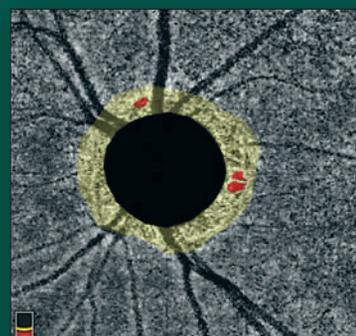
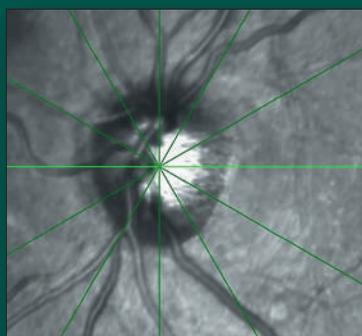


НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА

National Journal of Glaucoma

№ 4 / Том 23 / 2024



В НОМЕРЕ:

Методы визуализации фильтрационной подушки в оценке эффективности антиглаукомной операции

Морфометрические изменения параметров диска зрительного нерва в условиях офтальмогипертензии, индуцированной интравитреальным введением ингибиторов ангиогнеза

Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция в лечении вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами как этап подготовки к кератопротезированию



ДОРТИС

дорзоламид 2% + тимолол 0,5%



ДВА КОМПОНЕНТА. ДВОЙНОЙ МЕХАНИЗМ КОНТРОЛЯ ВГД



Способствует
снижению ВГД на 32,7%
от исходного уровня¹



Улучшение
микроциркуляции
в головке зрительного
нерва и хориоидее²



SENTISS

Ясный взгляд в будущее

ВГД – внутриглазное давление.

1. A randomized trial comparing the dorzolamide-timolol combination given twice daily to monotherapy with timolol and dorzolamide1 Boyle, Janet E et al. Ophthalmology, 1998, Volume 105, Issue 10, 1945 - 1951. 2. Fuchsjäger-Mayrl G. et al./Effect of dorzolamide and timolol on ocular blood flow in patients with primary open angle glaucoma and ocular hypertension//The British journal of ophthalmology. 2005; 89(10): 1293-7.

115432 МОСКВА, ПРОЕКТИРУЕМЫЙ 4062-Й ПРОЕЗД, Д. 6, СТР. 16, ЭТАЖ 4, КОМ. 12, WWW.SENTISS.RU ТЕЛ.: +7 (495) 229-7663 E-MAIL: SENTISS@SENTISS.RU

ИНФОРМАЦИЯ ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ

«Национальный журнал глаукома»

Номер 4, том 23, 2024 год

Научно-практический журнал, издается с 2002 года.
4 выпуска в год.Журнал публикует статьи по различным исследованиям
в области физиологии и патологии внутриглазного
давления, а также сопутствующей офтальмопатологии.

ISSN 2078-4104 (print), ISSN 2311-6862 (online).

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Регистрационный номер ПИ ФС77-55297 от 04 сентября 2013 г.

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное
учреждение «Научно-исследовательский институт
глазных болезней» Российской академии медицинских
наук (119021, Москва г., ул. Россолимо, д. 11, к. А, Б).Журнал включен в Перечень ВАК Российской Федерации
и в систему Российского индекса научного цитирования
(РИНЦ).**Главный редактор** Профессор Еричев В.П.**Заместитель главного редактора**

К.м.н. Антонов А.А.

Ответственный секретарь Михалев А.А.**Члены редколлегии**

Академик РАН, профессор Аветисов С.Э. (Москва)

Профессор Алексеев И.Б. (Москва)

Член-корр. КазНАН, профессор Ботабекова Т.К.
(Казахстан)

Доцент Брежнев А.Ю. (Курск)

Профессор Бржеский В.В. (С.-Петербург)

Академик НАМН, профессор Веселовская З.Ф.
(Украина)

Профессор Денис Ф. (Франция)

Профессор Егоров Е.А. (Москва)

Профессор Касимов Э.М. оглы (Азербайджан)

Профессор Куроедов А.В. (Москва)

Профессор Курышева Н.И. (Москва)

Профессор Лебедев О.И. (Омск)

Д.м.н. Лоскутов И.А. (Москва)

Академик РАН, профессор Мошетова Л.К. (Москва)

Член-корр. НАМН, профессор Пасечникова Н.В.
(Украина)

Профессор Пинто Л.А. (Португалия)

Профессор Страхов В.В. (Ярославль)

Профессор Тигесен Д. (Дания)

Профессор Фламер Дж. (Швейцария)

Профессор Холло Г. (Венгрия)

Приват-доцент Шаарави Т. (Швейцария)

Литературный редактор К.м.н. Волжанин А.В.**Перевод** Михалев А.А.С предложениями о размещении рекламы
звонить по телефону: +7 (917) 541-70-73.Все рекламные материалы публикуются
в соответствии с рекламной политикой журнала.Охраняется законом РФ №5351-1 «Об авторском
праве и смежных правах» от 9 июля 1993 года.Контент распространяется под лицензией
Creative Commons Attribution 4.0 License.

Дата выхода журнала: декабрь 2024.

Тираж 1000 экз.

Журнал изготовлен в ООО «Издательство «Апрель».

© «Национальный журнал глаукома», 2024

Адрес редакции:

ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова»

119021, Москва, ул. Россолимо, д. 11

Тел.: +7 (916) 113-34-11. E-mail: v.erichev@yandex.ru

<http://www.glaucomagjournal.ru>**Адрес издательства:**

ООО «Издательство «Апрель»

107023 Москва, площадь Журавлева, д. 10, оф. 212.

Тел.: 8 (495) 640-32-24. E-mail: aprilpublish@mail.ru

Отпечатано в типографии ООО «Служба печати».

107023, г. Москва, пл. Журавлева, дом 10, оф. 12.

Оригинальные статьи*Еричев В.П., Новиков И.А., Хачатрян Г.К., Макарова А.С.,
Будзинская М.В., Тарасенков А.О.*Объем фильтрационной подушки в прогнозировании
эффективности антиглаукомной операции:
предварительные результаты 3*Андреева Ю.С., Алхарки Л., Будзинская М.В.*Морфометрические изменения параметров диска зрительного
нерва в условиях офтальмогипертензии, индуцированной
интравитреальным введением ингибиторов ангиогенеза 11*Карлова Е.В., Павлюченко А.П.*О совершенствовании способов информирования
пациентов с глаукомой 21*Головин А.В., Соколовская Т.В., Старостина А.В., Шолохова В.Р.,
Шишкова Л.А.*Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция
в лечении вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми
и терминальными дистрофическими бельмами как этап
подготовки к кератопротезированию 29*Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Кочмала О.Б., Лин Пен,
Гаврилова Н.А., Вокуев М.А.*Автоматическая неинвазивная оценка времени разрыва
слезной пленки у пациентов с открытоугольной глаукомой
на гипотензивной терапии и у пациентов с впервые
выявленной глаукомой после СЛТ 37*Копченова Ю.Г., Фролов М.А., Толстых М.П., Фролов А.М.,
Дулани Ф.Т., Тебуева Л.В., Исаев А.Р.*Опыт оценки профессиональных предпочтений хирургов
при выборе дренажа в хирургии глаукомы 46**Обзоры литературы***Курьшева Н.И., Ким В.Ю., Ким В.Е..*Исследование перипапиллярного хориокапиллярного
кровотока при глаукоме.
Часть 2. Выпадение перипапиллярных хориокапилляров
и его связь с глаукомной оптиконейропатией 54*Амашова У.Л., Селезнев А.В., Куроедов А.В.*Основные морфофункциональные корреляции между
показателями флюктуаций офтальмотонуса
и прогрессированием глаукомной оптической нейропатии 60**Фото на обложке:**

1 — вертикальный ОКТ-скан фильтрационной подушки;

2 — линии срезов ДЗН при ОКТ в режиме EDI на приборе Heidelberg Spectralis OCT;

3 — попиксельный расчет выпадения хориокапилляров в β -зоне ППАХ на карте
плотности сосудов с помощью программы ImageJ.

«National Journal of Glaucoma»
«Natsional'nyi zhurnal glaukoma»

No. 4, Vol. 23, 2024

Medical research and practice journal, published quarterly since 2002.

The journal publishes articles concerning research on physiological and pathological aspects of intraocular pressure and associated ophthalmic pathology.

ISSN 2078-4104 (print), ISSN 2311-6862 (online).

Registered in the Federal Service for monitoring communications, information technology and mass communications (Roskomnadzor) under the number «ПИ ФС77-55297», 04.09.2013.

Founder: Federal State Budgetary Institution "Research Institute of Eye Diseases" of Russian Academy of Medical Sciences (119021, Moscow, Rossolimo str., 11, bld. A, B)

The journal is included in the Higher Attestation Commission (HAC) list of periodicals and Russia's Scientific Electronic Library database.

Editor-in-chief Valeriy P. Eriчев – Professor

Assisting Editor Alexey A. Antonov – Candidate of Medical Sciences

Executive Secretary Alexey A. Mikhalev

Editorial board:

Sergey E. Avetisov – Member of the Russian Academy of Sciences, Professor (Moscow)

Igor B. Alekseev – Professor (Moscow)

Turgunsul K. Botabekova – Corresponding Member of the Kazakhstan Academy of Sciences, Professor (Kazakhstan)

Andrey Yu. Brezhnev – Associate Professor (Kursk)

Vladimir V. Brzheskiy – Professor (St. Petersburg)

Zoya F. Veselovskaya – Member of the National Academy of Medical Sciences, Professor (Ukraine)

Philippe Denis – Professor (France)

Evgeny A. Egorov – Professor (Moscow)

Rasim M. oğlu Qasimov – Professor (Azerbaijan)

Alexandr V. Kuroedov – Professor (Moscow)

Natalia I. Kuryshva – Professor (Moscow)

Oleg I. Lebedev – Professor (Omsk)

Igor A. Loskutov – Doctor of Medical Sciences (Moscow)

Larisa K. Moshetova – Member of the Russian Academy of Sciences, Professor (Moscow)

Natalia V. Pasechnikova – Corresponding Member of the National Academy of Medical Sciences, Professor (Ukraine)

Luis Abegao Pinto – Professor (Portugal)

Vladimir V. Strakhov – Professor (Yaroslavl)

John Thygesen – Professor (Denmark)

Josef Flammer – Professor (Switzerland)

Gábor Holló – Professor (Hungary)

Tarek Shaarawy – Privat Docent (Switzerland)

Literary Editor Andrey V. Volzhanin – Candidate of Medical Sciences

Translation by Alexey A. Mikhalev

Tel. for advertising proposals: +7 (917) 541-70-73.

All advertising materials are published in accordance with the advertising policy.

Protected by the Russian Federal Law RF №5351-1

"On author and Related Rights" dated July 9, 1993.

Content is distributed under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Printed in December 2024.

Circulation 1000 copies.

Published by OOO Izdatel'stvo Aprel.

© «Natsional'nyi zhurnal glaukoma», 2024

Editorial Office:

FSBIS "Krasnov Research Institute of Eye Diseases"

119021, Moscow, 11A Rossolimo str.

Tel.: +7 (916) 113-34-11. E-mail: v.erichev@yandex.ru

<https://glaucomajournal.ru/en/>

Publisher:

OOO Izdatel'stvo Aprel

107023, Moscow, 10 Zhuravleva square, office 212.

Tel.: +7 (495) 640-32-24. E-mail: aprilpublish@mail.ru

Printed by OOO Sluzhba pechati.

107023, Moscow, 10 Zhuravleva square, office 12.

Original articles

Eriчев V.P., Novikov I.A., Khachatryan G.K., Makarova A.S., Budzinskaya M.V., Tarasenkov A.O.

Volume of the filtering bleb in prediction of the effectiveness of glaucoma surgery: preliminary results 3

Andreeva Yu.S., Alharki L., Budzinskaya M.V.

Morphometric changes in optic nerve head parameters in ocular hypertension induced by intravitreal administration of angiogenesis inhibitors 11

Karlova E.V., Pavliuchenko A.P.

On improving methods of educating patients with glaucoma 21

Sokolovskaya T.V., Golovin A.V., Starostina A.V.,

Sholokhova V.R., Shishkova L.A.

Micropulse laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukoma as a stage of preparation for keratoprosthesis surgery..... 29

Anisimova S.Yu., Anisimov S.I., Kochmala O.B., Ling Peng,

Gavrilova N.A., Vokuev M.A.

Automated non-invasive assessment of tear film break-up time in patients with open-angle glaucoma on antihypertensive therapy and in patients with newly diagnosed glaucoma after SLT..... 37

Kopchenova Yu.G., Frolov M.A., Tolstykh M.P., Frolov A.M.,

Dulani F.T., Tebueva L.V., Isaev A.R.

Experience with assessment of surgeons' preferences in the choice of drainage implants for glaucoma surgery..... 46

Literature reviews

Kuryshva N.I., Kim V.Yu., Kim V.E.

Peripapillary choriocapillaris blood flow in glaucoma. Part 2. Peripapillary choriocapillaris dropout and its relationship to the progression of glaucomatous optic neuropathy 54

Amashova U.L., Seleznev A.V., Kuroyedov A.V.

Main morphofunctional correlations between indicators of intraocular pressure fluctuations and glaucomatous optic neuropathy progression..... 60

Cover photos:

1 – vertical OCT scan of the filtering bleb;

2 – EDI OCT scan of the optic nerve head on Heidelberg Spectralis;

3 – pixel count of choriocapillaris dropout within the β -zone of peripapillary choroidal atrophy on ONH vessel density map using ImageJ.

Объем фильтрационной подушки в прогнозировании эффективности антиглаукомной операции: предварительные результаты

Еричев В.П., д.м.н., профессор; <https://orcid.org/0000-0001-6842-7164>

Новиков И.А., старший научный сотрудник лаборатории фундаментальных исследований в офтальмологии; <https://orcid.org/0000-0003-4898-4662>

Хачатрян Г.К., к.м.н., научный сотрудник отдела глаукомы; <https://orcid.org/0000-0003-1552-2584>

Макарова А.С., к.м.н., старший научный сотрудник отдела глаукомы; <https://orcid.org/0000-0003-0521-2750>

Будзинская М.В., д.м.н., главный научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, профессор кафедры офтальмологии; <https://orcid.org/0000-0002-5507-8775>

Тарасенков А.О., врач-офтальмолог. <https://orcid.org/0000-0003-3107-5841>.

ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11А.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Еричев В.П., Новиков И.А., Хачатрян Г.К. и др. Объем фильтрационной подушки в прогнозировании эффективности антиглаукомной операции: предварительные результаты. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):3-10.

Резюме

ЦЕЛЬ. Изучить возможность прогнозирования гипотензивной эффективности антиглаукомной операции на основании параметров фильтрационной подушки (ФП), полученных с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ).

МЕТОДЫ. В исследование вошло 15 пациентов (15 глаз) с некомпенсированной первичной открытоугольной глаукомой, которым была выполнена антиглаукомная операция по стандартной методике: синустрабекулэктомия с базальной иридэктомией. Для объективной оценки состояния ФП на 2 сутки после хирургического вмешательства, а также через 7 дней, 1 и 3 месяца была выполнена ОКТ области хирургически созданных путей оттока внутриглазной жидкости. На основании полученных сканов воссоздавали трехмерную модель сформировавшейся ФП и рассчитывали ее объем.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У 3 пациентов к концу срока наблюдения объем ФП составил менее 5,7 мм³, что ассоциировалось с неудачным исходом операции и повышением внутриглазного давления (ВГД) до 22,1±3,2 мм рт.ст. Для достижения целевых значений ВГД этим пациентам был назначен гипотензивный режим.

У остальных пациентов (12 человек) на протяжении всего периода наблюдения уровень ВГД составлял до 14 мм рт.ст. (в среднем 11,7±2,3 мм рт.ст.). ФП была разлитой, а ее объем составлял более 5,7 мм³. Полученный результат хирургического лечения глаукомы позволил оставить пациентов под динамическим наблюдением без назначения гипотензивного режима.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Пороговым значением объема ФП, определяющим долгосрочную эффективность антиглаукомной операции, является 5,7 мм³.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, антиглаукомная операция, фильтрационная подушка, избыточное рубцевание.

Для контактов:

Макарова Анна Сергеевна, e-mail: dr.amakarova@gmail.com

ORIGINAL ARTICLE

Volume of the filtering bleb in prediction of the effectiveness of glaucoma surgery: preliminary results

ERICHEV V.P., Dr. Sci. (Med.), Professor; <https://orcid.org/0000-0001-6842-7164>

NOVIKOV I.A., Senior Researcher at the Laboratory of Fundamental Research in Ophthalmology; <https://orcid.org/0000-0003-4898-4662>

KHACHATRYAN G.K., Cand. Sci. (Med.), Researcher at the Department of Glaucoma; <https://orcid.org/0000-0003-1552-2584>

MAKAROVA A.S., Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Department of Glaucoma; <https://orcid.org/0000-0003-0521-2750>

BUDZINSKAYA M.V., Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher at the Department of Retinal and Optic Nerve Pathology, Professor at the Academic Department of Ophthalmology; <https://orcid.org/0000-0002-5507-8775>

TARASENKOV A.O., ophthalmologist. <https://orcid.org/0000-0003-3107-5841>.

Krasnov Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo St., Moscow, Russian Federation, 119021.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Erichev V.P., Novikov I.A., Khachatryan G.K. et al. Volume of the filtering bleb in prediction of the effectiveness of glaucoma surgery: preliminary results. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):3-10.

Abstract

PURPOSE. To explore the potential for predicting the hypotensive effectiveness of glaucoma surgeries based on the parameters of the filtering bleb (FB) measured using optical coherence tomography (OCT).

METHODS. The study included 15 patients (15 eyes) with uncontrolled primary open-angle glaucoma, who underwent standard glaucoma surgery: sinus trabeculectomy with basal iridectomy. Objective assessment of the FB was performed using OCT on postoperative day 2, and then at 7 days, 1 month, and 3 months after surgery. Based on the OCT scans, a three-dimensional model of the FB was constructed, and its volume was calculated.

RESULTS. In 3 patients, by the end of the observation period, the FB volume was less than 5.7 mm³, which was

associated with an unsuccessful surgical outcome and an increase in intraocular pressure (IOP) to 22.1±3.2 mm Hg. These patients were prescribed hypotensive therapy to achieve target IOP levels.

In the other 12 patients, the IOP remained below 14 mm Hg throughout the observation period, with an average IOP of 11.7±2.3 mm Hg. The FB in these patients was diffuse, and its volume exceeded 5.7 mm³. The successful outcome of the surgery allowed for these patients to avoid the need for additional hypotensive therapy.

CONCLUSION. Long-term success of glaucoma surgery can be predicted using the threshold filtering bleb volume of 5.7 mm³.

KEYWORDS: glaucoma, glaucoma surgery, filtering bleb, excessive scarring.

Глаукома является одной из основных причин необратимых слобовидения и слепоты. В 2020 году в возрастной группе старше 50 лет вследствие глаукомы ослепло около 3,6 миллионов больных (2,8–4,4 млн; доверительный интервал [ДИ] 95%) и отмечено снижение остроты зрения до 0,33 и ниже в 4,1 миллионов случаев (ДИ 95% 3,2–5,2 млн) [1]. По прогнозам ВОЗ, к 2040 году общее число больных данным заболеванием может достичь 111 миллионов человек [2].

Этиологически глаукома представляет собой группу заболеваний, в развитии которых участвует большое число факторов риска. Тем не менее, един-

ственной стратегией с доказанной эффективностью в лечении глаукомы является снижение и поддержание безопасного уровня внутриглазного давления (ВГД), что является основным патогенетически обоснованным способом сохранения и стабилизации зрительных функций у пациентов с глаукомной оптической нейропатией (ГОН) [3, 4].

Принято считать оправданным начинать лечение с назначения топической гипотензивной терапии. С этой целью применяют препараты различных фармакологических групп как в виде монотерапии, так и в виде фиксированных комбинаций [5]. В случае недостаточного успеха применяют лазерные

методы лечения [6]. Но все же наиболее эффективным с позиции достижения безопасного уровня ВГД является хирургический подход. Развитие микроинвазивных гипотензивных вмешательств в последние годы позволяет рассматривать антиглаукомную хирургию как оптимальный способ лечения даже при начальной стадии заболевания [7]. Основной целью антиглаукомных операций, включающих дренажную, непроникающую хирургию и операции фистулизирующего типа, является достижение безопасного уровня ВГД путем создания нового пути оттока для внутриглазной жидкости под конъюнктиву. Формирующаяся же под конъюнктивой фильтрационная подушка (ФП) определяет работоспособность антиглаукомной операции. Таким образом, оценка состояния ФП является одним из важнейших оценочных критериев, который позволяет косвенно судить о степени компенсации процесса и определяет тактику дальнейшего ведения пациента.

Известен и описан ряд классификационных характеристик ФП, которые применяют как в научной, так и в клинической практике [8]. Для оценки биомикроскопических признаков чаще всего применяют Вюрцбургскую классификацию ФП (WBCS, Würzburg Bleb Classification Score), оценочную шкалу ФП Института Индианы (IBAGS, Indiana Bleb Appearance Grading Scale), а также Мурфилдскую шкалу ФП (MBGS, Moorfield Bleb Grading System), которая была создана с учетом возможности применения в телемедицине. Сопоставимость этих шкал и их прогностическое значение в клинической работе описаны в ряде исследований [9–11]. Однако использование только субъективных параметров ограничивает их практическое использование.

С целью более объективной оценки ФП использовали ряд инструментальных методов исследования, наиболее распространенными среди которых были ультразвуковая биомикроскопия и оптическая когерентная томография (ОКТ). Сравнительные исследования этих двух методов показали явное преимущество ОКТ, обусловленное отсутствием контактного датчика и большей разрешающей способностью [12–14].

Метод ОКТ основан на оценке задержки отраженного от тканей глаза инфракрасного света, измеряемой путем сравнения с помощью низкокогерентной интерферометрии отраженной и референсной волн, и в настоящий момент широко распространен в офтальмологии. Для исследования заднего сегмента глаза применяется свет с длиной волны 800–900 нм, переднего отрезка — 1300–1500 нм. При оценке результата ОКТ-исследования используют понятия гипер- или гипорефлексивности, описывающие отражение света исследуемой тканью; это схоже с понятиями гипер- и гипозоногенности, применяемых в ультразвуковых исследованиях. Важным шагом в новых технологических

разработках ОКТ стало введение преобразования Фурье для оценки широкополосного инфракрасного луча (Fourier-domain OCT) вместо использовавшегося ранее последовательного создания и оценки ряда А-сканов (time-domain OCT). Это позволило значительно увеличить разрешение сканов и скорость исследования, что в последующем также позволило создавать трехмерные изображения исследуемых тканей.

В хирургии глаукомы ОКТ используют для оценки линейных размеров ФП и толщины ее стенки, определении уровня ретенции при отсутствии фильтрации [15, 16], при подозрении на наружную фильтрацию [17], для оценки толщины трабекуло-десцеметовой мембраны после непроникающих вмешательств [18], для оценки положения трубки дренажа в передней камере [19, 20], выбора оптимального места для иридэктомии при обструкции радужкой дренажного отверстия [21]. Оценка васкуляризации ФП с помощью ангио-ОКТ сопоставима с оценкой по субъективным шкалам IBAGS и MBGS [22].

Первая ОКТ-классификация ФП была предложена С. Leung и соавт. в 2007 году, предлагавшая разделять ФП на 4 вида: 2 функционирующих и 2 нефункционирующих. К первым относят диффузные (множественные арелфлексивные участки под конъюнктивой, соответствующие скоплениям жидкости; в целом гипорефлексивная ФП) и кистозные ФП (крупное гипорефлексивное пространство под конъюнктивой, тонкая конъюнктив). К нефункционирующим относят плоские и инкапсулированные ФП, для которых характерны отсутствие субконъюнктивальной влаги, либо ограниченные супрасклеральные пространства с высокорелфлексивными стенками [23]. Позже была описана картина конфокальной микроскопии каждого из четырех видов ФП [24]. Более поздние ОКТ-классификации ФП в целом схожи с предложенной Leung и соавт. Так, Рыков С.А. и соавт. к функционирующим относят разлитую и кистовидную, к нефункционирующим — фиброзную и капюшоновидную [25]. Savini G. и соавт. выделяют типы ФП А, В и С: для типа А характерны толстая стенка и единое крупное заполненное влагой пространство; для типа В — тонкая стенка и множественные заполненные влагой пространства; для типа С — множественные нерегулярные плоские заполненные влагой пространства [26]. Hirooka K. и соавт. выделяют кистозные (с множественными кистами в ФП), диффузные (гипо- и гиперрефлексивные участки в ФП) и слоистые (средне- и высокорелфлексивные участки в ФП) виды [27].

Таким образом, большинство классификаций ФП имеют общие черты. Описана также упрощенная классификация Wen J. и соавт., в которой описывается только высота и рефлексивность ФП [28]. Перспективным направлением в ОКТ-классифицировании

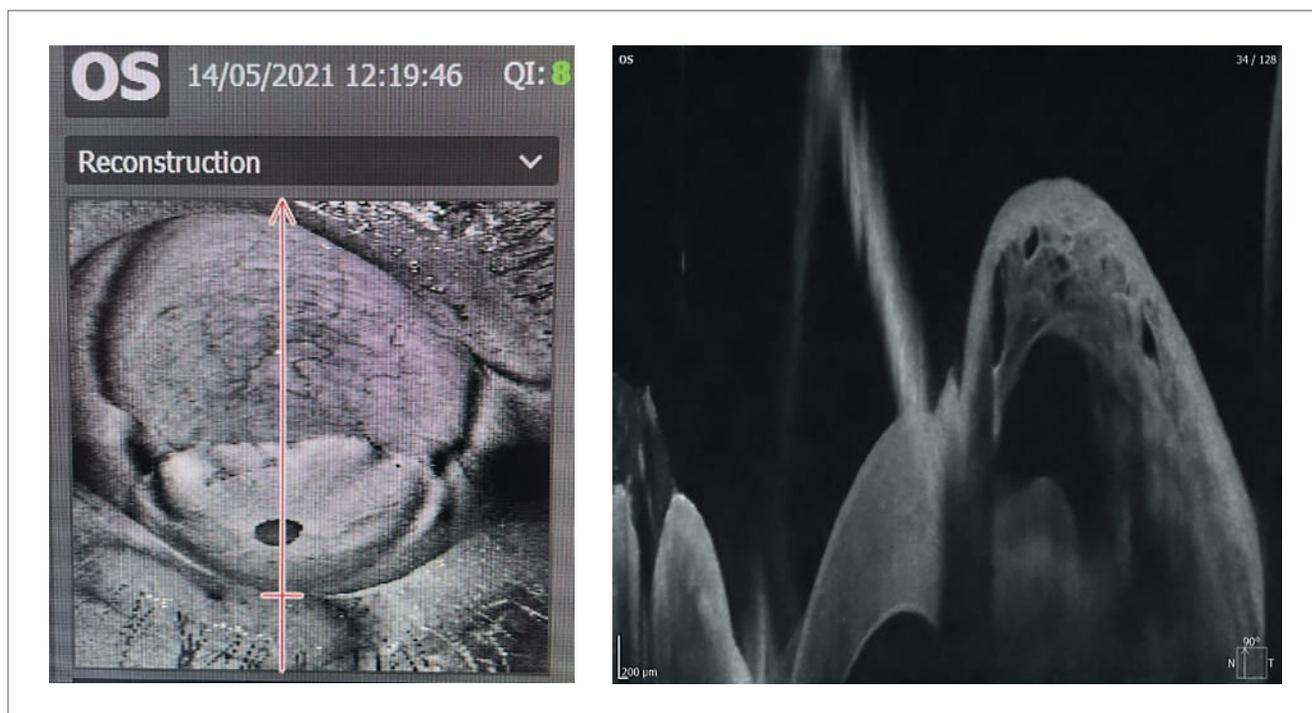


Рис. 1. Вертикальный скан фильтрационной подушки, полученный при ОКТ.

Fig. 1. Vertical OCT scan of the filtering bleb.

ФП является оценка неоднородной рефлексивности стенки ФП («мультирефлексивности»), ассоциированной с положительным исходом [29, 30] и создание классификаций на основе данных ангио-ОКТ, появившихся в последние годы [31–33]. Несмотря на большой массив данных об ОКТ-картине ФП, имеются лишь единичные работы, в которых оценивают объем ФП [34, 35]. В некоторых таких работах объем ФП рассчитывается по данным магнитно-резонансной томографии вкупе с оценкой положения дренажного устройства [36, 37].

Проблема классификационных характеристик ФП считается актуальной с точки зрения принятия тактических и прогностических решений, направленных на повышение эффективности хирургического лечения глаукомы.

Цель настоящего исследования — изучить возможность прогнозирования гипотензивной эффективности операций фистулизирующего типа на основании вычисления объективных параметров фильтрационной подушки при помощи современных методов визуализации.

Материалы и методы

В исследование было включено 15 пациентов (15 глаз) с некомпенсированной первичной открытоугольной глаукомой II стадии, которым требовалось хирургическое гипотензивное вмешательство с целью стабилизации зрительных функций. До антиглаукомной операции все пациенты находились на

максимально переносимой местной терапии. Средний возраст пациентов составил 72 ± 6 лет, из них 40% мужчин и 60% женщин. Критериями исключения были: предшествующее лазерное или хирургическое лечение глаукомы, артефакция, внутриглазные воспаления в анамнезе, любые внутриглазные операции либо травмы органа зрения в анамнезе. В предоперационном периоде проводили стандартное офтальмологическое обследование, включающее визометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию, а также статическую периметрию и оптическую когерентную томографию в динамике для оценки стабилизации глаукомной оптической нейропатии. Измерение уровня ВГД на всех этапах исследования проводили с использованием бесконтактного тонометра Reichert 7CR (Reichert, США) с определением показателя роговично-компенсированного давления.

Всем пациентам была выполнена антиглаукомная операция одним и тем же хирургом по стандартной методике: синустрабекулэктомия с базальной иридэктомией. Каждому пациенту было проведено ОКТ-сканирование фильтрационной подушки через 2 и 7 дней, 1 и 3 месяца после хирургического вмешательства. На каждом осмотре проводили визометрию, измерение ВГД, оценивали ФП при биомикроскопии и сопоставляли с полученными данными объема ФП.

На первом этапе исследования нами был произведен расчет объема ФП с помощью метода спектральной ОКТ переднего сегмента. Сканирование

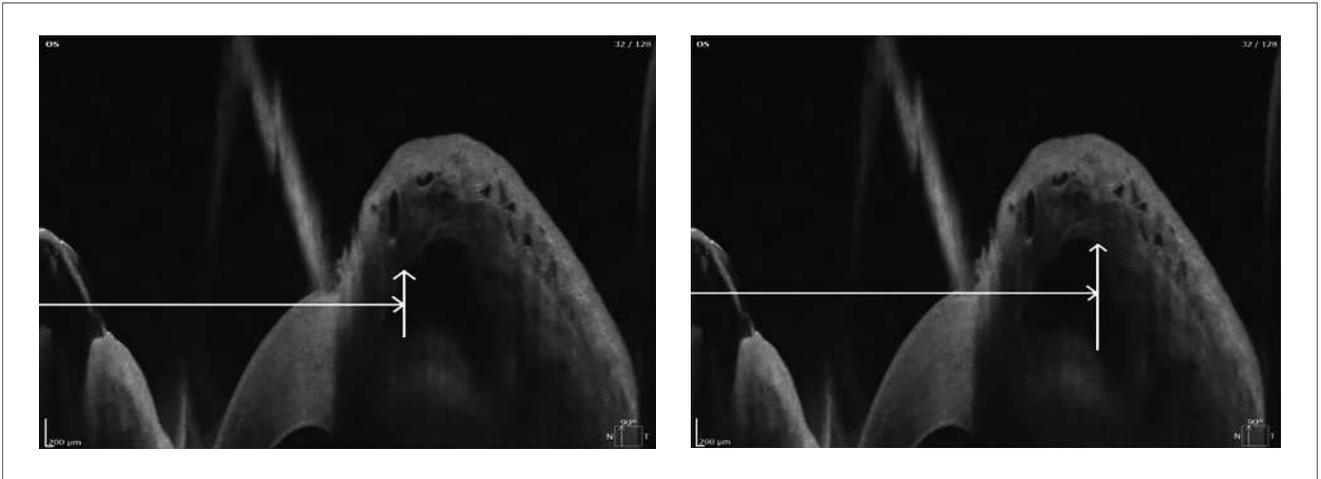


Рис. 2. Алгоритм работы со сканом ФП. Вертикальная стрелка соответствует высоте полости ФП (h). Горизонтальная стрелка — координата y , соответствующая каждой точке скана, где производилось измерение высоты «полости» ФП.

Fig. 2. Algorithm for analysis of the FB scan. The vertical arrow indicates the height of the FB cavity (h). The horizontal arrow shows the y -coordinate corresponding to each point of the scan where FB cavity height measurements were taken.

области хирургически созданных путей оттока внутриглазной жидкости проводилось на томографе Revo NX (Optopol, Польша), позволяющем получать срез изображения исследуемой области в высоком разрешении (рис. 1). С его помощью можно определить уровень скопления жидкости в ФП (субконъюнктивальный и супрасклеральный), толщину стенки ФП, ее ширину и высоту, а также наличие микрокист, что в совокупности позволяет дать оценку функционального состояния хирургически созданных путей оттока ВГЖ и спрогнозировать дальнейший гипотензивный эффект.

После вертикального ОКТ-сканирования, проходящего через ось симметрии, параллельную сагиттальной плоскости глаза, для дальнейших вычислений использовали всю серию сканов ФП. Специализированного программного обеспечения для решения этой задачи не существует, но так как для каждого скана известен латеральный и вертикальный масштаб, а также известно реальное расстояние между сканами в сетке при сканировании, то задача объективного вычисления объема сложной, иногда многочастной полости ФП может быть решена. Для этого в реальном масштабе, соответствующем миллиметрам координатной сетки (x, y) на поверхности склеры, для каждой точки в пределах фильтрационной подушки и окружающих ее тканей оценивали высоту h «полости» ФП (рис. 2) и заносили в массив данных. При этом координата x вычислялась исходя из порядкового номера скана, а координата y считывалась в каждой точке измерения от левой кромки профиля, принимаемой за $y=0$. В точках, где расслоения тканей не визуализировалось, h принимали равным «0». В результате обработки совокупности ОКТ-сканов для каждой ФП был сформирован нерегулярный массив

вида $\{x, y, h\}$, характеризующий распределение ее объема в пространстве. После этого в программе Surfer 7.0 (Golden Software, США), которая создана для работы с нерегулярными данными, формировалась трехмерная модель «полости» ФП и высчитывался ее объем (патент на изобретение № 2 789 334 от 01.02.2023 Бюл. № 4) [38].

Результаты и обсуждение

У 3 пациентов из 15 к концу наблюдения объем ФП составил менее $5,7 \text{ мм}^3$. Уровень ВГД в послеоперационном периоде был декомпенсирован и в среднем составлял $22,1 \pm 3,2 \text{ мм рт.ст.}$ Для достижения целевых значений ВГД этим пациентам был назначен гипотензивный режим.

У большинства пациентов (12 человек) на протяжении всего периода наблюдения отмечали значение ВГД до 14 мм рт.ст. (в среднем $11,7 \pm 2,3 \text{ мм рт.ст.}$) и разлитой характер ФП, объем которой составлял более $5,7 \text{ мм}^3$. Достигнутый результат хирургического лечения ПОУГ позволил оставить пациентов под динамическим наблюдением в обозначенные клиническими рекомендациями сроки без назначения гипотензивного режима.

Полученные данные позволили выбрать пороговое значение объема ФП, указывающее на характер прогнозирования гипотензивной эффективности антиглаукомной операции. Однако очень важно учитывать наличие кистозных изменений ФП, поскольку объем ФП при них будет большим вследствие склеро-конъюнктивальных сращений, но ВГД при этом будет высокое. Это может быть ассоциировано с более неблагоприятным прогнозом вмешательства и необходимости дополнительных мер для снижения ВГД.

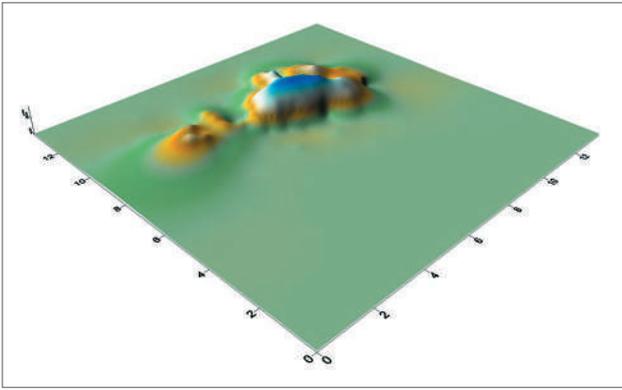


Рис. 3. 3D-модель ФП пациента С. Видно, что помимо основной «полости», соответствующей точке с максимальной высотой ФП, визуализируются дополнительные камеры, сообщающиеся с основной «полостью» каналами. Такая картина соответствует определяемой при биомикроскопии разлитой ФП без склеро-конъюнктивальных сращений. Координаты осей даны в мм.

Fig. 3. 3D model of the FB of patient S. In addition to the primary 'cavity', which corresponds to the point of maximum FB height, additional chambers connected to the primary 'cavity' by channels are visualized. Such pattern corresponds to a diffuse FB with no adhesions between the sclera and conjunctiva, as seen on biomicroscopy. Axis coordinates are in mm.

Первые результаты нашего исследования демонстрируют прямую корреляцию между объемом и формой фильтрационной подушки, полученными с помощью ОКТ, и послеоперационным уровнем ВГД. Наличие кистозных полостей в области хирургически созданных путей оттока внутриглазной жидкости сопровождается повышением офтальмотонуса, что наглядно отражает процессы избыточного рубцевания. Хотя синустрабекулэктомия в большинстве случаев эффективна, некоторым пациентам для достижения целевого ВГД необходимо своевременное назначение местных гипотензивных препаратов. Тактика послеоперационного ведения пациента и рациональный выбор метода лечения зависит от наличия жидкости в области ФП, ее объема и формы, что с высокой степенью достоверности позволяет визуализировать ОКТ.

Клинические примеры

Пример 1. Пациент С., 75 лет, обратился с высоким ВГД на максимально допустимом медикаментозном гипотензивном режиме. При осмотре ВГД на правом глазу составило 25 мм рт.ст. Зрительные функции на правом глазу соответствовали II стадии ГОН. Пациенту была проведена антиглаукомная операция. На 2 сутки проведена ОКТ ФП. По описанной методике был высчитан объем ФП, составивший $10,4 \text{ мм}^3$ (рис. 3). На ОКТ-сканах не визуализировались склеро-конъюнктивальные сращения, что свидетельствовало о некистозном характере ФП. ВГД составило 9,7 мм рт.ст. При последующих осмотрах наблюдали стойкую компенсацию ВГД

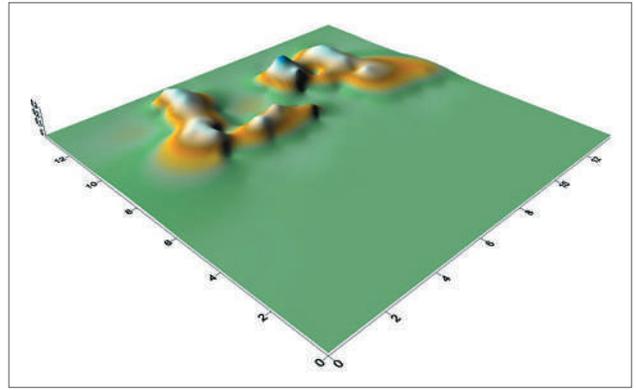


Рис. 4. 3D-модель ФП у пациентки С. Определяются разрозненные плоские камеры небольшого объема, не сообщающиеся между собой. Свойства ФП свидетельствуют о затруднении оттока внутриглазной жидкости под конъюнктиву и о возможном наличии склеро-конъюнктивальных сращений. Координаты осей даны в мм.

Fig. 4. 3D model of the FB of patient S. Separate flat chambers of small volume are visualized, not connected to each other. These FB properties suggest impaired outflow of intraocular fluid to under the conjunctiva and the possible presence of adhesions between the sclera and conjunctiva. Axis coordinates are in mm.

и стабилизацию зрительных функций, что подтверждало адекватность прогнозирования по предложенному способу.

Пример 2. Пациентка С., 68 лет, обратилась с высоким ВГД на максимально допустимом гипотензивном режиме. При осмотре ВГД на левом глазу составило 28 мм рт.ст., зрительные функции соответствовали II стадии ГОН. Пациентке была проведена антиглаукомная операция. На 2 сутки проведена ОКТ ФП с дальнейшей оценкой по описанной методике. Объем ФП составил $4,02 \text{ мм}^3$ (рис. 4). Уровень ВГД составил 21,7 мм рт.ст. В связи с декомпенсацией ВГД пациентке была назначена местная гипотензивная терапия. При последующих осмотрах наблюдалась стойкая нормализация ВГД на монотерапии местными гипотензивными препаратами и стабилизация зрительных функций.

Заключение

В последние годы в силу ряда причин, к которым, прежде всего, следует отнести немотивированно длительную топическую терапию с применением консервант-содержащих препаратов, заметно сокращается длительность гипотензивной эффективности антиглаукомных операций. В связи с этим прогнозирование исходов хирургического вмешательства по оценке состояния ФП представляет определенный интерес. Предложенный нами метод визуализации ФП, основанный на ее моделировании с использованием ОКТ, позволяет получить такие её характеристики, как уровень скопления

жидкости (субконъюнктивальный и супрасклеральный), толщину стенок, ширину и высоту, а также наличие микрокист. В совокупности это позволяет дать оценку функционального состояния хирургически созданных путей оттока внутриглазной жидкости и спрогнозировать дальнейший гипотензивный эффект. Подобные сведения могут позволить своевременно и эффективно сформулировать тактические подходы к пролонгации гипотензивного эффекта.

Литература

1. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Health* 2021; 9(2):e144-e160. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30489-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30489-7)
2. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014; 121(11):2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
3. Terminology and guidelines for glaucoma. 5th edition. Savona, Italy: European Glaucoma Society; 2020.
4. Национальное руководство по глаукоме для практикующих врачей. Под ред. Егорова Е.А., Астахова Ю.С., Еричева В.П. М: ГЭОТАР-Медиа 2015; 456
5. Абышева Л.А., Александров А.С., Арапиев М.У. и др. Оптимизация лечебно-диагностического процесса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой. *Национальный журнал глаукома* 2016; 15(2):19-35.
6. Gazzard G., Konstantakopoulou E., Garway-Heath D. et al. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2019; 393(10180):1505-1516. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32213-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32213-X)
7. Nichani P., Popovic M.M., Schlenker M.B., Park J., Ahmed I.I.K. Micro-invasive glaucoma surgery: A review of 3476 eyes. *Surv Ophthalmol* 2021; 66(5):714-742. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2020.09.005>
8. Петров С.Ю. Классификация фильтрационных подушек. *Национальный журнал глаукома* 2014; 13(2):85-94.
9. Wells A.P., Ashraff N.N., Hall R.C., Purdie G. Comparison of two clinical Bleb grading systems. *Ophthalmology* 2006; 113(1):77-83. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.06.037>
10. Klink T., Kann G., Ellinger P., Klink J., Grehn F., Guthoff R. The prognostic value of the Wuerzburg bleb classification score for the outcome of trabeculectomy. *Ophthalmologica* 2011; 225(1):55-60. <https://doi.org/10.1159/000314717>
11. Smith M., Chipman M.L., Trope G.E., Buys Y.M. Correlation between the Indiana bleb appearance grading scale and intraocular pressure after phacotrabeculectomy. *J Glaucoma* 2009; 18(3):217-219. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31817423e0>
12. Golez E., 3rd, Latina M. The use of anterior segment imaging after trabeculectomy. *Semin Ophthalmol* 2012; 27(5-6):155-159. <https://doi.org/10.3109/08820538.2012.707275>
13. Wu Q., Zhang Y., Song B.W., Lu B., Guan J.H. [Evaluation of the bleb morphology and the function of post filtration surgery using slit-lamp adapted optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in glaucoma patients]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2008; 44(5):402-407.
14. Zhang Y., Wu Q., Zhang M., Song B.W., Du X.H., Lu B. Evaluating subconjunctival bleb function after trabeculectomy using slit-lamp optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy. *Chin Med J (Engl)* 2008; 121(14):1274-1279.
15. Singh M., Chew P.T., Friedman D.S., Nolan W.P., See J.L., Smith S.D., Zheng C., Foster P.J., Aung T. Imaging of trabeculectomy blebs using anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007; 114(1):47-53. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.078>
16. Киселева О.А., Филиппова О.М., Бессмертный А.М., Робустова О.В. Роль оптической когерентной томографии переднего отдела в контроле и коррекции послеоперационного периода у больных с глаукомой. *Российский офтальмологический журнал* 2009; 2(4):15-19.
17. Kojima S., Inoue T., Kawaji T., Tanihara H. Filtration bleb revision guided by 3-dimensional anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2014; 23(5):312-315. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182741ee6>
18. Муравьев С.В., Малюгин Б.Э., Молоткова И.А., Николашин С.И. Морфологический анализ путей оттока внутриглазной жидкости после каналоластики и классической непроникающей глубокой склерэктомии с помощью оптической когерентной томографии. *Офтальмохирургия* 2017; 1:27-32.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Еричев В.П., Новиков И.А., Будзинская М.В.

