороны 10 пациентам с нейротрофической кератопатией в возрасте от 30 до 57 лет. Все они

отметили уменьшение дискомфорта, появление или улучшение чувствительности реиннервированной глазной поверхности [55].

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование методик хирургической невротизации роговицы имеет большие перспективы в лечении нейротрофической кератопатии благодаря их прямой патогенетической направленности.

Отмечена корреляция между восстановлением чувствительности роговицы и достигнутой остротой зрения. При этом у лиц моложе 18 лет восстановление происходит быстрее и полнее.

Целесообразно проводить невротизацию роговицы на более ранних этапах, до формирования рубцовых процессов, приводящих к помутнению роговицы и нарушению зрительных функций, а у детей, к тому же, амблиопии. Хороший зрительный прогноз дает выполнение хирургической невротизации с последующей кератопластикой.

Существенной разницы в отдаленных результатах после прямой пересадки донорского нерва и не прямой с использованием интерпозиционного трансплантата выявлено не было. Тактика должна избираться индивидуально для каждого пациента в зависимости от его возраста, общего соматического статуса, характера поражения роговицы, чувствительности донорских нервов, а также исходя из возможностей оперирующего хирурга.

Сокращение расстояния между донорским нервом и пораженной роговицей ускоряет восстановление, поскольку минимизирует расстояние, которое придется преодолеть прорастающим нервным волокнам.

Для оптимизации регенерации нервов в месте нейрорафии целесообразно использовать фибриновый тканевый клей, синтетические нервные коннекторы и/или обертывание амниотической мембраной.

Несмотря на техническую сложность операции и необходимость междисциплинарного подхода, достичь восстановления чувствительности роговицы и ее реэпителизации авторам проанализированных работ удавалось в большинстве случаев, что требует более пристального внимания к технологиям хирургической невротизации роговицы.

---

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Saad S, Abdelmassih Y, Saad R, et al. Neurotrophic keratitis: Frequency, etiologies, clinical management and outcomes. *Ocul Surf.* 2020 Apr;18(2):231–236. doi: 10.1016/j.jtos.2019.11.008
2. Sacchetti M, Lambiase A. Diagnosis and management of neurotrophic keratitis. *Clin Ophthalmol.* 2014 Mar 19;8:571–9. doi: 10.2147/OPTH.S45921
3. Dua HS, Said DG, Messmer EM, et al. Neurotrophic keratopathy. *Prog Retin Eye Res.* 2018 Sep;66:107–131. doi: 10.1016/j.preteyeres.2018.04.003
4. Versura P, Giannaccare G, Pellegrini M, et al. Neurotrophic keratitis: current challenges and future prospects. *Eye Brain.* 2018;10:37–45. doi: 10.2147/EB.S117261
5. Ruiz-Lozano RE, Hernandez-Camarena JC, Loya-Garcia D, et al. The molecular basis of neurotrophic keratopathy: Diagnostic and therapeutic implications. A review. *Ocul Surf.* 2021 Jan;19:224–240. doi: 10.1016/j.jtos.2020.09.007
6. Shankland WE. The trigeminal nerve. Part II: the ophthalmic division. *Cranio.* 2001 Jan;19(1):8–12. doi: 10.1080/08869634.2001.11746145
7. Sacchetti M, Lambiase A. Neurotrophic factors and corneal nerve regeneration. *Neural Regen Res.* 2017 Aug;12(8):1220–1224. doi: 10.4103/1673-5374.213534
8. DelMonte DW, Kim T. Anatomy and physiology of the cornea. *J Cataract Refract Surg.* 2011 Mar;37(3):588–98. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.12.037
9. Yang AY, Chow J, Liu J. Corneal Innervation and Sensation: The Eye and Beyond. *Yale J Biol Med.* 2018 Mar 28;91(1):13–21.

10. Brzheskiy VV, Popov VYu, Efimova EL, Golubev SYu. Modern capabilities in diagnosis and treatment of neurotrophic keratopathy. *Vestnik oftalmologii*. 2022;138(6):123–132. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2022138061123
11. Catapano J, Antonyshyn K, Zhang JJ, et al. Corneal neurotization improves ocular surface health in a novel rat model of neurotrophic keratopathy and corneal neurotization. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2018;59:4345. doi: 10.1167/iovs.18-24843
12. Catapano J, Fung SSM, Halliday W, et al. Treatment of neurotrophic keratopathy with minimally invasive corneal neurotisation: long-term clinical outcomes and evidence of corneal reinnervation. *Br J Ophthalmol*. 2019 Dec;103(12):1724–1731. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-313042
13. Efimova E.L., Brzheskiy V.V., Kumykova D.A. Recombinant Human Nerve Growth Factor in the Treatment of Neurotrophic Keratitis (Clinical Cases). *Ophthalmology Eastern Europe*, 2024;14(1):109–118. (In Russ.). doi: 10.34883/pi.2024.14.1.023
14. Yoon KC. Use of umbilical cord serum in ophthalmology. *Chonnam Med J*. 2014 Dec;50(3):82–5. doi: 10.4068/cmj.2014.50.3.82
15. Yamada N, Matsuda R, Morishige N, et al. Open clinical study of eye-drops containing tetrapeptides derived from substance P and insulin-like growth factor-1 for treatment of persistent corneal epithelial defects associated with neurotrophic keratopathy. *Br J Ophthalmol*. 2008;92:896–900. doi: 10.1136/bjo.2007.130013
16. Soni NG, Jeng BH. Blood-derived topical therapy for ocular surface diseases. *Br J Ophthalmol*. 2016 Jan;100(1):22–7. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306842
17. Trinh T, Santaella G, Mimouni M, et al. Assessment of response to multimodal management of neurotrophic corneal disease. *Ocul Surf*. 2021 Jan;19:330–335. doi: 10.1016/j.jtos.2020.11.003
18. Tsubota K, Goto E, Shimmura S, Shimazaki J. Treatment of persistent corneal epithelial defect by autologous serum application. *Ophthalmology*. 1999 Oct;106(10):1984–9. doi: 10.1016/S0161-6420(99)90412-8
19. Bonini S, Lambiasi A, Rama P, et al. Phase II randomized, double-masked, vehicle-controlled trial of recombinant human nerve growth factor for neurotrophic keratitis. *Ophthalmology*. 2018;125:1332–43. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.02.022
20. Sweeney AR, Wang M, Weller CL, et al. Outcomes of corneal neurotisation using processed nerve allografts: A multicentre case series. *Br J Ophthalmol*. 2020;0:1–5. doi: 10.1136/bjophthalmol-2020-317361
21. Terzis JK, Dryer MM, Bodner BI. Corneal neurotization: a novel solution to neurotrophic keratopathy. *Plast Reconstr Surg*. 2009;123:112–20. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181904d3a
22. Ting DSJ, Figueiredo GS, Henein C, et al. Corneal neurotization for neurotrophic keratopathy: Clinical outcomes and in vivo confocal microscopic and histopathological findings. *Cornea*. 2018;37:641–6. doi: 10.1097/ICO.0000000000001522
23. Gordon T, Hendry M, Lafontaine CA, et al. Nerve cross-bridging to enhance nerve regeneration in a rat model of delayed nerve repair. *PLoS One*. 2015 May 27;10(5):e0127397. doi: 10.1371/journal.pone.0127397
24. Kadakia S, Helman S, Saman M, et al. Concepts in neural coaptation: Using the facial nerve as a paradigm in understanding principles surrounding nerve injury and repair. *J Craniofac Surg*. 2015;26:1304–9. doi: 10.1097/SCS.0000000000001566
25. Malhotra R, Elalfy MS, Kannan R, et al. Update on corneal neurotisation. *Br J Ophthalmol*. 2019 Jan;103(1):26–35. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312104
26. Benkhatar H, Levy O, Goemaere I, et al. Corneal neurotization with a great auricular nerve graft: Effective reinnervation demonstrated by in vivo confocal microscopy. *Cornea*. 2018;37:647–50. doi: 10.1097/ICO.0000000000001549
27. Leyngold IM, Yen MT, Tian J, et al. Minimally Invasive Corneal Neurotization With Acellular Nerve Allograft: Surgical Technique and Clinical Outcomes. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 2019 Mar/Apr;35(2):133–140. doi: 10.1097/IOP.0000000000001181
28. Campbell WW. Evaluation and management of peripheral nerve injury. *Clin Neurophysiol*. 2008;119:1951–65. doi: 10.1016/j.clinph.2008.03.018
29. Kim JS, Bonsu N-Y, Leland HA et al. A systematic review of prognostic factors for sensory recovery after digital nerve reconstruction. *Ann Plast Surg*. 2018;80:S311–6. doi: 10.1097/SAP.0000000000001440
30. Domeshek LF, Hunter DA, Santos K, et al. Anatomic characteristics of supraorbital and supratrochlear nerves relevant to their use in corneal neurotization. *Eye (Lond)*. 2019 Mar;33(3):398–403. doi: 10.1038/s41433-018-0222-0
31. Elbaz U, Bains R, Zuker RM, et al. Restoration of corneal sensation with regional nerve transfers and nerve grafts: a new approach to a difficult problem. *JAMA Ophthalmol*. 2014 Nov;132(11):1289–95. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2014.2316
32. Fung SSM, Catapano J, Elbaz U, et al. In Vivo Confocal Microscopy Reveals Corneal Reinnervation After Treatment of Neurotrophic Keratopathy with Corneal Neurotization. *Cornea*. 2018 Jan;37(1):109–112. doi: 10.1097/ICO.0000000000001315
33. Bains RD, Elbaz U, Zuker RM, et al. Corneal neurotization from the supratrochlear nerve with sural nerve grafts: a minimally invasive approach. *Plast Reconstr Surg*. 2015 Feb;135(2):397e–400e. doi: 10.1097/PRS.0000000000000994
34. Jowett N, Pineda li R. Corneal neurotisation by great auricular nerve transfer and scleral-corneal tunnel incisions for neurotrophic keratopathy. *Br J Ophthalmol*. 2019 Sep;103(9):1235–1238. doi: 10.1136/bjophthalmol-2018-312563
35. Weis E, Rubinov A, Al-Ghoul AR, Yau FM. Sural nerve graft for neurotrophic keratitis: early results. *Can J Ophthalmol*. 2018 Feb;53(1):24–29. doi: 10.1016/j.jcjo.2017.10.044
36. Kolseth CM, Charlson ES, Kossler AL. Corneal Neurotization: A Surgical Treatment for Neurotrophic Keratopathy. *J Neuroophthalmol*. 2020 Jun;40(2):e11–e12. doi: 10.1097/WNO.0000000000000879
37. Rönkkö H, Göransson H, Taskinen H-S, et al. Comparison of peripheral nerve regeneration with side-to-side, end-to-side, and end-to-end repairs: An experimental study. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2016;4:e1179. doi: 10.1097/GOX.0000000000001179
38. Frey M, Giovanoli P. End-to-side neurotization of sensory nerves. *Eur J Plast Surg*. 2003;26:85–8. doi: 10.1007/s00238-003-0475-z
39. Tos P, Colzani G, Ciclamini D, et al. Clinical applications of end-to-side neurotization: An update. *Biomed Res Int*. 2014;2014. doi: 10.1155/2014/646128
40. Kim SS, Sohn SK, Lee KY, et al. Use of human amniotic membrane wrap in reducing perineural adhesions in a rabbit model of ulnar nerve neurotization. *J Hand Surg Eur Vol*. 2010 Mar;35(3):214–9. doi: 10.1177/1753193409352410
41. Meng H, Li M, You F, et al. Assessment of processed human amniotic membrane as a protective barrier in rat model of sciatic nerve injury. *Neurosci Lett*. 2011 May 27;496(1):48–53. doi: 10.1016/j.neulet.2011.03.090
42. Allevi F, Fogagnolo P, Rossetti L, Biglioli F. Eyelid reanimation, neurotisation, and transplantation of the cornea in a patient with facial palsy. *BMJ Case Rep*. 2014 Aug 19;2014:bcr2014205372. doi: 10.1136/bcr-2014-205372
43. Giannaccare G, Bolognesi F, Biglioli F, et al. In Vivo and Ex Vivo Comprehensive Evaluation of Corneal Reinnervation in Eyes Neurotized With Contralateral Supratrochlear and Supraorbital Nerves. *Cornea*. 2020 Feb;39(2):210–214. doi: 10.1097/ICO.0000000000002083
44. Samii M. Autologe Nerven-Transplantation im Trigeminiusbereich. *Med. Mitt*. 1972;46:189–194.



