

# Активация увеолимфатического пути оттока водянистой влаги при непроникающей хирургии глаукомы без формирования фильтрационной подушки: клинические случаи

В. Кумар<sup>1,2</sup>, К.А. Абу Заалан<sup>1</sup>, М.А. Фролов<sup>1</sup>, А.С. Шрадка<sup>2</sup>, Г.Н. Душина<sup>1,2</sup>,  
А.И. Беззаботнов<sup>2</sup>, З.Ш. Рустамова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО РУДН, Москва, Россия

<sup>2</sup>ООО ЦМХГ «ПРО зрение», Химки, Россия

## РЕЗЮМЕ

Предложена модифицированная методика непроникающей фильтрационной хирургии при первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ) для усиления увеосклерального пути оттока внутриглазной жидкости. В ходе исследования были прооперированы 11 пациентов с ПОУГ. Хирургическая операция состояла из двух этапов: первый этап — модифицированная глубокая склерэктомия и циклодиализ с имплантацией коллагенового дренажа в супрацилиарное пространство, через 7–10 дней — ИАГ-лазерная трабекулотомия. С помощью оптической когерентной томографии проводили оценку места проведенной операции и прилегающие к ней участки глазного яблока. Через 6 мес. наблюдалось достоверное снижение среднего уровня ВГД на 52% (с  $30,0 \pm 10,3$  мм рт. ст. до  $14,6 \pm 5,0$  мм рт. ст.,  $p=0,0004$ ) и снижение количества используемых гипотензивных препаратов на 79% (с  $2,9 \pm 1,0$  до  $0,6 \pm 0,4$ ,  $p=0,000001$ ). Фильтрация водянистой влаги проходила через лимфатические сосуды конъюнктивы без образования фильтрационной подушки. Отсутствие образования фильтрационной подушки и отток водянистой влаги через лимфатические сосуды были подтверждены оптической когерентной томографией. Послеоперационные осложнения были немногочисленны и легко поддавались лечению. В данной статье представлены три клинических наблюдения.

**Ключевые слова:** открытоугольная глаукома, хирургия глаукомы, лимфатическая система конъюнктивы, фильтрационная подушка, непроникающая хирургия глаукомы, увеолимфатический путь оттока.

**Для цитирования:** Кумар В., Абу Заалан К.А., Фролов М.А. и др. Активация увеолимфатического пути оттока водянистой влаги при непроникающей хирургии глаукомы без формирования фильтрационной подушки: клинические случаи. Клиническая офтальмология. 2021;21(2):108–115. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-2-108-115.

## Activation of uveolymphatic outflow pathway after non-penetrating glaucoma surgery without filtering bleb: case reports

V. Kumar<sup>1,2</sup>, K.A. Abu Zaalan<sup>1</sup>, M.A. Frolov<sup>1</sup>, A.S. Shradqa<sup>2</sup>, G.N. Dushina<sup>1,2</sup>,  
A.I. Bezzabotnov<sup>2</sup>, Z.Sh. Rustamova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>RUDN University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>LLC Center of Eye Microsurgery "PRO zrenie", Moscow, Russian Federation

## ABSTRACT

The authors propose a modified technique of non-penetrating filtering glaucoma surgery for primary open-angle glaucoma (POAG) to improve the uveoscleral outflow. The study enrolled 11 patients with POAG. A novel surgical technique included two steps. The first step was modified deep sclerectomy and cyclodyalysis with collagen implant placed into the supraciliary space. The second step (after 7–10 days) was YAG laser trabeculotomy. Surgical site and adjacent areas were examined by optical coherence tomography (OCT). After 6 months, mean IOP significantly reduced by 52% (from  $30.0 \pm 10.3$  mm Hg to  $14.6 \pm 5.0$  mm Hg,  $p=0.0004$ ) while the number of IOP-lowering medications reduced by 79% (from  $2.9 \pm 1.0$  to  $0.6 \pm 0.4$ ,  $p=0.000001$ ). The aqueous humor outflow occurred through conjunctival lymphatic vessels without filtering bleb formation, as illustrated by OCT. Postoperative complications were minor and easy-to-treat. Three case reports are discussed.