Сбор и обработка материала: Хачатрян Г.К., Макарова А.С., Тарасенков А.О.

Статистическая обработка: Хачатрян Г.К., Макарова А.С.

Написание статьи: Еричев В.П., Хачатрян Г.К., Макарова А.С.

Редактирование: Еричев В.П., Новиков И.А.

References

1. GBD 2019 Blindness and Vision Impairment Collaborators; Vision Loss Expert Group of the Global Burden of Disease Study. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: the Right to Sight: an analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Health* 2021; 9(2):e144-e160. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30489-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30489-7)
2. Tham Y.C., Li X., Wong T.Y., Quigley H.A., Aung T., Cheng C.Y. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology* 2014; 121(11):2081-2090. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.05.013>
3. Terminology and guidelines for glaucoma. 5th edition. Savona, Italy: European Glaucoma Society; 2020.
4. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome dlya praktikuyuschikh vrachei [National glaucoma guidelines for practitioners]. Egorov E.A., Astakhov Yu.S., Eriчев V.P., eds. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2015. 456 p.
5. Abysheva L.D., Alexandrov A.S., Arapiev M.U. et al. Optimization of diagnosis and treatment options in primary open-angle glaucoma patients. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2016; 15(2):19-35.
6. Gazzard G., Konstantakopoulou E., Garway-Heath D. et al. Selective laser trabeculoplasty versus eye drops for first-line treatment of ocular hypertension and glaucoma (LiGHT): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet* 2019; 393(10180):1505-1516. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32213-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32213-X)
7. Nichani P., Popovic M.M., Schlenker M.B., Park J., Ahmed I.I.K. Micro-invasive glaucoma surgery: A review of 3476 eyes. *Surv Ophthalmol* 2021; 66(5):714-742. <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2020.09.005>
8. Petrov S.Yu. Filtering bleb classifications. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2014; 13(2):85-94.
9. Wells A.P., Ashraff N.N., Hall R.C., Purdie G. Comparison of two clinical Bleb grading systems. *Ophthalmology* 2006; 113(1):77-83. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.06.037>
10. Klink T., Kann G., Ellinger P., Klink J., Grehn F., Guthoff R. The prognostic value of the Wuerzburg bleb classification score for the outcome of trabeculectomy. *Ophthalmologica* 2011; 225(1):55-60. <https://doi.org/10.1159/000314717>
11. Smith M., Chipman M.L., Trope G.E., Buys Y.M. Correlation between the Indiana bleb appearance grading scale and intraocular pressure after phacotrabeculectomy. *J Glaucoma* 2009; 18(3):217-219. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31817423e0>
12. Golez E., 3rd, Latina M. The use of anterior segment imaging after trabeculectomy. *Semin Ophthalmol* 2012; 27(5-6):155-159. <https://doi.org/10.3109/08820538.2012.707275>
13. Wu Q., Zhang Y., Song B.W., Lu B., Guan J.H. [Evaluation of the bleb morphology and the function of post filtration surgery using slit-lamp adapted optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy in glaucoma patients]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi* 2008; 44(5):402-407.
14. Zhang Y., Wu Q., Zhang M., Song B.W., Du X.H., Lu B. Evaluating subconjunctival bleb function after trabeculectomy using slit-lamp optical coherence tomography and ultrasound biomicroscopy. *Chin Med J (Engl)* 2008; 121(14):1274-1279.
15. Singh M., Chew P.T., Friedman D.S., Nolan W.P., See J.L., Smith S.D., Zheng C., Foster P.J., Aung T. Imaging of trabeculectomy blebs using anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2007; 114(1):47-53. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.05.078>
16. Kiseleva OA, Filippova OM, Bessmertny AM, Robustova OV. The role of optical coherent tomography of the anterior eye segment in the postoperative management of glaucoma patients. *Russian Ophthalmological Journal* 2009; 2(4):15-19.
17. Kojima S., Inoue T., Kawaji T., Tanihara H. Filtration bleb revision guided by 3-dimensional anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma* 2014; 23(5):312-315. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182741ee6>
18. Muraviev SV, Malugin BE, Molotkova IA, Nikolashin SI. Morphologic analysis of aqueous humor outflow path after canaloplastics and classic non-penetrating deep sclerectomy by optical coherence tomography. *Oftalmokhirurgiya* 2017; 1:27-32.

19. Konstantinidis A., Panos G.D., Triantafylla M., Labiris G., Tsaragli E., Gatziofous Z., Kozobolis V. Imaging of filtering blebs after implantation of the Ex-PRESS shunt with the use of the Visante optical coherence tomography. *Int J Ophthalmol* 2015; 8(3):492-495. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2015.03.10>
20. Бикбов М.М., Хуснутдинов И.И. Анализ гипотензивного эффекта имплантации клапана Ahmed при рефрактерной глаукоме. *Национальный журнал глаукома* 2016; 15(3):24-33.
21. Chua J., Mehta J.S., Tan D.T. Use of anterior segment optical coherence tomography to assess secondary glaucoma after penetrating keratoplasty. *Cornea* 2009; 28(2):243-245. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e318188036d>
22. Seo J.H., Kim Y.A., Park K.H., Lee Y. Evaluation of Functional Filtering Bleb Using Optical Coherence Tomography Angiography. *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8(3):14. <https://doi.org/10.1167/tvst.8.3.14>
23. Leung C.K., Yick D.W., Kwong Y.Y., Li F.C., Leung D.Y., Mohamed S., Tham C.C., Chung-chai C., Lam D.S. Analysis of bleb morphology after trabeculectomy with Visante anterior segment optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(3):340-344. <https://doi.org/10.1136/bjo.2006.100321>
24. Ciancaglini M., Carpineto P., Agnifili L., Nubile M., Lanzini M., Fasanella V., Mastropasqua L. Filtering bleb functionality: a clinical, anterior segment optical coherence tomography and in vivo confocal microscopy study. *J Glaucoma* 2008; 17(4):308-317. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815c3a19>
25. Рыков С.А., Косуба С.И., Сук С.А., Тутченко Л.П., Косуба И.С., Венедиктова О.А. Анатомо-топографические особенности фильтрующих подушек после операций неперфорирующего типа у больных глаукомой по данным оптической когерентной томографии. *Офтальмологический журнал* 2014; 4:34-39.
26. Savini G., Zanini M., Barboni P. Filtering blebs imaging by optical coherence tomography. *Clin Exp Ophthalmol* 2005; 33(5):483-489. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2005.01066.x>
27. Hirooka K., Takagishi M., Baba T., Takenaka H., Shiraga F. Stratus optical coherence tomography study of filtering blebs after primary trabeculectomy with a fornix-based conjunctival flap. *Acta Ophthalmol* 2010; 88(1):60-64. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2008.01401.x>
28. Wen J.C., Stinnett S.S., Asrani S. Comparison of Anterior Segment Optical Coherence Tomography Bleb Grading, Moorfields Bleb Grading System, and Intraocular Pressure After Trabeculectomy. *J Glaucoma* 2017; 26(5):403-408. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000636>
29. Raj A., Bahadur H. Morphological analysis of functional filtering blebs with anterior segment optical coherence tomography: A short-term prediction for success of trabeculectomy. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(4):1978-1985. <https://doi.org/10.1177/1120672120924340>
30. Kasaragod D., Fukuda S., Ueno Y., Hoshi S., Oshika T., Yasuno Y. Objective Evaluation of Functionality of Filtering Bleb Based on Polarization-Sensitive Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(4):2305-2310. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18178>
31. Hayek S., Labbe A., Brasnu E., Hamard P., Baudouin C. Optical Coherence Tomography Angiography Evaluation of Conjunctival Vessels During Filtering Surgery. *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8(4):4. <https://doi.org/10.1167/tvst.8.4.4>
32. Mastropasqua R., Brescia L., Di Antonio L., Guarini D., Giattini D., Zuppari E., Agnifili L. Angiographic biomarkers of filtering bleb function after XEN gel implantation for glaucoma: an optical coherence tomography-angiography study. *Acta Ophthalmol* 2020; 98(6):e761-e767. <https://doi.org/10.1111/aos.14371>
33. Yin X., Cai Q., Song R., He X., Lu P. Relationship between filtering bleb vascularization and surgical outcomes after trabeculectomy: an optical coherence tomography angiography study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256(12):2399-2405. <https://doi.org/10.1007/s00417-018-4136-0>
34. Perez-Rico C., Gutierrez-Ortiz C., Moreno-Salgueiro A., Gonzalez-Mesa A., Teus M.A. Visante anterior segment optical coherence tomography analysis of morphologic changes after deep sclerectomy with intraoperative mitomycin-C and no implant use. *J Glaucoma* 2014; 23(1):e86-90. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829ea2c8>
35. Kawana K., Kiuchi T., Yasuno Y., Oshika T. Evaluation of trabeculectomy blebs using 3-dimensional cornea and anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2009; 116(5):848-855. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.11.019>
36. Detorakis E.T., Maris T., Papadaki E., Tsilimbaris M.K., Karantanas A.H., Pallikaris I.G. Evaluation of the position and function of aqueous drainage implants with magnetic resonance imaging. *J Glaucoma* 2009; 18(6):453-459. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181895e42>
37. Sano I., Tanito M., Uchida K., Katsube T., Kitagaki H., Ohira A. Assessment of Filtration Bleb and Endplate Positioning Using Magnetic Resonance Imaging in Eyes Implanted with Long-Tube Glaucoma Drainage Devices. *PLoS One* 2015; 10(12):e0144595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144595>
38. Патент РФ на изобретение №2789334/01.02.2023. Бюл. №4. Макарова А.С., Еричев В.П., Будзинская М.В., Хачатрян Г.К., Тарасенков А.О., Новиков И.А. Способ прогнозирования эффективности синустрабекулэктомии. <https://patents.google.com/patent/RU2789334C1/ru>
19. Konstantinidis A., Panos G.D., Triantafylla M., Labiris G., Tsaragli E., Gatziofous Z., Kozobolis V. Imaging of filtering blebs after implantation of the Ex-PRESS shunt with the use of the Visante optical coherence tomography. *Int J Ophthalmol* 2015; 8(3):492-495. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2015.03.10>
20. Bikbov M.M., Khunutdinov I.I. Analysis of the hypotensive effect of Ahmed valve implantation in refractory glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma* 2016; 15(3):24-33.
21. Chua J., Mehta J.S., Tan D.T. Use of anterior segment optical coherence tomography to assess secondary glaucoma after penetrating keratoplasty. *Cornea* 2009; 28(2):243-245. <https://doi.org/10.1097/ICO.0b013e318188036d>
22. Seo J.H., Kim Y.A., Park K.H., Lee Y. Evaluation of Functional Filtering Bleb Using Optical Coherence Tomography Angiography. *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8(3):14. <https://doi.org/10.1167/tvst.8.3.14>
23. Leung C.K., Yick D.W., Kwong Y.Y., Li F.C., Leung D.Y., Mohamed S., Tham C.C., Chung-chai C., Lam D.S. Analysis of bleb morphology after trabeculectomy with Visante anterior segment optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol* 2007; 91(3):340-344. <https://doi.org/10.1136/bjo.2006.100321>
24. Ciancaglini M., Carpineto P., Agnifili L., Nubile M., Lanzini M., Fasanella V., Mastropasqua L. Filtering bleb functionality: a clinical, anterior segment optical coherence tomography and in vivo confocal microscopy study. *J Glaucoma* 2008; 17(4):308-317. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815c3a19>
25. Rykov SA, Kosuba SI, Suk SA, Tutchenko LP, Kosuba IS, Venediktova OA. Anatomical and topographical features of filtering blebs after non-penetrating deep sclerectomy in patients with glaucoma according to optical coherence tomography. *Oftal'mologicheskii zhurnal* 2014; 4:34-39.
26. Savini G., Zanini M., Barboni P. Filtering blebs imaging by optical coherence tomography. *Clin Exp Ophthalmol* 2005; 33(5):483-489. <https://doi.org/10.1111/j.1442-9071.2005.01066.x>
27. Hirooka K., Takagishi M., Baba T., Takenaka H., Shiraga F. Stratus optical coherence tomography study of filtering blebs after primary trabeculectomy with a fornix-based conjunctival flap. *Acta Ophthalmol* 2010; 88(1):60-64. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2008.01401.x>
28. Wen J.C., Stinnett S.S., Asrani S. Comparison of Anterior Segment Optical Coherence Tomography Bleb Grading, Moorfields Bleb Grading System, and Intraocular Pressure After Trabeculectomy. *J Glaucoma* 2017; 26(5):403-408. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000636>
29. Raj A., Bahadur H. Morphological analysis of functional filtering blebs with anterior segment optical coherence tomography: A short-term prediction for success of trabeculectomy. *Eur J Ophthalmol* 2021; 31(4):1978-1985. <https://doi.org/10.1177/1120672120924340>
30. Kasaragod D., Fukuda S., Ueno Y., Hoshi S., Oshika T., Yasuno Y. Objective Evaluation of Functionality of Filtering Bleb Based on Polarization-Sensitive Optical Coherence Tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(4):2305-2310. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-18178>
31. Hayek S., Labbe A., Brasnu E., Hamard P., Baudouin C. Optical Coherence Tomography Angiography Evaluation of Conjunctival Vessels During Filtering Surgery. *Transl Vis Sci Technol* 2019; 8(4):4. <https://doi.org/10.1167/tvst.8.4.4>
32. Mastropasqua R., Brescia L., Di Antonio L., Guarini D., Giattini D., Zuppari E., Agnifili L. Angiographic biomarkers of filtering bleb function after XEN gel implantation for glaucoma: an optical coherence tomography-angiography study. *Acta Ophthalmol* 2020; 98(6):e761-e767. <https://doi.org/10.1111/aos.14371>
33. Yin X., Cai Q., Song R., He X., Lu P. Relationship between filtering bleb vascularization and surgical outcomes after trabeculectomy: an optical coherence tomography angiography study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256(12):2399-2405. <https://doi.org/10.1007/s00417-018-4136-0>
34. Perez-Rico C., Gutierrez-Ortiz C., Moreno-Salgueiro A., Gonzalez-Mesa A., Teus M.A. Visante anterior segment optical coherence tomography analysis of morphologic changes after deep sclerectomy with intraoperative mitomycin-C and no implant use. *J Glaucoma* 2014; 23(1):e86-90. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31829ea2c8>
35. Kawana K., Kiuchi T., Yasuno Y., Oshika T. Evaluation of trabeculectomy blebs using 3-dimensional cornea and anterior segment optical coherence tomography. *Ophthalmology* 2009; 116(5):848-855. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.11.019>
36. Detorakis E.T., Maris T., Papadaki E., Tsilimbaris M.K., Karantanas A.H., Pallikaris I.G. Evaluation of the position and function of aqueous drainage implants with magnetic resonance imaging. *J Glaucoma* 2009; 18(6):453-459. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181895e42>
37. Sano I., Tanito M., Uchida K., Katsube T., Kitagaki H., Ohira A. Assessment of Filtration Bleb and Endplate Positioning Using Magnetic Resonance Imaging in Eyes Implanted with Long-Tube Glaucoma Drainage Devices. *PLoS One* 2015; 10(12):e0144595. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144595>
38. Patent of the Russian Federation for invention No.2789334/02/01/2023. Byul. No.4. Makarova A.S., Yerichev V.P., Budzinskaya M.V., Khachatryan G.K., Tarasenko A.O., Novikov I.A. Method for predicting the effectiveness of sinustrabeculectomy. <https://patents.google.com/patent/RU2789334C1/ru>

Морфометрические изменения параметров диска зрительного нерва в условиях офтальмогипертензии, индуцированной интравитреальным введением ингибиторов ангиогенеза

АНДРЕЕВА Ю.С., аспирант отдела патологии сетчатки и зрительного нерва;
<https://orcid.org/0000-0001-8319-926X>

АЛХАРКИ Л., к.м.н., старший научный сотрудник отдела инновационных витреоретинальных технологий, доцент кафедры офтальмологии; <https://orcid.org/0000-0001-6791-4219>

БУДЗИНСКАЯ М.В., д.м.н., главный научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва, профессор кафедры офтальмологии. <https://orcid.org/0000-0002-5507-8775>

ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова», 119021, Российская Федерация, Москва, ул. Россолимо, 11А.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Андреева Ю.С., Алхарки Л., Будзинская М.В. Морфометрические изменения параметров диска зрительного нерва в условиях офтальмогипертензии, индуцированной интравитреальным введением ингибиторов ангиогенеза. *Национальный журнал глаукома.* 2024; 23(4):11-20.

Резюме

ЦЕЛЬ. Сравнить морфометрические изменения параметров диска зрительного нерва (ДЗН) на фоне интравитреальных инъекций (ИВИ) афлиберцепта у пациентов с собственным и искусственным хрусталиком.

МЕТОДЫ. В исследование было включено 60 пациентов, которые были разделены на 2 группы: контрольная — 30 пациентов с собственным хрусталиком, основная — 30 пациентов с интраокулярной линзой. Всем пациентам трижды выполняли ИВВ афлиберцепта с интервалом в 4 недели, затем в течение года продолжали лечение в режиме «*treat and extend*».

ВГД измеряли тонометром iCare Pro до ИВИ, через 1 минуту и 60 минут после ИВИ. Всем пациентам проводили оптическую когерентную томографию ДЗН, используя звездообразное сканирование. Анализировали горизонтальный срез ДЗН.

РЕЗУЛЬТАТЫ. К концу срока наблюдения в обеих группах пациенты получили сравнимое количество ИВИ. Среднее повышение ВГД через 1 мин после ИВИ по сравнению с исходным превышало 15 мм рт.ст. в обеих группах.

У пациентов контрольной группы спустя год лечения отмечалось увеличение ширины экскавации, медиана данного показателя увеличилась на 15 мкм ($p < 0,001$). Медиана глубины экскавации увеличилась на 8 мкм ($p < 0,001$).

У пациентов основной группы также увеличилась ширина экскавации, медиана увеличилась на 6 мкм ($p < 0,001$), глубина экскавации увеличилась на 4 мкм ($p < 0,001$).

В группе контроля данные изменения были статистически более выраженные, чем у пациентов основной группы. В обеих группах ширина отверстия мембраны Бруха и расстояние до передней поверхности решетчатой пластинки достоверно не изменились на протяжении всего периода наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Ряд острых повышений ВГД вследствие многократных ИВИ в течение года ассоциируется с расширением ширины и глубины экскавации ДЗН, более выраженных при нативном хрусталике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: внутриглазное давление, афлиберцепт, оптическая когерентная томография, возрастная макулярная дегенерация, диск зрительного нерва.

Для контактов:

Андреева Юлия Сергеевна, e-mail: Juliu95@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

Morphometric changes in optic nerve head parameters in ocular hypertension induced by intravitreal administration of angiogenesis inhibitors

ANDREEVA YU.S., postgraduate student at the Department of Retinal and Optic Nerve Pathology; <https://orcid.org/0000-0001-8319-926X>

ALHARKI L., Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher at the Department of Innovative Vitreoretinal Technologies, Associate Professor at the Academic Department of Ophthalmology; <https://orcid.org/0000-0001-6791-4219>

BUDZINSKAYA M.V., Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher at the Department of Retinal and Optic Nerve Pathology, Professor at the Academic Department of Ophthalmology; <https://orcid.org/0000-0002-5507-8775>

Krasnov Research Institute of Eye Diseases, 11A Rossolimo St., Moscow, Russian Federation, 119021.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Andreeva Yu.S., Alharki L., Budzinskaya M.V. Morphometric changes in optic nerve head parameters in ocular hypertension induced by intravitreal administration of angiogenesis inhibitors.

Natsional'nyi zhurnal glaukoma. 2024; 23(4):11-20.

Abstract

PURPOSE. To compare the changes in morphometric parameters of the optic nerve head (ONH) following intravitreal injections (IVI) of aflibercept in patients with natural and artificial lenses.

METHODS. The study included 60 patients, divided into two groups: the control group, consisting of 30 patients with natural lenses, and the main group, consisting of 30 patients with intraocular lenses. All patients underwent three aflibercept IVIs at 4-week intervals, followed by a treat-and-extend regimen for one year.

Intraocular pressure (IOP) was measured with the iCare Pro tonometer before IVI, and 1 minute and 60 minutes after IVI. All patients underwent optical coherence tomography (OCT) of the ONH, using radial (star-shaped) scans. Horizontal slices of the ONH were analyzed.

RESULTS. By the end of the observation period, both groups had received a comparable number of IVIs. The average IOP increase 1 minute after IVI exceeded 15 mm Hg compared to baseline in both groups.

In the control group, one year after treatment, an increase in optic disc cup width was observed, with the median increasing by 15 μm ($p < 0.001$). The median cup depth increased by 8 μm ($p < 0.001$).

In the main group, cup width also increased, with a median increase of 6 μm ($p < 0.001$), and cup depth increased by 4 μm ($p < 0.001$). These changes were statistically more pronounced in the control group compared to the main group. In both groups, the Bruch's membrane opening diameter and the distance to the anterior surface of the lamina cribrosa did not significantly change throughout the observation period.

CONCLUSION. A series of acute IOP elevations due to repeated IVIs over the course of a year is associated with an increase in the width and depth of optic disc cup, which is more pronounced in patients with natural lenses.

KEYWORDS: intraocular pressure, aflibercept, optical coherence tomography, age-related macular degeneration, optic nerve head.

В связи с появлением на фармакологическом рынке анти-VEGF препаратов изменилась парадигма лечения многих заболеваний глаз, таких как диабетический макулярный отек, отек на фоне окклюзии вен сетчатки и возрастная макулярная дегенерация (ВМД) [1–3]. Интравитреальные инъекции (ИВИ) анти-VEGF препаратов стали основой терапии этих заболеваний. Количество выполняемых ИВИ во всем мире неуклонно растет, так, только в 2016 г в США было выполнено более 6 миллионов инъекций [4, 5].

Хотя каждая инъекция резко и временно повышает офтальмотонус, имеется недостаточное количество исследований, посвященных накопительным долгосрочным эффектам таких изменений [6]. Так, показано, что 7 или более ИВИ в год связаны с более высоким риском хирургического вмешательства по поводу глаукомы [7].

Ряд имеющихся работ посвящен влиянию транзиторного повышения внутриглазного давления (ВГД) после одной ИВИ на параметры диска зрительного нерва (ДЗН). Так, Бубнова И.А. и соавт.

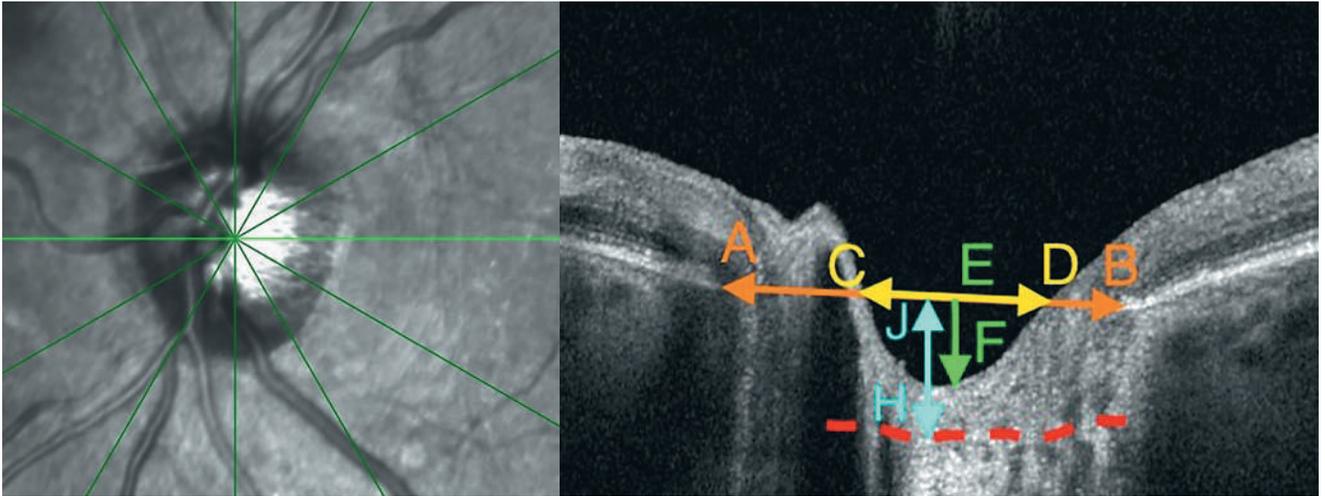


Рис. 1. Оценка горизонтального среза ДЗН. АВ — опорная линия (ВМО), CD — ширина экскавации, EF — глубина экскавации, JH — расстояние до РП.

Fig. 1. Assessment of the horizontal section of the ONH. AB — reference line (Bruch's membrane opening), CD — cup width, EF — cup depth, JH — distance to the lamina cribrosa.

при использовании оптической когерентной томографии (ОКТ) с модулем увеличенной глубины сканирования Enhanced Depth Imagine (EDI) определили увеличение ширины и глубины экскавации сразу ИВИ (медиана повышения ВГД составила 36,4 мм рт.ст.) при неизменном положении решетчатой пластинки (РП). С появлением технологии EDI ОКТ появилась возможность лучшей визуализации структур ДЗН, в особенности изменение преламинарной ткани и РП [8]. Jiang. и соавт. показали, что при повышении ВГД более чем на 15 мм рт.ст. в глазах с подозрением на закрытие угла передней камеры наблюдалось расширение и углубление экскавации ДЗН, уменьшение ширины нейроретинального пояса, однако, положение передней поверхности РП оставалось постоянным [9]. Также Страхов В.В. и соавт. определили, что в условиях экстраокулярной компрессии при повышении ВГД свыше 36 мм рт.ст. изменяются практически все параметры экскавации ДЗН, за исключением ширины отверстия мембраны Бруха и положения передней поверхности РП, причем расширение экскавации превосходило её углубление. Авторами была предложена концепция «боковой компрессионной деформации» преламинарной части ДЗН под воздействием повышенного ВГД. При кратковременной компрессионной деформации мягкотканые структуры ДЗН восстанавливают свою пространственную структуру без нарушения функций после прекращения гипертензии [10].

Поскольку пациенты с неоваскулярной формой ВМД (нВМД) должны находиться на длительном лечении, включающем многократные ИВИ анти-VEGF препарата, актуальной является оценка влияния транзиторных повышений ВГД после ИВИ на состояние структур ДЗН у пациентов с собственным

хрусталиком и у пациентов с наличием интраокулярной линзы (ИОЛ). По данным литературы, у пациентов после факэмульсификации с имплантацией ИОЛ наблюдается снижение ВГД, что может быть связано с улучшением возможности оттока внутриглазной жидкости по трабекулярной сети и шлеммову каналу [11, 12]. Спустя 10 минут после ИВИ триамцинолона в артефактичных глазах наблюдается более быстрое снижение ВГД по сравнению с глазами с собственным хрусталиком [13].

Цель исследования — сравнить морфометрические изменения ДЗН на фоне введения афлиберцепта у пациентов с собственным и искусственным хрусталиком.

Материалы и методы

В исследование было включено 60 человек (60 глаз) с собственным хрусталиком либо с наличием ИОЛ с впервые диагностированной нВМД, ранее не получавших ИВИ анти-VEGF препаратов. Период наблюдения составил 12 месяцев.

Пациенты исключались при неспособности соблюдать требования исследования и проходить процедуры исследования; невозможности выполнения ОКТ должного качества для проведения анализа; глаукомы или офтальмогипертензии в анамнезе, псевдоэксфолиативном синдроме, синдроме пигментной дисперсии, афакии, витреоретинальных операциях на исследуемом глазу в анамнезе; воспалительном заболевании на исследуемом глазу.

Все пациенты были разделены на 2 группы. В группу контроля вошли 30 пациентов (30 глаз) с нативным хрусталиком. Средний возраст пациентов этой группы составил 68 ± 8 лет, мужчин было 30%, женщин — 70%. В основную группу вошли

Таблица 1. Динамика изменения ВГД на фоне ИВИ анти-VEGF препарата у пациентов контрольной группы (факичной) и основной группы (артифакичной).

Table 1. Changes in IOP over time after IVI of anti-VEGF drugs in the control (phakic) and main (pseudophakic) groups.

	ВГД, мм рт. ст. IOP, mm Hg	1 группа / Group 1	2 группа / Group 2
		M±σ	M±σ
1 ИВИ 1 IVI	ВГД T0 / IOP T0	14,7±1,7	13,9±1,6
	ВГД T1 / IOP T1	36,0±4,7 p1-2<0,001*	30,0±3,0 p1-2<0,001*
	ВГД T2 / IOP T1	15,9±1,8 p1-3=0,1	15,0±2,0 p1-3=0,6
2 ИВИ 2 IVI	ВГД T0 / IOP T0	14,6±2,0	14,0±1,6
	ВГД T1 / IOP T1	36,2±5,0 p1-2<0,001*	30,0±3,0 p1-2<0,001*
	ВГД T2 / IOP T1	14,8±1,6 p1-3=0,8	14,2±1,5 p1-3=0,2
3 ИВИ 3 IVI	ВГД T0 / IOP T0	14,6±1,8	14,1±1,7
	ВГД T1 / IOP T1	37,2±5,7 p1-2<0,001*	30,2±2,8 p1-2<0,001*
	ВГД T2 / IOP T1	15,0±2,0 p1-3=0,1	14,6±1,6 p1-5 =0,2
Через год лечения After one year of treatment	ВГД T0 / IOP T0	15,2±1,6	14,1±1,8
	ВГД T1 / IOP T1	42,4±4,2 p1-2<0,001*	30,2±3 p1-2<0,001*
	ВГД T2 / IOP T1	15,8±2,0 p1-3=0,2	15,0±1,6 p1-3=0,3

Примечание: * – различия показателей статистически значимы (p<0,05).

Note: * – differences in indicators are statistically significant (p<0.05).

30 пациентов (30 глаз) с ИОЛ. Средний возраст пациентов основной группы составил 77±7 лет, мужчин было 40%, женщин — 60%.

В качестве анти-VEGF препарата использовали препарат «Эйлеа» (афлиберцепт, «Байер Фарма АГ», Германия; рег. №: ЛП-003544 от 29.03.16) в объеме 0,05 мл (2 мг), который вводили в полость стекловидного тела трехкратно с интервалом 4 недели между инъекциями, затем пациенты переходили на режим «лечи и продлевай» (treat-and-extend). ИВИ выполняли в стерильных условиях операционной по стандартной методике, для исключения рефлюкса стекловидного тела использовали туннельный способ, парацентез передней камеры не применялся. При развитии при ИВИ обратного рефлюкса пациента исключали из исследования.

Всем пациентам проводили стандартное офтальмологическое обследование, включающее визометрию, рефрактометрию, тонометрию, периметрию.

Для оценки изменения офтальмотонуса использовали точечный контактный тонометр ICare Pro. Измерение проводили до ИВИ (T0), через 1 минуту (T1) и 60 минут (T2). Тонometriю проводили при 3 «загрузочных» инъекциях и спустя год после начала лечения.

Всем пациентам с помощью томографа Heidelberg Spectralis OCT («Heidelberg Engineering», Germany) проводили ОКТ ДЗН в режиме EDI, используя звездобразное сканирование. Исследование проводили до начала лечения, через 1 месяц после первой ИВИ, через месяц после 3-й ИВИ (4-й месяц от начала лечения) и через год. Анализировали горизонтальный срез ДЗН. Измерения выполняли в мкм, используя инструмент «масштабная линейка».

Мы использовали для оценки профиля ДЗН параметры, принятые в международной и отечественной практике (рис. 1). Линию, соединяющую конечные точки мембраны Бруха, определяли как опорную для всех последующих измерений (Bruch's

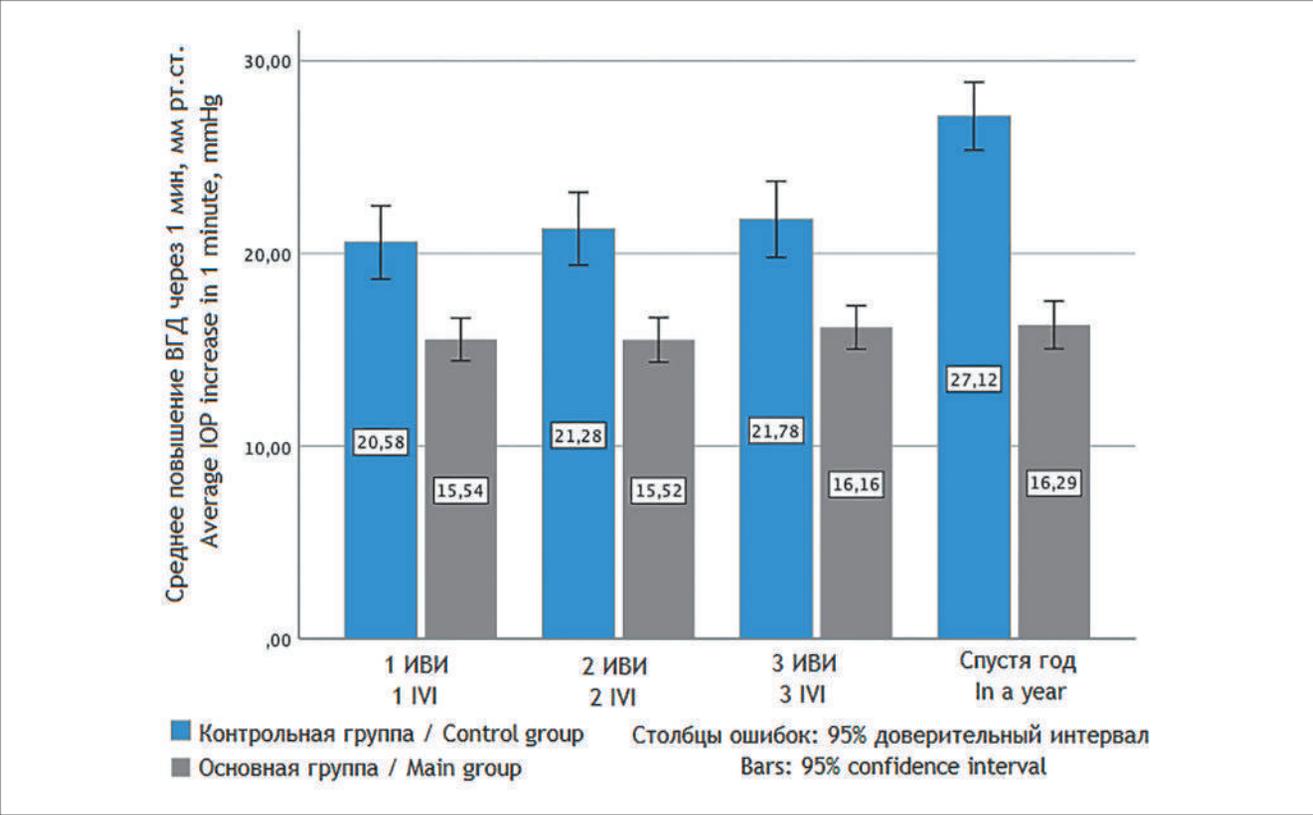


Рис. 2. Среднее повышение ВГД через 1 мин после ИВИ по сравнению с исходным офтальмотонусом.
 Fig. 2. Average IOP increase 1 minute after IVI compared to baseline intraocular pressure.

membrane opening diameter, ВМО) (отрезок АВ, рис. 1). В качестве передней поверхности РП принимали высокорефлективную область под преламинарной тканью. Ширину экскавации определяли как отрезок, лежащий на опорной линии и достигающий видимых высокорефлективных краев экскавации ДЗН (отрезок CD). Глубина экскавации определялась как перпендикуляр, опущенный от середины ширины экскавации до видимой преламинарной поверхности мягких тканей ДЗН (отрезок EF). Расположение РП — перпендикуляр, опущенный от центра опорной линии до передней поверхности РП (отрезок JH). Исследование проводили в условиях миопии в динамике в режиме «follow-up», сравнивали разницу показателей между соответствующими величинами.

Математическая и статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием статистической программы SPSS 26. Критерий Шапиро–Уилка использовали для определения нормальности распределения выборок. Количественные переменные представлены как $M \pm \sigma$. Различия между группами определялись методом t-критерия Стьюдента, однофакторным дисперсионным анализом (ANOVA), критерием Манна–Уитни. Различия между результатами до и после многократных ИВИ в разные сроки в каждой группе определялись

с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с повторными измерениями критерия Фрийдмана. Значение $p < 0,05$ считалось статистически значимым. Для выявления корреляционной связи между количественными показателями использовался коэффициент корреляции Спирмена. Характеристика тесноты корреляционной связи оценивалась по шкале Чеддока.

Результаты

Пациенты обеих групп получили сопоставимое количество ИВИ афлиберцепта ($p=0,24$): 9 ИВИ (от 7 до 12 ИВИ) и 9 ИВИ (от 7 до 10 ИВИ), соответственно, за год исследования.

Динамика изменения ВГД после ИВИ анти-VEGF препарата в обеих группах носила транзиторный характер: ВГД резко повышалось через 1 мин после инъекции и возвращалось к исходному уровню офтальмотонуса спустя 60 мин (табл. 1). При анализе данных ВГД было определено, что среднее повышение ВГД через 1 мин после ИВИ по сравнению с исходным (T_0) превысило 15 мм рт.ст. (рис. 2). В контрольной (факичной) группе ВГД через 1 мин было выше по сравнению с основной (артифакичной) во время всех измерений ($p < 0,001$). В контрольной группе спустя год наблюдалось

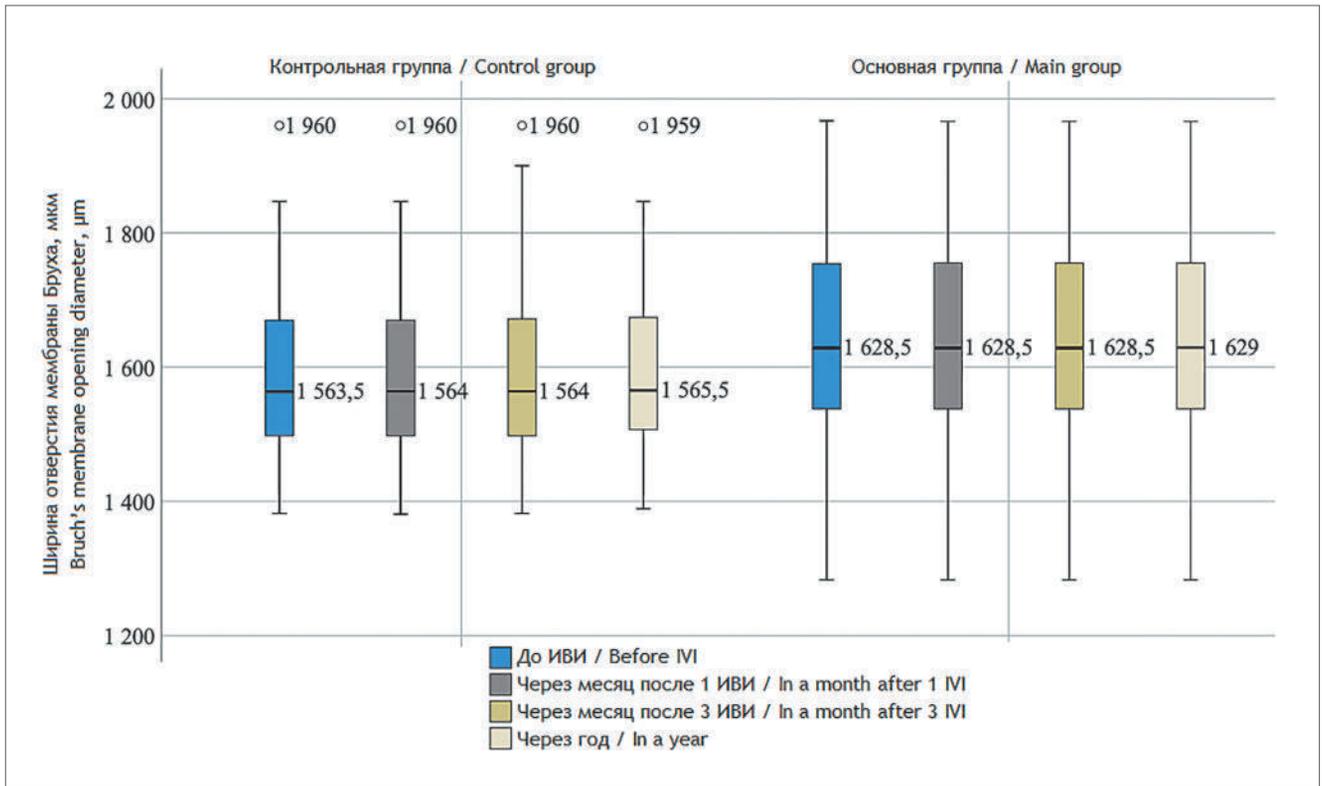


Рис. 3. Динамические изменения ширины отверстия мембраны Бруха у пациентов контрольной и основной групп на фоне ИВИ.

Fig. 3. Changes over time in the Bruch's membrane opening diameter in the control and main groups following IVI.