45. Jacinto F, Espana E, Padilla M, et al. Ipsilateral supraorbital nerve transfer in a case of recalcitrant neurotrophic keratopathy with an intact ipsilateral frontal nerve: A novel surgical technique. *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2016 Jul 18;4:14–17. doi: 10.1016/j.ajoc.2016.07.001. Erratum in: *Am J Ophthalmol Case Rep.* 2016 Sep 06;4:87.
46. Menicacci C, Gennaro P, Menicacci FI, et al. Sicsso Congress. Caserta: 2016. Jun 23–25. New "four hands" corneal neurotization technique in the treatment of iatrogenic paralysis of the facial nerve with involvement of the ophthalmic nerve: A case report.
47. Leyngold I, Weller C, Leyngold M, et al. Endoscopic corneal neurotization: Cadaver feasibility study. *Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery.* 2018;34:213–6. doi: 10.1097/IOP.0000000000000913
48. Leyngold I, Weller C, Leyngold M, Tabor M. Endoscopic corneal neurotization: Technique and initial experience. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 2018;34:82–5. doi: 10.1097/IOP.0000000000001023
49. Wisely CE, Rafailov L, Cypen S, et al. Clinical and Morphologic Outcomes of Minimally Invasive Direct Corneal Neurotization. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 2020 Sep/Oct;36(5):451–457. doi: 10.1097/IOP.0000000000001586
50. Park JK, Charlson ES, Leyngold I, Kossler AL. Corneal Neurotization: A Review of Pathophysiology and Outcomes. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 2020 Sep/Oct;36(5):431–437. doi: 10.1097/IOP.0000000000001583
51. Fogagnolo P, Giannaccare G, Bolognesi F, et al. Direct Versus Indirect Corneal Neurotization for the Treatment of Neurotrophic Keratopathy: A Multicenter Prospective Comparative Study. *Am J Ophthalmol.* 2020 Dec;220:203–214. doi: 10.1016/j.ajo.2020.07.003
52. Villanueva O, Atkinson DS, Lambert SR. Trigeminal nerve hypoplasia and aplasia in children with goldenhar syndrome and corneal hypoesthesia. *J AAPOS.* 2005 Apr;9(2):202–4. doi: 10.1016/j.jaapos.2004.12.016
53. Lambley RG, Pereyra-Muñoz N, Parulekar M, et al. Structural and functional outcomes of anaesthetic cornea in children. *Br J Ophthalmol.* 2015 Mar;99(3):418–24. doi: 10.1136/bjophthalmol-2014-305719
54. Grusha YO, Novikov ML, Danilov SS, et al. Corneal neurotization as a pathogenetically directed method of treatment of neurotrophic keratitis in patients with facial paralysis. *The Russian Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii.* 2020;136(5):52–57. (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202013605152
55. Gushchina MB, Butsan SB, Sergeeva VYu, et al. Results of neurotrophic keratopathy treatment by direct corneal neurotization. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery.* 2023;35:37–48. (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2023-35-37-48

<https://doi.org/10.34883/PI.2024.14.4.023>



Zhumatayeva A.<sup>1</sup> ✉, Shusterov Yu.<sup>2</sup>, Prilutskaya M.<sup>3</sup>, Zhumatay A.<sup>1</sup>, Zhagiparova Zh.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Semey Medical University, Semey, Kazakhstan

<sup>2</sup> Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

<sup>3</sup> Pavlodar Branch of Semey Medical University, Pavlodar, Kazakhstan

<sup>4</sup> Kazakh National Medical University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan

## A Review of the Influence of Psychoactive Substances on the Visual Apparatus

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** collection of material, editing, processing, writing of text – Zhumataeva A.; concept, design of the study – Shusterov Yu., Prilutskaya M.; data collection – Zhumatay A., Zhagiparova Zh.

Submitted: 11.11.2024

Accepted: 18.11.2024

Contacts: Zhumataeva94@gmail.com

### Abstract

This review explores the visual and cognitive impacts of opioids, cannabinoids and synthetic drugs. Key studies using Optical Coherence Tomography (OCT), eye-tracking, and visual evoked potentials (VEPs) were reviewed. Results show that opioids cause pupil constriction, impaired low-light vision, and slower saccadic eye movements. Cannabinoids, particularly THC, act on CB1 receptors, leading to retinal thinning, impaired accommodation, and delayed visual processing. Synthetic drugs, such as synthetic cannabinoids and stimulants, increase risks of retinal apoptosis, reduced color vision, and slower visual response due to neurotoxicity. The review underscores the need for targeted visual assessments: OCT for cannabis users, IOP and saccadic evaluations for opioid users, visual assessments for synthetic drug-dependent individuals. Future longitudinal research is critical to understanding these impacts and refining preventive care.

**Keywords:** opioids, cannabinoids, synthetic drugs, visual apparatus, neurotoxicity, cognitive impairments

Жуматаева А.Б.<sup>1</sup> ✉, Шустеров Ю.А.<sup>2</sup>, Прилуцкая М.В.<sup>3</sup>, Жуматай А.Б.<sup>1</sup>, Жагипарова Ж.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Медицинский университет г. Семей, Семей, Казахстан

<sup>2</sup> Карагандинский медицинский университет, Караганда, Казахстан

<sup>3</sup> Павлодарский филиал Медицинского университета г. Семей, Павлодар, Казахстан

<sup>4</sup> Казахский национальный медицинский университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

## Обзор влияния психоактивных веществ на зрительный аппарат

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** сбор материала, редактирование, обработка, написание текста – Жуматаева А.Б.; концепция, дизайн исследования – Шустеров Ю.А., Прилуцкая М.В.; сбор данных – Жуматай А.Б., Жагипарова Ж.А.

Подана: 11.11.2024

Принята: 18.11.2024

Контакты: Zhumataeva94@gmail.com

### Резюме

---

В обзоре рассматриваются визуальные и когнитивные эффекты опиоидов, каннабиноидов и синтетических наркотиков. Проанализированы ключевые исследования с использованием оптической когерентной томографии, отслеживания глаз и вызванных зрительных потенциалов. Результаты показывают, что опиоиды вызывают сужение зрачков, нарушение зрения при слабом освещении и замедление саккадических движений глаз. Каннабиноиды, особенно тетрагидроканнабинол, действуют на рецепторы CB1, что приводит к истончению сетчатки, нарушению аккомодации и задержке визуальной обработки. Синтетические наркотики, такие как синтетические каннабиноиды и стимуляторы, повышают риск апоптоза сетчатки, ухудшения цветового зрения и замедления зрительной реакции из-за нейротоксичности. В обзоре подчеркивается необходимость целевых визуальных оценок: оптической когерентной томографии для потребителей каннабиса, оценки ВГД и саккадических движений для потребителей опиоидов, визуальные оценки для лиц, зависимых от синтетических наркотиков. Будущие исследования имеют решающее значение для понимания этих эффектов и совершенствования профилактической помощи.