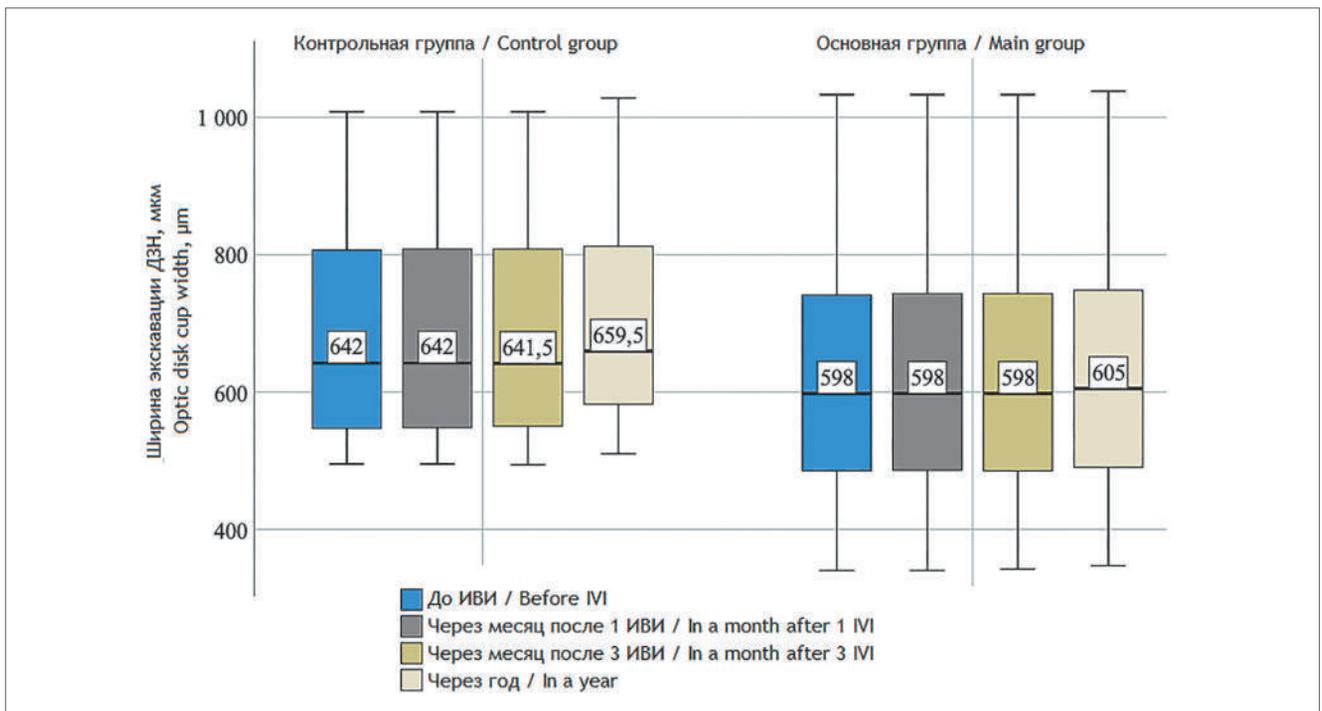


Рис. 4. Динамические изменения ширины экскавации ДЗН у пациентов контрольной и основной групп на фоне ИВИ.

Fig. 4. Changes over time in optic disc cup width in patients of the control and main groups following IVI.

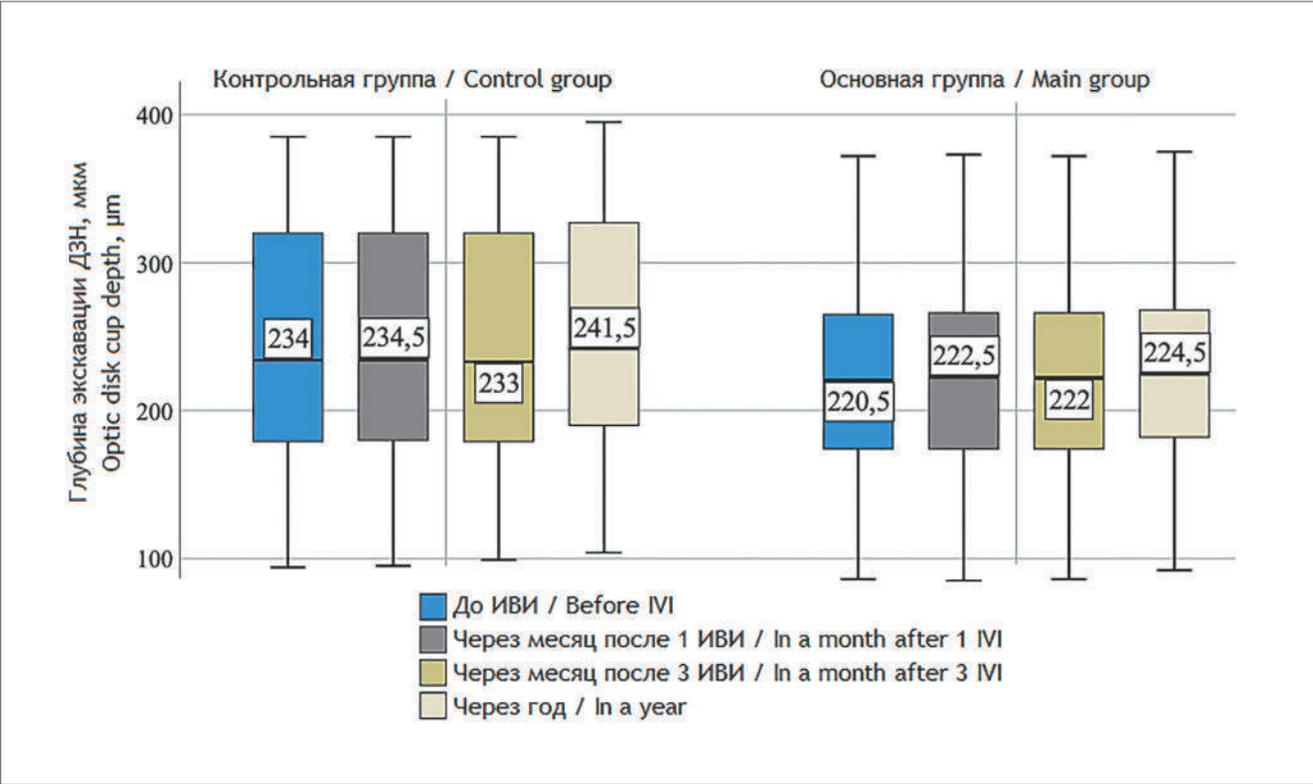


Рис. 5. Динамические изменения глубины экскавации ДЗН у пациентов контрольной и основной групп на фоне ИВИ.
Fig. 5. Changes over time in optic disc cup depth in patients of the control and main groups following IVI.

увеличение показателя ВГД через 1 мин по сравнению с измерениями во время 3 ИВИ ($p < 0,001$), в основной группе данная динамика была статистически незначимой ($p = 0,5$).

У пациентов обеих групп были сопоставимы размеры исследуемых параметров ДЗН. При анализе морфометрических изменений ДЗН в горизонтальном срезе на фоне трех загрузочных ИВИ у пациентов обеих групп не было выявлено статистически значимых изменений. У пациентов группы контроля спустя год лечения отмечалось увеличение ширины экскавации, по сравнению с данными до лечения, медиана данного показателя увеличилась на 15 мкм [ДИ 95%, 13,3–22,5] ($p < 0,001$). Глубина экскавации также претерпела статистически достоверные изменения, но в меньшей степени, медиана увеличилась на 8 мкм [ДИ 95%, 6,31–10,2] ($p < 0,001$). У пациентов с ИОЛ (основная группа) также увеличилась ширины экскавации, медиана увеличилась на 6 мкм [95% ДИ, 4,97–6,36] ($p < 0,001$), глубина экскавации увеличилась на 4 мкм [95% ДИ, 3–4,7] ($p < 0,001$) (рис. 4, 5). В группе контроля данные изменения были статистически более выраженные, чем у пациентов основной группы: так, разница изменения ширины и глубины экскавации ДЗН в контрольной группе были больше, соответственно, на $12,3 \pm 12,4$ мкм (Ме 10 мкм;

95% ДИ 7,65–18,9; $p < 0,001$) и на $4,4 \pm 5,4$ мкм (Ме 4 мкм; 95% ДИ 2,36–6,38; $p < 0,001$). В обеих группах ширина отверстия мембраны Бруха и расстояние до передней поверхности РП достоверно не изменились на протяжении всего периода наблюдения (рис. 3, 6).

Проведен корреляционный анализ изменений профиля ДЗН через год после начала лечения. В контрольной группе между повышением уровня ВГД и степенью расширения, а также увеличением глубины экскавации ДЗН выявлена прямая корреляционная связь (соответственно, $r = 0,4$ при $p = 0,02$; $r = 0,5$ при $p = 0,01$). Также большее количество ИВИ у пациентов группы контроля ассоциировалось с большим увеличением ширины экскавации ($r = 0,6$ при $p = 0,001$) и глубины экскавации ДЗН ($r = 0,7$ при $p < 0,001$). У пациентов основной группы была найдена зависимость увеличения ширины и глубины экскавации от повышения уровня ВГД (соответственно, $r = 0,4$ при $p = 0,03$; $r = 0,5$ при $p = 0,01$) и от количества ИВИ (соответственно, $r = 0,4$ при $p = 0,04$; $r = 0,5$ при $p = 0,01$).

Корреляционной зависимости между повышением ВГД, количеством ИВИ и изменениями расстояния до передней поверхности РП и шириной отверстия мембраны Бруха не выявлено в обеих группах.

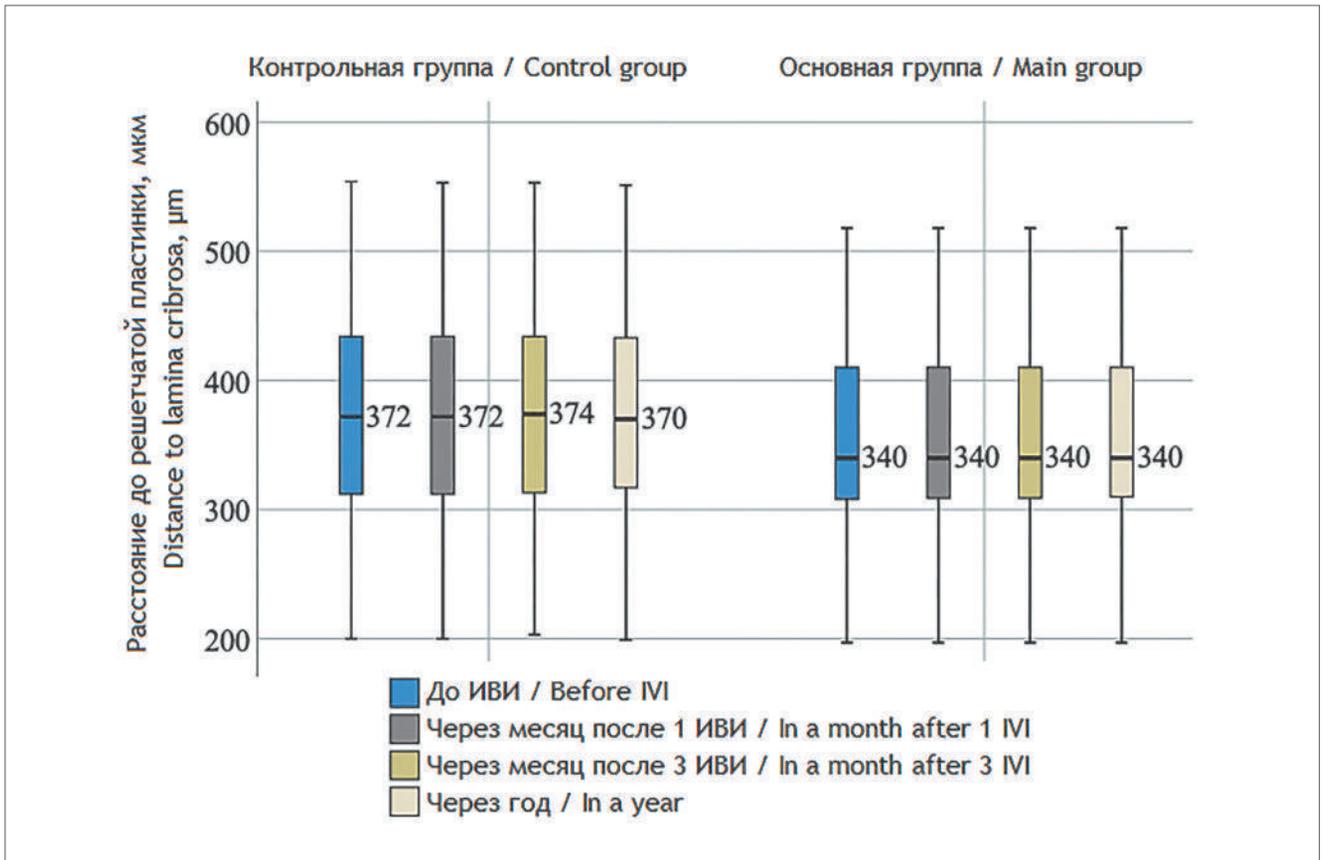


Рис. 6. Динамические изменения расстояния до передней поверхности РП у пациентов контрольной и основной групп на фоне ИВИ.

Fig. 6. Changes over time in the distance to the anterior surface of the lamina cribrosa in patients of the control and main groups following IVI.

Обсуждение

В момент ИВИ происходит увеличение объема стекловидного тела, что приводит к резкому повышению ВГД [14–16]. В обеих группах происходило резкое повышение ВГД более 15 мм рт.ст. Известно, что после экстракции катаракты у большинства пациентов может произойти снижение ВГД, особенно у пациентов с узким или закрытым углом передней камеры, предположительно, за счет углубления передней камеры и расширения зоны оттока [17, 18]. Этим можно объяснить, что при введении одинакового объема анти-VEGF препарата у пациентов контрольной группы (с нативным хрусталиком) ВГД через 1 мин после инъекции повышалось сильнее, чем у пациентов с ИОЛ — в среднем на 18% во время первой ИВИ и на 29% через год наблюдения ($p < 0,001$).

В нашем исследовании через 4 месяца от начала антиангиогенной терапии на фоне трех «загрузочных» ИВИ анти-VEGF препарата резкое повышение ВГД сразу после ИВИ, носящее транзитный характер, не приводило к морфологическим изменениям ДЗН. В работах отечественных авторов было

показано изменение мягкотканых структур ДЗН сразу после ИВИ на фоне повышения ВГД. Повидимому, запас толерантности к механическому воздействию позволяет структурам ДЗН восстановиться после кратковременной компрессии на фоне нормализации офтальмотонуса.

Через год на фоне многократных ИВИ анти-VEGF препарата мы впервые наблюдали статистически значимые изменения ширины и глубины экскавации в горизонтальном срезе ДЗН в обеих группах, которые коррелировали с количеством выполненных инъекций и с увеличением офтальмотонуса, однако, расстояние до передней поверхности РП и расстояние до конечных точек мембраны Бруха не меняли своего положения. Такие изменения могут объяснены боковой компрессией преламинарных тканей ДЗН под воздействием высокого ВГД (повышение более чем на 15 мм рт.ст.). Согласно современным представлениям о распределении компрессионных сил ВГД, действующих на склеральную оболочку, для биомеханического аспекта имеет значение не фронтальное направление действия ВГД (stress), а растягивающее оболочки

внутреннее напряжение (strain) склеральной ткани [10, 19]. Возможно, на фоне многократных ИВИ у пациентов без глаукомы в анамнезе происходит снижение компенсаторных резервов для восстановления пространственной структуры ДЗН.

У пациентов с ИОЛ преламинарные структуры изменялись в меньшей степени по сравнению с контрольной группой, так, изменение ширины экскавации было меньше в среднем на 60%, а глубины экскавации — на 50%. Эти различия можно объяснить меньшим подъемом ВГД сразу после ИВИ при наличии ИОЛ.

Заключение

Ряд острых повышений ВГД вследствие многократных ИВИ афлиберцепта в обеих группах приводит к изменению поверхностных структур ДЗН, а именно, расширение ширины и глубины экскавации ДЗН. При этом в контрольной группе

изменения были статистически более выраженные, чем у пациентов с ИОЛ. Разница увеличения ширины и глубины экскавации ДЗН в среднем была больше в контрольной группе на $12,3 \pm 12,4$ мкм и на $4,4 \pm 5,4$ мкм, соответственно, по сравнению с основной группой. Ширина отверстия мембраны Бруха и расстояние до передней поверхности РП достоверно не изменялись на протяжении всего периода наблюдения. Большее количество ИВИ и большее повышение ВГД сразу после инъекции ассоциировалось с большим увеличением ширины и глубины экскавации в обеих группах.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Будзинская М.В., Андреева Ю.С.

Сбор и обработка материала: Андреева Ю.С., Алхарки Л.

Статистическая обработка: Андреева Ю.С.

Написание статьи: Андреева Ю.С., Алхарки Л.

Редактирование: Будзинская М.В.

Литература

1. CATT Research Group, Martin DF, Maguire MG, Ying GS, Grunwald JE, Fine SL, et al. Ranibizumab and bevacizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med* 2011; 364:1897-908. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1102673>
2. Петрачков Д.В., Будзинская М.В., Павлов В.Г., Дуржинская М.Х., Халатян А.С. Нейродегенеративные биомаркеры ответа на терапию диабетического макулярного отека. *Вестник офтальмологии* 2020; 136(4):201206. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136042201>
3. Будзинская М.В., Плюхова А.А., Афанасьева М.А., Горкавенко Ф.В. Новые критерии эффективности анти-VEGF-терапии при экссудативной форме возрастной макулярной дегенерации. *Вестник офтальмологии* 2022; 138(4):58-66. <https://doi.org/10.17116/oftalma202213804158>
4. Файзрахманов Р.Р. Анти-VEGF-терапия неоваскулярной возрастной макулярной дегенерации: от рандомизированных исследований — к реальной клинической практике. *Российский офтальмологический журнал* 2019; 12(2):97-105. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-2-97-105>
5. Wykoff C.C., Ou W.C., Brown D.M., et al. Randomized trial of treat-and-extend versus monthly dosing for neovascular age-related macular degeneration: 2-year results of the TREX-AMD study. *Ophthalmol Retina* 2017; 1(4):314-321. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2016.12.004>
6. Kim JE, Mantravadi AV, Hur EY, Covert DJ. Short-term intraocular pressure changes immediately after intravitreal injections of anti-vascular endothelial growth factor agents. *Am J Ophthalmol* 2008; 146:930-934.e931. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2008.07.007>
7. Eadie BD, Etminan M, Carleton BC, et al. Association of repeated intravitreal bevacizumab injections with risk for glaucoma surgery. *JAMA Ophthalmol* 2017; 135:363-368. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2017.0059>
8. Бубнова И.А., Юлова А.Г. Изменение морфометрических параметров ДЗН на фоне острого повышения ВГД после интравитреальных инъекций. *Национальный журнал глаукома* 2016; 15(2):54-60.
9. Jiang, R., Xu, L., Liu, X., Chen, J. D., Jonas, J. B., & Wang, Y. X. Optic Nerve Head Changes after Short-Term Intraocular Pressure Elevation in Acute Primary Angle-Closure Suspects. *Ophthalmology* 2015; 122(4):730-737. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.11.008>
10. Страхов В.В., Корчагин Н.В., Попова А.А. Биомеханический аспект формирования глаукомной экскавации. *Национальный журнал глаукома* 2015; 14(3):58-71.

References

1. CATT Research Group, Martin DF, Maguire MG, Ying GS, Grunwald JE, Fine SL, et al. Ranibizumab and bevacizumab for neovascular age-related macular degeneration. *N Engl J Med* 2011; 364:1897-908. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1102673>
2. Petrachkov DV, Budzinskaya MV, Pavlov VG, Durzhinskaya MH, Khalatyan AS. Neurodegenerative biomarkers of the response to diabetic macular edema treatment. *Russian Annals of Ophthalmology* 2020; 136(4):201206. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136042201>
3. Budzinskaya MV, Plyukhova AA, Afanasyeva MA, Gorkavenko FV. New criteria of effectiveness of anti-VEGF therapy in exudative age-related macular degeneration. *Russian Annals of Ophthalmology* 2022; 138(4):58-66. <https://doi.org/10.17116/oftalma202213804158>
4. Fayzrakhmanov R.R. Anti-VEGF therapy of neovascular age-related macular degeneration: from randomized trials to routine clinical practice. *Russian Ophthalmological Journal* 2019; 12(2):97-105. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-2-97-105>
5. Wykoff C.C., Ou W.C., Brown D.M., et al. Randomized trial of treat-and-extend versus monthly dosing for neovascular age-related macular degeneration: 2-year results of the TREX-AMD study. *Ophthalmol Retina* 2017; 1(4):314-321. <https://doi.org/10.1016/j.oret.2016.12.004>
6. Kim JE, Mantravadi AV, Hur EY, Covert DJ. Short-term intraocular pressure changes immediately after intravitreal injections of anti-vascular endothelial growth factor agents. *Am J Ophthalmol* 2008; 146:930-934.e931. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2008.07.007>
7. Eadie BD, Etminan M, Carleton BC, et al. Association of repeated intravitreal bevacizumab injections with risk for glaucoma surgery. *JAMA Ophthalmol* 2017; 135:363-368. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2017.0059>
8. Bubnova I., Yulova A. Optic nerve head changes with acute IOP elevation after intravitreal injections. *National journal glaucoma* 2016; 15(2):54-60.
9. Jiang, R., Xu, L., Liu, X., Chen, J. D., Jonas, J. B., & Wang, Y. X. Optic Nerve Head Changes after Short-Term Intraocular Pressure Elevation in Acute Primary Angle-Closure Suspects. *Ophthalmology* 2015; 122(4):730-737. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.11.008>
10. Strakhov V.V., Korchagin N.V., Popova A.A. The biomechanical aspect of the pathological optic disc cupping development in glaucoma. *National journal glaucoma* 2015; 14(3):58-71.

11. Alaghband P, Beltran-Agulló L, Galvis E, Overby D, Lim K. Effect of phacoemulsification on facility of outflow. *British Journal of Ophthalmology* 2018; 102(11):1520-1526. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-311548>
12. Nolan P.; See L.; Friedman, David S.; Chan, Yiong-Huak. Changes in Angle Configuration After Phacoemulsification Measured by Anterior Segment Optical Coherence Tomography. *Journal of Glaucoma* 2008; 17(6):455-459. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181650f31>
13. Kerimoglu, H., Ozturk, B. T., Bozkurt, B., Okka, M., & Okudan, S. Does lens status affect the course of early intraocular pressure and anterior chamber changes after intravitreal injection? *Acta Ophthalmologica* 2011; 89(2):138-142. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01656.x>
14. Atchison E, Wood K, Mattox C, Barry C, Lum F, MacCumber M. The real-world effect of intravitreal anti-vascular endothelial growth factor drugs on intraocular pressure: an analysis using the IRIS registry. *Ophthalmology* 2018; 125:676-682. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.11.027>
15. El Chehab H, Agard E, Russo A, Boujnah Y, Dot C. Intraocular Pressure Spikes after Aflibercept Intravitreal Injections. *Ophthalmologica* 2016; 236:43-47. <https://doi.org/10.1159/000446878>
16. Бубнова И. А., Кургузова А. Г. Изменения уровня ВГД после интравитреальных инъекций. *Вестник офтальмологии* 2018; 134(4):47-51. <https://doi.org/10.17116/oftalma201813404147>
17. Singh, K., Cheema, A., Kung, J., & Choi, D. Cataract surgery in the glaucoma patient. *Middle East African Journal of Ophthalmology* 2015; 22(1):10-17. <https://doi.org/10.4103/0974-9233.148343>
18. Poley B.J., Lindstrom R.L. Longterm effects of phacoemulsification with intraocular lens implantation in normotensive and ocular hypertensive eyes. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(5):735-742. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.12.045>
19. Burgoyne C.F., Downs J.C., Bellezza A.J. at al. The optic nerve head as biomechanical structure: a new paradigm for understanding the role of IOP-related stress and strain in the pathophysiology of glaucomatous optic nerve head damage. *Prog Retin Eye Res* 2005; 24(1):19-73. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2004.06.001>

11. Alaghband P, Beltran-Agulló L, Galvis E, Overby D, Lim K. Effect of phacoemulsification on facility of outflow. *British Journal of Ophthalmology* 2018; 102(11):1520-1526. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2017-311548>
12. Nolan P.; See L.; Friedman, David S.; Chan, Yiong-Huak. Changes in Angle Configuration After Phacoemulsification Measured by Anterior Segment Optical Coherence Tomography. *Journal of Glaucoma* 2008; 17(6):455-459. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181650f31>
13. Kerimoglu, H., Ozturk, B. T., Bozkurt, B., Okka, M., & Okudan, S. Does lens status affect the course of early intraocular pressure and anterior chamber changes after intravitreal injection? *Acta Ophthalmologica* 2011; 89(2):138-142. <https://doi.org/10.1111/j.1755-3768.2009.01656.x>
14. Atchison E, Wood K, Mattox C, Barry C, Lum F, MacCumber M. The real-world effect of intravitreal anti-vascular endothelial growth factor drugs on intraocular pressure: an analysis using the IRIS registry. *Ophthalmology* 2018; 125:676-682. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2017.11.027>
15. El Chehab H, Agard E, Russo A, Boujnah Y, Dot C. Intraocular Pressure Spikes after Aflibercept Intravitreal Injections. *Ophthalmologica* 2016; 236:43-47. <https://doi.org/10.1159/000446878>
16. Bubnova I A, Kurguzova A G. Changes in intraocular pressure after intravitreal injections. *Russian Annals of Ophthalmology* 2018; 134(4): 47-51. <https://doi.org/10.17116/oftalma201813404147>
17. Singh, K., Cheema, A., Kung, J., & Choi, D. Cataract surgery in the glaucoma patient. *Middle East African Journal of Ophthalmology* 2015; 22(1):10-17. <https://doi.org/10.4103/0974-9233.148343>
18. Poley B.J., Lindstrom R.L. Longterm effects of phacoemulsification with intraocular lens implantation in normotensive and ocular hypertensive eyes. *J Cataract Refract Surg* 2008; 34(5):735-742. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.12.045>
19. Burgoyne C.F., Downs J.C., Bellezza A.J. at al. The optic nerve head as biomechanical structure: a new paradigm for understanding the role of IOP-related stress and strain in the pathophysiology of glaucomatous optic nerve head damage. *Prog Retin Eye Res* 2005; 24(1):19-73. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2004.06.001>



Уважаемые читатели!
 Вы можете оформить подписку на журнал
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ ГЛАУКОМА»
 по каталогу АО «Почта России»
 подписной индекс **ПП605**
 и через агентство «Урал-Пресс»
 подписной индекс **37353**
 в любом отделении связи.

О совершенствовании способов информирования пациентов с глаукомой

КАРЛОВА Е.В., д.м.н., заместитель главного врача¹; <https://orcid.org/0000-0003-4929-8832>

ПАВЛЮЧЕНКО А.П., студент². <https://orcid.org/0009-0006-0162-7763>

¹ГБУЗ «Самарская областная клиническая офтальмологическая больница им. Т.И. Ерошевского», 443068, Российская Федерация, Самара, ул. Ново-Садовая, 158;

²ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», 141701, Российская Федерация, Долгопрудный, Институтский переулок, 9.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Карлова Е.В., Павлюченко А.П. О совершенствовании способов информирования пациентов с глаукомой. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):21-27.

Резюме

ЦЕЛЬ. Изучить возможности врачей-офтальмологов предоставлять пациентам с глаукомой информацию о сути заболевания, особенностях течения, прогнозе, мониторинге, лечении и профилактике в условиях реальной клинической практики.

МЕТОДЫ. Выполнен опрос 377 врачей-офтальмологов в 53 регионах РФ. Большинство (79,6%) опрошиваемых ведёт офтальмологический прием в поликлинике, 13% совмещают работу в стационаре с поликлиническим приемом, 7,4% работают только в стационаре. Абсолютное большинство (96,6%) относятся к врачам практического здравоохранения, 2,9% — совмещение деятельности, 0,5% — сотрудники кафедр.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У 91,2% опрошиваемых есть возможность на приеме оценить уровень знаний пациента с глаукомой о своем заболевании. У 65,8% опрошенных есть возможность на приеме предоставить пациентам и их близким максимально подробную информацию о целях и методах медикаментозной терапии. При возможности 39,8% рекомендуют вести дневник самоконтроля. Примерно равное количество респондентов (40,3% и 40,6%) считают, что план лечения нужно обсуждать с пациентом или с пациентом и супругой/супругом.

Наиболее предпочтительным среди врачей вариантом является брошюра с рекомендациями. Также 87,5% считают, что пациентам наиболее интересен прогноз лечения; 75,1% считают наиболее важным фактором отношения к лечению уровень образования; 76,4% считают, что установление контрольных сроков позволяет достичь наиболее эффективной терапии.

По оценкам врачей, среди пациентов 75,5% знают, что терапия глаукомы является пожизненной. В среднем долю пациентов, посещающих врача не реже, чем раз в 3 месяца, офтальмологи оценили в 49,8%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Большинство врачей-офтальмологов не только поддерживают идею получения пациентами с глаукомой информации о своем заболевании, его лечении, образе жизни и пр. вне основного приема, но и готовы принимать непосредственное участие в образовательных мероприятиях. В настоящее время формируется новая модель взаимодействия врачебного и пациентского сообщества, которая позволит шире охватить пациентов с глаукомой образовательными и мотивационными мероприятиями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, информирование пациентов, приверженность, гипотензивная терапия, опрос.

Для контактов:

Карлова Елена Владимировна, e-mail: karlova@inbox.ru

ORIGINAL ARTICLE

On improving methods of educating patients with glaucoma

KARLOVA E.V., Dr. Sci. (Med.), Deputy Chief Physician¹; <https://orcid.org/0000-0003-4929-8832>

PAVLIUCHENKO A.P., student²; <https://orcid.org/0009-0006-0162-7763>

¹Samara Regional Clinical Ophthalmological Hospital named after T.I. Eroshevsky, 158 Novo-Sadovaya St., Samara, Russian Federation, 443068;

²Moscow Institute of Physics and Technology (National Research University), 9 Institutsky Ln., Dolgoprudny, Russian Federation, 141701.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Karlova E.V., Pavliuchenko A.P. On improving methods of educating patients with glaucoma. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):21-27.

Abstract

PURPOSE. To study the ability of ophthalmologists to provide patients with glaucoma with comprehensive information regarding the nature of the disease, its progression, prognosis, monitoring, treatment, and prevention in real clinical practice.

METHODS. The study was conducted by surveying 377 ophthalmologists across 53 regions of the Russian Federation. The majority (79.6%) of respondents worked in outpatient clinics, 13% combined inpatient and outpatient care, and 7.4% worked exclusively in hospitals. Most respondents (96.6%) were practicing clinicians, 2.9% had combined roles, and 0.5% were academic faculty.

RESULTS. A total of 91.2% of respondents reported being able to assess a glaucoma patient's knowledge of their disease during a consultation. Additionally, 65.8% of ophthalmologists stated that they were able to provide detailed information on the goals and methods of medical therapy to patients and their families during consultations. Furthermore, 39.8% recommended that patients keep a self-monitoring diary when feasible. A similar percentage of respondents (40.3% and 40.6%) believed that treatment plans should be discussed either with the patient alone or with both the patient and their spouse.

The most preferred educational tool among ophthalmologists was a brochure containing recommendations. Moreover, 87.5% believed that treatment prognosis was the most interesting topic for patients, 75.1% considered the patient's education level to be the most important factor influencing their attitude towards treatment, and 76.4% felt that establishing regular follow-up intervals facilitated more effective therapy.

According to the ophthalmologists, 75.5% of patients understood that glaucoma treatment is lifelong. The ophthalmologists estimated that, on average, 49.8% of patients visited their doctor at least once every three months.

CONCLUSION. The majority of ophthalmologists support the idea of providing glaucoma patients with information about their disease, its treatment, and lifestyle modifications beyond regular consultations. They are also willing to participate directly in educational activities. A new model of interaction between physicians and the patient community is emerging, which aims to engage more glaucoma patients in educational and motivational programs.

KEYWORDS: glaucoma, patient education, adherence, antihypertensive therapy, survey.

В настоящее время во всех базовых руководствах по лечению глаукомы содержатся принципы взаимодействия врача и пациента, без которого невозможно представить успешное пожизненное лечение в виде ежедневного самостоятельного использования назначенных препаратов. Отсутствие заметного для пациента эффекта от лечения, пессимистичные прогнозы и сложность выполнения рекомендаций зачастую являются причиной низкой приверженности терапии [1]. В этих условиях решающее значение приобретает не только информирование пациентов, но и возможность обратной связи и ответов на вопросы [2]. Важность контакта с пациентом как ведущего фактора

успешного лечения глаукомы отмечают наиболее опытные российские врачи-офтальмологи со стажем работы 20–30 лет [3]. При этом специальное отечественное исследование показало, что модель индивидуального углубленного консультирования пациентов с глаукомой существенно превосходит по эффективности изучение памяток и прослушивание лекций [4]. Несмотря на то, что врачи-офтальмологи демонстрировали высокий уровень заинтересованности в получении знаний о медикаментозном лечении глаукомы и приверженности лечению [5], в реальной практике офтальмологи лишь в 14% случаев успевают предоставить информацию о получаемых пациентом препаратах и лишь

на 13% визитов обсуждают с пациентами вопросы повседневной жизни с глаукомой (инициатором этого почти в половине случаев выступает сам пациент) [6–8]. Эта ситуация связана не только с различными представлениями о необходимой информации у врачей-офтальмологов и пациентов с глаукомой, но и с социо-демографическими особенностями отдельных групп пациентов [9, 10]. Текущие условия работы врачей-офтальмологов амбулаторного звена определяют ряд сложностей в организации информирования пациентов с глаукомой. Однако для улучшения сложившегося положения необходимо не только конкретнее описать существующие проблемы, но и выявить возможные «точки роста» для формирования нового высокоэффективного подхода к организации взаимодействия с пациентом.

Целью настоящего исследования является изучение возможностей врачей-офтальмологов предоставлять своим пациентам с глаукомой информацию, касающуюся сути заболевания, особенностей его течения, прогнозе, методах мониторинга и лечения, профилактике прогрессирования и развития осложнений в условиях реальной клинической практики.

Материал и методы

Исследование проводилось посредством опроса 377 врачей-офтальмологов в 53 регионах Российской Федерации. Среди опрошиваемых 79,6% ведет офтальмологический прием в поликлинике, 13% совмещают работу в стационаре с поликлиническим приемом, а 7,4% опрошенных офтальмологов работают только в стационаре.

Распределение по месту работы: 18,8% опрошиваемых офтальмологов работают в Москве, 50,9% — в городе-миллионнике или крупном городе от 500 тысяч жителей; в городе с численностью населения 300–500 тысяч работают 13,3% респондентов, 10,1% — в городе численностью менее 300 тысяч.

Стаж работы до 5 лет был у 16,4% опрошиваемых. У большей доли офтальмологов стаж работы составляет 6–15 лет. У 29,2% стаж 16–25 лет, и у 19,4% стаж работы превышает 26 лет.

Квалификационная категория отсутствует у 41,6% офтальмологов, у 31% высшая квалификационная категория, у 17,8% первая, у 9,5% — вторая.

Абсолютное большинство (96,6%) офтальмологов относятся к врачам практического здравоохранения, 0,5% офтальмологов являются сотрудниками кафедры, а 2,9% совмещают деятельность.

Результаты и обсуждение

У 91,2% офтальмологов есть возможность на врачебном приеме оценить уровень знаний пациента с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ)

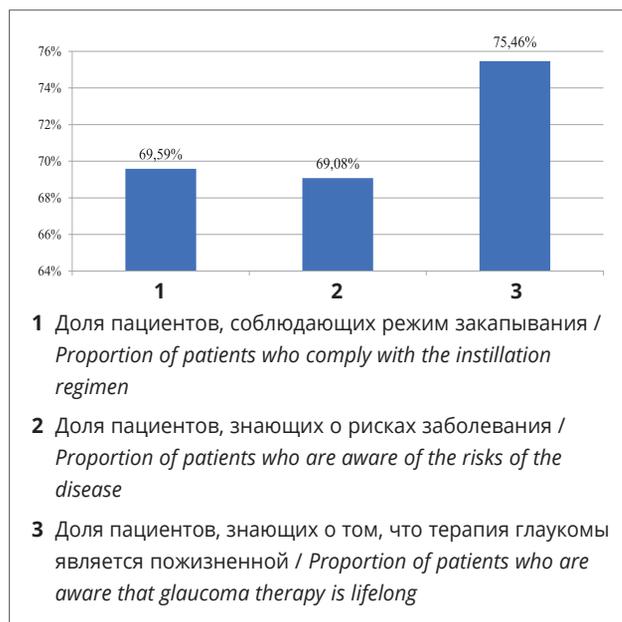


Рис. 1. Доли пациентов с глаукомой, осведомленных об аспектах заболевания, согласно оценкам офтальмологов.

Fig. 1. Proportion of glaucoma patients aware of various aspects of the disease as assessed by ophthalmologists.

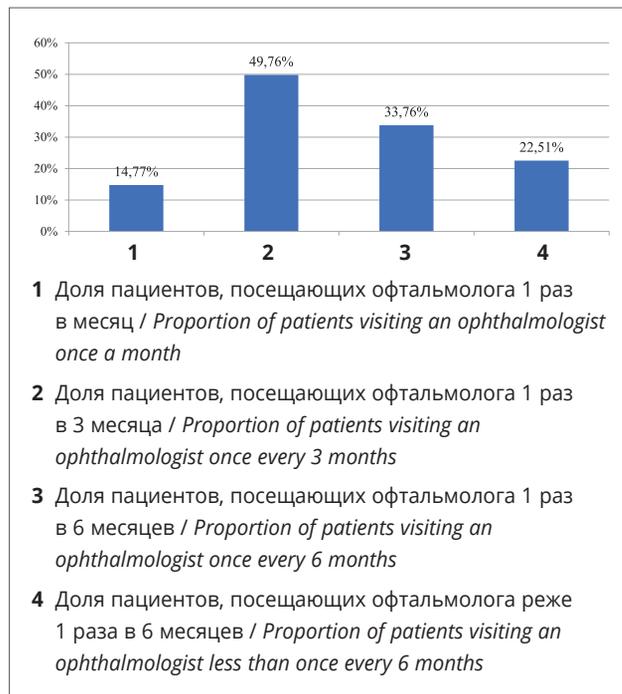


Рис. 2. Частота посещения офтальмолога пациентами.

Fig. 2. Frequency of ophthalmology visits by patients.

о своем заболевании. У 65,8% опрошенных есть возможность на приеме предоставить пациентам и их близким максимально подробную информацию о целях и методах медикаментозной терапии.

Таблица 1. Оценка предпочтительного способа информирования пациентов о заболевании.
Table 1. Assessment of the preferred method of informing patients about glaucoma.

Школа пациентов в поликлинике по месту жительства / Patient education classes in a local clinic	
Наименее предпочтительный / The least preferred	64 (17%)
Предпочтительный / Preferred	182 (48,3%)
Наиболее предпочтительный / The most preferred	131 (34,7%)
Школа пациентов онлайн / Online patient education classes	
Наименее предпочтительный / The least preferred	250 (66,3%)
Предпочтительный / Preferred	75 (19,9%)
Наиболее предпочтительный / The most preferred	52 (13,8%)
Брошюра с рекомендациями, раздаваемая во время приема A brochure with recommendations distributed during appointments	
Наименее предпочтительный / The least preferred	60 (15,9%)
Предпочтительный / Preferred	107 (28,4%)
Наиболее предпочтительный / The most preferred	210 (55,7%)

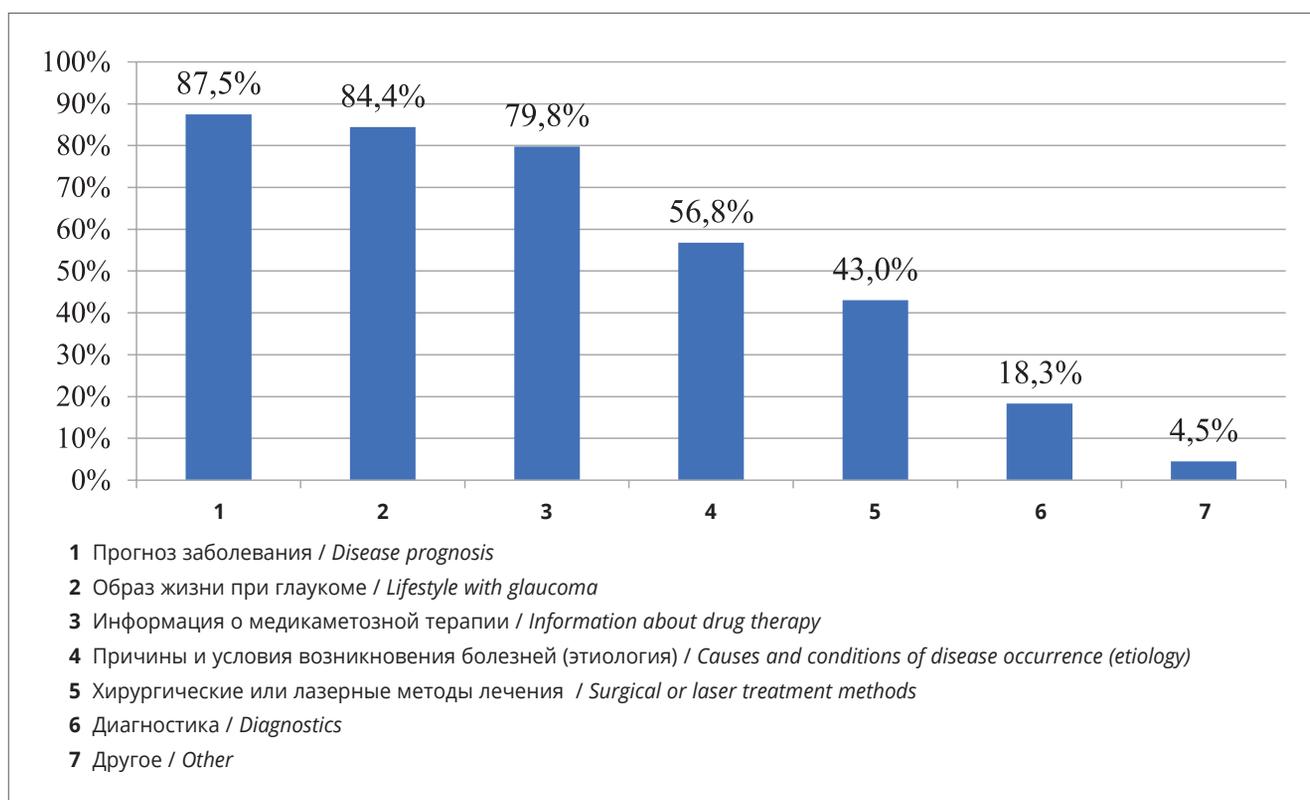


Рис. 3. Рейтинг ответов на вопрос «Какая информация о ПООГ, на Ваш взгляд, наиболее интересна Вашим пациентам?»
Fig. 3. Rating of responses to the question "What information about primary open-angle glaucoma, in your opinion, is most interesting to your patients?"

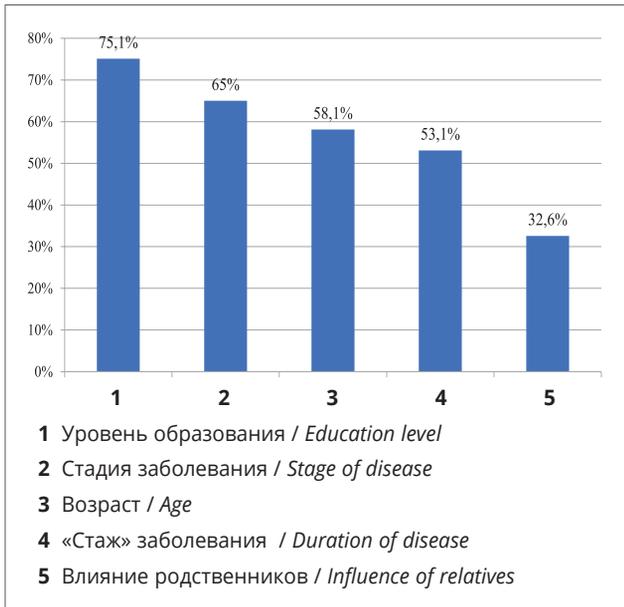


Рис. 4. Рейтинг ответов на вопрос «Как Вы считаете, от чего зависит «серьезность» отношения пациентов с ПОУГ к проводимой терапии?»

Fig. 4. Rating of responses to the question "What do you think influences the seriousness with which patients with POAG approach their therapy?"

При наличии под рукой необходимого материала 39,8% офтальмологов дают рекомендации пациентам с ПОУГ вести дневник самоконтроля. Рекомендацию просто вести дневник самоконтроля дают 28,4% офтальмологов. Не рекомендуют пациентам вести дневник самоконтроля 18,8% офтальмологов, а 13% не дают такую рекомендацию по причине отсутствия необходимого материала.

Примерно равное количество респондентов (40,3% и 40,6%) считают, что план лечения нужно обсуждать с пациентом или с пациентом и супругой или супругом. Меньшая доля — 19,1% офтальмологов — считают, что лечение нужно обсуждать с пациентом и его детьми.

Большинство офтальмологов, работающих в Москве и городах-миллионниках, считают, что целесообразно обсуждать план лечения только с самим пациентом. Большинство из тех, кто работает в городах численностью менее 5 тысяч жителей или в поселках городского типа, считают, что планы лечения целесообразно обсуждать с пациентом и супругом или супругой.

По оценкам самих офтальмологов, соблюдают режим закапывания 69,6% пациентов, 69,1% знают о рисках заболевания, а 75,5% знают, что терапия глаукомы является пожизненной (рис. 1).

По оценкам врачей-офтальмологов, среди пациентов с глаукомой 14,8% посещают врача 1 раз в месяц, 49,8% — 1 раз в 3 месяца, 33,8% пациентов — 1 раз в 6 месяцев, а 22,5% пациентов реже 1 раза в 6 месяцев (рис. 2).

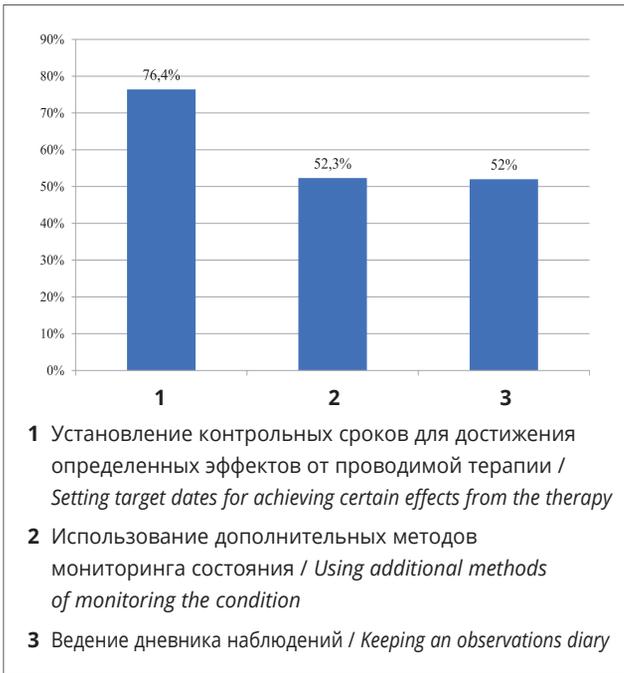


Рис. 5. Рейтинг ответов на вопрос «Что, на Ваш взгляд, из перечисленного ниже, может помочь врачу и пациенту достичь максимальной эффективности проводимой терапии и высокого уровня контроля заболевания?»

Fig. 5. Rating of responses to the question "In your opinion, which of the following could help both the physician and the patient achieve the highest level of treatment effectiveness and disease control?"

В табл. 1 приведена оценка офтальмологами предложенных ими способов информирования пациентов. Также приведена оценка врачами-офтальмологами информации, наиболее интересной их пациентам (рис. 3), и значимость факторов, влияющих на «серьезность» их отношения к проводимой терапии (рис. 4).

Ответы по популярности распределились следующим образом. Самый популярный ответ — «установление контрольных сроков для достижения определенных эффектов от проводимой терапии», примерно на равных позициях находятся ответы «использование дополнительных методов мониторинга состояния» и «ведение дневника наблюдений» (рис. 5).

Большинство офтальмологов — 76,4% — считают, что максимальной эффективности проводимой терапии может помочь установление контрольных сроков для достижения определенных эффектов от проводимой терапии, 52,3% считают, что помочь в достижении максимальной эффективности терапии смогут дополнительные методы мониторинга и 52% считают, что поможет ведение дневника наблюдений.

Наиболее популярным ответом на вопрос «Какая информация по применению лекарственных препаратов для лечения ПОУГ является, на Ваш

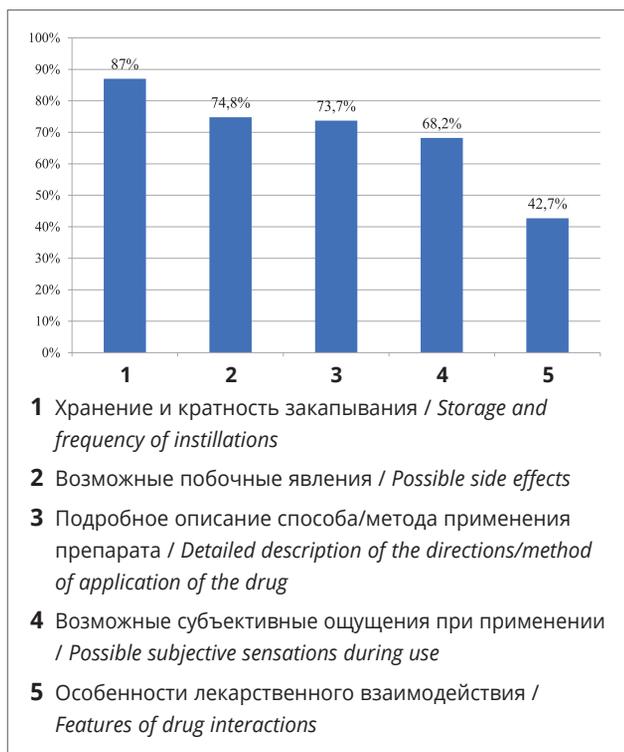


Рис. 6. Рейтинг ответов на вопрос «Какая информация по применению лекарственных препаратов для лечения ПОУГ является, на Ваш взгляд, обязательной при консультации пациента на приеме?»

Fig. 6. Rating of responses to the question "What information on the use of drugs for the treatment of POAG is, in your opinion, essential during patient consultations?"

взгляд, обязательной при консультации пациента на приеме?» стал ответ «хранение и кратность закапывания», а наименее популярным «особенности лекарственного взаимодействия» (рис. 6).

Большинство офтальмологов — 80,7% — считают целесообразным получение пациентом дополнительной информации о своем заболевании от профильных экспертов либо профессионалов здравоохранения вне визитов к врачу. Большая часть респондентов — 78,8% — положительно относятся к возможности общения с пациентами вне приема с целью донесения до них дополнительной информации. Большая доля офтальмологов — 45,3% — скорее положительно относятся к дистанционному консультированию пациентов, 24,2 относятся нейтральной, 21,1% — скорее негативно. У 72,8% офтальмологов есть общения с пациентами через мессенджеры, но опыт публичных выступлений через Zoom или Skype у 75,5% офтальмологов отсутствует. Нет опыта ведения медицинских блогов у 95,5% опрошенных.

В основном 58,2% опрошенных офтальмологов не сталкивались с проблемами восприятия пациентами информации при общении вне приема. У 61,4% офтальмологов присутствует опыт напи-

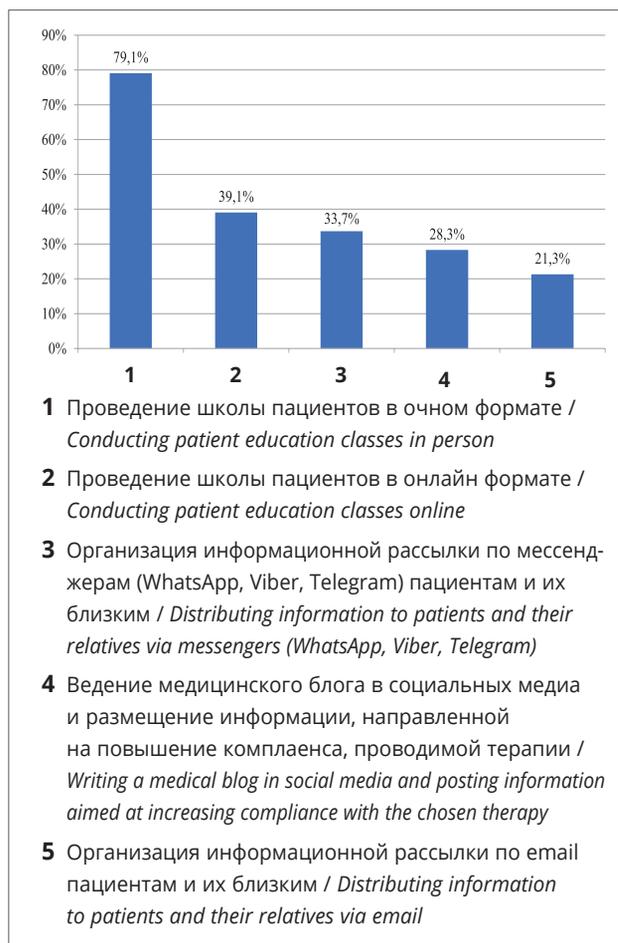


Рис. 7. Рейтинг ответов на вопрос: «Какие форматы взаимодействия с пациентами Вам наиболее интересны? (при условии полного соблюдения законодательства)»

Fig. 7. Rating of responses to the question "What forms of interaction with patients are you most interested in? (subject to full compliance with the law)"

сания медицинских информационных сообщений для пациентов в доступной для них форме. Опыт публичных очных выступлений перед аудиторией пациентов и их близких есть у 57,6% опрошенных. Рассматривают возможность участия в образовательных проектах, направленных на повышение осведомленности о заболевании, 70,1% офтальмологов.

В свободное от приема время консультированием пациентов 43,4% опрошенных готовы заниматься 2–3 раза в месяц, 26,4% реже, чем раз в месяц и 21,3% готовы заниматься консультированием вне приема 1 раз в неделю.

Те офтальмологи, которые не готовы участвовать в образовательных проектах, направленных на повышение осведомленности пациентов о своем заболевании, в качестве основной причины указывают, что у них нет на это времени (46,4%), что дают исчерпывающую информацию во время приема (23,6%) и что не имеют такого опыта (22,7%).

Необходимость подборки научной информации в доступной для пациента форме указывают 79,5% опрошенных офтальмологов, техническую поддержку при проведении мероприятий запрашивают 79,1%, помощь в информировании пациентов необходима 58,5% офтальмологов.

Офтальмологи также ответили на вопрос об интересующих их формах взаимодействия с пациентами (рис. 7).

Заключение

Таким образом, большинство врачей-офтальмологов не только поддерживают идею получения пациентами с глаукомой информации о своем заболевании, его лечении, образе жизни и пр. вне основного приема, но и готовы принимать непо-

Литература

1. Нероев В.В., Золотарев А.В., Карлова Е.В., Киселева О.А., Шишкин М.М., Германова В.Н. Влияние приверженности к лечению на прогрессирование первичной открытоугольной глаукомы у пациентов в условиях клинической практики. *Вестник офтальмологии* 2019; 135(6):42-42. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913506142>
2. Петров С.Ю., Ловпаче Дж.Н., Брежнев А.Ю. Принципы приверженности лечению среди пациентов с глаукомой согласно IV изданию Европейского глаукомного руководства (аналитический комментарий). *РМЖ Клиническая офтальмология* 2015; 3:152-154.
3. Ловпаче Дж.Н., Завадский П.Ч., Зверева О.Г. и др. Комплаентность и персистентность у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой с позиции офтальмолога. *Национальный журнал глаукома* 2020; 19(2):11-21. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.02>
4. Макогон С.И., Онищенко А.Л., Макогон А.С. Приверженность лечению у лиц пожилого и старческого возраста с первичной открытоугольной глаукомой. *Национальный журнал глаукома* 2019; 18(4):3-13. <https://doi.org/10.25700/NJG.2019.04.01>
5. Мовсисян А.Б., Куроедов А.В., Завадский П.Ч. и др. Дополнительное профессиональное образование врачей и результаты клинической практики (аналитическое онлайн-исследование). *Национальный журнал глаукома* 2022; 21(1):62-70. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-1-62-70>
6. Sleath B, Blalock SJ, Carpenter DM, et al. Ophthalmologist-patient communication, self-efficacy, and glaucoma medication adherence. *Ophthalmology* 2015; 122(4):748-754. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.11.001>
7. Sleath B, Sayner R, Vitko M, et al. Glaucoma patient-provider communication about vision quality-of-life. *Patient Educ Couns* 2017; 100(4):703-709. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2016.11.018>
8. Sleath B, Beznos B, Carpenter DM, Budenz DL, Muir KW, Romero MS, et al. African American patient-provider communication about glaucoma vision quality-of-life. *Eye* 2024; 38(2):343-348. <https://doi.org/10.1038/s41433-023-02693-8>
9. Poleon S, Racette L, Fifolt M, Schoenberger-Godwin YM, Abu SL, Twa MD. Patient and Provider Perspectives on Glaucoma Treatment Adherence: A Delphi Study in Urban Alabama. *Optom Vis Sci* 2021; 98(9):1085-1093. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001776>
10. Beznos B, Sayner R, Carpenter DM, et al. Do African American patients with glaucoma ask their eye providers the questions they have? *Eye (Lond)* 2024; 38(2):279-283. <https://doi.org/10.1038/s41433-023-02674-x>

средственное участие в образовательных мероприятиях. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что в настоящее время формируется новая модель взаимодействия враческого и пациентского сообщества, которая в будущем позволит шире охватить пациентов с глаукомой образовательными и мотивационными мероприятиями, что призвано повысить приверженность лечению и улучшить прогноз течения данного инвалидизирующего заболевания.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Карлова Е.В.

Сбор и обработка материала: Карлова Е.В.

Статистическая обработка: Карлова Е.В., Павлюченко А.П.

Написание статьи: Карлова Е.В., Павлюченко А.П.

Редактирование: Павлюченко А.П.

References

1. Neroev VV, Zolotarev AV, Karlova EV, Kiseleva OA, Shishkin MM, Germanova VN. Influence of treatment adherence on the progression of primary open-angle glaucoma in clinical setting. *Russian Annals of Ophthalmology* 2019; 135(6):42-42. <https://doi.org/10.17116/oftalma201913506142>
2. Petrov S, Lovpache D, Brezhnev A. Principles of the compliance of glaucoma patients according to the 4th edition of the Terminology and Guidelines for glaucoma of the European Glaucoma Society. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2015; 3:152-154.
3. Lovpache DN, Zavadskiy PC, Zvereva OG, Kuroyedov AV, Dorofeev DA, Seleznev AV, et al. Compliance and persistence in patients with primary open-angle glaucoma from the ophthalmologist's perspective. *National Journal Glaucoma* 2020;19(2):11-21. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.02>
4. Makogon SI, Onishchenko AL, Makogon AS. Adherence to treatment in elderly and senile individuals with primary open-angle glaucoma. *National Journal Glaucoma*. 2019; 18(4):3-13. <https://doi.org/10.25700/NJG.2019.04.01>
5. Movsisyanyan AB, Kuroyedov AV, P. Ch. Zavadskiy, A. Yu. Brezhnev, Abdrahmanova ES, Gorodnichy VV. Additional professional education of medical doctors and clinical practice results (analytical online study). *National Journal Glaucoma* 2022; 21(1):62-70. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-1-62-70>
6. Sleath B, Blalock SJ, Carpenter DM, et al. Ophthalmologist-patient communication, self-efficacy, and glaucoma medication adherence. *Ophthalmology* 2015; 122(4):748-754. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2014.11.001>
7. Sleath B, Sayner R, Vitko M, et al. Glaucoma patient-provider communication about vision quality-of-life. *Patient Educ Couns* 2017; 100(4):703-709. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2016.11.018>
8. Sleath B, Beznos B, Carpenter DM, Budenz DL, Muir KW, Romero MS, et al. African American patient-provider communication about glaucoma vision quality-of-life. *Eye* 2024; 38(2):343-348. <https://doi.org/10.1038/s41433-023-02693-8>
9. Poleon S, Racette L, Fifolt M, Schoenberger-Godwin YM, Abu SL, Twa MD. Patient and Provider Perspectives on Glaucoma Treatment Adherence: A Delphi Study in Urban Alabama. *Optom Vis Sci* 2021; 98(9):1085-1093. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001776>
10. Beznos B, Sayner R, Carpenter DM, et al. Do African American patients with glaucoma ask their eye providers the questions they have? *Eye (Lond)* 2024; 38(2):279-283. <https://doi.org/10.1038/s41433-023-02674-x>



TRANSCONTACT

БИОСОВМЕСТИМОСТЬ, БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Инновационный
протектор тканей
глаза ОКВИС
обеспечивает комфорт
и длительную защиту
глазной поверхности



Деминерализованный
костный коллаген
I типа



dubna-biofarm@list.ru
+7(495)161-60-64
xentek.ru

tk-sales@yandex.ru
+7 495 605-39-38
transcontact.info

Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция в лечении вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами как этап подготовки к кератопротезированию

Соколовская Т.В., к.м.н., ведущий научный сотрудник отдела хирургии глаукомы;
<https://orcid.org/0009-0000-9396-8210>

Головин А.В., к.м.н., заведующий операционным блоком; <https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

Старостина А.В., к.м.н., научный сотрудник отдела хирургии глаукомы;
<https://orcid.org/0000-0002-4496-0703>

Шолохова В.Р., аспирант, врач-офтальмолог; <https://orcid.org/0009-0003-3359-8352>

Шишкова Л.А., клинический ординатор. <https://orcid.org/0009-0003-9564-9768>

ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова», 127486, Российская Федерация, Москва, Бескудниковский бульвар, 59А.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Головин А.В., Соколовская Т.В., Старостина А.В. и др. Микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция в лечении вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами как этап подготовки к кератопротезированию. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):29-35.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить эффективность проведения микроимпульсной лазерной циклофотокоагуляции (мЦФК) у пациентов при вторичной глаукоме с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами.

МЕТОДЫ. Выполнена мЦФК 12 пациентам (12 глаз) с бельмами роговицы и вторичной глаукомой. Средний возраст пациентов составил $44 \pm 6,5$ лет, среди них было 8 мужчин и 4 женщины. У всех пациентов отмечалось повышение внутриглазного давления (ВГД) до $T_{\text{пальп}}$ «+» и $T_{\text{пальп}}$ «+++» на максимальной комбинированной гипотензивной терапии. Острота зрения у всех пациентов была $1/\infty$ *proectia lucis certa*.

РЕЗУЛЬТАТЫ. На первые сутки после операции у 4 пациентов было отмечено снижение ВГД до $T_{\text{пальп}}$ «+», у 8 пациентов до $T_{\text{пальп}}$ «N». Гипотензивная терапия продолжалась по индивидуальным показаниям в течение всего срока наблюдения. Через 7 дней у всех пациентов ВГД снизилось до $T_{\text{пальп}}$ «N» и сохранялось на этом уровне на протяжении всего срока наблюдения. Во всех случаях острота зрения соответствовала дооперационной.

По данным ультразвукового исследования, средняя толщина цилиарного тела (ЦТ) до операции составляла $0,56 \pm 0,11$ мм. На первые сутки отмечено увеличение толщины ЦТ в среднем на 20,1% за счет выраженного отека вследствие гидратации при воспалительной реакции с постепенным возвращением к исходному уровню уже к 1 месяцу наблюдения. Через 6 месяцев статистически значимой разницы с дооперационной толщиной ЦТ не отмечено, средняя толщина ЦТ составляла $0,50 \pm 0,12$ мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. мЦФК может быть эффективным методом лечения вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами роговицы. Технология помогает снизить риск интраоперационных и послеоперационных осложнений за счет неинвазивности процедуры и низкой травматичности операции. При необходимости существует возможность повторять процедуру в случае повышения ВГД, а также сохранить зрительный потенциал пациента за счет щадящих параметров лазера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вторичная глаукома, сосудистое бельмо, кератопротез, микроимпульсная лазерная циклофотокоагуляция.

Для контактов:

Шолохова Валерия Романовна, e-mail: md.sholokhova_valeriya@mail.ru

ORIGINAL ARTICLE

Micropulse laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukoma as a stage of preparation for keratoprosthesis surgery

SOKOLOVSKAYA T.V., Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher at the Department of Glaucoma Surgery; <https://orcid.org/0009-0000-9396-8210>

GOLOVIN A.V., Cand. Sci. (Med.), Head of the Surgery Unit; <https://orcid.org/0000-0001-7577-1289>

STAROSTINA A.V., Cand. Sci. (Med.), Researcher at the Department of Glaucoma Surgery; <https://orcid.org/0000-0002-4496-0703>

SHOLOKHOVA V.R., post-graduate student, ophthalmologist; <https://orcid.org/0009-0003-3359-8352>

SHISHKOVA L.A., clinical resident; <https://orcid.org/0009-0003-9564-9768>

S.N. Fedorov National Medical Research Center "MNTK "Eye Microsurgery", 59A Beskudnikovskiy Blvd., Moscow, Russian Federation, 127486.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Sokolovskaya T.V., Golovin A.V., Starostina A.V. et al. Micropulse laser cyclophotocoagulation in the treatment of secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukoma as a stage of preparation for keratoprosthesis surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):29-35.

Abstract

PURPOSE. To evaluate the effectiveness of micropulse laser cyclophotocoagulation (mCPC) in patients with secondary glaucoma associated with post-burn and terminal dystrophic corneal leukomas.

METHODS. Twelve patients (12 eyes) with corneal leukomas and secondary glaucoma underwent mCPC. The mean age of the patients was 44 ± 6.5 years, including 8 men and 4 women. All patients exhibited elevated intraocular pressure (IOP), ranging from Tpalp "+" to Tpalp "++", despite being on maximum combination hypotensive therapy. Visual acuity for all patients was $1/\infty$ light perception with correct projection (proectia lucis certa).

RESULTS. On the first postoperative day, IOP was reduced to Tpalp "+" in 4 patients and to Tpalp "N" in 8 patients. Hypotensive therapy was continued based on individual indications throughout the observation period. By day 7, IOP had decreased to Tpalp "N" in all patients and remained stable throughout the follow-up period. Visual acuity in all cases remained unchanged from the preoperative level.

Ultrasound biomicroscopy (UBM) revealed that the mean ciliary body thickness (CBT) before surgery was 0.56 ± 0.11 mm. On the first postoperative day, CBT increased by an average of 20.1% due to pronounced edema caused by hydration from the inflammatory response, with a gradual return to baseline by the 1-month follow-up. At 6 months, no statistically significant difference in CBT from the preoperative thickness was observed, with a mean CBT of 0.50 ± 0.12 mm.

CONCLUSIONS. Micropulse cyclophotocoagulation can be an effective treatment for secondary glaucoma in patients with post-burn and terminal dystrophic corneal leukomas. This technique reduces the risk of intraoperative and postoperative complications due to its non-invasive nature and low surgical trauma. The procedure can be repeated if IOP increases, and gentle laser parameters can help preserve visual potential.

KEYWORDS: secondary glaucoma, vascularized leukoma, keratoprosthesis, micropulse cyclophotocoagulation.

Кератопротезирование — это сложное оптико-реконструктивное вмешательство, которое проводится пациентам с сосудистыми бельмами 4–5 категории (по классификации В.П. Филатова – Д.Г. Бушмица, 1947), этиология которых связана с тяжелыми ожогами глазной поверхности, большим количеством оптико-реконструктивных вмешательств, в частности, ранее перенесенных кератопластик с развитием в даль-

нейшем болезни трансплантата, а также терминальными дистрофическими бельмами, в том числе врожденными [1].

Кератопротезирование выполняется в два этапа с интервалом между ними не менее 6 месяцев. Целью первого этапа кератопротезирования является имплантация опорной пластины кератопротеза в толщу сосудистого бельма или пересадка роговично-протезного комплекса, что зависит

от толщины бельма и степени его однородности. Вторым этапом выполняется вкручивание оптического цилиндра в центральную часть имплантированной опорной пластины [1, 2]. Развитие офтальмохирургических технологий позволило минимизировать риск послеоперационных осложнений. Однако, учитывая выраженные анатомические изменения передней камеры, у таких пациентов существует высокий риск развития вторичной глаукомы, которая угрожает прогрессивным снижением зрительных функций и может привести к полной атрофии зрительного нерва.

Вторичная глаукома является одним из распространенных сопутствующих заболеваний у пациентов с ожоговыми или терминальными дистрофическими бельмами. Внутриглазное давление (ВГД) повышается в связи с повреждениями анатомических структур угла передней камеры химическими, термическими или механическими факторами, развитием токсико-воспалительного процесса, приводящего к формированию иридокорреальных синехий, формированием ретрокорнеальной или зрачковой мембран, нередко с неоваскуляризацией, а также неоднократно перенесенных хирургических вмешательств, в том числе кератопластики, что сопровождается рубцеванием и приводит к изменению конфигурации угла передней камеры [3].

Для нормализации ВГД первым этапом необходимо подобрать адекватную гипотензивную терапию. Как правило, пациентам с сосудистыми бельмами назначают препараты, снижающие продукцию внутриглазной жидкости (α 2-адреномиметики, β -адреноблокаторы, ингибиторы карбоангидразы). Однако, учитывая выраженный рубцово-спаечный процесс и, как следствие, сниженную биодоступность препарата, инстилляций капель для нормализации ВГД часто бывает недостаточно [2].

Хирургическое лечение является наиболее эффективным методом компенсации ВГД у пациентов с вторичной глаукомой. Однако до сих пор не существует единой точки зрения по выбору оптимального вида антиглаукомной операции на глазах с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами [2].

Проведение стандартных фистулизирующих вмешательств в данном случае затруднено из-за грубого нарушения анатомических структур и невозможности визуализировать зону лимба, а пути оттока внутриглазной жидкости, созданные с помощью такой операции, интенсивно рубцуются за счет выраженной фибропластической реакции [2].

Лучший гипотензивный эффект достигается при имплантации различных трубчатых дренажей, в частности, клапана Ahmed. Однако у такого метода лечения существует ряд недостатков: высокий риск интраоперационных осложнений, сложность хирургического вмешательства, тенденция к протрузии клапана, риск непроходимости

дренажной трубки, отсутствие адекватной визуализации передней камеры и зоны лимба [4–6].

При неэффективности хирургических методов лечения в качестве способа компенсации ВГД могут применяться различные циклодеструктивные операции. В течение последних десятилетий наибольшее распространение получила контактная транссклеральная лазерная циклофотокоагуляция (ЦФК) с длиной волны 810 нм. Однако данная методика сопровождается рядом серьезных послеоперационных осложнений, связанных с чрезмерным повреждением структур цилиарного тела (ЦТ) лазерной энергией: транзиторное повышение ВГД, выраженная воспалительная реакция, субатрофия глазного яблока за счет развития дисфункции ЦТ с развитием гипотонии [7, 8].

Для нормализации офтальмотонуса с минимальным риском осложнений была разработана новая перспективная технология — мЦФК, при которой используется диодный лазер с длиной волны 810 нм, аналогично непрерывно-волновой ЦФК. Специальный зонд благодаря своей конфигурации позволяет доставлять лазерную энергию непосредственно в структуры ЦТ. Однако за счет прерывистой работы лазера при мЦФК уменьшается фокальное перегревание с деструкцией ЦТ, что приводит к снижению числа осложнений и позволяет применять данную технологию у пациентов с сохраненными зрительными функциями [9–11].

Механизм действия мЦФК основан на селективном воздействии лазера на пигментный эпителий цилиарных отростков при минимальном повреждении окружающих тканей. Благодаря короткой длительности импульса и непродолжительному рабочему циклу, температура в клетках пигментного эпителия повышается избирательно. Лазерная энергия поступает к цилиарным отросткам прерывисто посредством серии коротких импульсов, за счет этого при проведении мЦФК снижается повреждающее воздействие на ткани ЦТ [12].

Цель работы: оценить эффективность мЦФК у пациентов при вторичной глаукоме с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами.

Материалы и методы

В исследование были включены 12 пациентов (12 глаз) с бельмами роговицы и вторичной глаукомой (рис. 1, 2). Средний возраст пациентов составил $44 \pm 6,5$ лет, среди них было 8 мужчин и 4 женщины.

У всех пациентов в срок от 1 года до 5 лет до мЦФК произошел ожог роговицы и было как минимум несколько оптико-реконструктивных операций. Среди них были кератопластика, экстракция катаракты с/без имплантации интраокулярной линзы, пластика радужки и зрачка, антиглаукомные вмешательства, в частности, имплантация клапана



Рис. 1. Сосудистое бельмо роговицы (терминальное дистрофическое бельмо роговицы), сформированное после травмы. В анамнезе две сквозные кератопластики и экстракция катаракты.

Fig. 1. Vascularized corneal leukoma (terminal dystrophic corneal leukoma) formed after trauma. Patient history includes two penetrating keratoplasties and cataract extraction.

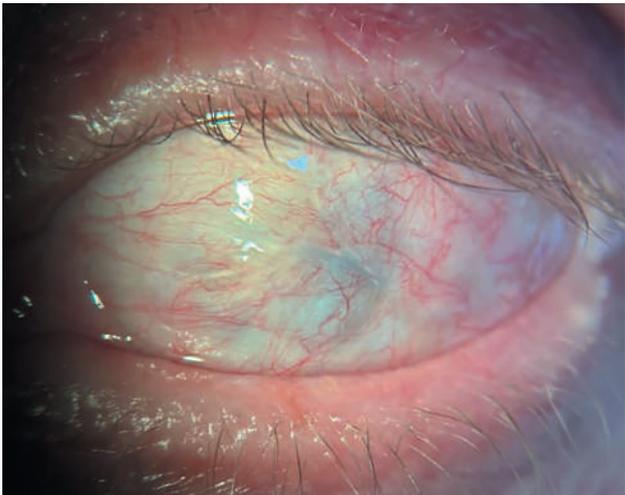


Рис. 2. Сосудистое бельмо роговицы (состояние после химического ожога глаза щелочью). В анамнезе сквозная кератопластика, экстракция катаракты с имплантацией интраокулярной линзы и укрепление бельма фасцией виска.

Fig. 2. Vascularized corneal leukoma (following chemical burn to the eye with alkali). Patient history includes penetrating keratoplasty, cataract extraction with intraocular lens implantation, and leukoma covering with temporal fascia autograft.

Ахмеда, непроникающая глубокая склерэктомия; реконструктивно-пластические вмешательства: устранения заворота или выворота век, симблефарона, лагофтальма, укрепление бельма; витреоретинальные вмешательства. Во всех случаях вторичная глаукома была диагностирована через 1–2 года после полученной травмы. Вследствие выраженных изменений переднего отрезка глаза определение ВГД проводилось пальпаторно. У всех пациентов отмечалось повышение ВГД до $T_{\text{пальп}}$ «+» и $T_{\text{пальп}}$ «++» на максимальной комбинированной гипотензивной терапии. Острота зрения у всех пациентов составила $1/\infty$ *proectia lucis certa*.

Всем пациентам были проведены стандартные методы обследования и ряд дополнительных: ультразвуковая биомикроскопия (УБМ) переднего отрезка глаза с целью измерения толщины ЦТ, определения его положения и локализации места воздействия наконечника при мЦФК, и оптическая когерентная томография переднего отрезка глазного яблока для определения толщины сосудистой зоны лимба. При проведении мЦФК отсутствуют ограничения по толщине ЦТ, что является значимым преимуществом.

УБМ с локализацией ЦТ и зоны лимба выполняли непосредственно в день операции перед вмешательством. После локализации отростков ЦТ в этой зоне ставили отметки маркером на 1, 3, 5, 6, 8, 9, 11 и 12 ч.

Далее с помощью диодного лазера на приборе Cyclo G6 Glaucoma Laser System (IRIDEX Corp., США) выполняли мЦФК по меткам, ранее отмеченным маркером. Использовали следующие параметры лазера: длина волны 810 нм, мощность 2800 мВт, рабочий цикл 31,3%, длительность импульса 0,5 мс, периоды между импульсами 1,1 мс, время экспозиции 40 с в 4 секторах по 90° (всего 160 с), в связи с выраженными рубцовыми изменениями и неравномерной толщиной склеры и конъюнктивы (рис. 3).

Воздействие осуществляли по двум дугам окружности, перемещая зонд в проекции поставленных меток, избегая зоны на 3 и 9 ч.

После процедуры всем пациентам были назначены инстилляции комбинированного гипотензивного препарата (α_2 -адреномиметик + β -адреноблокатор) на постоянной основе и стандартная противовоспалительная терапия.

Пациентов обследовали на 1–3, 7 сутки после операции и далее через 1, 3 и 6 месяцев.

Результаты

Предоперационная толщина ЦТ по данным УБМ варьировала от 0,30 до 0,75 мм ($0,56 \pm 0,11$ мм).

Во всех случаях операция прошла без осложнений, в раннем послеоперационном периоде воспалительная реакция не наблюдалась.

На первые сутки после операции у 4 пациентов было отмечено снижение ВГД до $T_{\text{пальп}}$ «+», у 8 пациентов — до $T_{\text{пальп}}$ «N».

Гипотензивная терапия продолжалась по индивидуальным показаниям в течение всего срока наблюдения. Через 7 дней у всех пациентов ВГД в среднем снизилось до $T_{\text{пальп}}$ «N» и сохранялось на таком уровне на протяжении всего срока наблюдения.

Во всех случаях острота зрения соответствовала дооперационной.

На первые сутки отмечено увеличение толщины ЦТ в среднем на 20,1% за счет выраженного отека вследствие гидратации при воспалительной реакции с постепенным возвращением к исходному уровню уже к 1 месяцу наблюдения. Через 6 месяцев статистически значимой разницы с дооперационной толщиной ЦТ не отмечено, средняя толщина ЦТ составляла $0,50 \pm 0,12$ мм, методом УБМ подтверждена сохранность всех его основных структур. Воздействие лазерной энергии в микроимпульсном режиме приводит к обратимым изменениям в ЦТ, не затрагивая его структуру, что значительно снижает риск субатрофии глазного яблока (рис. 4 и 5).

Обсуждение

Устойчивое повышение ВГД до кератопротезирования ставит под угрозу зрительные функции из-за повреждения зрительного нерва. Пациент должен в течение всей жизни следить за ВГД и быть под наблюдением офтальмолога для оценки необходимости дополнительного лечения, что связано как с состоянием кератопротеза, так и с глаукомой.

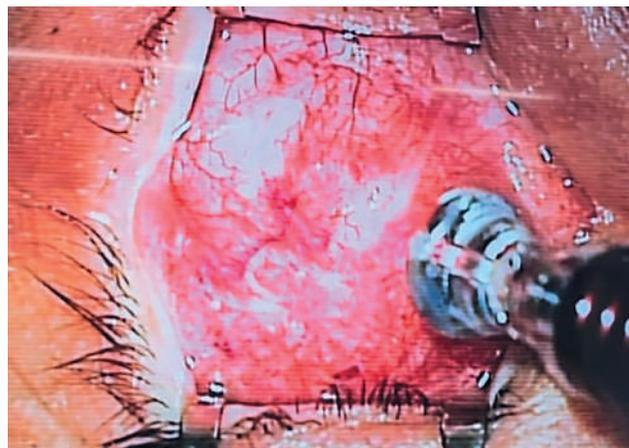


Рис. 3. Выполнение мЦФК у пациента с сосудистым бельмом роговицы, сформированным в результате химического ожога.

Fig. 3. Performing mCPC in a patient with vascularized leukoma caused by a chemical burn.

По данным Crnej A с соавт., в 27 из 36 случаев (75%), у которых глаукома не была диагностирована до кератопротезирования, после операции развилась глаукома de novo. Факторы риска развития послеоперационной глаукомы включают ранее существовавшую глаукому, наличие передних синехий с другими аномалиями переднего сегмента или без них, сужение угла передней камеры и хроническое воспаление. Использование топических стероидов также связано с повышением ВГД, которое встречается у 30% нормальной популяции [13].

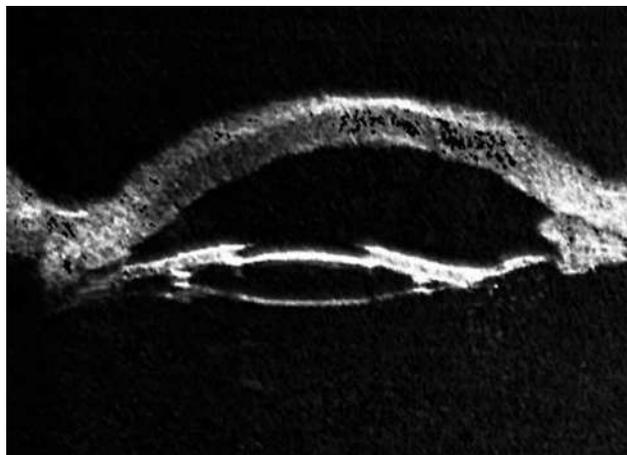


Рис. 4. Картина УБМ до мЦФК. Сосудистое бельмо роговицы. Состояние после проникающего ранения глазного яблока. Состояние после сквозной кератопластики и одномоментной экстракции катаракты. Иридохрусталиковая диафрагма.

Fig. 4. UBM image before mCPC. Vascularized corneal leukoma. Condition after penetrating wound of the eyeball. Condition after penetrating keratoplasty and one-stage cataract extraction. Iris-lens diaphragm.

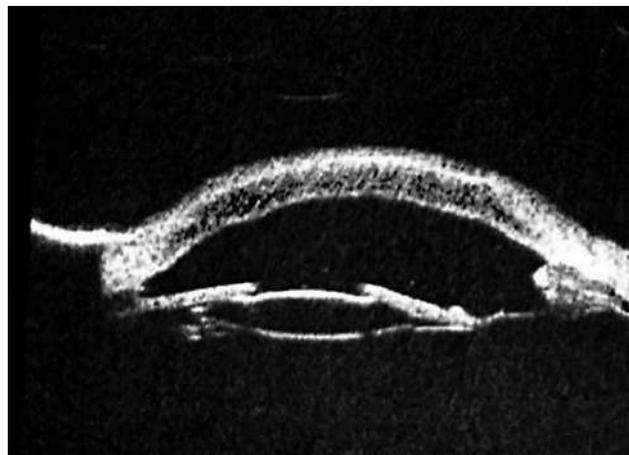


Рис. 5. Картина УБМ при выписке, через 3 дня после мЦФК.

Fig. 5. UBM at discharge, 3 days after mCPC.

Lenis T и соавт. сообщили, что повышение ВГД через 1 год после операции наблюдалось значительно чаще в группе пациентов, которым было выполнено только кератопротезирование, по сравнению с группой, которым одновременно с кератопротезированием имплантировали клапан Ahmed [14]. Однако, учитывая выраженные изменения переднего отрезка глаза и непрозрачность роговицы, не всегда возможно правильно определить топографию анатомических структур в передней камере и точно имплантировать дренаж в углу передней камеры. Чаще всего при подобной ситуации имплантировать дренажную трубку клапана необходимо в витреальную полость через плоскую часть ЦТ. При этом обязательным условием является авитрия для исключения обтурации отверстия волокнами стекловидного тела, что значительно увеличивает объем вмешательства и может привести к серьёзным осложнениям. Кроме того, выраженные склеро-конъюнктивальные изменения затрудняют этап имплантации дренажа, а также повышают риск его неравномерного залегания, прорезывания, а также формирования капсулы вокруг дренажа, что значительно снижает эффективность операции [5].

Эффективность транссклеральной непрерывно-волновой циклофотокоагуляции, по данным разных авторов, у таких пациентов варьирует от 36,7% до 93,8%, а частота гипотензивного ответа составляет 12,3%...66% [15] и зависит от общего количества примененной энергии. Основной проблемой циклофотокоагуляции является сложность дозирования энергии и точность аппликации наконечника над проекцией отростков ЦТ [12]. Описанные в литературе осложнения зависят от общего количества приложенной энергии и находятся в прямой пропорциональной зависимости с такими серьёзными осложнениями, как воспалительная реакция, гипотония вплоть до потери зрения и субатрофия глазного яблока.

В зарубежной литературе описана методика эндоскопической циклофотокоагуляции у пациентов с сосудистыми бельмами, при которых нарушена визуализация передней камеры, а также у пациентов с уже имеющимися кератопротезами [16]. За счет прицельного воздействия эндоскопа возможно максимально эффективное снижение ВГД, однако, эта процедура связана с рядом сложностей, в частности, сложным дозированием энергии лазера, а выраженный фиброзно-спаечный процесс при сосудистых бельмах затрудняет поиск отростков ЦТ и делает невозможной четкую локализацию проекции установки портов для эндоскопа [17].

Микроимпульсная ЦФК является эффективной неинвазивной и безопасной методикой лечения глаукомы. Технология Micropulse предполагает использование диодного лазера с длинной волны 810 нм и стандартным рабочим циклом 31,3%. За счет прерывистой и дозированной работы лазера к цилиарным отросткам поступает серия коротких импульсов, что препятствует локальному перегреванию и чрезмерному деструктивному воздействию на структуры ЦТ. Формируется не коагуляционное, а тепловое воздействие, активирующее определенные биохимические реакции. Минимальное повреждение пигментного эпителия на уровне оргanelл клетки вызывает его регенерацию, активацию метаболических процессов, транспорта веществ, активацию синтеза внутриклеточных биологических факторов и поддерживает клеточную жизнеспособность за счет уменьшения апоптоза. Также существует гипотеза, что мЦФК увеличивает интенсивность увеосклерального оттока внутриглазной жидкости. Комплексное влияние перечисленных механизмов позволяет достичь максимального гипотензивного эффекта и не сопровождается риском атрофии цилиарного тела и потерей зрительных функций после вмешательства. Благодаря этому можно минимизировать количество интра- и послеоперационных осложнений и при необходимости повторять процедуру [18, 19].

Заключение

Микроимпульсная ЦФК может быть эффективным методом лечения вторичной глаукомы у пациентов с ожоговыми и терминальными дистрофическими бельмами роговицы. Технология помогает снизить риск интраоперационных и послеоперационных осложнений за счет неинвазивности и низкой травматичности процедуры. Лазерная мЦФК позволяет нормализовать ВГД в глазах с сосудистыми бельмами, где полностью отсутствует визуализация структур передней камеры. Существует возможность повторять процедуру в случае повышения ВГД и сохранить зрительный потенциал пациента за счет щадящих параметров лазера. Для объективной оценки долгосрочных результатов технологии необходимо более длительное наблюдение и большее количество пациентов.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Старостина А.В.

Сбор и обработка материала: Шолохова В.Р., Шишкова Л.А.

Статистическая обработка: Старостина А.В., Соколовская Т.В., Головин А.В.

Написание статьи: Шолохова В.Р., Шишкова Л.А.

Редактирование: Старостина А.В., Соколовская Т.В., Головин А.В.