**Ключевые слова:** опиоиды, каннабиноиды, синтетические наркотики, зрительный аппарат, нейротоксичность, когнитивные нарушения

---

### ■ INTRODUCTION

The visual system, comprising the retina, optic nerve, and cortical visual centers, plays a critical role in interpreting sensory input and is highly susceptible to disruption by psychoactive substances. With the increasing global prevalence of substance use, understanding the impacts of psychoactive agents – such as opioids, cannabinoids and synthetic drugs – on visual function has become a pressing area of study in public health and neurobiology [1]. The implications of these substances extend beyond cognitive and behavioral effects, directly affecting vision-related parameters like intraocular pressure (IOP), retinal integrity, and the efficiency of visual processing pathways. These effects carry

significant consequences for individuals' day-to-day activities, including tasks requiring visual precision and quick cognitive responses, such as driving and work-related activities.

The rise in substance use worldwide is stark. According to the World Health Organization (WHO), the prevalence of opioid, cannabis, and synthetic drug use has significantly increased over the past decade [2]. In particular, the European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA) estimated that around 18 million people in Europe aged 15 to 34, representing 15% of this demographic, used cannabis in 2019 alone [3]. The widespread consumption of these substances, combined with their varying legal statuses, underscores the need for rigorous study into their physiological and neurotoxic effects on the body, especially their less understood impacts on the visual system.

The primary psychoactive compounds in cannabis,  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol (THC) and cannabidiol (CBD), interact with cannabinoid (CB) receptors throughout the central nervous system (CNS), including visual pathways. This interaction affects visual functions such as accommodation, pupil response, and retinal integrity, with THC notably disrupting autonomic regulation, leading to potential visual disturbances like impaired focus and reading difficulties [4, 5].

Opioids, particularly short-acting types like remifentanyl, are used in anesthesia to manage intraocular pressure (IOP) increases during surgery, a benefit linked to CNS-mediated muscle relaxation [6]. Although useful in controlled environments, the chronic use of opioids poses risks for visual and cognitive impairments, with limited research on long-term effects.

Synthetic drugs, including potent synthetic cannabinoids and stimulants like amphetamines, impact visual pathways through intense neurotoxic effects. Synthetic cannabinoids have been linked to retinal damage and ganglion cell dysfunction due to strong CB1 receptor binding, while amphetamines may cause oxidative stress and neurovascular changes in the retina and optic nerve [7–9].

These findings highlight the neurotoxic risks that psychoactive substances pose to the visual system, emphasizing the need for clinical monitoring and public health measures tailored to mitigate visual and cognitive impairments associated with substance use. This review aims to consolidate findings on the impacts of opioids, cannabinoids and synthetic drugs on visual structure and function. By synthesizing evidence from studies employing advanced techniques such as eye-tracking, OCT, and PERG, this review highlights the neurotoxic, vascular, and cognitive changes that arise from substance use. The ultimate goal is to provide a comprehensive understanding of how these substances affect ocular health, thereby informing clinical, public health, and research perspectives on mitigating and preventing substance-related visual impairments.

## ■ MATERIALS AND METHODS

### **Study search and selection**

The databases PubMed, Scopus, and Cochrane were searched for studies using keywords such as "opioids", "cannabinoids", "synthetic drugs" and "visual system". Studies employing Optical Coherence Tomography (OCT), pattern electroretinography (PERG), and eye-tracking techniques were included.

### **Inclusion and exclusion criteria**

Inclusion criteria:

1. Randomized controlled trials (RCTs), systematic reviews, and observational studies assessing the impact of the mentioned substances on IOP, the retina, or visual functions.
2. Studies with available data on cognitive effects of these substances on vision.

Exclusion criteria: publications with limited data on visual effects or animal studies without human confirmation.

## **■ RESULTS**

### **Impact of opioids on intraocular pressure and visual functions**

Opioid use, especially among addicted individuals, is marked by changes in pupil dynamics, primarily through miosis (constriction). Miosis can hinder visual adaptability in low-light conditions, a significant finding noted by Christie and colleagues in 2008, which showed that users experienced impaired visual clarity due to limited light entry [10]. Additionally, Elsaadany and peers found that opioids disrupt saccadic eye movements, leading to reduced saccadic velocity and visual focus accuracy, a problem especially pronounced in high opioid doses or with long-term use [11].

Cognitive functions essential to visual perception, such as memory, attention, and processing speed, are negatively affected by chronic opioid use. Some researchers reported increased errors in visual recognition tasks among opioid-dependent individuals, suggesting that opioids reduce accuracy and response efficiency in visual tasks [12]. This finding is supported by Walhovd et al. (2015), which documented neurodegenerative changes in the thalamus and frontal cortex, areas essential for visual cognition [13].

Studies utilizing visual evoked potentials (VEPs) provide further insight into the impaired visual processing pathways in opioid users. Elsaadany et al. (2021) found that opioid-dependent individuals showed delayed VEPs, indicating slower neural transmission within visual pathways. This delay suggests a possible neurotoxic impact of opioids on the CNS that extends into visual processing domains.

Research by Courtney et al. (2016) indicates that chronic opioid use affects visual memory and reaction time, with opioid users showing diminished speed and efficiency in processing visual information [14]. Christie et al. (2008) also demonstrated that these individuals struggle with tasks requiring sustained visual attention, with errors commonly noted during prolonged visual searches. The cognitive dysfunction associated with long-term opioid use is collectively termed "opioid-induced cognitive dysfunction" and includes deficits in attention and working memory critical to visual tasks.

Long-term exposure to opioids appears to contribute to neurodegenerative effects within the CNS that impact both retinal structure and function. The neurotoxicity of opioids was evidenced in a study [15], which demonstrated that opioid-dependent individuals exhibited significant thinning of the retinal nerve fiber layer (RNFL), an indicator of neural degradation. This thinning compromises visual signal transmission to the brain, which may exacerbate difficulties in visual processing and contribute to longer response times, as noted in [16, 17].

Walhovd and colleagues further highlighted that opioid use affects the neural circuitry involved in both visual perception and higher-order cognitive functions, including attention, suggesting that chronic opioid use may lead to lasting impairments in visual processing abilities due to neural changes. The visual deficits observed in opioid-dependent

individuals carry significant clinical implications, particularly for activities requiring precise visual coordination, such as driving. Researchers recommended that chronic opioid users undergo regular eye exams, with particular focus on saccadic eye movement and pupil response assessments, to identify early signs of visual impairment.

Given the neurotoxic effects of opioids, several studies have proposed neuroprotective strategies to mitigate their impact on the CNS. Courtney et al. (2016) and Evans and Cahill (2016) both suggested the use of antioxidants and anti-inflammatory agents as potential interventions to protect retinal and CNS pathways involved in visual processing. These interventions could help reduce oxidative stress and inflammation in visual processing areas, which are exacerbated by chronic opioid exposure.

### **Influence of cannabinoids on visual aspects**

Cannabinoids, particularly THC, act on CB1 receptors located in the retina and optic nerve, resulting in altered neural signal transmission. Studies indicate that chronic cannabis use affects the N95 component of PERG, reflecting delayed signal transmission in the retinal ganglion cells, indicating potential neurotoxic effects [18]. OCT studies also reveal reduced retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness, suggestive of neurodegeneration [19].

Cannabis's psychoactive effects are primarily due to THC, with CBD recognized for its non-psychoactive properties [20]. Smoked cannabis quickly activates CB receptors in various CNS regions, including critical visual system structures like the lateral geniculate nucleus and superior colliculus, as well as the retina and ciliary muscle responsible for accommodation [21, 22]. Studies confirm that cannabis can impair accommodation, resulting in visual discomfort and reading difficulties due to interference with the autonomic nervous system [23]. These impairments in accommodation have been linked to the cognitive effects of cannabis on memory and attention [24], which disrupts the eye's ability to adjust focus. Evidence from [25], [26] suggests that this accommodation disruption is closely tied to broader cognitive deficits linked to cannabis use, including impairments in memory and attention. However, other studies report minimal effects on sustained attention among chronic users, indicating that cannabis impacts may vary with frequency of use and cognitive load [27].

One area of significant interest is the effect of cannabis on retinal ganglion cells, as these cells represent the final retinal relay in visual processing before signals are transmitted to the brain. Studies using pattern electroretinogram (PERG) measurements have shown that regular cannabis users exhibit delays in the N95 component of the PERG, which reflects slowed neural transmission within the retinal ganglion cells [28]. Specifically, Schwitzer et al. demonstrated that the N95 implicit time is significantly increased in cannabis users, indicating slower visual signal processing from the retina to the visual cortex, which could be neurotoxic over the long term. This slowing suggests a direct effect of exogenous cannabinoids on retinal glutamatergic transmission, as cannabinoids influence neurotransmission by modulating the release of glutamate, a major excitatory neurotransmitter in the CNS [29].

Further research has explored how long-term cannabis use, particularly when initiated at an early age, affects visual processing and eye movement behavior. Studies indicate that chronic cannabis users with an onset of use during adolescence exhibit distinctive deficits in visual scanning tasks. For example, Huestegge et al. (2021) conducted a study

in which cannabis users were asked to search for targets in a visual matrix while their eye movements were tracked. The cannabis users showed less efficient search behaviors, including longer response times, more frequent fixations, and increased re-inspection of previously viewed areas. These findings highlight two specific areas of impairment: a reduction in visual short-term memory and less effective, top-down controlled visual processing, which impacts the efficiency and accuracy of visual scanning [30].

This impairment in visual processing, particularly in tasks involving visual search, has also been linked to early onset of cannabis use. Ehrenreich et al. (1999) found that early-onset cannabis users performed significantly worse on visual scanning tasks compared to later-onset users and controls. Their analysis suggested that early initiation of cannabis use was a better predictor of impaired visual processing than either acute intoxication or cumulative lifetime dose. This association between early onset and visual processing deficits underscores the possibility of a lasting impact of adolescent cannabis use on visual and cognitive function [21].