Литература

1. Федоров С.Н., Мороз З.И., Зуев В.К. Кератопротезирование. М: Медицина 1982; 144 с.
2. Ковшун Е.В., Макаров П.В., Власова В.А. Результаты имплантации дренажного клапанного устройства Ахмеда у пациентов с вторичной глаукомой и сосудистым бельмом ожоговой этиологии до и после кератопротезирования. *Офтальмохирургия* 2016; 4:36-43.
3. Национальное руководство по глаукоме. 3-е изд. Под ред. Е.А. Егорова. М: ГЭОТАР-Медиа 2013; 44-62.
4. Сидорова А.В., Гелястанов А.М., Елисеева М.А. Современные возможности применения технологии Micropulse в лечении вторичной глаукомы у пациентов после кератопластики (клинический случай). *Современные технологии в офтальмологии* 2019; 5:342-345.
5. Gu J, Zhang Y, Zhai J, et al. Clinical Experience in Patients with Ocular Burns Treated with Boston Type I Keratoprosthesis Implantation with or Without Prophylactic Ahmed Glaucoma Valve Implantation. *Ophthalmol Ther* 2022; 11(1):421-434. <https://doi.org/10.1007/s40123-021-00446-y>
6. Власова В.А., Мороз З.И., Ковшун Е.В. Имплантация клапанного дренажа Ahmed у пациентов с сосудистыми бельмами 4-5 категории при кератопротезировании. *Вестник ВолГМУ: приложение (Материалы Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы современной офтальмологии – 2013»)* 2013; 65-68.
7. Чупров А.Д., Гаврилова И.А. Анализ эффективности различных органосохраняющих операций при терминальной болящей глаукоме. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2010; 12(4):135-136.
8. Pastor S.A., Singh K., Lee D.A. et al. Cyclophotocoagulation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001; 108(11):2130-2138.
9. Ходжаев Н.С., Сидорова А.В., Баева А.В., Смирнова Е.А. Трансклеральное лазерное лечение глаукомы в режиме микропульса: пилотное исследование. *Новости глаукомы* 2019; 1(49):3-5.
10. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes. *Ophthalmol Glaucoma* 2019; 2(3):167-171. <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.02.002>
11. Nguyen A.T., Maslin J.S., Noecker J.R. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmology* 2020; 30(4):700-705. <https://doi.org/10.1177/1120672119839303>
12. Бабушкин А.Э. Циклодеструктивные вмешательства в лечении рефрактерной глаукомы (обзор литературы). *Точка зрения. Восток – Запад* 2014; 2:16.
13. Crnej A, Paschalis EI, Salvador-Culla B et al. Glaucoma progression and role of glaucoma surgery in patients with Boston keratoprosthesis. *Cornea* 2014; 33(4):349-354. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000067>
14. Lenis TL, Chiu SY, Law SK, Yu F, Aldave AJ. Safety of concurrent Boston Type I keratoprosthesis and glaucoma drainage device implantation. *Ophthalmology* 2017; 124(1):12-19. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.08.003>
15. Orive Bañuelos A, Arana Larrea B, Crnej A et al. Transscleral Cyclophotocoagulation for the Treatment of Uncontrolled Glaucoma in a Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Case Rep Ophthalmol* 2022; 13(1):158-165. <https://doi.org/10.1159/000522440>
16. Poon LY, Chodosh J, Vavvas DG et al. Endoscopic Cyclophotocoagulation for the Treatment of Glaucoma in Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Journal of Glaucoma* 2017; 26(4):146-149. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000626>
17. Lee RM, Al Raqqad N, Goma A et al. Endoscopic cyclophotocoagulation in osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) eyes. *J Glaucoma* 2011; 20(1):68-69. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182073e71>
18. Сидорова А.В., Старостина А.В., Печерская М.А., Стефанкова К.А. Преимущество технологии Micropulse как метода выбора лечения вторичной глаукомы у пациентов с заболеваниями роговицы. *Офтальмология* 2022; 19(3):515-523. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-515-523>
19. Rivier D, Paula JS, Kim E, Dohlman CH, Grosskreutz CL. Glaucoma and keratoprosthesis surgery: role of adjunctive cyclophotocoagulation. *J Glaucoma* 2009; 18(4):321-324. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181815485>

References

1. Fedorov S.N., Moroz Z.I., Zuev V.K. Keratoprotezirovaniye [Keratoprosthesis]. Moscow, Medicine Publ., 1982. 144 p.
2. Kovshun E.V., Makarov P.V., Vlasova V.A. Results of implantation of Ahmed drainage valve device in patients with secondary glaucoma and vascular glaucoma of burn etiology before and after keratoprosthesis. *Ophthalmosurgery* 2016; 4:36-43.
3. Natsional'noe rukovodstvo po glaukome [National glaucoma guidelines]. 3rd ed. Egorov E.A., ed. Moscow: GEOTARMedia, 2013. C. 44-62.
4. Sidorova A.V., Gelastanov A.M., Eliseeva M.A. Modern possibilities of Micropulse technology application in treatment of secondary glaucoma in patients after keratoplasty (clinical case). *Modern technologies in ophthalmology* 2019; 5:342-345.
5. Gu J, Zhang Y, Zhai J, et al. Clinical Experience in Patients with Ocular Burns Treated with Boston Type I Keratoprosthesis Implantation with or Without Prophylactic Ahmed Glaucoma Valve Implantation. *Ophthalmol Ther* 2022; 11(1):421-434. <https://doi.org/10.1007/s40123-021-00446-y>
6. Vlasova V.A., Moroz Z.I., Kovshun E.V. Implantation of Ahmed valve drainage in patients with vascular belmata of 4-5 categories in keratoprosthesis. *Bulletin of VolgGMU: Supplement (Proceedings of the Anniversary All-Russian Scientific and Practical Conference "Actual issues of modern ophthalmology – 2013")* 2013; 65-68.
7. Chuprov A.D., Gavrilova I.A. Analysis of the effectiveness of various organ-preserving surgeries for terminal aching glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology* 2010; 12(4):135-136.
8. Pastor S.A., Singh K., Lee D.A. et al. Cyclophotocoagulation: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2001; 108(11):2130-2138.
9. Hodjaev N.S., Sidorova A.V., Baeva A.V., Smirnova E.A. Transscleral laser treatment of glaucoma in micropulse mode: a pilot study. *Glaucoma News* 2019; 1(49):3-5.
10. Sarrafpour S, Saleh D, Ayoub S, Radcliffe NM. Micropulse Transscleral Cyclophotocoagulation: A Look at Long-Term Effectiveness and Outcomes. *Ophthalmol Glaucoma* 2019; 2(3):167-171. <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.02.002>
11. Nguyen A.T., Maslin J.S., Noecker J.R. Early results of micropulse transscleral cyclophotocoagulation for the treatment of glaucoma. *Eur J Ophthalmology* 2020; 30(4):700-705. <https://doi.org/10.1177/1120672119839303>
12. Babushkin A.E. Cyclodestructive interventions in the treatment of refractory glaucoma (literature review). *Point of view. East-West* 2014; 2:16.
13. Crnej A, Paschalis EI, Salvador-Culla B et al. Glaucoma progression and role of glaucoma surgery in patients with Boston keratoprosthesis. *Cornea* 2014; 33(4):349-354. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000067>
14. Lenis TL, Chiu SY, Law SK, Yu F, Aldave AJ. Safety of concurrent Boston Type I keratoprosthesis and glaucoma drainage device implantation. *Ophthalmology* 2017; 124(1):12-19. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.08.003>
15. Orive Bañuelos A, Arana Larrea B, Crnej A et al. Transscleral Cyclophotocoagulation for the Treatment of Uncontrolled Glaucoma in a Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Case Rep Ophthalmol* 2022; 13(1):158-165. <https://doi.org/10.1159/000522440>
16. Poon LY, Chodosh J, Vavvas DG et al. Endoscopic Cyclophotocoagulation for the Treatment of Glaucoma in Boston Keratoprosthesis Type II Patient. *Journal of Glaucoma* 2017; 26(4):146-149. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000626>
17. Lee RM, Al Raqqad N, Goma A et al. Endoscopic cyclophotocoagulation in osteo-odonto-keratoprosthesis (OOKP) eyes. *J Glaucoma* 2011; 20(1):68-69. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3182073e71>
18. Sidorova A.V., Starostina A.V., Pecherskaya M.A., Stefanikova K.A. Advantages of Micropulse technology as a method of choice for treatment of secondary glaucoma in patients with corneal diseases. *Ophthalmology* 2022; 19(3):515-523. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2022-3-515-523>
19. Rivier D, Paula JS, Kim E, Dohlman CH, Grosskreutz CL. Glaucoma and keratoprosthesis surgery: role of adjunctive cyclophotocoagulation. *J Glaucoma* 2009; 18(4):321-324. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181815485>

ДОРЗОПРОСТ

дорзоламид 2% + латанопрост 0,005%
капли глазные 2,5 мл

Впервые вместе!



- ✓ Без тимолола – безопасен для пациентов с коморбидными заболеваниями – артериальной гипертензией, нарушениями ритма сердца, бронхиальной астмой, ХОБЛ и другими
- ✓ Без консервантов – не оказывает цитотоксического влияния на ткани глаза и комфортно переносится
- ✓ Содержит увлажняющий компонент – гипромеллозу
- ✓ Дополнительное снижение ВГД на 17% в сравнении с монотерапией латанопростом
- ✓ Инстиляция 1 раз в сутки – надёжный контроль ВГД 24 часа
- ✓ Фармацевтическая субстанция дорзоламид-латанопрост (Италия, Испания)
- ✓ Современный флакон Novelia® (Франция) сохраняет стерильность препарата в течение месяца после вскрытия



Производитель: К.О. Ромфарм Компани С.РЛ., Румыния
Представитель производителя в РФ: ООО «Ромфарма»
123290, г. Москва, Причальный проезд, д.2
тел.: (495) 269-00-39, (495) 787-78-44
e-mail: info@rompharma.ru, www.rompharma.ru



Автоматическая неинвазивная оценка времени разрыва слезной пленки у пациентов с открытоугольной глаукомой на гипотензивной терапии и у пациентов с впервые выявленной глаукомой после СЛТ

Анисимова С.Ю., д.м.н., профессор, генеральный директор¹; <https://orcid.org/0000-0003-0562-5440>

Анисимов С.И., д.м.н., профессор кафедры глазных болезней², научный директор¹;
<https://orcid.org/0000-0003-1922-4939>

Кочмала О.Б., д.м.н., ассистент кафедры офтальмологии³;

Лин Пен, аспирант по офтальмологии³; <https://orcid.org/0009-0008-4971-7818>

Гаврилова Н.А., д.м.н., профессор, зав. кафедрой²; <https://orcid.org/0000-0003-0368-296X>

Вокуев М.А., клинический ординатор². <https://orcid.org/0009-0004-3428-3739>

¹ООО Глазной центр «Восток-Прозрение», 123557, Российская Федерация, Москва, ул. П. Осипенко, 10, к. 1;

²ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, 127006, Российская Федерация, Москва, ул. Долгоруковская, 4.

³ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, 344022, Российская Федерация, Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29.

Финансирование: авторы не получили финансирование при проведении исследования и написании статьи.
Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Кочмала О.Б. и др. Автоматическая неинвазивная оценка времени разрыва слезной пленки у пациентов с открытоугольной глаукомой на гипотензивной терапии и у пациентов с впервые выявленной глаукомой после СЛТ. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):37-45.

Резюме

ЦЕЛЬ. Оценить возможность кератотопографического исследования в диагностике стабильности прероговничной слезной пленки.

МЕТОДЫ. Случайным образом были отобраны пациенты, получавшие местную гипотензивную терапию, и пациенты с вновь выявленной первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ), которым была выполнена селективная лазерная трабекулопластика (СЛТ). Всем пациентам определяли время разрыва слезной пленки (ВРСП) и дисфункцию мейбомиевых желез. Использовали кератотопограф CSO Sirius+ с программным обеспечением, решающим задачи диагностики синдрома «сухого» глаза.

РЕЗУЛЬТАТЫ. У пациентов, получавших топическую терапию в течение различных сроков (от 3 месяцев до 10 лет) получены убедительные свидетельства нару-

шения ВРСП, указывающие на наличие синдрома «сухого» глаза. У пациентов, которым была выполнена СЛТ и которые не получали медикаментозного лечения, этот показатель находился в пределах нормы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Предварительные результаты сравнительного исследования применения кератотопографического исследования в диагностике синдрома «сухого» глаза для оценки стабильности слезной пленки показали информативность метода и его преимущества по сравнению с используемыми методиками (тест Ширмера, проба Норна).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: первичная открытоугольная глаукома, топическая терапия, синдром «сухого» глаза, селективная трабекулопластика, кератотопография, стабильность слезной пленки.

Для контактов:

Вокуев Максим Александрович, e-mail: mak.vokuev@yandex.ru

ORIGINAL ARTICLE

Automated non-invasive assessment of tear film break-up time in patients with open-angle glaucoma on antihypertensive therapy and in patients with newly diagnosed glaucoma after SLT

ANISIMOVA S.YU., Dr. Sci. (Med.), Professor, Director¹; <https://orcid.org/0000-0003-0562-5440>

ANISIMOV S.I., Dr. Sci. (Med.), Professor at the Academic Department of Eye Diseases², Scientific Director¹; <https://orcid.org/0000-0003-1922-4939>

KOCHMALA O.B., Dr. Sci. (Med.), Assistant at the Academic Department of Ophthalmology³;

LING PENG, postgraduate student³; <https://orcid.org/0009-0008-4971-7818>

GAVRILOVA N.A., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Academic Department of Eye Diseases²; <https://orcid.org/0000-0003-0368-296X>

VOKUEV M.A., clinical resident². <https://orcid.org/0009-0004-3428-3739>

¹Eye care center "East Sight Recovery", 10 Bld. 1 Poliny Osipenko St., Moscow, Russian Federation, 123007;

²Russian University of Medicine, 4 Dolgorukovskaya St., Moscow, Russian Federation, 127006;

³Rostov State Medical University, 29 Nakhichevskiy Ln., Rostov-on-Don, Russian Federation, 344022.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Anisimova S.Yu., Anisimov S.I., Kochmala O.B. et al. Automated non-invasive assessment of tear film break-up time in patients with open-angle glaucoma on antihypertensive therapy and in patients with newly diagnosed glaucoma after SLT. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):37-45.

Abstract

PURPOSE. To evaluate the potential of corneal topography analysis in assessment of the precorneal tear film stability.

METHODS. The study included two groups of randomly selected participants: patients receiving topical hypotensive therapy, and patients with newly diagnosed primary open-angle glaucoma (POAG) who had undergone selective laser trabeculoplasty (SLT). All study participants underwent measurement of tear break-up time (TBUT) and meibomian gland dysfunction. The CSO Sirius+ topographer with software designed for diagnosing dry eye syndrome was used.

RESULTS. Patients who had been on topical therapy for various durations (ranging from 3 months to 10 years)

demonstrated significant evidence of reduced TBUT, indicating the presence of dry eye syndrome. In contrast, patients who underwent SLT without receiving medication had TBUT values within normal limits.

CONCLUSION. Preliminary results of this comparative study on the use of corneal topography used for diagnosing dry eye syndrome in evaluation of tear film stability demonstrated the informative value and advantages of this method compared to conventional techniques (Schirmer's test, Norn's test).

KEYWORDS: primary open-angle glaucoma, topical therapy, dry eye syndrome, selective trabeculoplasty, corneal topography, tear film stability.

Спектр местных гипотензивных лекарственных средств для лечения глаукомы, находящихся в арсенале офтальмолога в настоящее время, довольно широк. Кроме общепринятого деления препаратов, основанного на механизме их гипотензивного действия, очень важной следует считать характеристику композиционного состава капель, относящихся к различным фармакологическим группам. От этого зависит не только степень гипотензивной эффективности, но и безопасность терапии, особенно если речь идет о необходимости

длительного лечения. В этом контексте препараты, рекомендуемые для топической терапии и не содержащие консерванта, требуют особого рассмотрения как лекарственные средства, в значительной степени предупреждающие развитие синдрома «сухого» глаза (ССГ).

Несмотря на обширность публикуемых сообщений, эпидемиология ССГ расценивается многими исследователями неоднозначно; оценка распространенности ССГ отличается в разных исследованиях из-за различий в диагностике заболевания

и того, какая популяция наблюдалась [1]. Существует предположение о том, что распространённость этого заболевания в клинической практике может быть недооцененной, так как симптомы могут быть не распознаны или не сообщены врачу.

Причин и факторов риска развития ксероза тканей глазной поверхности чрезвычайно много. На это указывает в своих работах Бржеский В.В., подчеркивая особую важность доказанных факторов таких как ряд глазных лекарственных средств, длительное применение которых может приводить к нарушению стабильности прероговичной слезной пленки и снижению слезопродукции [2].

Многочисленные исследования, особенно проведенные в последние несколько десятилетий, свидетельствуют о том, что сопутствующий ССГ весьма характерен для больных глаукомой и выявляется практически у каждого второго из них [3–5].

В частности, в крупномасштабном и широко цитируемом исследовании, проведенном в 900 медицинских центрах Германии, было обследовано в общей сложности более 20,5 тысяч больных глаукомой. Признаки ССГ были зарегистрированы у 52,6% пациентов [6]. Обобщенные данные свидетельствуют о том, что ССГ чаще встречается у женщин, страдающих ПОУГ, чем у мужчин с той же патологией (56,9% против 45,7%); при псевдоэкзофалиативной глаукоме, чем при простой или пигментной; при использовании трех и более антиглаукомных препаратов; у больных, длительно получавших топическую терапию.

Кроме этого оказалось, что частота ССГ при глаукоме увеличивается с возрастом, и составляет 60% и более у пациентов старше 70 лет. Этому можно дать объяснение: с возрастом не только проявляются нарушения структуры слезной пленки, связанные с инволюционными изменениями, но и увеличивается «стаж» глаукомы.

В своих оригинальных и аналитических исследованиях В.В. Бржеский совершенно справедливо подчеркивает, что распространенность ССГ зависит от множества обстоятельств: отсутствие единых критериев верификации диагноза, полиморфизм клинического течения, отсутствие учета гендерных и возрастных особенностей обследуемых [2]. Похожие данные получены и другими авторами [5, 7, 8].

Признавая очевидные проблемы эпидемиологии ССГ, его клинический полиморфизм, значительную долю влияния субъективного компонента, стоит отметить, что наибольшие сложности связаны с отсутствием диагностических стандартов роговично-конъюнктивального ксероза.

Поверхность глаза и ее отдельные компоненты составляют защитный барьер между глазом и внешним миром. Слезная пленка играет жизненно важную роль в обеспечении смазки и защиты поверхности глаза, а также в поддержании гладкой преломляющей поверхности для оптимального зрения [9].

Хроническое применение глазных капель вызывает изменения поверхности глаза [2]. У пациентов, получающих лечение от глаукомы, описано множество клинических проявлений, связанных с хроническим воспалением поверхности глаза различной степени тяжести [3, 4]. Распознавание и лечение заболеваний глазной поверхности у пациентов с глаукомой может улучшить как качество жизни пациентов и соблюдение режима лечения, так и результаты лечения глаукомы [5].

Большая часть нашего понимания динамики слезной пленки основана на исследованиях поведения слезной пленки во время моргания и между морганиями. Нестабильность слезной жидкости связана с дефицитом слезной жидкости, снижением количества и качества липидного слоя, изменением состава слезной жидкости, неровностями поверхности глаза и воспалением поверхности глаза [9]. Время разрыва слезной пленки (ВРСП), время от завершения моргания до появления первого сухого пятна на роговице, определяет стабильность слезной пленки и целостность поверхности глаза и является стандартным диагностическим тестом на протяжении многих десятилетий.

В диагностике ССГ используют целый арсенал клинко-инструментальных исследований, позволяющих не только верифицировать диагноз, но и провести дифференциальную диагностику патологических, патоморфологических и функциональных нарушений тканей глазной поверхности, которые ассоциируются с ССГ. Среди них визуализация и биомикроскопия век и периорбитальной области, что дает большую информацию о состоянии слизистой и эпителия роговицы, функционального состояния век. Витальное окрашивание включает флюоресциновый тест, выявляющий дефекты эпителиального слоя и оценку стабильности прероговичной слезной пленки (проба Норна). Оно позволяет количественно оценить дегенеративно-дистрофические изменения эпителия конъюнктивы и роговицы. С этой целью используют бенгальский розовый или лиссаминовый зеленый.

Импрессионно-цитологический метод предназначен для определения степени конъюнктивальной эпителиопатии и позволяет получить отпечаток поверхностных слоев эпителиальных клеток, диагностировать воспалительный процесс тканей поверхности глаза, проанализировать количественное и качественное состояние бокаловидных клеток, включая оценку их секреторной активности.

К более сложным методикам следует отнести оптическую когерентную томографию переднего сегмента глаза с менискометрией. Главными же функциональными методами исследования слезопродукции, широко используемыми в офтальмологической практике, являются количественные тесты Ширмера I и Ширмера II.



Рис. 1. Кератотопограф CSO Sirius+.
Fig. 1. Corneal topographer CSO Sirius+.

Для скрининга при исследовании базальной слезопродукции применяют метод биометрии слезного мениска. Для качественной оценки спектрального состава слезной жидкости, позволяющего выявить факторы, определяющие стабильность слезной

пленки, наиболее часто выполняют пробу Норна. Для этой же цели используют другие методы: определение осмолярности слезы, тиоскопию, мейбографию и мейбоскопию. Для оценки функционального состояния мейбомиевых желез можно проводить так называемый осмиевый тест.

Использование современных высокотехнологичных приборов и аппаратуры способствует совершенствованию методических подходов к вопросам своевременной и качественной диагностики ССГ [9–11].

Цель настоящей работы — оценить возможность кератотопографического исследования в диагностике стабильности прероговичной слезной пленки.

Материалы и методы

В этом исследовании было изучено пространственное и временное развитие разрыва слезной пленки с помощью автоматизированной системы на индивидуальных примерах пациентов с глаукомой, получавших гипотензивную терапию, и у пациентов с впервые выявленной первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) после выполненной селективной лазерной трабекулопластики (СЛТ). В первом случае пациенты получали топическую терапию от 3 месяцев до 10 лет. Лекарственные препараты, число которых составило 2–3 наименования, в составе содержали в качестве консерванта бензалкония хлорид. Пациенты, которым

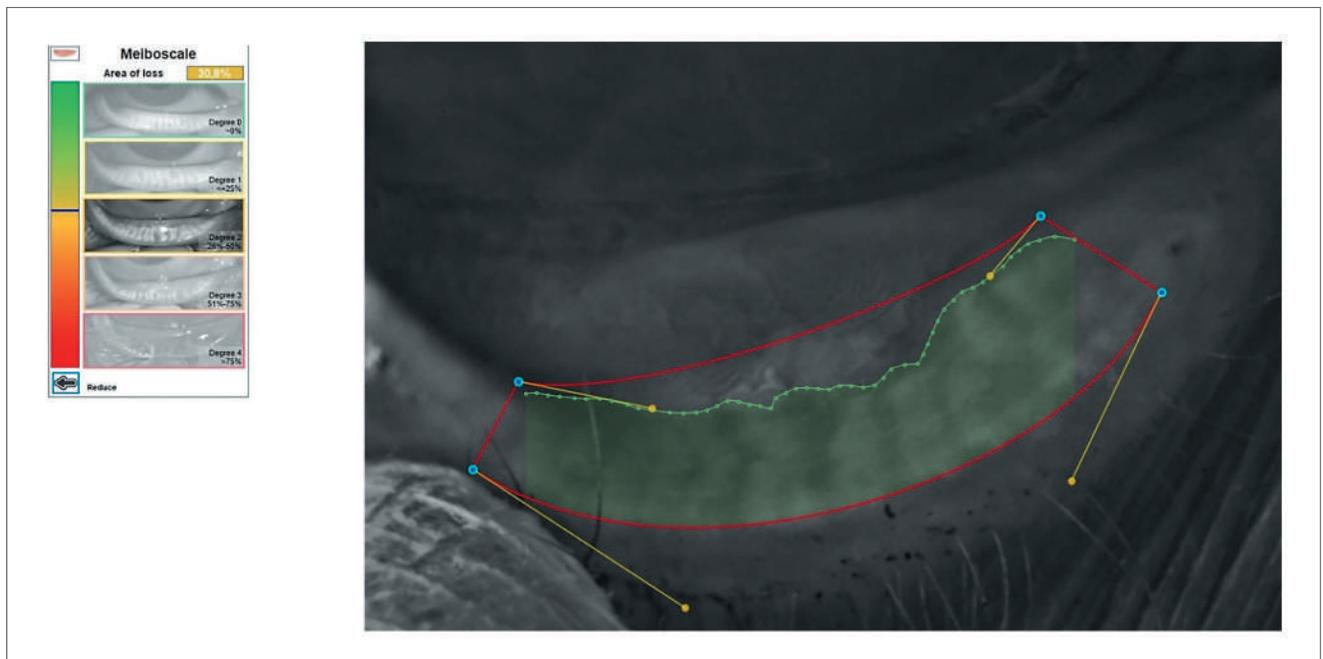


Рис. 2. Результаты мейбографии на кератотопографе Sirius+: площадь потери железы 35,2% (степень ДМЖ 2 по Meiboscale).

Fig. 2. Results of meibography on the Sirius+ corneal topographer: the area of gland loss amounts to 35.2% (Meiboscale grade 2).

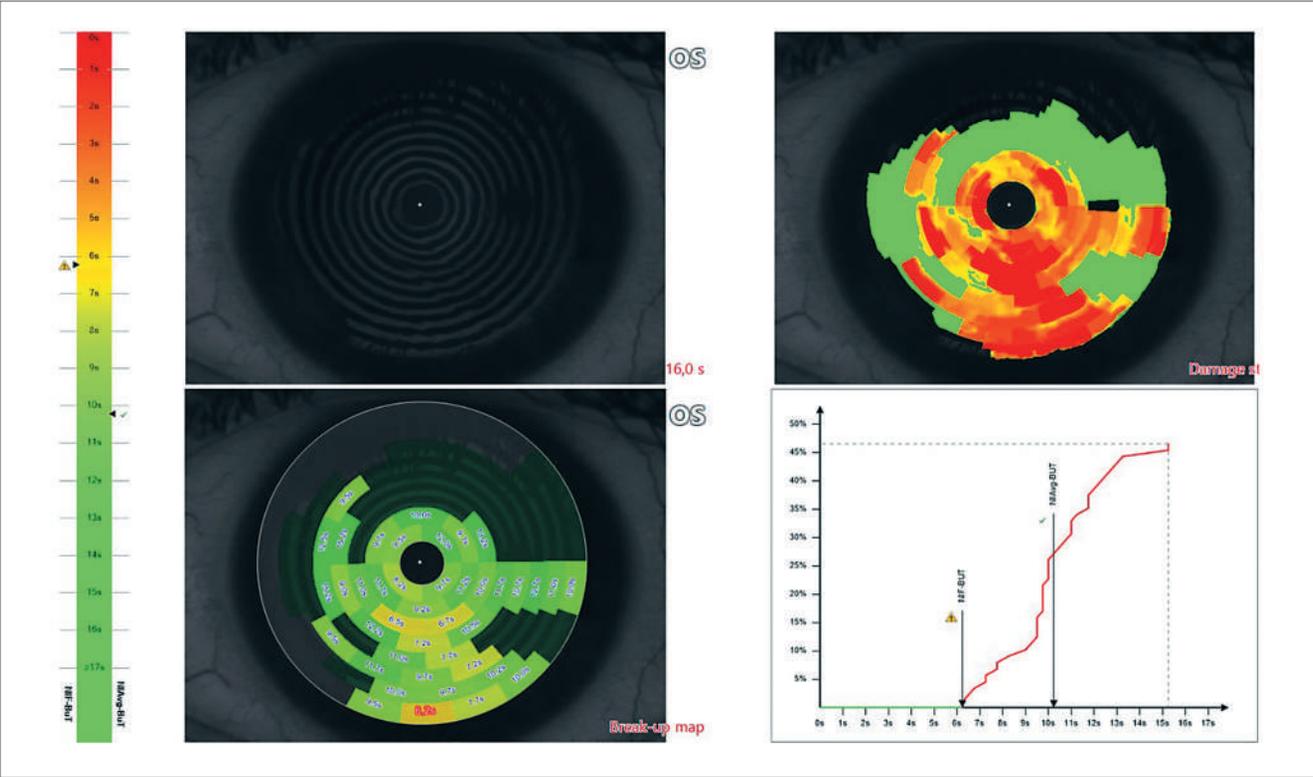


Рис. 3. Пациент А.: оценка ВРСП по данным кератотопографического исследования.

Fig. 3. Patient A.: assessment of TBUT based on corneal topography data.

была выполнена СЛТ, лекарственную терапию не получали. По гендерному и возрастному составу пациенты были сопоставимы.

В работе использован кератотопограф Sirius+, представляющий систему корнеальной топографии, сочетающей в себе ротационную Шаймпфлюг-камеру с дисками Пласидо (рис. 1).

Эта система применяется для исследования более 10 параметров роговицы, ее использование возможно в том числе и для диагностики синдрома «сухого» глаза (ССГ). Одним из диагностических критериев в подобной клинической ситуации является метод определения времени разрыва слезной пленки, позволяющий дифференцировать нарушения липидного и/или муцинового слоя.

Инфракрасная камера устройства применялась для просмотра анатомии мейбомиевых желез верхнего и нижнего века. Состояние мейбомиевых желез оценивали с помощью шкалы Meiboscore [15] по шкале от 0 до 4 (степень 0 — отсутствие потери желез; степень 1 — площадь поражения желез до 25% от общей площади желез; степень 2 — площадь поражения от общей площади желез от 26% до 50% и степень 3 — площадь потери желез от 51% до 75% и степень 4 — площадь потери свыше 75%). Степень поражения определяется путем ручного отслеживания изображения каждого глаза с помощью программного обеспечения (рис. 2).

Подобные кератотопографы использовали для оценки поверхности глаза у различных групп пациентов, в том числе у пациентов с ССГ [14–17].

Использование программного обеспечения позволяло определять ВРСП с помощью инфракрасного света после совмещения головки инструмента с центром зрачка и после того, как испытуемый по просьбе исследователя выполнит 2–3 мигательных движения. Проводили два измерения, и, если значения были одинаковыми, регистрировали первое измерение. Если разница между обоими измерениями одного и того же глаза превышала 2 с, выполняли третье измерение; затем регистрировался первый из двух тактов, более близкий к третьему. После регистрации фиксировали два параметра: первый показатель ВРСП (ВРСП-1), определяемый как время в секундах между последним полным морганием и первым определением неравномерности 11 концентрических колец диска Пласидо, отраженных от поверхности роговицы, и средний показатель ВРСП (ВРСП-С), определяемый как среднее значение всех разрывов слезной пленки, происходящих за измеренный период до 18 с (предел времени, установленный программным обеспечением устройства).

За норму принимали ВРСП ≥ 10 секунд, умеренное расстройство — 6–9 секунд, тяжелое расстройство — менее 5 секунд.

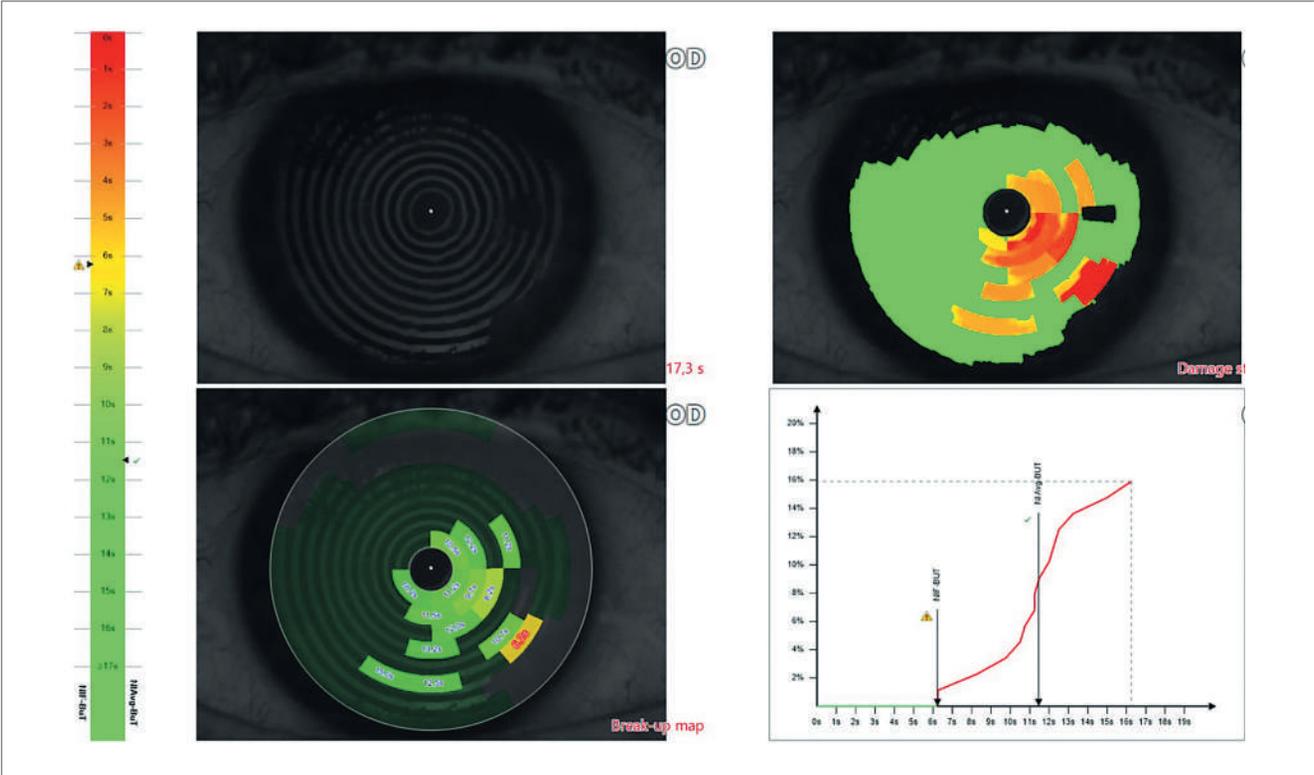


Рис. 4. Пациент Б.: оценка ВРСП по данным кератотопографического исследования.
 Pic. 4. Patient B.: assessment of TBUT based on corneal topography data.

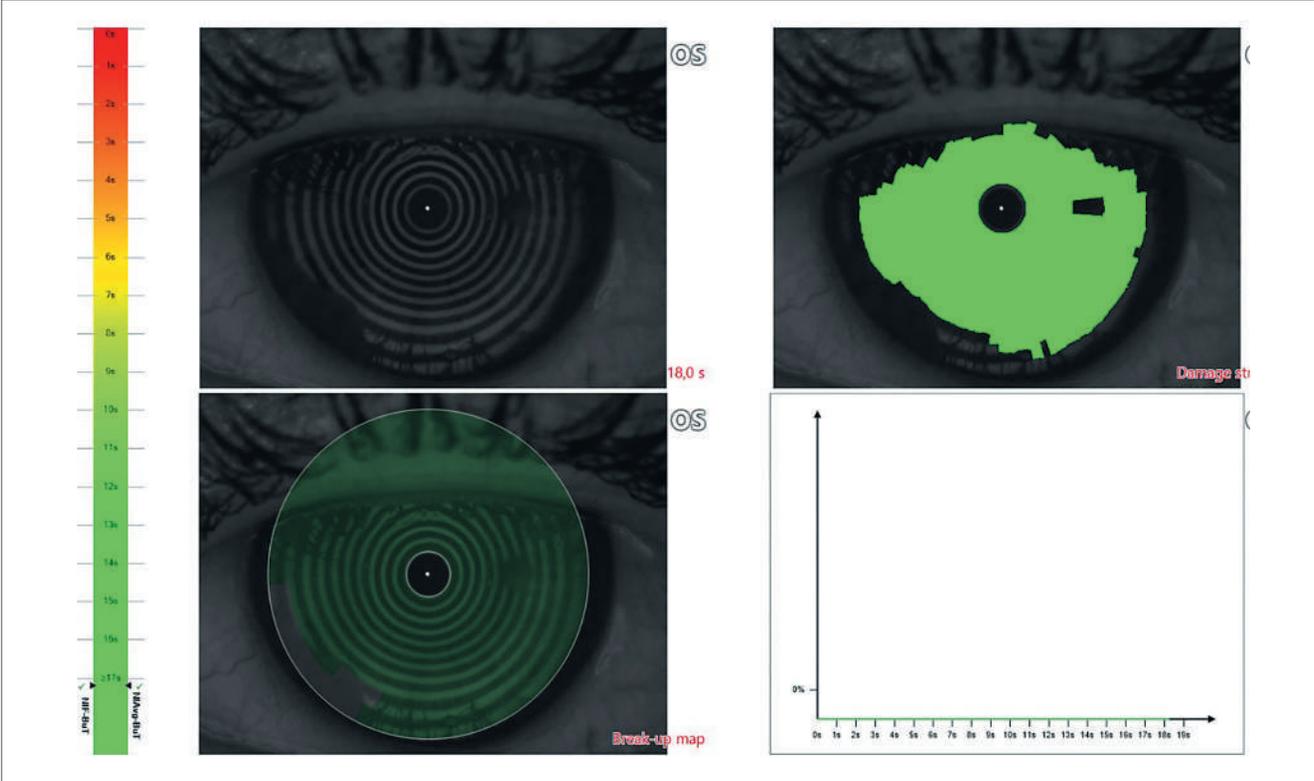


Рис. 5. Пациент С.: оценка ВРСП по данным кератотопографического исследования.
 Pic. 5. Patient S.: assessment of TBUT based on corneal topography data.

Таблица 1. Сравнительная оценка ВРСП по данным кератотопографического исследования.
Table 1. Comparative assessment of TBUT based on corneal topography data.

Возраст пациентов Patient age	Лечение / Treatment		ВРСП-1 TBUT-1	ВРСП-С TBUT-Avg
	Число препаратов Number of drugs	СЛТ SLT		
42	2	-	5,6	10
77	3	-	5	7,8
67	2	-	4,7	9,1
63	-	+	12,5	13,8
67	-	+	14,2	14,2
67	-	+	17	17

Таблица 2. Сравнение состояния мейбомиевых желёз у пациентов в условиях гипотензивной терапии и после СЛТ.

Table 2. Comparison of the condition of the meibomian glands in patients on antihypertensive therapy and after SLT.

Возраст Age	Число применяемых препаратов Number of drugs	Длительность закапывания Duration of instillations	Степень ДМЖ по Meiboscale grade	Площадь потери (%) Area of loss (%)
На гипотензивной терапии / On antihypertensive therapy				
75	2	5 лет	2	44,9
72	1	2 года	3	53,1
67	2	3 года	2	35,2
58	2	2 года	3	61,6
Без гипотензивной терапии после СЛТ / Without antihypertensive therapy after SLT				
67	0		1	23,0
49	0		1	18,9
55	0		1	21,4
58	0		1	23,8

Результаты и обсуждение

Среднее значение ВРСП-1 составляло $11,43 \pm 7,83$ с в группе без местной терапии и $8,17 \pm 5,73$ в группе с местной терапией ($p=0,010$). ВРСП-С также был длиннее в группе СЛТ, чем в группе с глаукомой на топической терапии ($p=0,028$), со значениями, соответственно, $14,04 \pm 7,21$ и $11,82 \pm 6,09$. Результаты проведенных нами исследований подтверждаются аналогичными работами [18–20].

Клинический пример №1. Пациент А., 42 года, гипотензивная терапия: бримонидин, бринзоламид по 1 капле 2 раза в день, длительность лечения — 1 год (рис. 3).

Клинический пример №2. Пациент Б., возраст 67 года, гипотензивная терапия: бримонидин по 1 капле 2 раза в день, латанопрост — 1 капля на ночь, длительность лечения 3 мес. (рис. 4).

У пациентов, которым была выполнена СЛТ, отклонений от нормы показателей ВРСП не выявлено (табл. 1). Это подтверждается **клиническим примером №3:** пациент С., возраст 67 лет, после выявления и верификации диагноза глаукомы выполнена СЛТ (рис. 5).

Средний балл состояния мейбомиевых желез (табл. 2) составил $1,10 \pm 0,53$ в группе пациентов, направленных на СЛТ и $1,48 \pm 0,53$ в группе с глаукомой на гипотензивной терапии ($p < 0,001$).

Средний процент площади поражения мейбомиевых желез составил $21,8 \pm 2,2\%$ в группе пациентов, которым была проведена СЛТ, и $48,7 \pm 11,3\%$ в группе пациентов на антиглаукомной терапии. Как видно из табл. 2, длительное применение гипотензивной терапии приводит к дисфункции мейбомиевых желез — хроническому заболеванию, проявляющемуся в виде обструкции терминальной части протоков мейбомиевых желез или нарушению секреции, которое сопровождается разрушением слезной пленки, раздражением глаза, воспалением и повреждением глазной поверхности. Авторы указывают, что уменьшение выработки секрета мейбомиевых желез приводит к недостаточности липидного слоя слезной пленки, повышенной испаряемости слезы, гиперосмолярности и нестабильности слезной пленки. Сухость глаз, обусловленная повышенной испаряемостью слезы, и развитие блефарита способствуют хроническому повреждению поверхности глаза и воспалению [21].

Заключение

Предварительные результаты сравнительного исследования применения кератотопографического обследования в диагностике ССГ для оценки

Литература

1. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F, Na KS, Schaumberg D, Uchino M, Vehof J, Viso E, Vitale S, Jones L. TFOS DEWS II Epidemiology Report. *Ocul Surf* 2017; 15(3):334-365. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.003>.
2. Бржеский В.В. Глаукома и «синдром сухого» глаза. М: ООО «Компания БОРГЕС» 2018; 226.
3. Бржеский В.В., Егоров Е., Егорова Г.Б. «Синдром сухого» глаза и заболевание глазной поверхности. М: ГЭОТАР-Медиа 2016; 464.
4. Еричев В.П., Филиппова О.М., Ловпаче Дж.Н., Василенкова Л.В. Синдром «сухого глаза» и местная гипотензивная терапия. *Глаукома* 2002; 2:40-42.
5. Муратова Н.В. Синдром "сухого глаза" у больных с климактерическим синдромом, получающих β -адреноблокаторы. Клиническая офтальмология. *Заболевания заднего отдела глаза* 2002; 10(3):122-123.
6. Erb C., Gast U., Schremmer D. German register for glaucoma patients with dry eye. I. Basic outcome with respect to dry eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008; 246(11):1593-1601. <https://doi.org/10.1007/s00417-008-0881-9>
7. Leung E.W., Medeiros F.A., Weinreb R.N. Prevalence of ocular surface disease in glaucoma patients. *Glaucoma* 2008; 17(5):350-355. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815c5f4f>
8. Rossi G.C., Tinelli C., Pasinetti G.M. et al. Dry eye syndrome-related quality of life in glaucoma patients. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19(4):572-579. <https://doi.org/10.1177/112067210901900409>
9. Willcox M.D.P., Argüeso P., Georgiev G.A., Holopainen J.M., Laurie G.W., Millar T.J., et al. TFOS DEWS II tear film report. *Ocul Surf* 2017; 15(3):366-403. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.03.006>
10. Lan W., Lin L., Yang X., Yu M. Automatic noninvasive tear breakup time (TBUT) and conventional fluorescent TBUT. *Optom Vis Sci* 2014; 91(12):1412-1418. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000418>
11. Wolffsohn J.S., Arita R., Chalmers R., Djalilian A., Dogru M., Dumbleton K., et al. TFOS DEWS II diagnostic methodology report. *Ocul Surf* 2017; 15(3):539-574. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.001>

стабильности слезной пленки у больных ПОУГ, получавших топическую терапию и лазерное лечение в виде СЛТ, показали информативность метода и его преимущества по сравнению с традиционно используемыми методиками (тест Ширмера, проба Норна). Использование кератотопографа исключает контакт с поверхностью глаза, при этом позволяет получить регистрируемый материал, повышающий уровень объективности исследования. Мнение, что основной механизм повреждения глазной поверхности при медикаментозном лечении глаукомы заключается в ингибировании клеток роговичного эпителия, уменьшении количества бокаловидных клеток и уменьшения продукции водной части слезы, не совсем точно. У пациентов, применяющих местные гипотензивные препараты, часто имеется уменьшение количества мейбомиевых желез и их дисфункция.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Кочмала О.Б.

Сбор и обработка материала: Лин Пэн, Вокуев М.А.

Написание статьи: Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Кочмала О.Б.

Редактирование: Анисимова С.Ю., Гаврилова Н.А.

References

1. Stapleton F, Alves M, Bunya VY, Jalbert I, Lekhanont K, Malet F, Na KS, Schaumberg D, Uchino M, Vehof J, Viso E, Vitale S, Jones L. TFOS DEWS II Epidemiology Report. *Ocul Surf* 2017; 15(3):334-365. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.003>.
2. Brzhesky V.V. Glaukoma I sindrom sukhogo glaza [Glaucoma and dry eye syndrome]. Moscow, BORGES Company, 2018. 226 p.
3. Brzhesky V.V., Egorov E., Egorova G.B. Sindrom sukhogo glaza i zabo-levanie glaznoi poverkhnosti [Dry eye syndrome and ocular surface disease]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2016. 464 p.
4. Eriчев V.P., Filippova O.M., Lovpache J.N., Vasilenkova L.V. Dry eye syndrome and topical hypotensive therapy. *Glaukoma* 2002; 2:40-42.
5. Muratova N.V. "Dry eye syndrome" in patients with menopausal syndrome receiving β -blockers. *Clinical ophthalmology. Diseases of the posterior part eye segment* 2002; 10(3):122-123.
6. Erb C., Gast U., Schremmer D. German register for glaucoma patients with dry eye. I. Basic outcome with respect to dry eye. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2008; 246(11):1593-1601. <https://doi.org/10.1007/s00417-008-0881-9>
7. Leung E.W., Medeiros F.A., Weinreb R.N. Prevalence of ocular surface disease in glaucoma patients. *Glaucoma* 2008; 17(5):350-355. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815c5f4f>
8. Rossi G.C., Tinelli C., Pasinetti G.M. et al. Dry eye syndrome-related quality of life in glaucoma patients. *Eur J Ophthalmol* 2009; 19(4):572-579. <https://doi.org/10.1177/112067210901900409>
9. Willcox M.D.P., Argüeso P., Georgiev G.A., Holopainen J.M., Laurie G.W., Millar T.J., et al. TFOS DEWS II tear film report. *Ocul Surf* 2017; 15(3):366-403. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.03.006>
10. Lan W., Lin L., Yang X., Yu M. Automatic noninvasive tear breakup time (TBUT) and conventional fluorescent TBUT. *Optom Vis Sci* 2014; 91(12):1412-1418. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000000418>
11. Wolffsohn J.S., Arita R., Chalmers R., Djalilian A., Dogru M., Dumbleton K., et al. TFOS DEWS II diagnostic methodology report. *Ocul Surf* 2017; 15(3):539-574. <https://doi.org/10.1016/j.jtos.2017.05.001>

12. Liu H., Begley C.G., Chalmers R., Wilson G., Srinivas S.P., Wilkinson J.A. Temporal progression and spatial repeatability of tear breakup. *Optom Vis Sci* 2006; 83(10):723-730. <https://doi.org/10.1097/O1.opx.0000237546.88464.6d>.
13. Bron A., Evans V.E., Smith J.A. Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. *Cornea* 2003; 22(7):640-650. <https://doi.org/10.1097/00003226-200310000-00008>.
14. Abdelfattah N.S., Dastiridou A., Sadda S.R., Lee O.L. Noninvasive imaging of tear film dynamics in eyes with ocular surface disease. *Cornea* 2015; 34(Suppl 10):S48-52. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000570>.
15. Zhu K, Xie W, Ying J, Yao Y. Evaluation of tear film and meibomian gland function in dry eye patients using Keratograph 5M. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2016; 45(4):422-448. <https://doi.org/10.3785/j.issn.1008-9292.2016.07.14>.
16. Tian L., Qu J.H., Zhang X.Y., Sun X.G. Repeatability and reproducibility of noninvasive Keratograph 5M measurements in patients with dry eye disease. *J Ophthalmol* 2016; 2016:8013621. <https://doi.org/10.1155/2016/8013621>.
17. Wang X., Lu X., Yang J., Wei R., Yang L., Zhao S., Wang X. Evaluation of dry eye and Meibomian gland dysfunction in teenagers with myopia through noninvasive Keratograph. *J Ophthalmol* 2016; 2016:6761206. <https://doi.org/10.1155/2016/6761206>.
18. Pérez-Bartolomé F., Martínez-de-la-Casa J.M., Arriola-Villalobos P., Fernández-Pérez C., Polo V., García-Feijóo J. Ocular surface disease in patients under topical treatment for Glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2017; 27(6):694-704. <https://doi.org/10.5301/ejo.5000977>.
19. Pérez Bartolomé F., de la Casa J.M. M., Arriola Villalobos P., Fernández Pérez C., Polo V., Sánchez Jean R., et al. Ocular redness measured with the Keratograph 5M in patients using anti-Glaucoma eye drops. *Semin Ophthalmol* 2018; 33(5):643-650. <https://doi.org/10.1080/08820538.2017.1395891>.
20. Ji Y.W., Lee J., Lee H., Seo K.Y., Kim E.K., Kim T.I. Automated measurement of tear film dynamics and lipid layer thickness for assessment of non-Sjögren dry eye syndrome with Meibomian gland dysfunction. *Cornea* 2017; 36(2):176-182. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001101>.
21. Wan-Hua Cho, Ing-Chou Lai, Po-Chiung Fang et al. Meibomian gland performance in glaucomatous patients with long term installation of IOP-lowering medications. *Journal of Glaucoma* 2015; 27(2):176-183. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000841>.
12. Liu H., Begley C.G., Chalmers R., Wilson G., Srinivas S.P., Wilkinson J.A. Temporal progression and spatial repeatability of tear breakup. *Optom Vis Sci* 2006; 83(10):723-730. <https://doi.org/10.1097/O1.opx.0000237546.88464.6d>.
13. Bron A., Evans V.E., Smith J.A. Grading of corneal and conjunctival staining in the context of other dry eye tests. *Cornea* 2003; 22(7):640-650. <https://doi.org/10.1097/00003226-200310000-00008>.
14. Abdelfattah N.S., Dastiridou A., Sadda S.R., Lee O.L. Noninvasive imaging of tear film dynamics in eyes with ocular surface disease. *Cornea* 2015; 34(Suppl 10):S48-52. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000000570>.
15. Zhu K, Xie W, Ying J, Yao Y. Evaluation of tear film and meibomian gland function in dry eye patients using Keratograph 5M. *Zhejiang Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2016; 45(4):422-448. <https://doi.org/10.3785/j.issn.1008-9292.2016.07.14>.
16. Tian L., Qu J.H., Zhang X.Y., Sun X.G. Repeatability and reproducibility of noninvasive Keratograph 5M measurements in patients with dry eye disease. *J Ophthalmol* 2016; 2016:8013621. <https://doi.org/10.1155/2016/8013621>.
17. Wang X., Lu X., Yang J., Wei R., Yang L., Zhao S., Wang X. Evaluation of dry eye and Meibomian gland dysfunction in teenagers with myopia through noninvasive Keratograph. *J Ophthalmol* 2016; 2016:6761206. <https://doi.org/10.1155/2016/6761206>.
18. Pérez-Bartolomé F., Martínez-de-la-Casa J.M., Arriola-Villalobos P., Fernández-Pérez C., Polo V., García-Feijóo J. Ocular surface disease in patients under topical treatment for Glaucoma. *Eur J Ophthalmol* 2017; 27(6):694-704. <https://doi.org/10.5301/ejo.5000977>.
19. Pérez Bartolomé F., de la Casa J.M. M., Arriola Villalobos P., Fernández Pérez C., Polo V., Sánchez Jean R., et al. Ocular redness measured with the Keratograph 5M in patients using anti-Glaucoma eye drops. *Semin Ophthalmol* 2018; 33(5):643-650. <https://doi.org/10.1080/08820538.2017.1395891>.
20. Ji Y.W., Lee J., Lee H., Seo K.Y., Kim E.K., Kim T.I. Automated measurement of tear film dynamics and lipid layer thickness for assessment of non-Sjögren dry eye syndrome with Meibomian gland dysfunction. *Cornea* 2017; 36(2):176-182. <https://doi.org/10.1097/ICO.0000000000001101>.
21. Wan-Hua Cho, Ing-Chou Lai, Po-Chiung Fang et al. Meibomian gland performance in glaucomatous patients with long term installation of IOP-lowering medications. *Journal of Glaucoma* 2015; 27(2):176-183. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000841>.

ФГБНУ «НИИГБ им. М.М. Краснова»

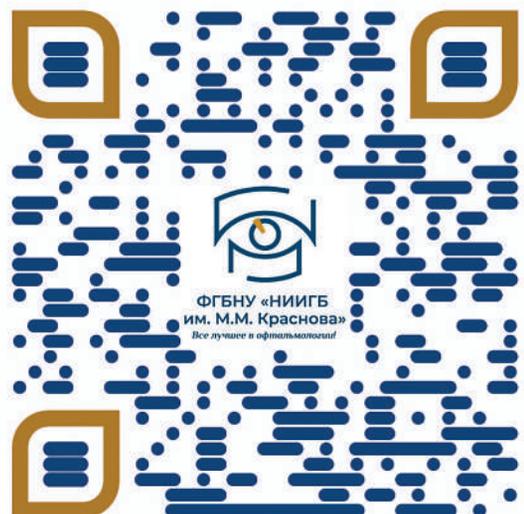
ПРЕДСТАВЛЯЕТ
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ
ПРОГРАММЫ МИРОВОГО УРОВНЯ
для практикующих офтальмологов

Запись по тел. 8 (985) 420-06-21
или по e-mail: dpo@niigb.ru

Больше информации о курсах:

www.niigb.ru

<https://t.me/niigbkrasnova>



Опыт оценки профессиональных предпочтений хирургов при выборе дренажа в хирургии глаукомы

КОПЧЕНОВА Ю.Г., ассистент кафедры глазных болезней¹; заведующая офтальмологическим отделением²;
<https://orcid.org/0000-0003-3940-0178>

ФРОЛОВ М.А., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой глазных болезней¹;
<https://orcid.org/0000-0002-9833-6236>

ТОЛСТЫХ М.П., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анатомии человека лечебного факультета³;
<https://orcid.org/0000-0002-9227-1136>

ФРОЛОВ А.М., к.м.н., доцент кафедры глазных болезней¹; <https://orcid.org/0000-0003-0988-1361>

ДУЛАНИ Ф.Т., аспирант кафедры глазных болезней¹, врач-офтальмолог²;
<https://orcid.org/0000-0001-9171-6095>

ТЕБУЕВА Л.В., врач-офтальмолог офтальмологического отделения²; <https://orcid.org/0000-0002-5924-1242>

ИСАЕВ А.Р., врач-офтальмолог, аспирант кафедры офтальмологии⁴. <https://orcid.org/0000-0003-1273-3909>

¹Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, 117198, Российская Федерация, Москва, ул. Миклухо-Макляя, 6;

²ГБУЗ «Городская клиническая больница №52» ДЗМ, 132182, Российская Федерация, Москва, ул. Пехотная, 3;

³ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, 127006, Российская Федерация, Москва, улица Долгоруковская, 4;

⁴ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 123995, Россия, Москва, ул. Баррикадная, 2/1.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Копченова Ю.Г., Фролов М.А., Толстых М.П. и др. Опыт оценки профессиональных предпочтений хирургов при выборе дренажа в хирургии глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):46-53.

Резюме

ЦЕЛЬ. Изучить профессиональные предпочтения хирургов, влияющие на выбор дренажа при хирургическом лечении глаукомы.

МЕТОДЫ. Рабочая гипотеза: выбор дренажа для хирургии глаукомы может быть обусловлен субъективными критериями выбора, «профессиональными предпочтениями» хирурга-офтальмолога.

Объектом описательного поперечного ретроспективного исследования явились хирурги-офтальмологи (21 хирург из 8 разных клиник), практикующие дренажную хирургию глаукомы. Им предложили по субъективным критериям выбрать один «оптимальный» из распространённых в России способов дренажной хирургии глаукомы. Опрашиваемые отвечали на стандартизированные вопросы в свободной форме. Часть вопросов были направлены на изучение отношения офтальмологов к распространённым в России дренажным системам с разными (рассасывающиеся, частично рассасывающиеся, не рассасывающиеся) свойствами.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Дренаж резорбируемый «Глаутекс» TDA (ООО «ХайБиТэк») назвали дренажем выбора 6 (28,5%) хирургов; дренаж частично резорбируемый МП (ООО «МакМеди») и дренаж резорбируемый «Ксенопласт»

(ООО «Трансконтакт») — по 3 (14%) хирурга; клапан Ahmed — 4 (19%); шунт Ex-PRESS — 2 (9,5%); аутодренажи-импланты — 2 (9,5%); аутосклера — 1 (4,8%), передняя капсула хрусталика — 1 (4,8%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Наиболее часто выбираемым был дренаж «Глаутекс», но 71,5% врачей имели другие предпочтения в выборе дренажа. Рабочая гипотеза подтверждена.

Результаты опроса должны рассматриваться как личные предпочтения, но не как сложившийся медицинский консенсус по проблеме хирургического лечения глаукомы. Сравнительный объективный анализ преимуществ того или иного дренажа на основании простого опроса невозможен, так как метод не даёт достоверных первичных результатов. Опрошенные хирурги в настоящий момент не имеют консенсуса по оптимальному дренажу для антиглаукомной хирургии, практики значительно отличаются, достоверных данных о долгосрочных результатах операций у опрошенных хирургов не было. Исследуемые заявили такие точки зрения и предпочтения, которые невозможно получить ни при каких других исследованиях, кроме анонимизированного опроса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, хирургия глаукомы, дренажи, опрос хирургов-офтальмологов.

Для контактов:

Копченова Юлия Геннадьевна, e-mail: kopchenova.yulia@yandex.ru

Статья поступила: 12.02.2024

Принята в печать: 08.04.2024

Article received: 12.02.2024

Accepted for printing: 08.04.2024

ORIGINAL ARTICLE

Experience with assessment of surgeons' preferences in the choice of drainage implants for glaucoma surgery

KOPCHENOVA YU.G., Assistant Professor at the Academic Department of Eye Diseases¹;
Head of the Ophthalmological Department²; <https://orcid.org/0000-0003-3940-0178>

FROLOV M.A., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Academic Department of Eye Diseases¹;
<https://orcid.org/0000-0002-9833-6236>

TOLSTYKH M.P., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Human Anatomy at the Faculty of Medicine³;
<https://orcid.org/0000-0002-9227-1136>

FROLOV A.M., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Academic Department of Eye Diseases¹;
<https://orcid.org/0000-0003-0988-1361>

DULANI F.T., postgraduate student at the Academic Department of Eye Diseases¹,
ophthalmologist at the Ophthalmological Department²; <https://orcid.org/0000-0001-9171-6095>

TEBUEVA L.V., ophthalmologist at the Ophthalmological Department²; <https://orcid.org/0000-0002-5924-1242>

ISAEV A.R., ophthalmologist, postgraduate student at the Academic Department of Ophthalmology⁴.
<https://orcid.org/0000-0003-1273-3909>

¹People's Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, Russian Federation, 117198;

²Moscow City Clinical Hospital No. 52, 3 Pehotnaya St., Moscow, Russian Federation, 132182;

³Russian University of Medicine, 4 Dolgorukovskaya St., Moscow, Russian Federation, 127006;

⁴Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, 2/1 Barricadnaya St., Moscow, Russian Federation, 123995.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Kopchenova Yu.G., Frolov M.A., Tolstykh M.P. et al. Experience with assessment of surgeons' preferences in the choice of drainage implants for glaucoma surgery. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):46-53.

Abstract

PURPOSE. To examine the professional preferences of surgeons that influence the selection of drainage devices in glaucoma surgery.

METHODS. The working hypothesis suggested that the choice of drainage for glaucoma surgery may be influenced by subjective criteria, i.e., the "professional preferences" of ophthalmic surgeons.

The study involved a descriptive cross-sectional retrospective survey of 21 ophthalmic surgeons from 8 different clinics who practice drainage surgery for glaucoma. They were asked to subjectively choose the optimal method from the commonly used drainage implants in Russia. Respondents answered standardized open-ended questions. Some questions focused on surgeons' attitudes toward different drainage implants used in Russia (resorbable, partially resorbable, and non-resorbable types).

RESULTS. The resorbable drainage Glautex TDA (by HiBiTech LLC) was selected as the drainage of choice by 6 (28.5%) surgeons. The partially resorbable MP drainage (by OOO Makmedi) and the resorbable drainage Xenoplast

(by OOO Transkontakt) were chosen by 3 (14%) surgeons each. Ahmed valve was preferred by 4 (19%), Ex-PRESS shunt by 2 (9.5%), and autologous implants by 2 (9.5%); autologous sclera by 1 (4.8%) and anterior lens capsule by 1 (4.8%).

CONCLUSION. The most commonly chosen drainage device was Glautex, but 71.5% of the surgeons had other preferences. The working hypothesis was confirmed.

The survey results should be considered personal preferences, not a medical consensus on the problem of glaucoma surgery. A comparative, objective analysis of the advantages of one drainage over another based on this simple survey is not possible, as the method does not provide reliable primary results. The surveyed surgeons currently do not have a consensus on the optimal drainage device for glaucoma surgery. Their practices differ significantly, and they did not report reliable data on long-term surgical outcomes. The perspectives and preferences expressed could only be obtained through an anonymized survey.

KEYWORDS: glaucoma, glaucoma surgery, drainage devices, surgeon survey.

Дренирующие операции — признанный метод выбора антиглаукомной хирургии [1]. Разработка дренажей «золотого» стандарта с оптимальными свойствами, которые сопровождались бы минимальной частотой осложнений в раннем послеоперационном периоде (например, отслойкой сосудистой оболочки), позволила бы значительно изменить организацию офтальмологической хирургической помощи при глаукоме, сократив продолжительность стационарного лечения до часов. Поиск «оптимального дренажа» является задачей для научных офтальмологических центров, а не практических лечебных учреждений. Практическим лечебным учреждениям очень важно получить длительный и предсказуемый результат лечения, что позволяет эффективно организовать дальнейшее послеоперационное наблюдение.

Предполагается, что выбор дренажа (из числа разрешённых к применению на территории РФ) для хирургии глаукомы может быть обусловлен субъективными критериями выбора, т.н. «профессиональными предпочтениями» хирурга-офтальмолога. Эти неуточнённые мотивы могут влиять и на клинический исход, и на экономические показатели эффективности (самый дорогой — не самый эффективный, самый доступный — не самый привычный, и пр.).

В Российском национальном руководстве по глаукоме для практикующих врачей (2015) в качестве одного из факторов, оказывающих влияние на выбор метода хирургического пособия указаны: «индивидуальные предпочтения хирурга» [1]. Наше исследование направлено на изучение проблемы личных, психологических и социальных факторов, влияющих на выбор дренажа хирургами при оперативном лечении глаукомы. Подобные задачи за рубежом решают наблюдательные описательные поперечные исследования (опросы). Анализ данных опросов в конечном итоге приводит к формированию стандартизированного, «оптимального» протокола лечения глаукомы.

В доступных библиотеках и базах данных нами произведён поиск публикаций, изучавших мотивы выбора того или иного вида дренажа для лечения глаукомы по следующим критериям поиска: первичная открытоугольная глаукома, дренажная хирургия глаукомы, коррекция внутриглазного давления [2–4]. Мы выполнили настоящее исследование, используя зарубежные прототипы [5–8]. «Слепой» перенос иностранных данных и протоколов в отечественную практику без их апробации и обсуждения в нашем глаукомном обществе ведёт к «ошибкам нострификации» (применение неэквивалентных дренажей и технологий, применение

препаратов офф-лейбл, неприменимость маршрутизации и пр.). Наша задача — через дискуссию прийти к консенсусному мнению и к вовлечению всех заинтересованных хирургов в выбор наиболее оптимального и эффективного дренажа. Для этого мы обращаем внимание на проведение опросов зарубежными глаукомными сообществами и их опыт продуктивной дискуссии.

Обзор исследований мнений оперирующих офтальмологов международных глаукомных обществ

Опрос предпочтений практикующих хирургов является косвенным методом изучения степени развития антиглаукомной техники, промышленности, производства специальных изделий для оперативного лечения, организации работы хирургов и службы в целом. Для обсуждения мы привели анализ подобных опросов, выполненных Глаукомными обществами разных стран (Испании, Индии, Японии, США).

Опрос среди членов Испанского глаукомного общества (SEG) проведён П. Ромеро и соавт. (2022). В опросе приняли участие 97 хирургов SEG со всей Испании. Авторы разослали членам SEG, подписанным на *Annals of the Spanish Glaucoma Society*, в январе, феврале и июле 2019 года 10 анонимных вопросов: возраст пациентов, опыт хирурга в годах, вид оперативного вмешательства, как проводилась профилактика рубцевания, какой имплант преимущественно использовали последние 10 лет практики и пр.

Испанские офтальмологи SEG выполняют большой спектр антиглаукомных операций, но наиболее часто применяется глубокая склерэктомия. Практически у половины пациентов операция сопровождается применением с целью профилактики рубцевания митомидина-С (ММС) в отдельности или в комбинации с коллагеновым матриксом. Новые минимально инвазивные технологии используют примерно в 20% случаев от всех операций.

ММС испанские хирурги применяли во время 54,8% операций, коллагеновый матрикс (Ologen®, Aeon Astron Corporation, Тайвань) как самостоятельный метод применяли в 8,2% случаев и в 13,7% случаев в комбинации с ММС [7].

В анонимный опрос среди членов Индийского глаукомного общества (GSI) было вовлечено 175 офтальмологов. Результаты, опубликованные в 2021 году, сравнили с данными предыдущего опроса от 2013 года. Важно отметить, что 75,3% опрошенных — практикующие врачи частных клиник, что сильно влияет на выбор метода в пользу коммерческой заинтересованности.

Трабекулэктомия остаётся наиболее предпочитаемым выбором хирургического лечения (до 96,6%), прежде всего, из-за низкой стоимости операции, не требующей дорогого оборудования. Спорадически растёт частота использования новых дренажных устройств. Повсеместно индийскими хирургами проводится профилактика рубцевания путей оттока ММС [9].

Технология проведения опросов в США очень развита. Подобные опросы Американское глаукомное общество (AGS) проводит на регулярной основе, результаты опроса используются для планирования исследований и разработки протоколов лечения глаукомы, позволяют оценить динамику предпочтений (с 2008 года последовательно проведено 4 опроса по обсуждаемой нами проблеме). Результаты таких опросов позволяют ответить на запрос пациента: «...какой способ лечения моей глаукомы сегодня самый эффективный (с точки зрения сообщества оперирующих офтальмологов)?»

В эпоху цифровых технологий улучшилась вовлеченность заинтересованных в подобных исследованиях членов глаукомных сообществ [5]. Важным наблюдением является практически полное повторение предпочтений хирургов американского (AGS) и Японского глаукомного обществ (JGS), поэтому ниже мы приведём консенсус этих сообществ [6, 8].

Частота использования дренажей в США и Японии постепенно повышается, а частота трабекулэктомий снижается уже два десятилетия подряд. Если в 1996 году хирурги в подавляющем большинстве случаев выполняли трабекулэктомию, то в 2016 дренажи стали устанавливать уже в 7 клинических случаях из 8. Технология продолжает развиваться, и появление микрохирургической операционной системы типа «Trabectome» (специально созданной для трабекулэктомии) позволяет ещё больше повысить эффективность дренажных противоглаукомных устройств. Например, применение дренажа Ahmed в сочетании с использованием системы «Trabectome» значительно снижает как частоту послеоперационной гипертензии, так и количество необходимых медикаментов [9].

ММС широко применяется по настоящее время и американскими, и японскими офтальмологами для профилактики рубцевания после инвазивных вмешательств [5, 6].

Применение ММС в России в офтальмологии считается применением не по показаниям, утверждённым государственными регулирующими органами («офф-лейбл») [10].

Цель настоящей работы — выявить и изучить профессиональные предпочтения хирургов, влияющие на выбор дренажа при хирургическом лечении глаукомы.

Материал и методы

План наблюдательного описательного поперечного исследования в области медицины (опрос) был обсуждён на заседании этического комитета МИ РУДН имени Патриса Лумумбы, протокол №20 от 21 сентября 2023 года. Объектом исследования явились хирурги-офтальмологи, практикующие дренажную антиглаукомную хирургию, которым предложили по субъективным критериям выбрать один «оптимальный» из применяемых в России антиглаукомных дренажей. Часть вопросов были направлены на изучение отношения офтальмологов к распространённым в России дренажным системам с разными свойствами (Глаутекс [ООО «ХайБи Тэк»], Ксенопласт [ООО «Трансконтакт»], МП [ООО «Мак-Меди»]).

В ходе наблюдательных исследований исследователь никак не вмешивается в ход событий и не влияет на участников и изучаемые факторы. Наше исследование представляет собой наблюдение когорты хирургов-офтальмологов. Используются, в основном, описательные и, в меньшей степени, аналитические приемы одновременно.

Исследование ретроспективное. Собирается информация об уже известных исходах по заявлениям хирургов, когда во время опроса субъекту в свободной форме предлагается ответить на предложенные стандартизированные вопросы.

В общей сложности нами произведён опрос 21 хирурга, имеющих опыт антиглаукомной хирургии. В опросе могли принимать участие только те специалисты (основной критерий включения в исследование), которые имели опыт установки каждого из изучаемых дренажей (заявляемый со слов), имели опыт более 15 операций, а также обладали общехирургическим стажем свыше 3 лет.

Опрос проводился среди хирургов ГБУЗ ГКБ №52 ДЗМ, ГБУЗ ГКБ им. В.М. Буянова, Оренбургского филиала ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ, Первой Градской больницы имени Н.И. Пирогова, ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина, Уфимского научно-исследовательского института глазных болезней БГМУ МЗ РФ, Частного учреждения здравоохранения «Клиническая больница «РЖД-Медицина» имени Н.А. Семашко», ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ. Врачебная категория хирурга-офтальмолога в опросе не учитывалась. Инструментом исследования явилась «форма обратной связи», состоявшая из 2 групп вопросов: об опыте применения различных видов дренажей (табл. 1) и описании общего впечатления от работы с различными дренажами (табл. 2).

Интервьюер определял критерии соответствия опрашиваемых офтальмологов-хирургов заявленным критериям, после чего производилась анонимизация анкет с сохранением в происхождении анкеты информации только о месте выполнения оперативных вмешательств.

Таблица 1. Оценка хирургом собственного опыта применения различных видов дренажей. Вопросы, заданные в форме обратной связи.

Table 1. Surgeons' assessment of their experience with various drainage devices. The questions were asked through a feedback form.

Какой дренаж Вы считаете оптимальным дренажом для хирургии глаукомы на сегодняшний день?
Which drainage do YOU consider the optimal drainage for glaucoma surgery today?

1. Период использования дренажей «Глаутекс» в хирургии глаукомы
1. Period of using Glautex drainages in glaucoma surgery
2. Период использования дренажей МакМеди МП в хирургии глаукомы
2. Period of using Makmedi MP drainages in glaucoma surgery
3. Период использования дренажей «Ксенопласт» в хирургии глаукомы
3. Period of using Xenoplast drains in glaucoma surgery

Имели ли место осложнения в раннем послеоперационном периоде при использовании дренажей «Глаутекс»? Сколько и какие?
Were there any complications in the early postoperative period when using Glautex drainages?
How many, and what were they?

Имели ли место осложнения в раннем послеоперационном периоде при использовании дренажей МакМеди МП? Сколько и какие?
Were there any complications in the early postoperative period when using Makmedi MP drainages?
How many, and what were they?

Имели ли место осложнения в раннем послеоперационном периоде при использовании дренажей «Ксенопласт»? Сколько и какие?
Were there any complications in the early postoperative period when using Xenoplast drainage?
How many, and what were they?

Отдаленные результаты при использовании дренажей «Глаутекс».
Long-term results when using Glautex drainages.

Достигнута ли нормализация ВГД? Как часто? Как долго сохранялась?
Was IOP normalization achieved? How often? How long did it last?

Отдаленные результаты при использовании дренажей МакМеди МП.
Long-term results when using Makmedi MP drainages.

Достигнута ли нормализация ВГД? Как часто? Как долго сохранялась?
Was IOP normalization achieved? How often? How long did it last?

Отдаленные результаты при использовании дренажей «Ксенопласт».
Long-term results when using Xenoplast drainages.

Достигнута ли нормализация ВГД? Как часто? Как долго сохранялась?
Was IOP normalization achieved? How often? How long did it last?

Результаты

Учитывая относительно небольшую выборку из общей числа хирургов Общероссийской общественной организации «Российское общество офтальмологов-глаукоматологов», полученные результаты опроса должны рассматриваться как именно личные предпочтения хирургов, но не как сложившийся медицинский консенсус по проблеме хирургического лечения глаукомы.

Вопрос анкеты: «Какой дренаж Вы считаете оптимальным дренажом для хирургии глаукомы на сегодняшний день?»

Так как опрос производился в свободной письменной форме, то некоторые хирурги заявляли об «необычных предпочтениях». Например, один из хирургов заявил в качестве своего профессионального предпочтения дренаж «золотая пластина». По-видимому, опрашиваемый имел опыт

применения дренажа, распространенного за рубежом. Материалом для дренажа служит золото (24 карата) в виде прямоугольной пластины длиной около 5 мм и шириной около 3 мм [11]. Это редкий дренаж, в России он не сертифицирован и не применяется [11,12].

Среди опрошенных хирургов 57% назвали основным один из трёх типов дренажей (Глаутекс [ООО «ХайБи Тэк»], «Ксенопласт» [ООО «Трансконтракт»], МП [ООО «Мак-Меди»]), при этом, даже если один из этих дренажей не указывался как предпочтительный, опыт их применения все же имелся.

Дренаж резорбируемый «Глаутекс» ТДА (ООО «ХайБи Тэк») назвали дренажем выбора 6 хирургов (28,5%). Число хирургов, выбравших дренаж частично резорбируемый МП (ООО «Мак-Меди») и дренаж резорбируемый «Ксенопласт» (ООО «Трансконтракт») оказалось равным — 3 (14%). Остальные 43% назвали дренажом выбора различные «прочие дренажи»: клапан Ahmed — 4 (19%), шунт Ex-PRESS — 2 (9,5%); аутодренажи-импланты выбрали 2 хирурга (9,5%): аутосклера — 1 (4,8%), передняя капсула хрусталика — 1 (4,8%).

Таким образом, наиболее часто выбираемым для дренирующих операций глаукомы был назван дренаж «Глаутекс», но, в то же время, 71,5% прочих врачей имели другие субъективные предпочтения в выборе дренажа.

Вопрос анкеты: «Оценка возможных осложнений хирургического лечения глаукомы в раннем послеоперационном периоде, по результатам опроса хирургов»

При ответе на этот вопрос практикующие хирурги называли конкретную цифру — от 1 до 6 (так как опрос проводился в свободной форме, иногда называли уровень встречаемости проблемы в процентах).

Были заявлены и единичные осложнения, когда 1 хирург из 21 опрошенного отметил случай аллергической реакции. Если же осложнение было частым, то хирург сразу начинал говорить о частоте встречаемости осложнения, обычно называя процент наблюдений. В этих случаях такое осложнение сразу рассматривалось как частое и интервьюер задавал наводящий вопрос, просил назвать конкретное число наблюдений. Практически, мы получили противоположные (по количеству заявленных разными хирургами осложнений) результаты для всех типов дренажей. Мы сделали вывод о том, что вопрос об осложнениях является слишком эмоциональным и личным, воспринимается хирургами гипертрофированно и в опросах оценён объективно быть не может. Яркий пример: очевидно необъективно завышен заявленный единственным хирургом уровень зарастания зоны фильтрации после имплантации дренажа «Глаутекс» в 50%.

Таблица 2. Оценка хирургом общего собственного впечатления от работы с различными дренажами.

Вопросы, заданные в форме обратной связи.

Table 2. Surgeons' overall impression of their work with various drainage devices. The questions were asked through a feedback form.

Довольны ли Вы дренажами «Глаутекс»?
Are you satisfied with Glautex drainages?

Довольны ли Вы дренажами МакМеди МП?
Are you satisfied with Makmedi MP drainages?

Довольны ли Вы дренажами «Ксенопласт»?
Are you satisfied with Xenoplast drainages?

Ваш лучший результат достигнут с каким из этих дренажей («Глаутекс», МакМеди МП, «Ксенопласт»)?
Your best result was achieved with which of these drainages (Glautex, Makmedi MP, Xenoplast)?

Основные преимущества дренажа Вашего выбора перед другими дренажами и устройствами (опишите почему)?
The main advantages of the drainage of your choice over other drainages and devices (describe why)?

Недостатки дренажей «Глаутекс»
Disadvantages of Glautex drainages

Недостатки дренажей МакМеди МП
Disadvantages of Makmedi MP drainages

Недостатки дренажей «Ксенопласт»
Disadvantages of Xenoplast drainages

Серия вопросов по наличию осложнений должна оцениваться как уровень доказательности, демонстрирующий феномен наличия того или иного типа осложнения как такового. Хирурги наблюдали у пациентов обнажение дренажа, отслойку сосудистой оболочки, зарастание зоны фильтрации, конъюнктивально-склеральное рубцевание, офтальмогипертензию в раннем послеоперационном периоде, аллергические реакции, эписклерит, гифему, дислокацию дренажа, образование капсулы вокруг дренажа.

Практически все хирурги, выполняющие антиглаукомные операции, работают в стационарах и по организационным причинам не имеют технической возможности достоверно оценивать продолжительность достигнутого гипотензивного эффекта. Графики динамики давления формируются при сложении гармоник серий наблюдений, что приводит к построению грубых кривых даже при применении математического сглаживания. Также слишком

малое количество оперированных больных удаётся отследить в интервале более 1,5 лет, так как эти пациенты постепенно «мигрируют» к амбулаторным офтальмологам.

Заявленные хирургами при свободном опросе сроки гипотензивного действия того или иного дренажа очевидно необъективны — оценка зависит от эмоционального восприятия. Заявленные результаты значительно отличаются от данных литературы [13–15, 16].

Технология проведения опросов среди определённых специалистов для достижения консенсусных решений в России не отработана. В доступной литературе нет отечественных систематических, оптимально организованных опросов, особенно оценивающих развитие проблемы в динамике. Привлечение внимания к данной проблеме, опытная демонстрация методологии и результаты её практического применения были главной задачей данного исследования. Полученные результаты оказались значительно отличающимися от ожидаемых, первоначально предсказанных теоретически.

По данным настоящего исследования, у опрошенных хирургов нет точных данных об отдалённых результатах их операций.

По данным опросов зарубежных авторов, в протоколах хирургического лечения глаукомы обязательно применяются антимаболиты. Вопрос о применении антимаболитов для данной категории вмешательств в России остаётся открытым.

Ограничения исследования

В исследовании не принимали участие хирурги, имеющие ограниченный опыт хирургии глаукомы. «Достаточным» для участия в исследовании считался непрерывный стаж антиглаукомной хирургии от 3 лет и самостоятельное выполнение от 15 операций.

В данном исследовании изучается мнение, внутренняя убеждённость хирургов, не изучается взаимосвязь двух переменных (например, воздействующего фактора и исхода), а только «срез мнений» хирургов-офтальмологов. Опрос, выполненный в простой письменной форме, предполагает возможность наличия систематических ошибок памяти опрашиваемого, характерных для ретроспективных исследований и ассоциированных с неточными или неполными воспоминаниями участников о прошлых событиях.

Также можно отметить наличие вмешивающегося фактора при формулировке вопросов: формулировки сужали разнообразие возможных вариантов ответа до конкретных типов распространённых дренажей, но побуждали опрашиваемого заявить своё отношение ко всем типам дренажей.

Сравнительный объективный анализ преимуществ того или иного дренажа, полученный методом простого опроса, невозможен, так как метод не даёт достоверных первичных результатов. Цити-

рование консолидированного мнения экспертов является субъективной психологической и эмоциональной оценкой. Исследуемые заявляли такие точки зрения и предпочтения, которые невозможно получить ни при каких других исследованиях, кроме анонимизированного опроса. Мы постарались сохранить в максимальной степени первичные результаты, полученные при опросе, чтобы обеспечить точность, транспарентность и практическую пригодность работы.

Заключение

Определение «лучшего метода дренирующей операции» формируется по результатам мультицентровых исследований, в отличие от которых, наше наблюдательное поперечное исследование направлено на изучение мнения хирургов-офтальмологов. Технология поперечных исследований распространена за рубежом и имеет практическое значение для планирования организации противоглаукомной службы. Развитие технологий опросов мнения хирургов в России требует адаптации зарубежного опыта опросов и практически гарантирует успех: формирование консенсусного мнения, продвижение лучшей методики оперативного лечения, совершенствование антиглаукомной службы.

Важно отметить необходимость внедрения цифровых технологий опроса (Yandex Forms, Google Forms, Typeform, Webanketa и пр.), что позволит улучшить доступность опроса, обеспечить рассылку результатов заинтересованному сообществу, предоставить возможность более аккуратного анализа полученных результатов.

Наблюдательные поперечные исследования (опросы) влияют на продвижение наилучших методик лечения глаукомы и стимулируют дискуссию среди специалистов. Поэтому опросы, направленные на выявление наилучших способов лечения, должны более полно охватывать целевую аудиторию хирургов-офтальмологов, а вопросы целесообразно также выносить на обсуждение Общероссийской общественной организацией «Российское общество офтальмологов-глаукоматологов». Применение подобных опросов с интервалами в несколько лет способно продемонстрировать изменение консенсусного мнения профессионального сообщества в динамике.

Участие авторов:

Концепция и дизайн исследования: Копченова Ю.Г., Фролов М.А., Фролов А.М.

Сбор и обработка материала: Дулани Ф.Т., Тебуева Л.В., Копченова Ю.Г.

Статистическая обработка: Толстых М.П., Копченова Ю.Г., Исаев А.Р.

Написание статьи: Копченова Ю.Г.

Редактирование: Фролов М.А.

Литература

1. Национальное руководство по глаукоме: для практикующих врачей. под ред. проф. Е.А. Егорова, проф. Ю.С. Астахова, проф. В.П. Еричева. 3-е изд. М: ГЭОТАР-Медиа 2015; 456.
2. Гринева М.К., Астахов С.Ю., Тургель В.А. Сравнительная оценка результатов хирургического лечения открытоугольной глаукомы с применением фильтрующего устройства Ex-Press® P-200 и дренажа «имплант антиглаукомный АЗ». *Офтальмологические ведомости* 2020; 13(3):29-36. <https://doi.org/10.17816/OV42464>
3. Нероев В.В., Быков В.П., Кваша О.И., и соавт. Хирургическое лечение глаукомы путем микродренирования. Обзор литературы. *Клиническая офтальмология* 2009; 10(3):113.
4. Хуснитдинов И.И., Бабушкин А.Э. Эффективность хирургического лечения глаукомы с применением различных видов дренажа «Глаутекс». *Офтальмология* 2019; 16(1S):91-95. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2019-1S-91-95>.
5. Desai MA, Gedde SJ, Feuer WJ, et al. Practice preferences for glaucoma surgery: a survey of the American Glaucoma Society in 2008. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2011; 42(3):202-208. <https://doi.org/10.3928/15428877-20110224-04>. PMID: 21563745.
6. Iwasaki K, Arimura S, Takamura Y, et al. Clinical practice preferences for glaucoma surgery in Japan: a survey of Japan Glaucoma Society specialists. *Jpn J Ophthalmol* 2020; 64(4):385-391. <https://doi.org/10.1007/s10384-020-00749-w>.
7. Romera Romero P, Duch S, Moreno-Montañés J, et al. Survey of glaucoma surgical preferences among glaucoma specialists in Spain. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed)* 2022; 97(6):310-316. <https://doi.org/10.1016/j.oftale.2022.03.004>
8. Vinod K, Gedde SJ, Feuer WJ, et al. Practice Preferences for Glaucoma Surgery: A Survey of the American Glaucoma Society. *J Glaucoma* 2017; 26(8):687-693. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000720>.
9. Esfandiari H, Shazly T, Shah P, et al. Impact of same-session trabectome surgery on Ahmed glaucoma valve outcomes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256(8):1509-1515. <https://doi.org/10.1007/s00417-018-3967-z>.
10. Применение препаратов off-label у взрослых возможно на основании решения врачебной комиссии // Сайт Министерства Здравоохранения Российской Федерации [Электронный ресурс] <https://minzdrav.gov.ru/ru>.
11. Hueber A., Roters S., Jordan J.F., et al. Retrospective analysis of the success and safety of gold micro shunt implantation in glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2013; 13:35. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-13-35>
12. Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Молоткова И.А. и соавт. Дренажи в хирургии глаукомы. *Национальный журнал глаукома* 2020; 19(2):88-96. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.10>
13. Бессмертный А.М., Червяков А.Ю. Применение имплантатов в лечении рефрактерной глаукомы. *Глаукома* 2001; 1:41-44.
14. Бикбов М.М., Суркова В.К., Хуснитдинов И.И. и соавт. Результаты применения дренажа Ahmed при рефрактерной глаукоме. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2013; 3:98-101.
15. Бикбов М.М., Суркова В.К., Хуснитдинов И.И. и соавт. Результаты применения дренажа Ahmed при рефрактерной глаукоме. *РМЖ Клиническая офтальмология* 2013; 3:98-101.
16. Фролов М.А., Кумар В., Гончар П.А., и соавт. Отдаленные клинико-функциональные результаты хирургического лечения рефрактерной глаукомы с применением металлического дренажа. *Национальный журнал глаукома* 2014; 13(4):57-65.

References

1. National'noe rukovodstvo po glaukome dlya praktikuyuschikh vrachei [National Guide to glaucoma: for practitioners], edited by prof. E.A. Egorov, prof. Yu.S. Astakhov, prof. V.P. Elichev. 3rd ed. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2015. 456 p.
2. Grineva M.K., Astakhov S.Y., Turgel V.A. Comparative evaluation of the results of surgical treatment of open-angle glaucoma using an Ex-Press® P-200 filtration device and drainage device "anti-glaucoma implant A3". *Oftalmologičeskie vedomosti* 2020; 13(3):29-36. <https://doi.org/10.17816/OV42464>
3. Neroev V.V., Bykov V.P., Kvasha O.I., et al. Micro draining surgery in glaucoma treatment. Literary review. *Russian Journal of Clinical Ophthalmology* 2009; 10(3):113.
4. Khusnitdinov I.I., Babushkin A.E. Comparison of the Effectiveness of Antiglaucomatous Surgeries with Various Glaucoma Drainage Models. *Ophthalmology in Russia* 2019; 16(1S):91-95. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2019-1S-91-95>
5. Desai MA, Gedde SJ, Feuer WJ, et al. Practice preferences for glaucoma surgery: a survey of the American Glaucoma Society in 2008. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging* 2011; 42(3):202-208. <https://doi.org/10.3928/15428877-20110224-04>. PMID: 21563745.
6. Iwasaki K, Arimura S, Takamura Y, et al. Clinical practice preferences for glaucoma surgery in Japan: a survey of Japan Glaucoma Society specialists. *Jpn J Ophthalmol* 2020; 64(4):385-391. <https://doi.org/10.1007/s10384-020-00749-w>.
7. Romera Romero P, Duch S, Moreno-Montañés J, et al. Survey of glaucoma surgical preferences among glaucoma specialists in Spain. *Arch Soc Esp Ophthalmol (Engl Ed)* 2022; 97(6):310-316. <https://doi.org/10.1016/j.oftale.2022.03.004>
8. Vinod K, Gedde SJ, Feuer WJ, et al. Practice Preferences for Glaucoma Surgery: A Survey of the American Glaucoma Society. *J Glaucoma* 2017; 26(8):687-693. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000000720>.
9. Esfandiari H, Shazly T, Shah P, et al. Impact of same-session trabectome surgery on Ahmed glaucoma valve outcomes. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2018; 256(8):1509-1515. <https://doi.org/10.1007/s00417-018-3967-z>
10. <https://minzdrav.gov.ru/news/2022/05/24/18759-primenenie-preparatov-off-label-u-vzroslyh-vozmozno-na-osnovanii-resheniya-vrachebnoy-komissii> (дата обращения: 17.04.2023)
11. Hueber A., Roters S., Jordan J.F., et al. Retrospective analysis of the success and safety of gold micro shunt implantation in glaucoma. *BMC Ophthalmol* 2013; 13:35. <https://doi.org/10.1186/1471-2415-13-35>
12. Tereshchenko A.V., Trifanenkova I.G., Molotkova I.A., et al. Drainage devices in glaucoma surgery. *National Journal glaucoma* 2020; 19(2): 88-96. <https://doi.org/10.25700/NJG.2020.02.10>
13. Bessmertny AM, Chervyakov AYU. Application of implants in the treatment of refractory glaucoma. *Glaukoma* 2001; 1:41-44.
14. Bikbov M.M., Surkova V.K., Husnitdinov I.I. et al. Results of the use of Ahmed drainage in refractory glaucoma. *RMJ Clinical ophthalmology* 2013; 3:98-101.
15. Bikbov M.M., Surkova V.K., Husnitdinov I.I. et al. Results of the use of Ahmed drainage in refractory glaucoma. *RMJ Clinical ophthalmology* 2013; 3:98-101.
16. Frolov M.A., Kumar V., Gonchar P.A., et al. Long-term results of refractory glaucoma surgical treatment with the use of an original metallic glaucoma drainage device. *National Journal glaucoma* 2014; 13(4):57-65.