Eye movement research further corroborates these findings by showing that cannabis users exhibit atypical patterns in tasks requiring visual search. Eye tracking reveals that cannabis users, particularly those with a history of early use, display more conservative scanning patterns, often characterized by shorter saccades and longer fixation durations. These patterns suggest that cannabis users may rely more on local, bottom-up processing rather than global, strategic search strategies [32–34]. This shift in visual search behavior likely reflects the impact of cannabis on higher-order cognitive functions, including the planning and control of eye movements necessary for efficient search.

The effectiveness of extrafoveal processing, a critical factor in visual search performance, also appears to be compromised in cannabis users. Research of Scott and peers has shown that the ability to process visual information in peripheral areas, a skill essential for efficient scanning, is often reduced in chronic cannabis users. Given that extrafoveal processing allows individuals to identify objects outside of their direct line of sight, deficits in this area suggest that cannabis users may struggle with broader aspects of visual perception, which could have implications for tasks requiring rapid situational awareness, such as driving [35].

In addition to changes in eye movement behavior, studies on visual memory have revealed significant deficits among cannabis users. For instance, Horowitz and Wolfe (1998) posited that visual search in cannabis users may follow a "memory-less" model, where items are reinspected rather than systematically ruled out [36]. Supporting this, Peterson et al. observed that cannabis users returned to previously fixated items more frequently than expected by chance, indicating potential difficulties in visual working memory and inhibitory control [37]. This suggests that the impairment in visual memory among cannabis users may extend to difficulties with strategic search and object identification, factors critical to efficient visual processing.

Optical Coherence Tomography (OCT) studies further demonstrate the neurodegenerative impact of cannabis on the retina. For example, OCT imaging has revealed significant thinning in the retinal nerve fiber layer (RNFL) among regular cannabis users, particularly in the temporal quadrant. This thinning is indicative of neurodegeneration within the retinal layers, potentially due to the chronic neurotoxic effects of THC on retinal ganglion cells. As the RNFL comprises axons that transmit visual information to the brain, degeneration in this layer suggests a compromised visual

pathway, which could account for the delayed response times and reduced accuracy observed in visual tasks among cannabis users.

### **Effects of synthetic drugs on visual function**

Synthetic drugs, including amphetamines and synthetic cannabinoids, exert a substantial impact on vision. Studies report that synthetic cannabinoids induce retinal damage, impairing light response due to CB1 receptor effects [38].

Synthetic drugs, including synthetic cannabinoids (e.g., "Spice" and "K2") and stimulants such as methamphetamine and MDMA (ecstasy), have marked effects on the central nervous system (CNS) and are known to impair cognitive functions, memory, and attention. These substances can disrupt visual function, affecting the retina, optic nerve, and cognitive processes tied to visual perception. Research shows that synthetic cannabinoids, for example, impact the visual system through CB1 receptors, which are also involved in retinal processing, while stimulants like methamphetamine exert neurotoxic effects, potentially leading to long-term vision and cognitive impairments [39].

Synthetic cannabinoids are designed to mimic the effects of THC, the psychoactive component in cannabis, but they often produce more intense and prolonged effects due to their high affinity for CB1 receptors. These receptors are highly expressed in the retina and visual processing areas of the brain, making them susceptible to synthetic cannabinoids' effects. Studies have shown that synthetic cannabinoids can disrupt retinal ganglion cell function and cause neurotoxic damage, impairing light sensitivity and visual processing. Gerak in 2019 reported that synthetic cannabinoids induced significant disruptions in retinal cell signaling, particularly in pathways linked to visual attention and image processing [40].

Due to their potent effect on CB1 receptors, synthetic cannabinoids can also increase the risk of retinal cell apoptosis, as excessive activation of these receptors has been linked to cell death in the visual system. This damage, when accumulated, could lead to permanent visual impairments, including decreased contrast sensitivity and color vision deficits. Synthetic cannabinoids have been shown to affect visual processing speed and accuracy, which may result in difficulties in visual tasks that require quick decision-making, such as driving.

Methamphetamine and MDMA are powerful CNS stimulants that alter dopamine, serotonin, and norepinephrine levels, contributing to their effects on mood, cognition, and sensory perception. Methamphetamine, in particular, has neurotoxic properties that can damage dopaminergic and serotonergic pathways, which are essential for normal visual processing. Studies have shown that methamphetamine use can lead to oxidative stress and inflammation in the brain, which may damage the optic nerve and visual cortex. These effects are associated with impairments in visual acuity, reduced ability to process visual information accurately, and slower reaction times to visual stimuli [41].

MDMA, although less neurotoxic than methamphetamine, also influences visual perception. It affects serotonergic pathways, which are essential for regulating light sensitivity and retinal function. Chronic use of MDMA has been linked to visual disturbances, including increased sensitivity to bright lights, visual distortions, and issues with visual memory. These alterations are thought to result from MDMA's effect on serotonin receptors within the retina and cortical areas responsible for visual perception. Long-term use may exacerbate these visual issues, with some studies suggesting that



MDMA users may experience permanent changes in visual processing speed and accuracy even after discontinuation [42].

Synthetic drugs not only affect the physical structures of the visual system but also disrupt cognitive processes tied to visual function. Methamphetamine and MDMA, for instance, are associated with impairments in visual scanning and saccadic eye movement control. These effects are especially pronounced in long-term users, who often demonstrate slower and more erratic eye movements during visual search tasks. Research indicates that stimulant use is linked to an increase in fixation duration and reduced saccade velocity, suggesting impaired attentional control over eye movements. Users may also experience difficulty tracking moving objects or shifting focus quickly, as synthetic drugs can hinder the integration of visual and motor responses [43].

## ■ DISCUSSION

### Comparison of mechanisms across substances

Each substance—opioids, cannabinoids, synthetic drugs—exerts unique yet overlapping impacts on the visual system through distinct neurophysiological mechanisms. Opioids primarily affect intraocular pressure (IOP) and pupil dynamics by acting on the autonomic nervous system, which can impair visual clarity in low-light environments due to constricted pupils (Christie et al., 2008). Additionally, opioids’ neurotoxicity has been linked to cognitive deficits in visual tasks that demand sustained attention and memory (Yassin et al., 2020; Courtney et al., 2016).

Cannabinoids, especially THC, act on CB1 receptors in the retina and visual pathways, leading to neurodegenerative effects such as retinal nerve fiber layer (RNFL) thinning, visual scanning inefficiency, and accommodation issues (Schwitzer et al., 2017; Dayi et al., 2020). Synthetic cannabinoids, designed to mimic THC but often with heightened potency, increase risks for retinal cell apoptosis, further reducing contrast sensitivity and color discrimination (Gerak et al., 2019). Stimulants like methamphetamine and MDMA disrupt dopaminergic and serotonergic pathways, potentially damaging the optic nerve and visual cortex and impairing visual processing speed (Manning et al., 2017). Below there is provided a table that compares primary visual effects, mechanisms and clinical implications associated with addiction to different substances.

This comparison table embraces the primary visual effects, mechanisms, and suggested clinical strategies for managing visual impairments associated with each substance. The table offers a concise reference for clinicians to anticipate and address the distinct visual challenges in substance-dependent populations.

### Comparison of visual impact affected by different substances

Substance	Primary visual effects	Mechanism	Clinical implications
Opioids	Miosis, impaired low-light vision, slower saccades	CNS suppression, reduced IOP	Regular IOP checks, neuroprotective agents
Cannabinoids	RNFL thinning, delayed N95 (PERG), accommodation issues	CB1 receptor impact in retina, autonomic disruption	OCT monitoring, neuroprotection in long-term users
Synthetic Drugs	Retinal cell apoptosis, slow visual processing, color vision loss	Neurotoxicity, oxidative stress in visual pathways	Visual assessments, neuroimaging, early interventions

Source: made by authors

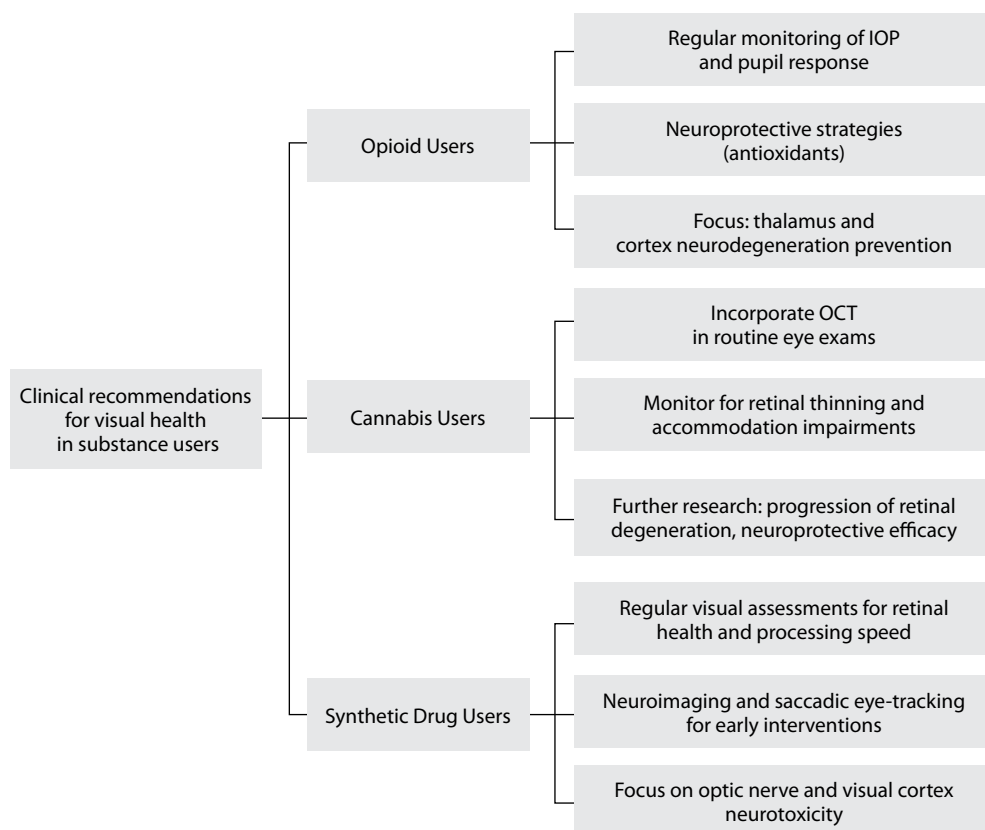
### Clinical implications and research directions

The visual impairments associated with these substances highlight the need for specialized ophthalmologic assessments and neuroprotective strategies, particularly for populations with long-term substance dependence. The authors developed a set of recommendations based on the references provided earlier in this research (see Fig.). To note, for each substance, early identification, intervention, and individualized care may enhance visual health outcomes and mitigate long-term impacts.