Исследование перипапиллярного хориокапиллярного кровотока при глаукоме. Часть 2. Выпадение перипапиллярных хориокапилляров и его связь с прогрессированием глаукомной оптиконеуропатии

Курышева Н.И., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой глазных болезней¹, заведующая консультативно-диагностическим отделом²; <https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>

Ким В.Ю., врач-офтальмолог², ассистент кафедры глазных болезней¹; <https://orcid.org/0000-0001-7861-5863>

Ким В.Е., врач-офтальмолог², ассистент кафедры глазных болезней¹. <https://orcid.org/0000-0002-8400-2817>

¹Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Российская Федерация, Москва, ул. Живописная, 46, корп. 8;

²Центр офтальмологии ФМБА России, ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 123098, Российская Федерация, Москва, ул. Гамалеи, 15.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Курышева Н.И., Ким В.Ю., Ким В.Е. Исследование перипапиллярного хориокапиллярного кровотока при глаукоме. Часть 2. Выпадение перипапиллярных хориокапилляров и его связь с глаукомной оптиконеуропатией. (Обзор литературы). *Национальный журнал глаукома*. 2024; 23(4):54-59.

Резюме

Выпадение хориокапилляров в бета-зоне перипапиллярной атрофии хориоидеи является важным маркером при диагностике глаукомы. Этот показатель связан с истончением слоя нервных волокон сетчатки, ганглиозных клеток сетчатки, ухудшением полей зрения. Приводятся данные о связи хориокапиллярного кровотока с прогрессированием глаукомной оптиконеуропатии,

что позволяет рассматривать выпадение хориокапилляров как важный биомаркер прогрессирования глаукомы. Рассматриваются данные литературы о том, как изменения хориокапиллярного кровотока связаны с лечением глаукомы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: первичная открытоугольная глаукома, глазной кровотока, хориокапиллярный слой, хориоидея.

Для контактов:

Ким Валерия Енгириковна, e-mail: kimvaleriya96@gmail.com

LITERATURE REVIEW

Peripapillary choriocapillaris blood flow in glaucoma. Part 2. Peripapillary choriocapillaris dropout and its relationship to the progression of glaucomatous optic neuropathy

KURYSHEVA N.I., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Academic Department of Ophthalmology¹, Head of the Consultative and Diagnostic Department²; <https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>

KIM V.YU., ophthalmologist at the Consultative and Diagnostic Department², Assistant Professor at the Academic Department of Ophthalmology¹; <https://orcid.org/0000-0001-7861-5863>

KIM V.E., ophthalmologist at the Consultative and Diagnostic Department², Assistant Professor at the Academic Department of Ophthalmology¹. <https://orcid.org/0000-0002-8400-2817>

¹Medical Biological University of Innovations and Continuing Education, Burnazyan Federal Biophysical Center, Federal Medical and Biological Agency, 46-8 Zhivopisnaya St., Moscow, Russian Federation, 123098;

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

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Kuryшева N.I., Kim V.Yu., Kim V.E. Peripapillary choriocapillaris blood flow in glaucoma. Part 2. Peripapillary choriocapillaris dropout and its relationship to the progression of glaucomatous optic neuropathy. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):54-59.

Abstract

Choriocapillaris dropout within the beta zone of peripapillary choroidal atrophy is a significant marker in glaucoma diagnosis. This marker is associated with retinal nerve fiber layer thinning, retinal ganglion cell loss, and visual field deterioration. This review highlights data showing a correlation between choriocapillaris blood flow and

the progression of glaucomatous optic neuropathy, suggesting that choriocapillaris dropout serves as a vital biomarker for glaucoma progression, and provides literature evidence on how choriocapillaris blood flow changes relate to glaucoma treatment.

KEYWORDS: primary open-angle glaucoma, ocular blood flow, choroidal microvasculature, choroid.

На сканах Angio Disc 4.5×4.5mm (RTVue-100, Optovue Inc., США) β-зона визуализируется в области атрофии пигментного эпителия сетчатки с более четко видимыми хориоидальными сосудами и склерой (рис. 1). Выпадение хориокапилляров определяют как фокальное секторальное выпадение капилляров без какой-либо видимой микрососудистой сети в перипапиллярной области на изображениях en face в режиме ангиографии [1]. Учитывая прогностическую ценность выпадения хориокапилляров, многие авторы активно изучают этот вопрос.

Выпадение хориокапилляров как предиктор к прогрессированию глаукомы

Выпадение хориокапилляров в β-зоне перипапиллярной атрофии (β-ППАХ) коррелирует с прогрессированием глаукомы по данным периметрического индекса MD, а также является предиктором возникновения парафовеолярных скотом [2, 3].

Выпадение хориокапилляров часто является достоверным признаком прогрессирующего истончения слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) [4]. У пациентов с глаукомой выпадение глубоких слоев микроциркуляторного русла в β-ППАХ (MvD) связано с истончением СНВС и слоя ганглиозных клеток сетчатки (ГКС) [5–7]. Согласно исследованию Shin J.W., в глазах с MvD периметрические индексы MD и PSD были значительно хуже, средняя плотность сосудов в области диска зрительного нерва (ДЗН) была ниже, СНВС был тоньше, а площадь β-ППАХ — больше, чем в глазах без выпадения хориокапилляров [8].

В недавнем исследовании Eun Ji Lee и соавт. поставили цель определить прогностическую значимость выпадения микроциркуляторного русла хориоидеи для прогнозирования скорости прогрессирующего истончения СНВС в глазах с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ).

В это исследование был включен 101 глаз у 101 пациента с ПОУГ, которым исходно была выполнена оптическая когерентная томография (ОКТ) с ангио

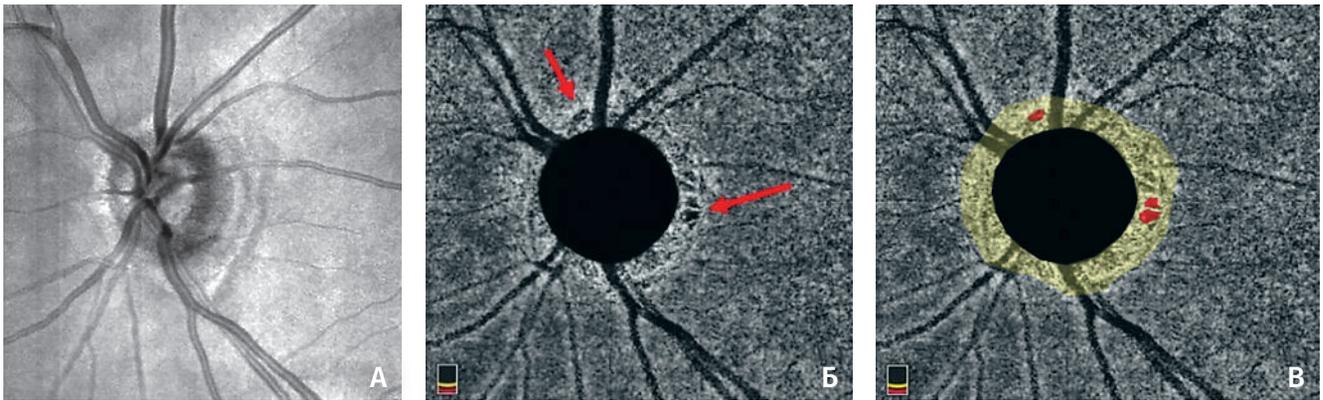


Рис. 1. (А, Б, В) Определение площади и локализации выпадения хориокапилляров в пределах β -зоны перипапиллярной атрофии хориоидеи на карте плотности сосудов диска зрительного нерва. На сканах $4,5 \times 4,5$ мм ДЗН на уровне хориоидеи внутри β -зоны визуализируется полная потеря хориокапилляров (красные стрелки). С помощью сторонней программы ImageJ по пикселям рассчитывается площадь выпадения хориокапилляров в мм^2 внутри β -зоны (на рис. В эти области обозначены красным цветом).

Fig. 1. Determining the area and localization of choriocapillaris dropout within the β -zone of peripapillary choroidal atrophy on an optic nerve head vessel density map. Total choriocapillaris loss is visualized within the β -zone in 4.5×4.5 mm optic nerve head scans at the choroidal level (indicated by red arrows). The area of choriocapillaris dropout within the β -zone is calculated in mm^2 using the ImageJ software, with affected areas marked in red on the rightmost image.

графией ДЗН и которые находились под наблюдением в течение как минимум 2 лет, в течение которых толщина СНВС измерялась методом последовательной ОКТ в спектральной области.

Выпадение микроциркуляторного русла выявлено в 48 глазах (47,5%). Скорость глобального истончения СНВС была значительно выше в глазах с MvD, чем в глазах без MvD ($-1,6 \pm 0,8$ против $-1,2 \pm 0,9$ мкм/год; $p=0,018$). Глаза с MvD в нижней полусфере ($n=41$) показали более высокую скорость истончения СНВС в этом секторе, чем глаза без MvD ($p=0,036$). Глаза с MvD в обеих полусферах ($n=5$) показали более высокие показатели истончения СНВС в верхнем ($p=0,027$) и нижнем секторах ($p=0,016$), чем глаза без MvD. Многофакторный регрессионный анализ показал, что MvD на исходном уровне ($p=0,003$) и наличие геморрагий ДЗН во время наблюдения ($p=0,001$) были независимо связаны с более быстрыми темпами глобального истончения СНВС. [9]

Также Kim JA и соавт. поставили задачу оценить изменения перипапиллярной хориоидеи у пациентов с ПОУГ и определить, связано ли это изменение с прогрессирующим истончением СНВС. В его работе из 68 участников 37 (54,5%) были женщинами, а средний возраст составил 54,3 года. Из 68 глаз у 22 (32,4%) во время наблюдения отмечалось увеличение площади MvD. Более быстрое глобальное истончение СНВС было связано с большей площадью исходной β -ППАХ ($p=0,1$), обнаружением геморрагий ДЗН в ходе наблюдения ($p=0,001$) и большим увеличением площади MvD ($p=0,002$) [10].

По данным Lin S. с соавт., при обследовании 71 глаза с глаукомой нормального давления (ГНД) наличие MvD наблюдалось в 23 случаях (32,4%). По сравнению с глазами без MvD глаза с MvD имели более тонкий СНВС ($68,8 \pm 9,6$ против $76,2 \pm 16,7$ мкм,

$p=0,016$) и более высокую скорость потери СНВС ($-1,2 \pm 1,5$ против $-0,4 \pm 1,4$ мкм/год, $p=0,036$). При однофакторном анализе показателей потери СНВС наличие MvD на исходном уровне ($p=0,033$) было достоверно связано с прогрессирующей потерей СНВС. После поправки на возраст, женский пол, среднее значение ВГД за период наблюдения, осевую длину, толщину центральной части роговицы и среднее отклонение, наличие MvD на исходном уровне ($p=0,041$) оказалось достоверно связано с более быстрыми темпами потери СНВС. Исходя из вышесказанного, можно предположить, что существует значительная корреляция между наличием MvD и уменьшением толщины СНВС у пациентов с ГНД [11].

Jo YH с соавт., обследовав 80 глаз с ПОУГ, показали что наличие MvD на исходном этапе является независимым предиктором прогрессирования потери поля зрения. Глаза с MvD демонстрировали более высокую скорость потери в центре и в верхней полусфере поля зрения [12].

Недавно Ji Mi Kwon и соавт. выявили, что при выпадении хориокапилляров в юстапапиллярной зоне скорость истончения СНВС достоверно выше в сравнении с группой без выпадения хориокапилляров [5]. Также Yoon J. Lee с соавт., проанализировав 182 глаза с ПОУГ II-III стадий, сделали вывод о том, что поражение микрососудистого русла именно на уровне поверхностного плексуса является значимым предиктором прогрессирующей потери поля зрения [13].

В исследовании Igarashi R и соавт. была показана корреляция между площадью MvD с индексами MD и PSD ($p<0,001$) и СНВС ($p=0,0027$) [14]. Micheletti E. и соавт. показали взаимосвязь расширения MvD с большими флуктуациями ВГД, более высоким пиковым ВГД, низким MD и большим количеством местных гипотензивных препаратов [15].

В первой части обзора нами была упомянута связь состояния решетчатой мембраны склеры (PMS) и хориокапиллярного кровотока. Исходя из этого, многие авторы активно исследуют отношения между двумя этими структурами.

Min Hee Suh с соавт. при обследовании 94 глаз с перепериметрической глаукомой в одной трети случаев выявили MvD. Глаза с MvD имели значительно более тонкий СНВС во всех областях, за исключением нижне-назального сектора, худшие индексы VF и MD, а также более выраженную распространенность дефектов PMS и большую площадь β -ППАХ [7].

Этим же авторами показано, что средние значения сосудистой плотности в перипапиллярной сетчатке (срVD) для глаз с дефектами PMS были значительно ниже, чем для глаз без дефекта в целом и в нижнетемпоральной области (IT). Глаза с дефектами PMS в нижневисочном секторе имели достоверно более низкие значения срVD, чем глаза без таких дефектов в соответствующих нижних секторах. Глаза с дефектами PMS в верхнетемпоральном секторе (ST) имели более низкие срVD, чем в других секторах. [16]

В нашем недавнем исследовании была отмечена обратная зависимость между индексом кривизны PMS (LCCI, показателем деформации и изменения положения PMS по отношению к плоскости мембраны Бруха, не зависящий от толщины хориоидеи) и плотностью капилляров в области ДЗН и в фовеа и парафовеа. Большей зоне выпадения хориокапилляров соответствовали более высокие значения LCCI [17].

Ранее нами было показано, что снижение кровотока в задних коротких цилиарных артериях, питающих хориоидею и PMS, ассоциировано со снижением толщины СНВС и сетчатки во всех секторах макулярной области [18]. Увеличение LCCI, по нашим данным, достоверно связано как с истончением перипапиллярной хориоидеи, так и с площадью выпадения хориокапилляров. Все это подтверждает теорию о первичном инсульте PMS при глаукоме, выдвинутую Burgoyne C, согласно которой первичное повреждение происходит в аксонах ГКС преимущественно на уровне PMS [19].

В работе Akagi T. и соавт. наблюдалось следующее распределение глаз по наличию хориокапилляров или их отсутствию: в 42 глазах было выявлено выпадение хориокапилляров в области ДЗН с височной стороны с хорошей визуализацией передней поверхности PMS (MvD-D), в 37 — выпадение хориокапилляров в области ДЗН с височной стороны, но с сомнительной визуализацией передней поверхности PMS (псевдо-MvD-D) и в 44 — отсутствие выпадения хориокапилляров (No MvD-D), соответственно. В глазах с MvD-D наблюдались значительно более низкое внутриглазное давление, худшие значения MD, бо льшие размеры экскавации, более тонкий слой СНВС и меньшая плотность капилляров в перипапиллярной зоне, чем в глазах с псевдо-

MvD-D либо без выпадения хориокапилляров. Многофакторный логистический регрессионный анализ показал значимые ассоциации MvD-D с бо льшими значениями экскавации, худшим MD, более частыми дефектами PMS и более выраженным выпадением хориокапилляров в перипапиллярной области [20].

Lee J.Y. и соавт. показали, что у больных глаукомой при выпадении хориокапилляров наблюдались худшие показатели индексов VF и MD, более истонченный СНВС, более высокая распространенность фокального дефекта PMS и выпадение парапапиллярных глубоких слоев микроциркуляторного русла, чем в группе без CMvD [21].

В исследовании Kim J.A. изучалось влияние MvD на структурно-функциональные изменения в глазах с ПОУГ. Перипапиллярное выпадение микрососудистого русла оказалось связано с ухудшением функции оставшихся аксонов в глазах с ПОУГ [22].

Lee E.J. с соавт. сравнили характеристики MvD в глазах с неартериитной передней ишемической оптической нейропатией (NAION) и в глазах с ГНД. Факторами, связанными с различием NAION от ГНД, были площадь MvD и расположение относительно височной области. Клинические характеристики MvD различались между глазами с NAION и глазами с ГНД. Таким образом, ОКТ с ангиографией может обеспечить дополнительный подход к дифференциальной диагностике, прежде всего, ГНД от NAION [23].

Исследование Lee A. и соавт. 159 глаз с ПОУГ, разделенных на две группы по выпадению хориокапилляров в перипапиллярной зоне (67 с MvD и 92 без MvD) показало, что при наличии MvD выпадение хориокапилляров чаще наблюдалось в нижней полусфере перипапиллярной сетчатки (52 глаза, 77,6%). Авторы не выявили достоверной разницы в средних значениях VF и MD между группами. При сравнении параметров ОКТ и ОКТ с ангиографией в глазах с MvD СНВС и ГКС были значительно тоньше [24].

При сравнении MvD в глаукомных глазах с β -ППАХ и без β -зоны было обнаружено, что MvD имели сходные характеристики как при наличии, так и при отсутствии β -зоны. Клинические и структурные характеристики ДЗН, потенциально имеющие отношение к нарушению перфузии, зависели от присутствия MvD, а не от наличия β -ППА. [25]

Согласно данным Cheng W., при фокально ишемическом фенотипе ДЗН потеря плотности хориокапилляров выше на 7,85%, 10,89% и 8,88%, соответственно, по сравнению с миопическим, сенильным склеротическим и с фенотипом, характеризующийся общим расширением экскавации ДЗН. Это исследование заключалось в динамическом осмотре 96 глаз с ПОУГ в течение 2,5 лет. Многофакторная регрессия показала независимую связь между скоростью потери хориокапилляров и истончением СНВС [26].

Изменение хориокапиллярного кровотока в результате хирургии глаукомы

Наблюдения за 56 пациентами с ПОУГ показали, что спустя 3 месяца после синустрабекулэктомии на фоне снижения ВГД и уменьшения индекса кривизны РМС происходит значительное увеличение плотности капиллярной сети (VD) в РМС, но не в перипапиллярной сетчатке. Согласно данным однофакторного анализа увеличение VD в РМС было связано с большим процентным снижением ВГД ($P = 1/4 0,040$) и индекса кривизны РМС. Однако многофакторный анализ показал, что только снижение индекса РМС было значимым фактором, влияющим на увеличение VD в РМС [27].

Shin J.W. и соавт., изучив 31 глаз у 31 пациента с ПОУГ, выявили, что через 3 месяца после операции внутриглазное давление и глубина РМС значительно снизились: с $26,3 \pm 11,8$ мм рт.ст. до $12,5 \pm 3,6$ мм рт.ст. и с $501,1 \pm 130,2$ мкм до $455,8 \pm 112,7$ мкм, соответственно (везде $p < 0,001$). Улучшение состояния микрососудистого русла наблюдалось в 19 глазах. Максимальное снижение офтальмотонуса и глубины РМС было достоверно выше в глазах

с улучшенной микроциркуляцией в хориокапиллярах по сравнению с глазами, где положительная динамика отсутствовала ($p = 0,020$ и $p = 0,005$). Усиление хориокапиллярного кровотока было достоверно связано с максимальным снижением глубины РМС ($p = 0,026$). Авторы пришли к выводу, что синустрабекулэктомия может улучшить перипапиллярную микроциркуляцию сетчатки у пациентов с ПОУГ. Это открытие позволяет предположить, что уменьшение глубины РМС, вызванное снижением внутриглазного давления, может влиять на улучшение перипапиллярной микроциркуляции при ПОУГ [28].

Заключение

Исследование параметров хориокапиллярного кровотока и локальных выпадений перипапиллярных хориокапилляров предоставляет большой объем информации в диагностике и прогнозировании течения глаукомы. Дальнейшее развитие методов визуализации позволит наиболее подробно оценивать степень поражения сетчатки и ДЗН. Перспективы в этом плане связаны с проведением больших исследований в различных этнических группах с применением искусственного интеллекта.

Литература

1. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PI, et al. Deep Retinal Layer Microvasculature Dropout Detected by the Optical Coherence Tomography Angiography in Glaucoma. *Ophthalmology* 2016; 123(12):2509-2518. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.09.002>
2. Kwon JM, Weinreb RN, Zangwill LM, Suh MH. Parapapillary Deep-Layer Microvasculature Dropout and Visual Field Progression in Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2019; 200:65-75. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2018.12.007>
3. Rao HL, Srinivasan T, Pradhan ZS, et al. Optical Coherence Tomography Angiography and Visual Field Progression in Primary Angle Closure Glaucoma. *J Glaucoma* 2021; 30(3):e61-e67. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001745>
4. Lee SH, Kim TW, Lee EJ et al. Focal lamina cribrosa defects are not associated with steep lamina cribrosa curvature but with choroidal microvascular dropout. *Sci Rep* 2020; 10:6761. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63681-6>
5. Kwon JM, Weinreb RN, Zangwill LM, Suh MH. Juxtapapillary Deep-Layer Microvasculature Dropout and Retinal Nerve Fiber Layer Thinning in Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2021; 227:154-165. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2021.02.014>
6. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PIC, et al. Deep-Layer Microvasculature Dropout by Optical Coherence Tomography Angiography and Microstructure of Parapapillary Atrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(5):1995-2004. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-23046>
7. Suh MH, Na JH, Zangwill LM, Weinreb RN. Deep-layer Microvasculature Dropout in Preperimetric Glaucoma Patients. *J Glaucoma* 2020; 29(6):423-428. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001489>
8. Shin JW, Jo YH, Song MK, Won HJ, Kook MS. Nocturnal blood pressure dip and parapapillary choroidal microvasculature dropout in normal-tension glaucoma. *Sci Rep* 2021; 11(1):206. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80705-3>
9. Lee EJ, Kim JA, Kim TW. Influence of Choroidal Microvasculature Dropout on the Rate of Glaucomatous Progression: A Prospective Study. *Ophthalmol Glaucoma* 2020; 3(1):25-31. <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.10.001>
10. Kim JA, Lee EJ, Kim TW. Evaluation of Parapapillary Choroidal Microvasculature Dropout and Progressive Retinal Nerve Fiber Layer Thinning in Patients With Glaucoma. *JAMA Ophthalmol* 2019; 137(7):810-816. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.1212>

References

1. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PI, et al. Deep Retinal Layer Microvasculature Dropout Detected by the Optical Coherence Tomography Angiography in Glaucoma. *Ophthalmology* 2016; 123(12):2509-2518. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.09.002>
2. Kwon JM, Weinreb RN, Zangwill LM, Suh MH. Parapapillary Deep-Layer Microvasculature Dropout and Visual Field Progression in Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2019; 200:65-75. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2018.12.007>
3. Rao HL, Srinivasan T, Pradhan ZS, et al. Optical Coherence Tomography Angiography and Visual Field Progression in Primary Angle Closure Glaucoma. *J Glaucoma* 2021; 30(3):e61-e67. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001745>
4. Lee SH, Kim TW, Lee EJ et al. Focal lamina cribrosa defects are not associated with steep lamina cribrosa curvature but with choroidal microvascular dropout. *Sci Rep* 2020; 10:6761. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63681-6>
5. Kwon JM, Weinreb RN, Zangwill LM, Suh MH. Juxtapapillary Deep-Layer Microvasculature Dropout and Retinal Nerve Fiber Layer Thinning in Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2021; 227:154-165. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2021.02.014>
6. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PIC, et al. Deep-Layer Microvasculature Dropout by Optical Coherence Tomography Angiography and Microstructure of Parapapillary Atrophy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(5):1995-2004. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-23046>
7. Suh MH, Na JH, Zangwill LM, Weinreb RN. Deep-layer Microvasculature Dropout in Preperimetric Glaucoma Patients. *J Glaucoma* 2020; 29(6):423-428. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001489>
8. Shin JW, Jo YH, Song MK, Won HJ, Kook MS. Nocturnal blood pressure dip and parapapillary choroidal microvasculature dropout in normal-tension glaucoma. *Sci Rep* 2021; 11(1):206. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80705-3>
9. Lee EJ, Kim JA, Kim TW. Influence of Choroidal Microvasculature Dropout on the Rate of Glaucomatous Progression: A Prospective Study. *Ophthalmol Glaucoma* 2020; 3(1):25-31. <https://doi.org/10.1016/j.ogla.2019.10.001>
10. Kim JA, Lee EJ, Kim TW. Evaluation of Parapapillary Choroidal Microvasculature Dropout and Progressive Retinal Nerve Fiber Layer Thinning in Patients With Glaucoma. *JAMA Ophthalmol* 2019; 137(7):810-816. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2019.1212>

11. Lin S, Cheng H, Zhang S, et al. Parapapillary Choroidal Microvasculature Dropout Is Associated With the Decrease in Retinal Nerve Fiber Layer Thickness: A Prospective Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60(2):838-842. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-26115>
12. Jo YH, Shin JW, Song MK, Won HJ, Kook MS. Baseline Choroidal Microvasculature Dropout as a Predictor of Subsequent Visual Field Progression in Open-angle Glaucoma. *J Glaucoma* 2021; 30(8):672-681. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001853>
13. Yoon J, Lee A, Song WK et al. Association of superficial macular vessel density with visual field progression in open-angle glaucoma with central visual field damage. *Sci Rep* 2023; 13(1):7190. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34000-6>
14. Igarashi R, Ochiai S, Akagi T, et al. Parapapillary choroidal microvasculature dropout in eyes with primary open-angle glaucoma. *Sci Rep* 2023; 13(1):20601. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48102-8>
15. Micheletti E, Moghimi S, Nishida T, et al. Factors associated with choroidal microvascular dropout change. *Br J Ophthalmol* 2023; 107(10):1444-1451. <https://doi.org/10.1136/bjo-2022-321157>
16. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PI, et al. Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density in Glaucomatous Eyes with Focal Lamina Cribrosa Defects. *Ophthalmology* 2016; 123(11):2309-2317. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.07.023>
17. Курышева Н.И., Ким В.Ю., Ким В.Е., Лавер А.Б. Индекс кривизны решетчатой мембраны склеры и его связь с морфофункциональными и микроциркуляторными нарушениями при глаукоме. *Национальный журнал Глаукома* 2023; 22(3):15-25. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2023-22-3-15-25>
18. Курышева Н.И. Роль нарушений ретикулярной микроциркуляции в прогрессировании глаукомной оптиконейропатии. *Вестник офтальмологии* 2020; 136(4):57-65. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013604157>
19. Burgoyne CF, Downs JC. Premise and prediction-how optic nerve head biomechanics underlies the susceptibility and clinical behavior of the aged optic nerve head. *J Glaucoma* 2008; 17(4):318-328. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815a343b>
20. Akagi T, Zangwill LM, Shoji T, et al. Optic disc microvasculature dropout in primary open-angle glaucoma measured with optical coherence tomography angiography. *PLoS One* 2018; 13(8):e0201729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201729>
21. Lee JY, Shin JW, Song MK, Hong JW, Kook MS. An Increased Choroidal Microvasculature Dropout Size is Associated With Progressive Visual Field Loss in Open-Angle Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2021; 223:205-219. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.10.018>
22. Kim JA, Kim TW, Lee EJ, Girard MJA, Mari JM. Comparison of Lamina Cribrosa Morphology in Eyes with Ocular Hypertension and Normal-Tension Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61(4):4. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.4.4>
23. Lee EJ, Kee HJ, Park KA, Han JC, Kee C. Comparative Topographical Analysis of Choroidal Microvascular Dropout Between Glaucoma and Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62(13):27. <https://doi.org/10.1167/iovs.62.13.27>
24. Lee A, Shin JW, Lee JY, Baek MS, Kook MS. Vasculature-function relationship in open-angle glaucomatous eyes with a choroidal microvasculature dropout [published correction appears in *Sci Rep*. 2023; 13(1):915]. *Sci Rep* 2022; 12(1):19507. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23109-9>
25. Lee EJ, Song JE, Hwang HS, Kim JA, Lee SH, Kim TW. Choroidal Microvasculature Dropout in the Absence of Parapapillary Atrophy in POAG. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64(3):21. <https://doi.org/10.1167/iovs.64.3.21>
26. Cheng W, Song Y, Li F, et al. Longitudinal Choriocapillaris Vascular Density Changes in Different Types of Primary Open-Angle Glaucoma. *Transl Vis Sci Technol* 2023; 12(1):21. <https://doi.org/10.1167/tvst.12.1.21>
27. Kim JA, Kim TW, Lee EJ, Girard MJA, Mari JM. Microvascular Changes in Peripapillary and Optic Nerve Head Tissues After Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(11):4614-4621. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-25038>
28. Shin JW, Sung KR, Uhm KB, et al. Peripapillary Microvascular Improvement and Lamina Cribrosa Depth Reduction After Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(13):5993-5999. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-22787>
11. Lin S, Cheng H, Zhang S, et al. Parapapillary Choroidal Microvasculature Dropout Is Associated With the Decrease in Retinal Nerve Fiber Layer Thickness: A Prospective Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2019; 60(2):838-842. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-26115>
12. Jo YH, Shin JW, Song MK, Won HJ, Kook MS. Baseline Choroidal Microvasculature Dropout as a Predictor of Subsequent Visual Field Progression in Open-angle Glaucoma. *J Glaucoma* 2021; 30(8):672-681. <https://doi.org/10.1097/IJG.0000000000001853>
13. Yoon J, Lee A, Song WK et al. Association of superficial macular vessel density with visual field progression in open-angle glaucoma with central visual field damage. *Sci Rep* 2023; 13(1):7190. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34000-6>
14. Igarashi R, Ochiai S, Akagi T, et al. Parapapillary choroidal microvasculature dropout in eyes with primary open-angle glaucoma. *Sci Rep* 2023; 13(1):20601. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48102-8>
15. Micheletti E, Moghimi S, Nishida T, et al. Factors associated with choroidal microvascular dropout change. *Br J Ophthalmol* 2023; 107(10):1444-1451. <https://doi.org/10.1136/bjo-2022-321157>
16. Suh MH, Zangwill LM, Manalastas PI, et al. Optical Coherence Tomography Angiography Vessel Density in Glaucomatous Eyes with Focal Lamina Cribrosa Defects. *Ophthalmology* 2016; 123(11):2309-2317. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2016.07.023>
17. Kurysheva N.I., Kim V.Yu., Kim V.E., Laver A.B. Lamina cribrosa curvature index and its relationship with morphofunctional and microcirculatory disorders in glaucoma. *National Journal glaucoma* 2023; 22(3):15-25. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2023-22-3-15-25>
18. Kurysheva NI. The role of retinal microcirculation disorders in the progression of glaucomatous optic neuropathy. *Russian Annals of Ophthalmology* 2020; 136(4):57-65. <https://doi.org/10.17116/oftalma202013604157>
19. Burgoyne CF, Downs JC. Premise and prediction-how optic nerve head biomechanics underlies the susceptibility and clinical behavior of the aged optic nerve head. *J Glaucoma* 2008; 17(4):318-328. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e31815a343b>
20. Akagi T, Zangwill LM, Shoji T, et al. Optic disc microvasculature dropout in primary open-angle glaucoma measured with optical coherence tomography angiography. *PLoS One* 2018; 13(8):e0201729. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201729>
21. Lee JY, Shin JW, Song MK, Hong JW, Kook MS. An Increased Choroidal Microvasculature Dropout Size is Associated With Progressive Visual Field Loss in Open-Angle Glaucoma. *Am J Ophthalmol* 2021; 223:205-219. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2020.10.018>
22. Kim JA, Kim TW, Lee EJ, Girard MJA, Mari JM. Comparison of Lamina Cribrosa Morphology in Eyes with Ocular Hypertension and Normal-Tension Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2020; 61(4):4. <https://doi.org/10.1167/iovs.61.4.4>
23. Lee EJ, Kee HJ, Park KA, Han JC, Kee C. Comparative Topographical Analysis of Choroidal Microvascular Dropout Between Glaucoma and Nonarteritic Anterior Ischemic Optic Neuropathy. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2021; 62(13):27. <https://doi.org/10.1167/iovs.62.13.27>
24. Lee A, Shin JW, Lee JY, Baek MS, Kook MS. Vasculature-function relationship in open-angle glaucomatous eyes with a choroidal microvasculature dropout [published correction appears in *Sci Rep*. 2023; 13(1):915]. *Sci Rep* 2022; 12(1):19507. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23109-9>
25. Lee EJ, Song JE, Hwang HS, Kim JA, Lee SH, Kim TW. Choroidal Microvasculature Dropout in the Absence of Parapapillary Atrophy in POAG. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64(3):21. <https://doi.org/10.1167/iovs.64.3.21>
26. Cheng W, Song Y, Li F, et al. Longitudinal Choriocapillaris Vascular Density Changes in Different Types of Primary Open-Angle Glaucoma. *Transl Vis Sci Technol* 2023; 12(1):21. <https://doi.org/10.1167/tvst.12.1.21>
27. Kim JA, Kim TW, Lee EJ, Girard MJA, Mari JM. Microvascular Changes in Peripapillary and Optic Nerve Head Tissues After Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2018; 59(11):4614-4621. <https://doi.org/10.1167/iovs.18-25038>
28. Shin JW, Sung KR, Uhm KB, et al. Peripapillary Microvascular Improvement and Lamina Cribrosa Depth Reduction After Trabeculectomy in Primary Open-Angle Glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2017; 58(13):5993-5999. <https://doi.org/10.1167/iovs.17-22787>

Основные морфофункциональные корреляции между показателями флюктуаций офтальмотонуса и прогрессированием глаукомной оптической нейропатии

АМАШОВА У.Л., ассистент кафедры оториноларингологии и офтальмологии¹;
<https://orcid.org/0000-0002-1069-8305>

СЕЛЕЗНЕВ А.В., к.м.н., доцент кафедры оториноларингологии и офтальмологии¹;
<https://orcid.org/0000-0002-4583-6050>

КУРОЕДОВ А.В., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии²,
начальник офтальмологического центра³; <https://orcid.org/0000-0001-9606-0566>

¹ФГБОУ ВО Ивановский ГМУ Минздрава России, 153012, Российская Федерация, Иваново, пр. Шереметевский, 8;

²Кафедра офтальмологии лечебного факультета им. акад. А.П. Нестерова ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, 117997, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, 1;

³ФКУ «ЦВКГ им. П.В. Мандрыка» Минобороны РФ, 107014, Российская Федерация, Москва, ул. Б. Оленья, 8А.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Амашова У.Л., Селезнев А.В., Куроедов А.В. Основные морфофункциональные корреляции между показателями флюктуаций офтальмотонуса и прогрессированием глаукомной оптической нейропатии. Национальный журнал глаукома. 2024; 23(4):60-68.

Резюме

Согласно утвердившимся данным, именно уровень внутриглазного давления (ВГД) является обоснованным фактором риска развития и прогрессирования первичной открытоугольной глаукомы. Тем не менее, прогрессирование глаукомы на фоне достигнутого т.н. «контролируемого» ВГД, измеренного при традиционной одно-двукратной тонометрии, подтвердили возможность существования иных его характеристик, препятствующих стабилизации глаукомного процесса.

В обзоре резюмированы рутинные и описаны новые технологии мониторинга уровня ВГД. Проанализированы исследования, опровергающие и подтверждающие наличие корреляций между колебаниями ВГД и прогрессированием глаукомной оптиконеуропатии. Анализ

традиционных и перспективных данных качественно-количественных показателей ВГД позволяет сделать вывод о наиболее информативной его характеристике — флюктуации. Формируется концепция, где главной целью выступает демпфирование модуляций уровня ВГД и достижение его постоянно «стабильных» значений в противовес рутинному снижению количественной характеристики уровня ВГД. Это, в свою очередь, определяет характер прогрессирования заболевания и позволяет оптимизировать схемы лечения первичной открытоугольной глаукомы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: внутриглазное давление, флюктуации, суточная тонометрия, первичная открытоугольная глаукома, биосенсоры.

Для контактов:

Амашова Улькер Лайговна, e-mail: amashovaulker@gmail.com

LITERATURE REVIEW

Main morphofunctional correlations between indicators of intraocular pressure fluctuations and glaucomatous optic neuropathy progression

AMASHOVA U.L., Assistant Professor at the Academic Department of Otorhinolaryngology and Ophthalmology¹; <https://orcid.org/0000-0002-1069-8305>

SELEZNEV A.V., Can. Sci. (Med.), Associate Professor at the Academic Department of Otorhinolaryngology and Ophthalmology¹; <https://orcid.org/0000-0002-4583-6050>

KUROYEDOV A.V., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Academic Department of Ophthalmology², Head of the Ophthalmology Center³. <https://orcid.org/0000-0001-9606-0566>

¹Ivanovo State Medical University, 8 Sheremetyevskiy Ave., Ivanovo, Russian Federation, 153012;

²Pirogov State National Research Medical University, 1 Ostrovityanova St., Moscow, Russian Federation, 117997;

³Mandryka Central Military Clinical Hospital, 8A Bolshaya Olenya St., Moscow, Russian Federation, 107014.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

Conflicts of Interest: none declared.

For citations: Amashova U.L., Seleznev A.V., Kuroyedov A.V. Main morphofunctional correlations between indicators of intraocular pressure fluctuations and glaucomatous optic neuropathy progression. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2024; 23(4):60-68.

Abstract

According to established data, intraocular pressure (IOP) level is a substantiated risk factor for the development and progression of primary open-angle glaucoma. However, the progression of glaucoma despite achieving the 'controlled' IOP, as measured by traditional one- or two-time tonometry, has confirmed the possibility of other IOP characteristics that prevent the stabilization of the glaucomatous process.

The review summarizes commonly used and describes newly emerging techniques for IOP monitoring, and analyzes studies that refute and confirm the presence of correlations between IOP fluctuations and the progression of glaucoma-

tous optic neuropathy. An assessment of traditional and prospective data on the qualitative and quantitative indicators of IOP allows the conclusion that its most informative characteristic is fluctuation. A concept is formed where the main goal is to dampen modulations in IOP levels and achieve consistently 'stable' values, in contrast to routine quantitative reduction in IOP. This, in turn, determines the nature of disease progression and allows for the optimization of primary open-angle glaucoma treatment regimens.

KEYWORDS: intraocular pressure, fluctuation, 24-hour monitoring, primary open-angle glaucoma, biosensors.

Согласно современной концепции, объединяющей представления о патогенезе первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ), именно уровень ВГД представляет собой основной фактор риска развития и прогрессирования глаукомного процесса, который, к тому же, является единственно модифицируемым признаком заболевания. Физиологические пики и спады уровня ВГД, регулирующие компенсаторными механизмами, трансформируются в иррегуляторные колебания офтальмотонуса, которые приводят к развитию и прогрессированию ПОУГ [1–3]. Вместе с тем, сохраняется полемика в отношении качественных и количественных показателей уровня офтальмотонуса у пациентов с верифицированной глаукомой, и, в частности о значимости такого его показателя, как флюктуации уровня ВГД, возможностях их обнаружения в рутинной клинической практике и степени их влияния на прогрессирование болезни в каждом конкретном случае. Следует отметить, что

по состоянию на сегодняшний день не существует «золотого стандарта» в отношении кратности и способа измерения уровня ВГД, позволяющего достоверно судить о 100% специфичности и чувствительности этого метода для диагностики ПОУГ. Именно поэтому неоспоримой целью для достижения стабилизации зрительных функций выступает контроль офтальмотонуса и его флюктуаций [4, 5].

Преимущества и недостатки современных и традиционных методов офтальмотонометрии. Биосенсоры — «взгляд в будущее»

Впервые о необходимости исследования тонуса глазного яблока как о косвенном способе определения уровня ВГД сообщил W. Bowman на заседании Британской медицинской ассоциации в 1826 году [6]. В дальнейшем с целью определения и мониторинга офтальмотонуса были разработаны много-

численные методики офтальмотонометрии. Абстрагируясь от частных, существуют мануальный и инструментальный методы измерения уровня ВГД. Пальпаторное исследование роговицы и склеры может быть прямым и опосредованным, оно используется для быстрой оценки офтальмотонуса в клинической практике с помощью трехбалльной системы [7, 8].

Единственным и абсолютно точным инструментальным методом измерения «истинного» уровня ВГД следует считать манометрический [6]. Вместе с тем, измерение давления жидкости в передней камере глаза связано с инвазивностью процедуры, риском инфекционных осложнений и необходимостью выполнения исследования в условиях операционной, вследствие чего оно не подходит для рутинной практики. Однако именно манометрическое измерение уровня офтальмотонуса лежит в основе калибровки всех современных тонометров.

В основе современных офтальмотонометров лежит опосредованное инструментальное измерение уровня ВГД. В зависимости от вида деформации роговицы и склеры выделяют импрессионные (вызывающие вдавление в зоне контакта с помощью специального стержня, плунжера), и аппланационные (приводящие к уплощению контактирующих поверхностей) способы [9, 10].

Современный вид склеральных тонометров — транспальпебральные приборы, которые, действуя через веко, либо приводят к импрессии склеры (такой метод называется баллистическим), либо регистрируют упругие колебания фиброзной оболочки под действием штока [11]. Наиболее распространены аппланационные роговичные тонометры. Вследствие равномерного анатомического строения и отсутствия покрытия конъюнктивой, роговица, а именно, ее «стабильная» центральная часть, считается наиболее точным местом аппланации [12]. Механизм аппланации может быть реализован как при воздействии постоянной массы с измерением зоны соприкосновения, так и при определении силы воздействия, необходимой для достижения определенной формы поверхности [13]. В 1884 году А.Н. Маклаковым был разработан собственный тонометр, сохраняющий свою актуальность по сей день. Результаты тонометрии по Маклакову оценивают по диаметру зоны сплющивания роговицы в миллиметрах при воздействии грузика (5,0; 7,5; 10,0 и 15,0 г) [14, 15]. В зарубежной практике повсеместно применяется офтальмотонометрия по Гольдману, измеряющая аппланационную силу, необходимую для создания зоны сплющивания диаметром 3,06 мм (площадью 7,3542 мм²) [10]. При бесконтактной пневмотонометрии уплощение роговицы образуется кратковременным воздушным импульсом, а оптический приемник фиксирует изменение формы роговицы. Стоит отметить, что все перечисленные методы обладают существенным

недостатком — помимо необходимости местной анестезии, они вызывают деформацию роговицы, что неизбежно приводит к погрешностям измерения.

Усовершенствование принципа достижения определенной формы поверхности роговицы привело к появлению метода двунаправленной пневмоаппланации Ocular Response Analyzer (ORA, Reichert Technologies, США) [16]. При этом воздействие воздушной струи на роговицу осуществляется таким образом, чтобы зарегистрировать уровень давления при одинаковом уплощении, достигнутом в двух направлениях движения роговицы: при прогибе из исходного состояния к вогнутому и при восстановлении формы. При сравнении этих двух показателей происходит анализ вязкоэластических свойств роговицы, то есть оценка роговично-компенсированного давления [17].

В 2003 году было предложено оригинальное решение проблемы деформации роговицы — регистрация касательных напряжений роговицы путем динамической контурной тонометрии Pascal («Zieler Group», Швейцария). Метод основан на регистрации электрического напряжения (в милливольтгах) в пьезокристалле при пульсовых колебаниях офтальмотонуса. Хотя контактная поверхность датчика больше радиуса кривизны роговицы, на определенной области все же происходит контакт тонометра и роговицы. Эта область называется «механический контур соприкосновения» и возникает при усилии менее 1 грамма. Также прибор создает график колебаний офтальмотонуса и измеряет амплитуду глазного пульса (Ocular pulse amplitude, OPA) [18].

Еще одним способом оценки ВГД, не изменяющим форму роговицы, является точечная контактная офтальмотонометрия Icare (Icare Finland, Финляндия). К дополнительным преимуществам этого метода можно отнести способность диагностики офтальмотонуса в любой точке роговицы, отсутствие необходимости в местной анестезии, а также возможность измерения в разных положениях тела пациента — сидя и лежа. В основе этого способа измерения ВГД лежит минимальное по площади и силе воздействие на роговицу зондом массой 26,5 мг [18].

Начало новой эпохи офтальмотонометрии положили биосенсоры — контактные имплантируемые датчики, позволяющие проводить непрерывный мониторинг уровня ВГД. В зависимости от типа преобразователя выделяют оптические, микрофлюидные и электрические биосенсоры. Все измерения офтальмотонуса контактными линзами со встроенными биосенсорами происходят за счет изменения кривизны роговицы. Принцип микрофлюидных линз основан на перемещении жидкости во встроенном в линзу резервуаре. Он проходит в проекции корня радужки и содержит градуированные метки, указывающие на уровень ВГД. Увеличение ВГД меняет кривизну роговицы, вследствие чего

она давит на линзу и жидкость в резервуаре перераспределяется, а граница раздела воздух-жидкость в специальном канале смещается вверх [19]. В частности, данный принцип реализован в клинической практике благодаря разработкам компании Smartlens (2021 год, США), разработавшим линзы miLens [20].

В оптических датчиках луч света взаимодействует с периодическими, а именно, решетчатыми структурами фотонных кристаллов. Эти структуры пропускают и отражают определенный диапазон светового излучения. При повышении уровня ВГД и растяжении контактной линзы структура решетки изменяется, что уменьшает длину волны отраженного света и приводит к смещению спектра излучения видимого света в сторону синего цвета [19]. Разработаны новые контактные линзы с двойным биосенсором для мониторинга уровня ВГД и матриксной металлопротеиназы-9. В ней представлены функции двойного зондирования, обеспечивающие удобную, неинвазивную и потенциально многофункциональную платформу [21].

Среди электрических биосенсоров выделяет пьезорезистентные и телеметрические. Пьезорезистентные датчики функционируют путем преобразования механической трансформации кривизны роговицы в изменения электрического сопротивления. В свою очередь, в телеметрических датчиках используются различные сенсорные блоки для преобразования механических входных сигналов в сдвиги резонансной частоты [19].

Уже разрешенная к применению Управлением по контролю за продуктами питания и лекарствами (Food and Drug Administration, FDA) в клинической практике сенсорная контактная линза с тензометрическим датчиком Triggerfish (Sensimed AG, Швейцария) позволяет провести суточный мониторинг уровня ВГД. Принцип её работы основан на регистрации изменений кривизны роговицы на фоне колебаний уровня ВГД. Регистрация измерений производится в течение 30 секунд с 5-минутными интервалами. Основная проблема подобных линз заключается в конверсии величины напряжения (милливольт-эквивалент) в традиционные миллиметры ртутного столба ввиду нелинейности соотношения между объемом и давлением [22]. С другой стороны, в недавнем исследовании Rajic B. et al (2021) о данной проблеме не сообщается [23].

Исследования, подтверждающие и/или отрицающие взаимосвязь между колебаниями офтальмотонуса и прогрессированием ПОУГ

Повышенный уровень ВГД является основным независимым фактором риска прогрессирования ПОУГ, что отражается на морфофункциональных характеристиках заболевания [24–25]. Один из механизмов влияния т.н. «интолератного» уровня ВГД на

зрительный нерв заключается в изменении микроциркуляции, приводящей, в том числе, к нарушению аксонального транспорта в головке ДЗН. Вместе с тем, ряд авторов указывают на определяющую роль трансламинарной разницы давлений (трансламинарный градиент), представляющей собою вектор силы, действующей на решетчатую пластинку склеры и вызывающий ее деформацию кпереди или кзади [26–32]. В целом это влияние можно рассматривать в двух вариантах: длительная устойчивая офтальмогипертензия и кратковременные колебания офтальмотонуса. Именно поэтому до сих пор ведутся споры, какой показатель офтальмотонуса — средний уровень, пиковые значения, флюктуации или средняя амплитуда экскурсий уровня ВГД (Mean Amplitude of IOP Excursion, MAPE) — является наиболее значимым [33]. В данном обзоре мы рассмотрим роль показателя флюктуаций офтальмотонуса в прогрессировании ПОУГ.

Проблема прогрессирования глаукомной оптической невропатии (ГОН) при т.н. «хорошем» уровне ВГД, полученном при его однократном измерении в «рабочие часы», наводила исследователей на мысль о возможном максимальном его пике во «вне рабочее время», когда пациент не может посетить врача-офтальмолога. В круглосуточном исследовании офтальмотонуса Tan S. et al. (2017) было обнаружено, что у более половины (51,7%) пациентов с глаукомой пик уровня ВГД достигается во вне рабочее время и его значение на 4,9 мм рт.ст. выше данных, полученных при традиционном измерении в поликлинике [34]. Это доказывает, что лейтмотивом контроля прогрессирования и правильного клинического ведения пациентов служит многократный анализ уровня офтальмотонуса, а установленные флюктуации уровня ВГД были классифицированы следующим образом:

1) мгновенные колебания — скачки офтальмотонуса длительностью несколько секунд в ответ на саккадические движения глазных яблок, моргание и трение глаз. Прямых доказательств влияния этих колебаний на прогрессирование глаукомы не существует, однако, исследования на приматах подтверждают воздействие резких подъемов ВГД на зрительный нерв [35–38];

2) циркадные (никтогемерные) колебания — влияние дневных и ночных колебаний уровня ВГД на развитие и прогрессирование глаукомы подтверждено многими исследованиями. Доказанным фактом служит наличие утренних пиков офтальмотонуса [35, 36, 38]. В свою очередь, ночное повышение уровня ВГД обусловлено положением человека лежа на спине, более выраженной перфузией и повышенным давлением спинномозговой жидкости, что уменьшает трансламинарный градиент давления и не приводит к деформации решетчатой пластинки. Ночное повышение уровня ВГД в совокупности с изменениями глазного кровотока

и системного артериального давления может приводить к аксоплазматическому стазу и изменению глазного перфузионного давления, что, в свою очередь, может обусловить необходимость коррекции терапии [20, 35, 36];

3) кратковременные колебания — флюктуации в течение нескольких дней или недель. На данный момент нет исследований, подтверждающих прямое влияние этих колебаний на прогрессирование глаукомы. В частности, Tojo N. et al. (2016) сравнили суточные флюктуации с помощью сенсорной контактной линзы Triggerfish с долгосрочными рутинными измерениями уровня ВГД в течение 5 лет. Была получена корреляция между ними, что определяет пользу 24-часового контроля уровня ВГД для прогнозирования долгосрочных изменений офтальмотонуса [35–37];

4) долговременные колебания — это модуляции офтальмотонуса в течение нескольких месяцев или лет. Имеющиеся многочисленные исследования как подтверждают, так и опровергают взаимосвязь между ними и прогрессированием ГОН. Однако нельзя отрицать факт воздействия статического стресса в виде хронического «интолератного» уровня ВГД на гомеостатические механизмы регуляции офтальмотонуса [35, 36].

Исследования, подтверждающие взаимосвязь долгосрочных колебаний и прогрессирования ГОН

В многоцентровом рандомизированном исследовании Advanced Glaucoma Intervention Study у пациентов с развитой и далекозашедшей глаукомой с одним хирургическим вмешательством (трабекулоэктомия/ аргон-лазерная трабекулопластика) и средним истинным уровнем ВГД 14–15 мм рт.ст. обнаружили взаимосвязь прогрессирования глаукомы с колебаниями офтальмотонуса, в отличие от среднего его значения. Более того, прогрессирование более выражено в глазах с низким средним уровнем ВГД ($10,8 \pm 2,5$ мм рт.ст.) [39]. В свою очередь, в работе The Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study была выявлена взаимосвязь параметров ВГД — пиков, стандартного отклонения, флюктуаций — и снижения среднего отклонения светочувствительности (mean deviation, MD) на 3 дБ или более с прогрессированием ГОН, при этом корреляции со значением среднего уровня ВГД выявлено не было [40]. Стоит отметить, что в исследовании были включены группы пациентов с ПОУГ и пигментной глаукомой с разными режимами лечения: консервативным (ВГД 17,1–18,3 мм рт.ст.) либо хирургическим (ВГД 13,8–14,4 мм рт.ст.).

Корреляцию между долгосрочными колебаниями офтальмотонуса и прогрессирующим дефектом полей зрения также выявили при ретроспективном исследовании Японского архива многоцентровых

баз данных пациентов с глаукомой. Не было установлено значимой связи между снижением MD и средним уровнем ВГД ($p=0,32$), однако, скорость снижения MD коррелировала со стандартным отклонением уровня ВГД ($p=0,011$) [41]. Hong S. et al. (2007) в течение 3 лет анализировали данные 408 глаз пациентов с ПОУГ и первичной закрытоугольной глаукомой с устойчивым уровнем ВГД до 18 мм рт.ст. (в среднем 10 мм рт.ст.) после одномоментной факоэмульсификации и трабекулоэктомии. Пациенты были разделены на две группы в зависимости от стандартного отклонения ВГД: ≤ 2 и > 2 мм рт.ст., соответственно. Несмотря на сопоставимые средние значения уровня ВГД и режим ведения пациентов, более выраженное стандартное отклонение ассоциировалось с худшим долгосрочным прогнозом относительно полей зрения [42].

Исследования, опровергающие взаимосвязь долгосрочных колебаний и прогрессирования глаукомной оптиконеуропатии

Рандомизированная когорта пациентов в исследовании Early Manifest Glaucoma Trial включала 129 пациентов с установленным диагнозом глаукомы и 126 пациентов контрольной группы. В основной группе была проведена лазерная трабекулопластика и/или местное назначение бетаксолола (2 раза в день). Контрольную группу составили 126 пациентов, не получавших лечения. Долгосрочные колебания ВГД не оказались значимым фактором риска прогрессирования глаукомы ни в одной группе. Напротив, средние значения уровня ВГД были последовательно связаны с прогрессированием глаукомы, при этом коэффициент риска составлял примерно 1,11 на каждый 1 мм рт.ст. (выше среднего уровня ВГД) в обеих группах. То есть каждое повышение уровня ВГД на 1 мм рт.ст. ассоциировалось с 10% увеличением риска развития глаукомы [43].

В проспективном когортном исследовании Medeiros F.A. et al. у 126 пациентов с офтальмогипертензией (исходный уровень ВГД (P0) ≥ 24 мм рт.ст. на одном глазу и ≥ 21 мм рт.ст. на другом, но не выше 32 мм рт.ст.), определяли роль среднего уровня ВГД и его колебаний как предикторов развития ГОН без использования местной гипотензивной терапии. В результате лишь у 31 пациента развилась глаукома (средний уровень ВГД при этом составил $25,4 \pm 4,2$ мм рт.ст.). Среди остальных пациентов без ГОН значения офтальмотонуса были в диапазоне $24,1 \pm 3,5$ мм рт.ст. Средний уровень ВГД коррелировал с его колебаниями ($r=0,351$, $p<0,001$), то есть пациенты с более высокими средними значениями ВГД имели тенденцию к более высоким колебаниям офтальмотонуса. Также было установлено, что увеличение среднего ВГД на 1 мм рт.ст. связано с повышением на 16% шансов развития

глаукомы за период наблюдения. Авторы сделали вывод, что колебания уровня офтальмотонуса не были значимым прогностическим фактором прогрессирования глаукомы [44].

Исследования, подтверждающие взаимосвязь краткосрочных колебаний и прогрессирования глаукомной оптической нейропатии

Jonas J.B. et al. (2004) доказали важную роль многократной аппланационной тонометрии, указав, что при однократном измерении уровня ВГД более чем в 75% случаев существует вероятность пропустить максимальное значение офтальмотонуса [45].

Grippo T.M. et al. (2013) продемонстрировали, что при офтальмогипертензии (без лечения) акрофаза (верхнее значение амплитуды офтальмотонуса) и амплитуда кривой уровня ВГД была схожа с таковыми у лиц с установленным диагнозом ПОУГ [46]. С появлением биосенсоров, позволяющих проводить 24-часовой мониторинг уровня ВГД в реальных условиях, включая время сна без пробуждения, появились многочисленные исследования, анализирующие циркадные флюктуации офтальмотонуса.

Так, De Moraes C.G. et al. (2016) у 40 пациентов с ПОУГ выявили достоверную связь между параметрами офтальмотонуса, а именно, большим количеством длинных пиков и высоким соотношением средних пиков с более быстрым прогрессированием глаукомного процесса [47].

Tojo N. et al. (2020) в исследовании на 69 пациентах с ПОУГ и периодом наблюдения $4,0 \pm 1,6$ года оценили прогрессирование глаукомного процесса. Были выявлены следующие наиболее значимые параметры прогрессирования: большое стандартное отклонение колебаний офтальмотонуса, более высокие акрофазы (в том числе и ночные) и большой диапазон колебаний значений уровня ВГД в ночное время суток [48].

Mansouri K. et al. (2015) показали, что коэффициент корреляции между показаниями сенсорной контактной линзы и пневмотонометром составил 0,914 [49]. Тем не менее, Vitish-Sharma P. et al. (2018) обнаружили, что средний коэффициент корреляции между измерениями выходного сигнала сенсорной контактной линзы и измерениями аппланационного тонометра Топо-Реп составил всего 0,291 [50]. Наиболее перспективным в этом отношении, по-видимому, является исследование Gaboriau T. et al. (2023). Обследованные пациенты ($n=54$) были разделены на 2 группы: первая группа — лица со скоростью прогрессирования поля зрения более $-0,50$ дБ/год, вторая — лица, со скоростью прогрессирования до $-0,50$ дБ/год. Такой порог

был выбран на основе приблизительной медианы скорости прогрессирования поля зрения в данной выборке населения. Каждый мониторинг начинался между 8:00 и 8:30 утра после измерения уровня ВГД с применением аппланационного тонометра Гольдмана, а установленную сенсорную контактную линзу удаляли через 24 часа. Сильной стороной данного исследования выступало наличие анализа необработанных данных выходного сигнала. Новый подход в обработке выходного сигнала датчика был реализован с помощью частотной фильтрации сигналов путем вейвлет-преобразования. Суточная амплитуда и площадь под кривой (ROC-анализ) для мониторинга ВГД были выше в первой группе, также как и амплитуда с площадью под кривой для вейвлет-анализа при кратковременных пиках (от 60 до 220 минут) [51].

Исследования, опровергающие взаимосвязь короткосрочных колебаний и прогрессирования ГОН

Sehi M. et al. (2011) проанализировали взаимосвязь суточных флюктуаций, морфологических данных ДЗН и глазного перфузионного давления у 14 пациентов с установленным диагнозом ПОУГ и столько же лиц без глаукомы. Авторы не выявили значимой связи между этими параметрами [52]. Wang N.L. et al. (2011) при многократной тонометрии по Гольдману у 47 пациентов с ПОУГ, не получающих лечения, не выявили никаких существенных связей между суточными колебаниями офтальмотонуса и прогрессированием дефектов полей зрения. Кроме того, среди 22 пациентов с односторонним процессом не было обнаружено различий в стандартном отклонении суточных колебаний уровня ВГД в глаукомных и контралатеральных здоровых глазах [53].

Заключение

Исследования, посвященные влиянию колебаний офтальмотонуса на прогрессирование ГОН, проводились среди разных групп пациентов, на разных стадиях болезни и с различными исходными значениями ВГД. Это позволяет задуматься о сопоставимости полученных результатов, которые скорее дополняют друг друга, нежели противоречат. На основании проанализированных данных следует предположить, что на прогрессирование ПОУГ влияет не только количественное снижение уровня ВГД, но и качественный «стабильный» уровень и снижение пиков офтальмотонуса, а возможно, и иные характеристики давления, которые в настоящее время не принимаются во внимание по ряду причин.

Литература

1. Kass M.A., Heuer D.K., Higginbotham E.J., et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120(6):701-713. <https://doi.org/10.1001/archophth.120.6.701>.
2. Leske M.C., Heijl A., Hussein M., et al. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2003; 121(1):48-56. <https://doi.org/10.1001/archophth.121.1.48>.
3. Lichter P.R., Musch D.C., Gillespie B.W., et al. Interim clinical outcomes in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study comparing initial treatment randomized to medications or surgery. *Ophthalmology* 2001; 108(11):1943-1953. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00873-9](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00873-9).
4. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. The AGIS Investigators. *Am J Ophthalmol* 2000; 130(4):429-440. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(00\)00538-9](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(00)00538-9).
5. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1998; 126(4):498-505. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(98\)00272-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(98)00272-4).
6. The Collected Papers of Sir William Bowman, Bart., F.R.S. *Nature* 1893; 48, 26. <https://doi.org/10.1038/048026a0>
7. Маклаков А.Н. Офтальмотонометрия. М: т-во «Печатня С.П. Яковлева» 1892; 2:35.
8. Кальфа С.Ф., Вургафт М.Б. К семидесятипятилетию апplanationной тонометрии по А.Н. Маклакову. *Офтальмологический журнал* 1959; 14(3):131.
9. Антонов А.А., Карлова Е.В., Брежнев А.Ю., Дороев Д.А. Современное состояние офтальмотонометрии. *Вестник офтальмологии* 2020; 136(6):100-107. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136061100>
10. Труфанов С.В., Маложен С.А., Антонов А.А., Макарова М.А. Современные возможности офтальмотонометрии при патологических изменениях роговицы. *Вестник офтальмологии* 2022; 138(1):71-77. <https://doi.org/10.17116/oftalma202213801171>.
11. Макашова Н.В., Иванисhev К.В. Клинические результаты транспальпебральной тонометрии. *Глаукома. Журнал НИИ глазных болезней РАМН* 2013; 2:42-46.
12. Queirós A., González-Méjome J.M., Fernandes P., et al. Technical note: a comparison of central and peripheral intraocular pressure using rebound tonometry. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007; 27(5):506-511. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2007.00508.x>.
13. Roberts C.J., Dupps W.J., Downs J.C. *Biomechanics of the Eye*. Kugler Publications; 2018.
14. Вургафт М.В. О калибровке тонометров Маклакова разного веса. *Офтальмологический журнал* 1965; 6:443-448.
15. Таршин М.С. Зависимость тонометрического давления от веса апplanationного тонометра. *Вестник офтальмологии* 1974; 90(6):7.
16. Qin X., Yu M., Zhang H., et al. The Mechanical Interpretation of Ocular Response Analyzer Parameters. *Biomed Res Int* 2019; 2019:5701236. <https://doi.org/10.1155/2019/5701236>.
17. Luce D.A. Determining in vivo biomechanical properties of cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:156-162. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.10.044>
18. Аветисов С.Э., Антонов А. А., Вострухин С. В.. Способ измерения внутриглазного давления у пациентов, перенесших радиальную кератотомию. Патент RU 2610556, 13.02.2017.
19. Wu K.Y., Mina M., Carbonneau M., et al. Advancements in Wearable and Implantable Intraocular Pressure Biosensors for Ophthalmology: A Comprehensive Review. *Micromachines (Basel)* 2023; 14(10):1915. <https://doi.org/10.3390/mi14101915>.
20. Araci I.E., Agaoglu S., Baday M., Pricilla D. Closed Microfluidic Network for Strain Sensing Embedded in a Contact Lens to Monitor Intraocular Pressure. No. 10,898,074.U.S. Patent. 2021 January 26.
21. Ye Y., Ge Y., Zhang Q., et al. Smart Contact Lens with Dual-Sensing Platform for Monitoring Intraocular Pressure and Matrix Metalloproteinase-9. *Adv Sci (Weinh)* 2022; 9(12):e2104738. <https://doi.org/10.1002/advs.202104738>.

References

1. Kass M.A., Heuer D.K., Higginbotham E.J., et al. The Ocular Hypertension Treatment Study: a randomized trial determines that topical ocular hypotensive medication delays or prevents the onset of primary open-angle glaucoma. *Arch Ophthalmol* 2002; 120(6):701-713. <https://doi.org/10.1001/archophth.120.6.701>.
2. Leske M.C., Heijl A., Hussein M., et al. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Factors for glaucoma progression and the effect of treatment: the Early Manifest Glaucoma Trial. *Arch Ophthalmol* 2003; 121(1):48-56. <https://doi.org/10.1001/archophth.121.1.48>.
3. Lichter P.R., Musch D.C., Gillespie B.W., et al. Interim clinical outcomes in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study comparing initial treatment randomized to medications or surgery. *Ophthalmology* 2001; 108(11):1943-1953. [https://doi.org/10.1016/s0161-6420\(01\)00873-9](https://doi.org/10.1016/s0161-6420(01)00873-9).
4. The Advanced Glaucoma Intervention Study (AGIS): 7. The relationship between control of intraocular pressure and visual field deterioration. The AGIS Investigators. *Am J Ophthalmol* 2000; 130(4):429-440. [https://doi.org/10.1016/S0002-9394\(00\)00538-9](https://doi.org/10.1016/S0002-9394(00)00538-9).
5. Collaborative Normal-Tension Glaucoma Study Group. The effectiveness of intraocular pressure reduction in the treatment of normal-tension glaucoma. *Am J Ophthalmol* 1998; 126(4):498-505. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(98\)00272-4](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(98)00272-4).
6. The Collected Papers of Sir William Bowman, Bart., F.R.S. *Nature* 1893; 48, 26. <https://doi.org/10.1038/048026a0>
7. Maklakov A.N. Ophthalmotonometriya. [Ocular tonometry.]. Moscow, Yakovlev Publ., 1892. 2:35..
8. Kalfa SF, Vurgaft MB. On the seventy-fifth anniversary of applanation tonometry according to A.N. Maklakov. *Journal of Ophthalmology (USSR)* 1959; 14(3):131.
9. Antonov A.A., Karlova E.V., Brezhnev A.Yu., Dorofeev D.A. Current state of ophthalmic tonometry. *Russian Annals of Ophthalmology* 2020; 136(6):100-107. <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136061100>
10. Trufanov S.V., Malozhen S.A., Antonov A.A., Makarova M.A. Modern capabilities of ophthalmic tonometry in pathologically altered corneas. *Russian Annals of Ophthalmology* 2022; 138(1):71-77. <https://doi.org/10.17116/oftalma202213801171>.
11. Makashova N.V., Ivanishchev K.V. Clinical results of transpalpebral tonometry. *Glaukoma. Zhurnal NII glaznykh bolezney RAMN* 2013; 2:42-46.
12. Queirós A., González-Méjome J.M., Fernandes P., et al. Technical note: a comparison of central and peripheral intraocular pressure using rebound tonometry. *Ophthalmic Physiol Opt* 2007; 27(5):506-511. <https://doi.org/10.1111/j.1475-1313.2007.00508.x>.
13. Roberts C.J., Dupps W.J., Downs J.C. *Biomechanics of the Eye*. Kugler Publications; 2018.
14. Vurgaft M.V. On the realignment of different weights in Maklakov tonometry. *Journal of Ophthalmology (USSR)* 1965; 6:443-448.
15. Tarshin M.S. The dependence of the tonometric pressure on the weight of the applanation tonometer. *Russian Annals of Ophthalmology* 1974; 90(6):7.
16. Qin X., Yu M., Zhang H., et al. The Mechanical Interpretation of Ocular Response Analyzer Parameters. *Biomed Res Int* 2019; 2019:5701236. <https://doi.org/10.1155/2019/5701236>.
17. Luce D.A. Determining in vivo biomechanical properties of cornea with an ocular response analyzer. *J Cataract Refract Surg* 2005; 31:156-162. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.10.044>
18. Avetisov S.E., Antonov A.A., Vostukhin S.V. A method for measuring intraocular pressure in patients undergoing radial keratotomy. RU patent for the invention 2610556 (In Russ.).
19. Wu K.Y., Mina M., Carbonneau M., et al. Advancements in Wearable and Implantable Intraocular Pressure Biosensors for Ophthalmology: A Comprehensive Review. *Micromachines (Basel)* 2023; 14(10):1915. <https://doi.org/10.3390/mi14101915>.
20. Araci I.E., Agaoglu S., Baday M., Pricilla D. Closed Microfluidic Network for Strain Sensing Embedded in a Contact Lens to Monitor Intraocular Pressure. No. 10,898,074.U.S. Patent. 2021 January 26.
21. Ye Y., Ge Y., Zhang Q., et al. Smart Contact Lens with Dual-Sensing Platform for Monitoring Intraocular Pressure and Matrix Metalloproteinase-9. *Adv Sci (Weinh)* 2022; 9(12):e2104738. <https://doi.org/10.1002/advs.202104738>.

22. Куроедов А.В., Брежнев А.Ю., Егоров Е.А., и соавт. Производные характеристики офтальмотонуса у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой до и после оперативного лечения при круглосуточном мониторинговании с применением современных технологий (пилотное исследование). *Российский медицинский журнал. РМЖ Клиническая офтальмология* 2016;17(2):65-74. <https://doi.org/10.21689/2311772920161626574>
23. Pajic B., Resan M., Pajic-Eggspuehler B., et al. Triggerfish Recording of IOP Patterns in Combined HFDS Minimally Invasive Glaucoma and Cataract Surgery: A Prospective Study. *J Clin Med* 2021; 10(16):3472. <https://doi.org/10.3390/jcm10163472>.
24. Leske M.C., Heijl A., Hyman L., et al. Predictors of long-term progression in the early manifest glaucoma trial. *Ophthalmology* 2007; 114(11):1965-1972. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.03.016>.
25. Miglior S., Zeyen T., Pfeiffer N. et al. European Glaucoma Prevention Study (EGPS) Group Results of the European Glaucoma Prevention Study. *Ophthalmology* 2005; 112(3):366-375. <https://doi.org/10.1097/01.ieb.0000169319.80053.c2>
26. Кац М.Д., Куроедов А.В. Об оптимальных значениях «целевого» уровня внутриглазного давления. *Национальный журнал глаукома* 2022; 21(3):72-84. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-3-72-84>
27. Jonas J.B., Wang N., Yang D., et al. Facts and myths of cerebrospinal fluid pressure for the physiology of the eye. *Prog Retin Eye Res* 2015; 46:67-83. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2015.01.002>.
28. Berdahl J.P., Allingham R.R., Johnson D.H. Cerebrospinal fluid pressure is decreased in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2008; 115(5):763-768. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.01.013>.
29. Mitchell P., Lee A.J., Wang J.J., Rohtchina E. Intraocular pressure over the clinical range of blood pressure: Blue Mountains Eye Study findings. *Am J Ophthalmol* 2005; 140:131-132. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.12.088>
30. Xu L., Wang H., Wang Y., Jonas J.B. Intraocular pressure correlated with arterial blood pressure: the Beijing eye study. *Am J Ophthalmol* 2007; 144(3):461-462. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2007.05.013>
31. Czosnyka M. Association between arterial and intracranial pressures. *Br J Neurosurg* 2000; 14(2):127-128. <https://doi.org/10.1080/02688690050004543>.
32. Ren R., Jonas J.B., Tian G., et al. Cerebrospinal fluid pressure in glaucoma: a prospective study. *Ophthalmology* 2010; 117(2):259-266. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.058>.
33. Zhai R., Cheng J., Xu H., et al. Mean amplitude of intraocular pressure excursions: a new assessment parameter for 24-h pressure fluctuations in glaucoma patients. *Eye (Lond)* 2021; 35(1):326-333. <https://doi.org/10.1038/s41433-020-0845-9>.
34. Tan S., Baig N., Hansapinyo L., et al. Comparison of self-measured diurnal intraocular pressure profiles using rebound tonometry between primary angle closure glaucoma and primary open angle glaucoma patients. *PLoS One* 2017; 12(3):e0173905. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173905>.
35. Wu K.Y., Mina M., Carbonneau M., et al. Advancements in Wearable and Implantable Intraocular Pressure Biosensors for Ophthalmology: A Comprehensive Review. *Micromachines (Basel)* 2023; 14(10):1915. <https://doi.org/10.3390/mi14101915>.
36. Gardiner S.K., Fortune B., Wang L., et al. Intraocular pressure magnitude and variability as predictors of rates of structural change in non-human primate experimental glaucoma. *Exp Eye Res* 2012; 103:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2012.07.012>.
37. Strouthidis N.G., Fortune B., Yang H., et al. Effect of acute intraocular pressure elevation on the monkey optic nerve head as detected by spectral domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(13):9431-9437. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7922>.
38. Kim J.H., Caprioli J. Intraocular Pressure Fluctuation: Is It Important? *J Ophthalmic Vis Res* 2018; 13(2):170-174. https://doi.org/10.4103/jovr.jovr_35_18.
39. Caprioli J., Coleman A.L. Intraocular pressure fluctuation a risk factor for visual field progression at low intraocular pressures in the advanced glaucoma intervention study. *Ophthalmology* 2008; 115(7):1123-1129.e3. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.10.031>.
40. Musch D.C., Gillespie B.W., Niziol L.M., et al. Intraocular pressure control and long-term visual field loss in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study. *Ophthalmology* 2011; 118(9):1766-1773. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.01.047>.
22. Kuroedov A.V., Brezhnev A.Yu., Egorov E.A., et al. Derivative characteristics of ophthalmotonus in patients with primary openangle glaucoma before and after surgical treatment during roundtheclock monitoring using modern technologies (pilot study). *Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology RMJ Clinical Ophthalmology* 2016;17(2):65-74. <https://doi.org/10.21689/2311772920161626574>
23. Pajic B., Resan M., Pajic-Eggspuehler B., et al. Triggerfish Recording of IOP Patterns in Combined HFDS Minimally Invasive Glaucoma and Cataract Surgery: A Prospective Study. *J Clin Med* 2021; 10(16):3472. <https://doi.org/10.3390/jcm10163472>.
24. Leske M.C., Heijl A., Hyman L., et al. Predictors of long-term progression in the early manifest glaucoma trial. *Ophthalmology* 2007; 114(11):1965-1972. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.03.016>.
25. Miglior S., Zeyen T., Pfeiffer N. et al. European Glaucoma Prevention Study (EGPS) Group Results of the European Glaucoma Prevention Study. *Ophthalmology* 2005; 112(3):366-375. <https://doi.org/10.1097/01.ieb.0000169319.80053.c2>
26. Kats M.D., Kuroyedov A.V. On the optimal values of «target» intraocular pressure. *National journal glaucoma* 2022; 21(3):72-84. <https://doi.org/10.53432/2078-4104-2022-21-3-72-84>
27. Jonas J.B., Wang N., Yang D., et al. Facts and myths of cerebrospinal fluid pressure for the physiology of the eye. *Prog Retin Eye Res* 2015; 46:67-83. <https://doi.org/10.1016/j.preteyeres.2015.01.002>.
28. Berdahl J.P., Allingham R.R., Johnson D.H. Cerebrospinal fluid pressure is decreased in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 2008; 115(5):763-768. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2008.01.013>.
29. Mitchell P., Lee A.J., Wang J.J., Rohtchina E. Intraocular pressure over the clinical range of blood pressure: Blue Mountains Eye Study findings. *Am J Ophthalmol* 2005; 140:131-132. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.12.088>
30. Xu L., Wang H., Wang Y., Jonas J.B. Intraocular pressure correlated with arterial blood pressure: the Beijing eye study. *Am J Ophthalmol* 2007; 144(3):461-462. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2007.05.013>
31. Czosnyka M. Association between arterial and intracranial pressures. *Br J Neurosurg* 2000; 14(2):127-128. <https://doi.org/10.1080/02688690050004543>.
32. Ren R., Jonas J.B., Tian G., et al. Cerebrospinal fluid pressure in glaucoma: a prospective study. *Ophthalmology* 2010; 117(2):259-266. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2009.06.058>.
33. Zhai R., Cheng J., Xu H., et al. Mean amplitude of intraocular pressure excursions: a new assessment parameter for 24-h pressure fluctuations in glaucoma patients. *Eye (Lond)* 2021; 35(1):326-333. <https://doi.org/10.1038/s41433-020-0845-9>.
34. Tan S., Baig N., Hansapinyo L., et al. Comparison of self-measured diurnal intraocular pressure profiles using rebound tonometry between primary angle closure glaucoma and primary open angle glaucoma patients. *PLoS One* 2017; 12(3):e0173905. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0173905>.
35. Wu K.Y., Mina M., Carbonneau M., et al. Advancements in Wearable and Implantable Intraocular Pressure Biosensors for Ophthalmology: A Comprehensive Review. *Micromachines (Basel)* 2023; 14(10):1915. <https://doi.org/10.3390/mi14101915>.
36. Gardiner S.K., Fortune B., Wang L., et al. Intraocular pressure magnitude and variability as predictors of rates of structural change in non-human primate experimental glaucoma. *Exp Eye Res* 2012; 103:1-8. <https://doi.org/10.1016/j.exer.2012.07.012>.
37. Strouthidis N.G., Fortune B., Yang H., et al. Effect of acute intraocular pressure elevation on the monkey optic nerve head as detected by spectral domain optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(13):9431-9437. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7922>.
38. Kim J.H., Caprioli J. Intraocular Pressure Fluctuation: Is It Important? *J Ophthalmic Vis Res* 2018; 13(2):170-174. https://doi.org/10.4103/jovr.jovr_35_18.
39. Caprioli J., Coleman A.L. Intraocular pressure fluctuation a risk factor for visual field progression at low intraocular pressures in the advanced glaucoma intervention study. *Ophthalmology* 2008; 115(7):1123-1129.e3. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.10.031>.
40. Musch D.C., Gillespie B.W., Niziol L.M., et al. Intraocular pressure control and long-term visual field loss in the Collaborative Initial Glaucoma Treatment Study. *Ophthalmology* 2011; 118(9):1766-1773. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.01.047>.

41. Fujino Y, Asaoka R., Murata H., et al. Japanese Archive of Multicentral Databases in Glaucoma (JAMDIG) Construction Group. Evaluation of Glaucoma Progression in Large-Scale Clinical Data: The Japanese Archive of Multicentral Databases in Glaucoma (JAMDIG). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(4):2012-2020. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-19046>.
42. Hong S., Seong G.J., Hong Y.J. Long-term intraocular pressure fluctuation and progressive visual field deterioration in patients with glaucoma and low intraocular pressures after a triple procedure. *Arch Ophthalmol* 2007; 125(8):1010-1013. <https://doi.org/10.1001/archophth.125.8.1010>
43. Bengtsson B., Leske M.C., Hyman L, Heijl A. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Fluctuation of intraocular pressure and glaucoma progression in the early manifest glaucoma trial. *Ophthalmology* 2007; 114(2):205-209. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.07.060>.
44. Medeiros F.A., Weinreb R.N., Zangwill L.M., et al. Long-term intraocular pressure fluctuations and risk of conversion from ocular hypertension to glaucoma. *Ophthalmology* 2008; 115(6):934-940. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.08.012>.
45. Jonas J.B., Budde W., Stroux A., et al. Single intraocular pressure measurements and diurnal intraocular pressure profiles. *Am J Ophthalmol* 2005; 139(6):1136-1137. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.12.012>.
46. Grippo T.M., Liu J.H., Zebardast N., et al. Twenty-four-hour pattern of intraocular pressure in untreated patients with ocular hypertension. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(1):512-517. <https://doi.org/10.1167/iovs.12-10709>.
47. De Moraes C.G., Jasiën J.V., Simon-Zoula S., et al. Visual Field Change and 24-Hour IOP-Related Profile with a Contact Lens Sensor in Treated Glaucoma Patients. *Ophthalmology* 2016; 123(4):744-753. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.11.020>.
48. Tojo N., Hayashi A., Otsuka M. Correlation between 24-h continuous intraocular pressure measurement with a contact lens sensor and visual field progression. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020; 258(1):175-182. <https://doi.org/10.1007/s00417-019-04487-9>.
49. Mansouri K., Weinreb R.N., Liu J.H. Efficacy of a contact lens sensor for monitoring 24-h intraocular pressure related patterns. *PLoS One* 2015; 10(5):e0125530. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125530>.
50. Vitiš-Sharma P., Acheson A.G., Stead R., et al. Can the SENSIMED Triggerfish® lens data be used as an accurate measure of intraocular pressure? *Acta Ophthalmol* 2018; 96(2):e242-e246. <https://doi.org/10.1111/aos.13456>.
51. Gaboriau T., Dubois R., Foucque B., et al. 24-Hour Monitoring of Intraocular Pressure Fluctuations Using a Contact Lens Sensor: Diagnostic Performance for Glaucoma Progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64(3):3. <https://doi.org/10.1167/iovs.64.3.3>.
52. Sehi M., Flanagan J.G., Zeng L., et al. The association between diurnal variation of optic nerve head topography and intraocular pressure and ocular perfusion pressure in untreated primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2011; 20(1):44-50. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181d2603b>.
53. Wang N.L., Friedman D.S., Zhou Q., et al. A population-based assessment of 24-hour intraocular pressure among subjects with primary open-angle glaucoma: the handan eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(11):7817-7821. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7528>.
41. Fujino Y, Asaoka R., Murata H., et al. Japanese Archive of Multicentral Databases in Glaucoma (JAMDIG) Construction Group. Evaluation of Glaucoma Progression in Large-Scale Clinical Data: The Japanese Archive of Multicentral Databases in Glaucoma (JAMDIG). *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2016; 57(4):2012-2020. <https://doi.org/10.1167/iovs.15-19046>.
42. Hong S., Seong G.J., Hong Y.J. Long-term intraocular pressure fluctuation and progressive visual field deterioration in patients with glaucoma and low intraocular pressures after a triple procedure. *Arch Ophthalmol* 2007; 125(8):1010-1013. <https://doi.org/10.1001/archophth.125.8.1010>
43. Bengtsson B., Leske M.C., Hyman L, Heijl A. Early Manifest Glaucoma Trial Group. Fluctuation of intraocular pressure and glaucoma progression in the early manifest glaucoma trial. *Ophthalmology* 2007; 114(2):205-209. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.07.060>.
44. Medeiros F.A., Weinreb R.N., Zangwill L.M., et al. Long-term intraocular pressure fluctuations and risk of conversion from ocular hypertension to glaucoma. *Ophthalmology* 2008; 115(6):934-940. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2007.08.012>.
45. Jonas J.B., Budde W., Stroux A., et al. Single intraocular pressure measurements and diurnal intraocular pressure profiles. *Am J Ophthalmol* 2005; 139(6):1136-1137. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.12.012>.
46. Grippo T.M., Liu J.H., Zebardast N., et al. Twenty-four-hour pattern of intraocular pressure in untreated patients with ocular hypertension. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2013; 54(1):512-517. <https://doi.org/10.1167/iovs.12-10709>.
47. De Moraes C.G., Jasiën J.V., Simon-Zoula S., et al. Visual Field Change and 24-Hour IOP-Related Profile with a Contact Lens Sensor in Treated Glaucoma Patients. *Ophthalmology* 2016; 123(4):744-753. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2015.11.020>.
48. Tojo N., Hayashi A., Otsuka M. Correlation between 24-h continuous intraocular pressure measurement with a contact lens sensor and visual field progression. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2020; 258(1):175-182. <https://doi.org/10.1007/s00417-019-04487-9>.
49. Mansouri K., Weinreb R.N., Liu J.H. Efficacy of a contact lens sensor for monitoring 24-h intraocular pressure related patterns. *PLoS One* 2015; 10(5):e0125530. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0125530>.
50. Vitiš-Sharma P., Acheson A.G., Stead R., et al. Can the SENSIMED Triggerfish® lens data be used as an accurate measure of intraocular pressure? *Acta Ophthalmol* 2018; 96(2):e242-e246. <https://doi.org/10.1111/aos.13456>.
51. Gaboriau T., Dubois R., Foucque B., et al. 24-Hour Monitoring of Intraocular Pressure Fluctuations Using a Contact Lens Sensor: Diagnostic Performance for Glaucoma Progression. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2023; 64(3):3. <https://doi.org/10.1167/iovs.64.3.3>.
52. Sehi M., Flanagan J.G., Zeng L., et al. The association between diurnal variation of optic nerve head topography and intraocular pressure and ocular perfusion pressure in untreated primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma* 2011; 20(1):44-50. <https://doi.org/10.1097/IJG.0b013e3181d2603b>.
53. Wang N.L., Friedman D.S., Zhou Q., et al. A population-based assessment of 24-hour intraocular pressure among subjects with primary open-angle glaucoma: the handan eye study. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011; 52(11):7817-7821. <https://doi.org/10.1167/iovs.11-7528>.



СОВРЕМЕННАЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЯ

Северная
ЗВЕЗДА
Нам доверяют!

ПРОТИВОГЛАУКОМНЫЕ ПРЕПАРАТЫ



СОСУДОСУЖИВАЮЩЕЕ,
ПРОТИВООТЕЧНОЕ
СРЕДСТВО

ПРОТИВОАЛЛЕРГИЧЕСКОЕ
СРЕДСТВО

НПВП

МИДРИАТИЧЕСКИЙ
ПРЕПАРАТ



реклама

ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. НЕОБХОДИМО ПРОКОНСУЛЬТИРОВАТЬСЯ СО СПЕЦИАЛИСТОМ

ПОЛИПЕПТИДНАЯ
СИСТЕМА-
СПАСАЕТ СЕТЧАТКУ
НА МОЛЕКУЛЯРНОМ УРОВНЕ.

РЕТИНАЛАМИН

РЕТИНАЛАМИН

Лиофилизат для приготовления
раствора для внутривитреальной
и парабульбарной инъекции

- Имеет уникальный состав - систему тканеспецифичных полипептидных фракций^{1,2}
- Доказанно проникает в ткани глаза³
- Эффективно взаимодействует с рецепторами сетчатки на молекулярном уровне⁴
- Влияет на ключевые механизмы дегенерации и функциональных нарушений при любой патологии сетчатки⁵



ГЕРОФАРМ

geroPharm.ru

ОТПУСКАЕТСЯ ПО РЕЦЕПТУ ВРАЧА. ИМЕЮТСЯ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ. ПЕРЕД ПРИМЕНЕНИЕМ ОЗНАКОМЬТЕСЬ С ИНСТРУКЦИЕЙ.

1. Инструкция по применению лекарственного препарата для медицинского применения РЕТИНАЛАМИН®, Рег. уд. ЛС-000684 от 05.02.2016

2. Хавинсон В.Х., Малинин В.В., Трофимова С.В., Земчихина В.Н. Индукционная активность пептидов сетчатки // Бюлл. Эксп. биол. Мед. 2002. Т. 134, №11. – С. 560-563

3. Отчет о научно-исследовательской работе «Экспериментальное доклиническое исследование биораспределения Ретиналамина на лабораторных животных с применением метода радиоактивной метки йодом 125», 2021 г.

4. Отчет о научно-исследовательской работе «Лиганд-рецепторное взаимодействие Ретиналамина (In Vitro)», 2021 г.

5. Отчет о научно-исследовательской работе «Экспериментальное изучение фармакологической активности препарата Ретиналамин на модели ретинопатии», Anna Pobeda, Anna Kalatanova, НИИ Фармакологии живых систем НИУ «БелГУ», 2021 г.