### Limitations and future perspectives

While this review provides an overview of the visual impacts of psychoactive substances, it is limited by the variation in methodologies and study designs across the cited research. Many studies rely on small sample sizes and cross-sectional designs, limiting generalizability. There is also a need for standardized metrics to evaluate visual and cognitive impairments, particularly for eye-tracking and OCT parameters, to enable more consistent comparison across studies.

Future research should address the differential impact of these substances on specific visual and cognitive tasks, including long-term follow-ups to assess potential recovery



### Clinical recommendations for visual health improvement

or progression of impairments. Randomized controlled trials examining neuroprotective strategies, such as antioxidants or neurocognitive rehabilitation programs, may also provide valuable insights into preventing or mitigating neurodegeneration and visual dysfunction in substance users. Expanding research to include gender-specific and age-related differences could offer further personalized approaches to managing and preventing substance-related visual impairments.

## ■ CONCLUSION

This review synthesizes the primary visual and cognitive impacts associated with opioids, cannabinoids and synthetic drugs use, highlighting how each substance exerts unique but overlapping effects on the visual system. Opioids, through CNS modulation, affect intraocular pressure and pupil dynamics, reducing visual clarity, particularly in low-light environments. Chronic opioid users display neurodegenerative changes, impacting both visual and cognitive processing. Cannabinoids, especially THC, disrupt CB1 receptors in the retina and optic pathways, leading to retinal thinning, impaired accommodation, and slower visual signal transmission, which collectively diminish visual accuracy. Synthetic drugs, such as synthetic cannabinoids and stimulants, pose risks of retinal cell apoptosis, decreased color vision, and slowed visual processing due to oxidative stress and neurotoxic effects, contributing to long-term retinal damage.

These findings underscore the need for targeted ophthalmologic evaluations, neuroprotective interventions, and visual monitoring strategies tailored to the visual health risks of substance-dependent populations. Clinical recommendations such as OCT monitoring for cannabinoid users, IOP assessments for opioid users can improve early detection and treatment of substance-related visual impairments. Moving forward, more standardized and longitudinal research is essential to fully understand the chronic impacts of substance use on the visual system and to guide effective preventive and rehabilitative measures.

---

## ■ REFERENCES

1. UNODC (2024). *World Drug Report 2024: Harms of world drug problem continue to mount amid expansions in drug use and markets*. Retrieved from UNODC.
2. WHO (2023). *Alcohol, Drugs and Addictive Behaviors*. Retrieved from WHO.
3. European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction. (2020). *European Drug Report 2020: Trends and Developments*. Retrieved from EMCDDA.
4. Freund T.F., Katona I., Piomelli D. (2003). Role of endogenous cannabinoids in synaptic signaling. *Physiological Reviews*, 83(3):1017–1066. doi: 10.1152/physrev.00004.2003
5. McPartland J.M., Duncan M., Di Marzo V., Pertwee R.G. (2001). Are cannabidiol and delta9-tetrahydrocannabinol negative modulators of the endocannabinoid system? *British Journal of Pharmacology*, 160(3):467–479. doi: 10.1111/j.1476-5381.2010.00729.x
6. Hazin R., Cadet J.L., Kahook M.Y., Saed D. (2009). Ocular manifestations of crystal methamphetamine use. *Neurotoxicity research*, 15:187–191.
7. Gerak L.R., Gauthier S.E., France C.P. (2019). Synthetic cannabinoids: The impact on retinal health and function. *Current Neuropharmacology*, 17(7):645–652. doi: 10.2174/1570159X17666181214110445
8. McLane N.J., Carroll D.M. (1986). Ocular manifestations of drug abuse. *Survey of ophthalmology*, 30(5):298–313.
9. Dhingra D., Kaur S., Ram J. (2019). Illicit drugs: effects on eye. *Indian Journal of Medical Research*, 150(3):228–238.
10. Christie M. (2008). Cellular neuroadaptations to chronic opioids: tolerance, withdrawal, and addiction. *British Journal of Pharmacology*, 154.
11. Elsaadany H.M., Elhamrawy L.G., Nassar M.A. (2021). Visual-evoked potential changes in opioid addiction. *Menoufia Medical Journal*, 34(2):593–598.
12. Hoon M., Okawa H., Della Santina L., Wong R.O. (2014). Functional architecture of the retina: development and disease. *Progress in retinal and eye research*, 42:44–84.
13. Walhovd K., et al. (2015). Child neuroanatomical, neurocognitive, and visual acuity outcomes with maternal opioid and polysubstance detoxification. *Pediatric Neurology*, 52(3):326–332.
14. Courtney K., et al. (2016). Effects of pharmacological opioid blockade on neural measures of drug cue-reactivity in humans. *Neuropsychopharmacology*, 41:2872–2881.

15. Evans C., Cahill C. (2016). Neurobiology of opioid dependence in creating addiction vulnerability. *F1000Research*, 5.
16. You Y., Gupta V.K., Li J.C., Klistorner A., Graham S.L. (2013). Optic neuropathies: characteristic features and mechanisms of retinal ganglion cell loss. *Reviews in the Neurosciences*, 24(3):301–321.
17. Holder G.E., Gale R.P., Acheson J.F., Robson A.G. (2009). Electrodiagnostic assessment in optic nerve disease. *Current Opinion in Neurology*, 22(1):3–10.
18. Schwitzer T., Schwan R., Angioi-Duprez K., et al. (2015). The cannabinoid system and visual processing: a review on experimental findings and clinical presumptions. *European Neuropsychopharmacology*, 25(1):100–112.
19. Dayi A., Dayi Ö., Kurt E., Yorguner N. (2020). Optical coherence tomography findings in cannabis users. *European Journal of Ophthalmology*, 31(2):167–175. doi: 10.1177/1120672119893106
20. Pertwee R. (2008). The diverse CB1 and CB2 receptor pharmacology of three plant cannabinoids:  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabinol, cannabidiol and  $\Delta^9$ -tetrahydrocannabivarin. *British journal of pharmacology*, 153(2):199–215.
21. Lorenzetti V., Chye Y., Silva P., et al. (2019). Does regular cannabis use affect neuroanatomy? An updated systematic review and meta-analysis of structural neuroimaging studies. *European archives of psychiatry and clinical neuroscience*, 269:59–71.
22. Chye Y., Suo C., Lorenzetti V., et al. (2019). Cortical surface morphology in long-term cannabis users: A multi-site MRI study. *European Neuropsychopharmacology*, 29(2):257–265.
23. Broyd S.J., Van Hell H.H., Beale C., et al. (2016). Acute and chronic effects of cannabinoids on human cognition – a systematic review. *Biological psychiatry*, 79(7):557–567.
24. Anderson B.M., Rizzo M., Block R.I., et al. (2010). Effects of marijuana on divided and selective attention in a simulated driving task. *Psychopharmacology*, 211(2):245–253. doi: 10.1007/s00213-010-1894-y
25. Ortiz-Peregrina S., Ortiz C., Casares-López M., Salas C. (2021). Acute effects of cannabis on dynamic accommodation. *Vision Research*, 189(4):12–22. doi: 10.1016/j.visres.2021.01.003
26. Valk H.W. (1974). Cannabis and visual function: A study in young cannabis users. *British Journal of Ophthalmology*, 58(11):964–968. doi: 10.1136/bjo.58.11.964
27. Wadsworth E.J., Moss S.C., Simpson S.A., Smith A.P. (2006). Cannabis use, cognitive performance, and mood in a sample of workers. *Journal of Psychopharmacology*, 20(1):14–23. doi: 10.1177/0269881105058402
28. Schwitzer T., Schwan R., Albuissou E., et al. (2017). Association between regular cannabis use and ganglion cell dysfunction. *JAMA Ophthalmology*, 135(1):54–62. doi: 10.1001/jamaophthalmol.2016.5080
29. Lyons C.J., Robson A.G. (2017). Retinal Ganglion Cell Dysfunction in Regular Cannabis Users: Is the Evidence Strong Enough to Consider an Association? *JAMA ophthalmology*, 135(1):60–61.
30. Huestegge L., Radach R., Kunert H.J., Heller D. (2021). Visual search in long-term cannabis users with early age of onset. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 33(8):1630–1642. doi: 10.1162/jocn\_a\_01613
31. Ehrenreich H., Rinn T., Kunert H.J., et al. (1999). Specific attentional dysfunction in adults following early start of cannabis use. *Psychopharmacology*, 142(3):295–301. doi: 10.1007/s002130050897
32. Wang M.T., Danesh-Meyer H.V. (2021). Cannabinoids and the eye. *Survey of ophthalmology*, 66(2):327–345.
33. Groner R., Menz C. (1985). Eye movements and visual information processing. *Psychology and Vision*, 17(5):73–91.
34. Jacobs L.F. (1986). Visual search and memory in the visual field: Task difficulty and saccade amplitude. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12(4):475–490. doi: 10.1037/0096-1523.12.4.475
35. Scott J.C., Rosen A.F., Moore T.M., et al. (2019). Cannabis use in youth is associated with limited alterations in brain structure. *Neuropsychopharmacology*, 44(8):1362–1369.
36. Horowitz T.S., Wolfe J.M. (1998). Visual search has no memory. *Nature*, 394(6693):575–577.
37. Peterson A., Wolfe J., Horowitz T. (2001). Evidence for visual search memory: Reinspection and target detection. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(5):1137–1153. doi: 10.1037/0096-1523.27.5.1137
38. Dhingra D., Kaur S., Ram J. (2019). Illicit drugs: effects on eye. *Indian Journal of Medical Research*, 150(3):228–238.
39. White C., Brown J., Edwards M. (2013). Altered visual perception in long-term ecstasy (MDMA) users. *Psychopharmacology*, 229:155–165.
40. Gerak L.R., Gauthier S.E., France C.P. (2019). Synthetic cannabinoids: The impact on retinal health and function. *Current Neuropharmacology*, 17(7):645–652. doi: 10.2174/1570159X17666181214110445
41. Kuroda K., et al. (2009). Effects of narcotics, including morphine, on visual evoked potential in rats. *European Journal of Pharmacology*, 602(2–3):294–297.
42. Casco C., Forcella M.C., Beretta G., et al. (2005). Long-term effects of MDMA (Ecstasy) on the human central nervous system revealed by visual evoked potentials. *Addiction biology*, 10(2):187–195.
43. Liu Y., Wang L., Yu C., et al. (2022). How drug cravings affect metacognitive monitoring in methamphetamine abusers. *Addictive Behaviors*, 132:107341.



Губжокова Д.М. ✉, Плюхова А.А., Юсеф Н.Ю., Петрачков Д.В.  
Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова,  
Москва, Россия

## Возможности использования интраокулярной коррекции со сложной оптикой у пациентов с эпимакулярным фиброзом

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Вклад авторов:** концепция и дизайн исследования, редактирование, сбор материала, обработка, написание текста – Губжокова Д.М.; концепция и дизайн исследования – Плюхова А.А.; редактирование – Петрачков Д.В., Юсеф Н.Ю.

Подана: 22.10.2024

Принята: 11.11.2024

Контакты: gubzhokova0609@icloud.com

### Резюме

Эпимакулярный фиброз является распространенной патологией сетчатки и приводит к снижению максимальной корригированной остроты зрения и потере контрастной чувствительности. Существует множество классификаций данного заболевания, но наибольшее распространение получила классификация Гасса. Жалобы пациентов зависят от типа и стадии процесса. Обычно отмечают метаморфопсии, микропсии или макропсии, фотопсии, снижение остроты зрения, диплопию и потерю центрального зрения. Хирургическое лечение эпимакулярного фиброза включает в себя витрэктомия, удаление эпиретинальной мембраны и устранение натяжения сетчатки. Иногда витрэктомия сочетается с одномоментным удалением катаракты – факоэмульсификацией, включающей имплантацию интраокулярной линзы (факовитрэктомия). В описании к использованию мультифокальной интраокулярной линзы заболевания сетчатки являются противопоказанием для установки данных линз. Но поскольку средняя продолжительность жизни увеличивается и многие пациенты продолжают свою трудовую деятельность, ведут активный образ жизни, а прогрессирование одной из самых частых макулярных патологий – эпимакулярного фиброза встречается все чаще, возможность применения нового типа интраокулярной линзы с углубленным фокусом – EDOF является, несомненно, актуальной.

**Ключевые слова:** эпимакулярный фиброз, катаракта, EDOF, ИОЛ, сетчатка

Gubzhokova D. ✉, Plyukhova A., Yusef. N., Petrachkov D.  
Krasnov Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russian

## Possibilities of Using Intraocular Correction with Complex Optics in Patients with Epimacular Fibrosis

**Conflict of interest:** nothing to declare.

**Authors' contribution:** the concept and design of research, editing, collecting material, processing, writing text – Gubzhokova D.; the concept and design of research – Plyukhova A.; editing – Petrachkov D., Yusef N.

Submitted: 22.10.2024

Accepted: 11.11.2024

Contacts: gubzhokova0609@icloud.com

### Abstract

Epimacular fibrosis is a common pathology of the retina and leads to a decrease in MCOZ and loss of contrast sensitivity. There are many classifications of this disease, but the most widespread classification is Gass. Patient complaints depend on the type and stage of the process. Patients usually report metamorphopsies, micropsies or macropsies, photopsies, decreased visual acuity, diplopia and loss of central vision. Surgical treatment of epimacular fibrosis includes vitrectomy, removal of the epiretinal membrane and removal of retinal tension. Sometimes vitrectomy is combined with simultaneous cataract removal-phacoemulsification, including implantation of an intraocular lens (phacovitrectomy). In the description of the use of multifocal IOL, retinal diseases are a contraindication for the installation of these lenses. But, since the average life expectancy is increasing and many of the patients continue their work, lead an active lifestyle, and the progression of one of the most common macular pathologies – epimacular fibrosis is becoming more common, the possibility of using a new type of IOL with an in-depth focus – EDOF is undoubtedly relevant.

**Keywords:** epimacular fibrosis, cataract, EDOF, IOL, retina

Эпимакулярный фиброз (ЭМФ) является распространенным заболеванием сетчатки, этиология которого до конца не изучена. Для данного состояния характерна клеточная пролиферация на уровне витреоретинального интерфейса с расположением над внутренней пограничной мембраной [1]. Патофизиология этого процесса до конца не определена, в качестве возможных механизмов раннего развития идиопатического ЭМФ были предложены пролиферация гиалоцитов в условиях аномальной задней отслойки стекловидного тела и витреошизис. Тракционный компонент, индуцированный ЭМФ, захватывает все слои сетчатки, вызывая широкий клинический спектр макулярных осложнений, которые могут варьировать от увеличения толщины сетчатки с макулярным шизисом до образования макулярных дефектов, проходящих через все ее слои [2].

Причинами снижения зрения являются изменения в зоне фовеа и наличие тракционной деформации. В последних исследованиях говорится о взаимосвязи изменений во внутренних слоях сетчатки и остроты зрения, поскольку на клетки этих слоев приходится максимальное воздействие механического стресса, вызванного ЭМФ. В различных работах выявлено утолщение комплекса ганглиозных клеток и внутреннего

плексиформного слоя, что приводит к ухудшению зрительных функций, в то время как некоторые авторы предполагают, что индекс нерегулярности внутренних слоев сетчатки является биомаркером послеоперационного прогноза остроты зрения.

Govetto с соавторами показали, что внутренние слои сетчатки в макулярной области могут быть особенно чувствительны к тракционному воздействию, к тому же при ЭМФ значительно преобразуется анатомия фовеолы. Хроническая тракция, обусловленная ЭМФ, может вызывать смещение и реорганизацию слоев сетчатки, создавая дефекты от внутреннего ядерного до внутреннего плексиформного слоя [3].

Остается неясным, является ли причиной снижения максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) тракционная деформация фовеолы или другие сопутствующие патологические механизмы. Повреждение сетчатки может активировать клетки Мюллера и запускать сигнальные пути, что приводит к пролиферации и миграции или реактивному глиозу. Недавние экспериментальные исследования *in vitro* на животных моделях продемонстрировали, что клетки Мюллера активизируются и начинают процесс пролиферации в ответ на тракционное воздействие. Высокие уровни киназы, регулируемой внеклеточными сигналами, были обнаружены после механического растяжения во внутренних ядерных слоях сетчатки у морских свинок и крыс. Она представляет собой белок, расположенный ниже митоген-активируемого протеинкиназного каскада, и отвечает за регуляцию пролиферации и нейропротекцию клеток Мюллера. Согласно этой гипотезе, в условиях ЭМФ развитие эктопических внутренних фовеальных слоев может быть результатом сочетания смещения внутренних слоев сетчатки и клеток Мюллера [4].

Существует несколько классификаций ЭМФ [5], включая наиболее известную классификацию Гасса, широко используемую в клинической практике врачей. При усовершенствовании аппаратов ОКТ (оптическая когерентная томография) появилась возможность быстрого сканирования сетчатки с детализацией, приближенной к гистологической [6].

ОКТ стала «золотым стандартом» оценки ЭМФ, но, несмотря на ее универсальное применение, все еще отсутствует общепринятая систематическая классификация. Одна из предложенных классификаций идиопатического ЭМФ основана на морфологии центральной зоны сетчатки и включает в себя (1А) ЭМФ с вовлечением зоны фовеа и без него, утолщение наружных слоев сетчатки и минимальные изменения во внутренних слоях, (1В) ЭМФ с вовлечением ямки с внешней проекцией сетчатки внутрь и внутренним утолщением сетчатки, (1С) ЭМФ с вовлечением ямки и выраженным утолщением внутреннего слоя сетчатки, (2А) ЭМФ с сохранением ямки с образованием макулярного псевдоотверстия и (2В) ЭМФ с шизисоподобным интра-ретиальным расщеплением. Еще одна классификация была основана на морфологической картине сетчатки. Предлагаемые первичные пункты включают (А) с задней отслойкой стекловидного тела и (В) без нее. Подкласс (А1) без сокращения и (А2) с сокращением ЭМФ; (А2) была далее подразделена на (А2.1) со складками сетчатки, (А2.2) с отеком, (А2.3) с кистозным макулярным отеком и (А2.4) с ламеллярным макулярным разрывом. Раздел (В) был разделен на подклассы (В1) без тракционного компонента и (В2) с ним; подкласс (В2): (В2.1) с отеком, (В2.2) с отслоением сетчатки и (В2.3) с шизисом. Данная классификация обеспечивает детальное описание морфологических характеристик ЭМФ, однако остается неофициальной, ее клиническая значимость до конца не изучена [7].



Жалобы пациентов зависят от стадии (фазы развития) и типа ЭМФ. В некоторых случаях наличие ЭМФ не вызывает клинических симптомов и диагностируется случайно. Пациенты обычно отмечают метаморфозии, микропсии или макропсии, фотопсии, снижение остроты зрения, диплопию и потерю центрального зрения. При использовании различных методов визуализации и интерпретации полученных результатов существуют значительные расхождения в идентификации ЭМФ. В исследовании Alienor продемонстрировано, что при использовании оптической когерентной томографии (ОКТ) выявляемость ЭМФ составляет около 69,8%, в то время как при цветном фотографировании сетчатки – 34,1%. При фундоскопии в макулярной зоне можно наблюдать «целлофановый рефлекс», или сморщивание поверхности сетчатки в результате контрактуры мембраны. Также при ЭМФ встречаются кистозный макулярный отек (КМО), псевдоразрывы, сквозные макулярные отверстия и/или незначительные геморрагии.

Из дополнительных диагностических методов стоит упомянуть флюоресцеиновую ангиографию (ФА), которая используется для уточнения этиологии возникновения заболевания и исключения внутриглазных опухолей и сосудистых аномалий сетчатки.

Лечение ЭМФ зависит от стадии заболевания, жалоб пациента и изменений структуры сетчатки по данным ОКТ. Хирургическое лечение включает в себя витрэктомия, удаление эпиретинальной мембраны и устранение натяжения сетчатки. ВПМ (внутренняя пограничная мембрана) считается основой для пролиферации миофибробластов, поэтому ее обычно удаляют вместе с ЭМФ, чтобы свести к минимуму риск рецидива заболевания. Во время оперативного вмешательства используют специальные красители, такие как ацетонид триамцинолона, трипановый синий, индоцианиновый зеленый и бриллиантовый синий, для дифференцировки ЭРМ и слоев сетчатки [8].

Выделяют 2 типа витрэктомии – тотальную (полную) с отделением всего стекловидного тела от сетчатки и его удалением и субтотальную (ограниченную) витрэктомия, которая включает в себя удаление только центральной части стекловидного тела. В большинстве случаев выполняется тотальная витрэктомия. Субтотальная витрэктомия обычно осуществляется быстрее и потенциально вызывает меньше долгосрочных побочных эффектов. Хирургическое лечение заболевания обеспечивает отличные функциональные результаты в послеоперационном периоде и является относительно безопасной процедурой.

Как и любое другое хирургическое вмешательство, операция по удалению ЭМФ может вызвать осложнения, такие как эндофтальмит, отслойка сетчатки или рецидив патологического процесса [9].

Иногда витрэктомия сочетается с одномоментным удалением катаракты – факоемульсификацией, включающей имплантацию интраокулярной линзы (факовитрэктомия). Катаракта также является наиболее частой причиной обратимой потери зрения во всем мире. В 2020 году распространенность заболевания составила 45% на 33,6 миллиона случаев слабовидения, причем преобладающий возраст пациентов – от 50 лет и старше. Катаракта является ведущим фактором нарушений зрения и третьей по значимости причиной слепоты в России, к счастью, в подавляющем большинстве случаев обратимой. По мере увеличения продолжительности жизни число пациентов с данным диагнозом будет также неуклонно расти.



С момента появления интраокулярной коррекции подходы к оперативному вмешательству и качеству интраокулярных линз (ИОЛ) значительно изменились. Благодаря современным разработкам, хирургия катаракты стала рефракционной процедурой, и пациенты получили возможность видеть без дополнительной очковой коррекции на различных расстояниях [10].

В попытке расширить фокусное расстояние были разработаны мультифокальные ИОЛ. Они позволили пациентам получить качественное изображение на нескольких фокусных точках без дополнительной коррекции, однако у данной группы линз есть существенный минус – значительное снижение контрастной чувствительности. Мультифокальные ИОЛ (МИОЛ) вызывают трудности при выполнении пациентами задач, требующих среднего фокусного расстояния, например при работе за компьютером. У пациентов наблюдается целый ряд субъективных жалоб, включая ореолы, блики, звездные вспышки и неудовлетворительное качество изображения.

Имплантация нового типа ИОЛ повышает качество жизни пациента за счет ее возможностей обеспечивать хорошее зрение на разных расстояниях. Поскольку функциональные свойства линзы были улучшены, уровень удовлетворенности пациентов после имплантации МИОЛ увеличился. Современный консенсус относительно показаний к имплантации МИОЛ зависит от образа жизни пациента, его характера и физиологии глаза. Заболевания центральной зоны сетчатки, значительно снижающие макулярную функцию, противопоказаны для имплантации данного типа линз. С другой стороны, принятие решения в отношении глаз с макулярной патологией, не влияющей на зрение, является сложной задачей. На данный момент не проводилось исследований о качестве зрения у пациентов с заболеваниями сетчатки и мультифокальными линзами. В связи с развитием медицинских технологий ИОЛ постоянно совершенствовались. Были внедрены в клиническую практику EDOF ИОЛ (линзы с углубленным фокусом). Технология способна растягивать и сдвигать световой пучок, что обеспечивает глубину фокуса.

Данные модели гарантируют высокую остроту зрения на среднем расстоянии и достаточно высокую, приемлемую для большинства пациентов остроту зрения вдаль и вблизи без необходимости в очковой коррекции, но в большинстве существующих на сегодняшний день исследований пациенты с макулярной патологией исключены из контрольных групп.

Поскольку устройства визуализации, используемые в офтальмологии, стали более совершенными, увеличилась и выявляемость патологии глазного дна. Современные аппараты ОКТ позволяют детально изучить структуру сетчатки, особенно макулярную область. Было проведено множество исследований относительно корреляции структурно-функциональных изменений при ЭМФ и хирургическом прогнозе по данным ОКТ.

Но подавляющее большинство исследований не включало легкие и нефовеальные патологические изменения, поскольку традиционные методы визуализации не способны их обнаружить. Именно поэтому необходим мультимодальный подход для диагностики ранее перечисленных состояний.

Начальные стадии ЭМФ в большинстве случаев клинически себя не проявляют, поскольку поражение не вызывало у пациентов значительных жалоб и ухудшения качества зрения при имплантации монофокальной ИОЛ, в то же время легкие нефовеальные изменения могут стать клинически значимыми при МИОЛ, оптическая

конструкция которой делит свет на несколько плоскостей и приводит к некоторой его потере. В описанных исследованиях легкая нефовеальная форма ЭМФ, не нарушавшая структуру слоев сетчатки, не влияла на МКОЗ в течение 6 месяцев после операции, но отсутствуют работы, описывающие более длительные сроки. Однако объективное качество зрения, контрастная чувствительность как в скотопических, так и в фотопических условиях в группе с легкой нефовеальной формой ЭМФ были значительно хуже по сравнению с контрольной группой. Кроме того, через 6 месяцев после операции показатель CDVA (корректированная острота зрения вдаль) был заметно хуже в глазах со второй стадией ЭМФ по сравнению с первой. О типичных симптомах ЭМФ, таких как метаморфопсия и макропсия, в исследованиях не сообщалось, поскольку поражение не вызывало асимметричной тракции наружных структур сетчатки.

Витреоретинальные заболевания и катаракта часто идут параллельно, в связи с этим существуют исследования, продемонстрировавшие безопасность и эффективность комбинированной факоэмульсификации и витрэктомии (т. е. факовитрэктомия). Оперативное вмешательство предлагает несколько потенциальных преимуществ, таких как более быстрое восстановление зрения, снижение затрат, повышение удобства для пациентов, эквивалентный или даже более низкий уровень осложнений по сравнению с 2 отдельными операциями, а также позволяет избежать ускорения созревания катаракты, связанного с витрэктомией. С точки зрения ретиального хирурга, комбинированная процедура позволяет улучшить визуализацию сетчатки.

Суммируя вышесказанное, можно сделать вывод о необходимости изучения влияния имплантации мультифокальной ИОЛ и линзы с расширенным фокусом (EDOF) у пациентов с начальными изменениями сетчатки, так как в существующих исследованиях на фоне малочисленной выборки отсутствуют долгосрочные результаты.

## ■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Fung AT, Galvin J, Tran T. Epiretinal membrane: A review. *Clin Exp Ophthalmol*. 2021 Apr;49(3):289–308. Epub 2021 Mar 24. PMID: 33656784. doi: 10.1111/ceo.13914
2. Holzwarth J, Krohne TU, Lommatzsch A, Priglinger SG, Hattenbach LO. Epiretinal membrane: diagnostics, indications and surgical treatment. *Ophthalmologie*. 2024 Jun;121(6):443–451. Epub 2024 Jun 3. PMID: 38831204. doi: 10.1007/s00347-024-02055-z. (in German)
3. Govetto A, Lalane RA 3rd, Sarraf D, Figueroa MS, Hubschman JP. Insights Into Epiretinal Membranes: Presence of Ectopic Inner Foveal Layers and a New Optical Coherence Tomography Staging Scheme. *Am J Ophthalmol*. 2017 Mar;175:99–113. Epub 2016 Dec 18. PMID: 27993592. doi: 10.1016/j.ajo.2016.12.006.
4. Joshi M, Agrawal S, Christoforidis JB. Inflammatory mechanisms of idiopathic epiretinal membrane formation. *Mediators Inflamm*. 2013;2013:192582. Epub 2013 Nov 11. PMID: 24324293; PMCID: PMC3844245. doi: 10.1155/2013/192582.
5. Konidaris V, Androudi S, Alexandridis A, Dastiridou A, Brazitikos P. Optical coherence tomography-guided classification of epiretinal membranes. *Int Ophthalmol*. 2015 Aug;35(4):495–501. Epub 2014 Jul 20. PMID: 25038740. doi: 10.1007/s10792-014-9975-z.
6. Stoyukhina A.S., Budzinskaya M.V., Stoyukhin S.G., Aslamazova A.E. Optical coherence tomography angiography in ophthalmic oncology. *Russian Annals of Ophthalmology / Vestnik Oftalmologii*. 2019;135(1):104–111. doi: 10.17116/oftalma2019135011104
7. Hwang JU, Sohn J, Moon BG, Joe SG, Lee JY, Kim JG, Yoon YH. Assessment of macular function for idiopathic epiretinal membranes classified by spectral-domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012 Jun 14;53(7):3562–9. PMID: 22538422. doi: 10.1167/iovs.12-9762
8. Dawson SR, Shunmugam M, Williamson TH. Visual acuity outcomes following surgery for idiopathic epiretinal membrane: an analysis of data from 2001 to 2011. *Eye (Lond)*. 2014 Feb;28(2):219–24. Epub 2013 Dec 6. PMID: 24310238; PMCID: PMC3930265. doi: 10.1038/eye.2013.253
9. Guillaubey A, Malvitte L, Lafontaine PO, Hubert I, Bron A, Berrod JP, Creuzot-Garcher C. Incidence of retinal detachment after macular surgery: a retrospective study of 634 cases. *Br J Ophthalmol*. 2007 Oct;91(10):1327–30. Epub 2007 May 23. PMID: 17522152; PMCID: PMC2001011. doi: 10.1136/bjo.2007.115162
10. Yusef YuN, Yusef SN, Ivanov MN, Vvedenskiy AS, Fokina ND, Alkharki L, Shkolyarenko NYu. Evolution of IOL exchange. Part 2. Modern problems of IOL exchange. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2020;136(5):254–259. doi: 10.17116/oftalma2020136052254. (in Russian)

## **ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ, ПЛАНИРУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЮ В ЖУРНАЛАХ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ ИЗДАНИЯ»**

С подробной версией и примерами оформления статьи можно ознакомиться на сайте [www.recipe.by](http://www.recipe.by).

В журнале публикуются оригинальные статьи, описания клинических наблюдений, лекции и обзоры литературы.

Журнал рассматривает материалы от аспирантов, соискателей, докторантов, специалистов и экспертов.

Представление статьи в журнал подразумевает, что:

- статья не была опубликована ранее в другом журнале;
- статья не находится на рассмотрении в другом журнале;
- все соавторы согласны с публикацией текущей версии статьи.

Перед отправкой статьи на рассмотрение убедитесь, что в файле (файлах) содержится вся необходимая информация на русском и английском языках, указаны источники информации, размещенной в рисунках и таблицах, все цитаты оформлены корректно.

Параметры форматирования: Times New Roman, кегль – 12, междустрочный интервал – 1,5. Объем оригинального исследования, описания клинического случая – 30 000 знаков с пробелами (15–17 страниц), обзора, лекции – 50 000 знаков с пробелами (20–25 страниц). Количество рисунков и таблиц – не более 5 для каждой позиции. Количество литературных источников: для оригинального исследования, описания клинического случая – не более 30, обзора, лекции – не более 50. Допускается 10–15%-е отклонение от заданных объемов.

**На титульном листе статьи размещаются (на русском и английском языках):**

### **I. Имя автора (авторов)**

На русском языке при указании авторов статьи фамилию следует указывать до инициалов имени и отчества (Иванов П.С.).

На английском языке при указании авторов статьи используется формат «Имя, инициал отчества, фамилия» (Ivan P. Ivanov). Фамилию на английском языке необходимо указывать в соответствии тем, как она была указана в ранее опубликованных статьях, или использовать стандарт BSI.

### **II. Информация об авторе (авторах)**

В этом разделе перечисляются звание, должность, иные регалии. Здесь также указываются e-mail и телефон ответственного автора.

### **III. Аффiliation автора (авторов)**

Аффiliation включает в себя официальное название организации, включая город и страну. Авторам необходимо указывать все места работы, имеющие отношение к проведению исследования.

Если в подготовке статьи принимали участие авторы из разных учреждений, необходимо указать принадлежность каждого автора к конкретному учреждению с помощью надстрочного индекса.

Необходимо официальное англоязычное название учреждения для блока информации на английском языке.

### **IV. Название статьи**

Название статьи на русском языке должно соответствовать содержанию статьи. Англоязычное название должно быть грамотно с точки зрения английского языка, при этом по смыслу полностью соответствовать русскоязычному названию.

### **V. Аннотация**

Рекомендуемый объем структурированной аннотации для оригинальных исследований: 1000–2000 знаков с пробелами. Аннотация содержит следующие

разделы: Цель, Методы, Результаты, Заключение. Для обзорных статей и описаний клинических случаев требований к структуре резюме нет, его объем должен составлять не менее 1000 знаков с пробелами.

В аннотацию не следует включать впервые введенные термины, аббревиатуры (за исключением общеизвестных), ссылки на литературу.

### **VI. Ключевые слова**

5–7 слов по теме статьи. Желательно, чтобы ключевые слова дополняли аннотацию и название статьи.

### **VII. Благодарности**

В этом разделе указываются все источники финансирования исследования, а также благодарности людям, которые участвовали в работе над статьей, но не являются ее авторами.

### **VIII. Конфликт интересов**

Автор обязан уведомить редактора о реальном или потенциальном конфликте интересов, включив информацию о конфликте интересов в соответствующий раздел статьи. Если конфликта интересов нет, автор должен также сообщить об этом. Пример формулировки: «Конфликт интересов: не заявлен».

### **Текст статьи**

В журнале принят формат IMRAD (Introduction, Methods, Results, Discussion; Введение, Методы, Результаты, Обсуждение).

### **Рисунки**

Рисунки должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Все рисунки должны иметь подрисовочные подписи. Подрисовочная подпись должна быть переведена на английский язык.

### **Таблицы**

Таблицы должны быть хорошего качества, пригодные для печати. Обязательны таблицы, пригодные для редактирования, а не отсканированные или в виде рисунков. Все таблицы должны иметь заголовки. Название таблицы должно быть переведено на английский язык.

### **Список литературы**

В журнале используется Ванкуверский формат цитирования, который подразумевает отсылку на источник в квадратных скобках и последующее указание источников в списке литературы в порядке упоминания: [6].

При описании источника следует указывать его DOI, если его можно найти (для зарубежных источников удается это сделать в 95% случаев).

В ссылках на статьи из журналов должны быть обязательно указаны год выхода публикации, том и номер журнала, номера страниц.

В описании каждого источника должны быть представлены не более 3 авторов.

Ссылки должны быть верифицированы, выходные данные проверены на официальном сайте.

Списки литературы приводятся только на английском языке, без транслитерации. После описания русскоязычного источника в конце ссылки ставится указание на язык работы: (in Russian).

Для транслитерации имен и фамилий авторов в русскоязычных источниках, названий журналов следует использовать стандарт BSI.

Редакция журнала ведет переписку с ответственным (контактным) автором.

Редакция вправе отклонить статью без указания причины.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

# ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ (ВЗРОСЛОЕ НАСЕЛЕНИЕ) С БОЛЕЗНЯМИ ГЛАЗА И ЕГО ПРИДАТОЧНОГО АППАРАТА

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРОТОКОЛ

Минск  
«Профессиональные издания»  
2024

Настоящий клинический протокол устанавливает общие требования к объему оказания медицинской помощи в амбулаторных и стационарных условиях пациентам (взрослое население) с болезнями глаза и его придаточного аппарата.

Предназначен для врачей-офтальмологов, врачей общей практики, врачей смежных специальностей, организаторов здравоохранения, клинических ординаторов, слушателей курсов повышения квалификации и переподготовки, преподавателей и студентов медицинских учреждений образования.

Книги можно приобрести, отправив запрос  
в Viber/ WhatsApp/ Telegram  
по тел. +375 (29) 633 01 37

**WWW.RECIPE.BY**



# Кавинтон®

ВИНПОЦЕТИН®

- ✓ Оригинальный ноотропный препарат с зарегистрированными показаниями в офтальмологии
- ✓ Показан для лечения сосудистых заболеваний хориоидеи и сетчатки глаза
- ✓ Оказывает влияние на метаболизм, кровообращение головного мозга, микроциркуляцию и реологические свойства крови
- ✓ Обладает нейропротективным действием

Рег. уд. ЛП-№001215-П-БУ от 24.05.2023; ЛП-№002164-П-БУ от 08.11.2023;  
ЛП-№002183-П-БУ от 11.11.2023; ЛП-№001866-П-БУ от 17.11.2023

## Комплексное лечение недостаточности мозгового кровообращения

# ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ.

На правах рекламы. Имеются противопоказания и нежелательные реакции. Противопоказан детям. Не рекомендуется в период беременности и кормления грудью.



ГЕДЕОН РИХТЕР ОАО

Представительство ОАО "Гедеон Рихтер" (Венгрия) в Республике Беларусь  
г. Минск, пр. Победителей, 5-505, телефакс +375 17 215-25-21  
e-mail: belgedeon@gedeon.by

Для сообщений о нежелательных реакциях: [drugsafety.by@gedeonrichter.eu](mailto:drugsafety.by@gedeonrichter.eu)