**Keywords:** open-angle glaucoma, glaucoma surgery, conjunctival lymphatics, filtering bleb, non-penetrating glaucoma surgery, uveolymphatic outflow pathway.

**For citation:** Kumar V., Abu Zaalan K.A., Frolov M.A. et al. Activation of uveolymphatic outflow pathway after non-penetrating glaucoma surgery without filtering bleb: case reports. Russian Journal of Clinical Ophthalmology. 2021;21(2):108–115. DOI: 10.32364/2311-7729-2021-21-2-108-115.

## ВВЕДЕНИЕ

Повышенный уровень внутриглазного давления (ВГД) является основным фактором риска слепоты при глаукоме и единственным фактором, на который могут повлиять лекарства, лазерное лечение или хирургическое вмеша-

тельство. Трабекулэктомия и глубокая склерэктомия являются двумя наиболее часто выполняемыми операциями при глаукоме. Трабекулэктомия обеспечивает длительное снижение ВГД, но частота интра- и послеоперационных осложнений очень высока [1, 2]. Чтобы избежать много-

численных осложнений трабекулэктомии, были предложены различные методы непроникающей фильтрационной хирургии (НФХ).

При НФХ создается окно в десцеметовой мембране для фильтрации водянистой влаги (ВВ), которая накапливается в склеральном ложе, а оттуда переходит в субконъюнктивальное пространство [3]. Для НФХ гониопунктура с использованием ИАГ-лазера считается обязательной адьювантной процедурой для поддержания гипотензивного эффекта [4]. Эффективность обоих методов зависит от формирования фильтрационной подушки (ФП) [5–7]. Фиброз является основной причиной неудовлетворительного эффекта операции [1, 2].

В последнее время среди офтальмохирургов и исследователей возрос интерес к изучению супрахориоидального пространства (СХП) как целевой области для снижения уровня ВГД. Благодаря большой площади поверхности СХП обладает потенциалом для значительного снижения ВГД [8–11].

## СОБСТВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Нами была модифицирована методика НФХ для усиления увеосклерального пути оттока ВВ. После получения одобрения наблюдательного совета и комитета по этике Медицинского института ФГАОУ ВО РУДН было прооперировано 11 пациентов с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ). Исследование проводилось в соответствии с Хельсинкской декларацией. Письменное информированное согласие было получено от всех участников исследования.

В послеоперационном периоде мы зафиксировали активацию оттока ВВ по конъюнктивальным лимфатическим сосудам со значительным снижением ВГД без образования какой-либо ФП. Лимфатические сосуды можно было идентифицировать при осмотре на щелевой лампе и с помощью оптической когерентной томографии (ОКТ).

### ТЕХНИКА ОПЕРАЦИИ

Используемая хирургическая методика является двухэтапной. На первом этапе создают интрасклеральный резервуар для приема ВВ после ее выхода из передней камеры и циклодиализный туннель для обеспечения доступа ВВ к СХП.

Сначала отсепаируют конъюнктивальный лоскут и поверхностный склеральный лоскут с основанием к лимбу (4×4 мм). Параллельно лимбу и на расстоянии 3 мм и 2 мм от него в глубоких слоях склеры делают два поперечных разреза на всю толщину склеры до увеальной ткани, чтобы создать склеральный мостик шириной 4 мм и толщиной 1 мм, разделяющий глубокие слои склеры на переднюю и заднюю части.

В переднем отделе проводят модифицированную глубокую склерэктомию, включающую иссечение глубоких слоев склеры, оставляя небольшое количество склеральных волокон над цилиарным телом, вскрытие шлеммова канала и удаление юкстаканаликулярной части трабекулы. Окно в десцеметовой мембране не формируют. Далее проводят циклодиализ под склеральным мостиком и сзади от него. Затем в циклодиализный туннель имплантируют коллагеновый имплантат таким образом, чтобы его передняя половина занимала интрасклеральное ложе, оставляя некоторое пространство между передним концом имплантата и внутренней стенкой шлеммова канала.

Следующим этапом иссекают полоску глубокой склеральной ткани позади склерального мостика для обеспечения максимальной экспозиции поверхности цилиарного тела для ВВ. В конце операции лоскут укладывают на место. Основные этапы методики представлены на рисунке 1.

Второй этап операции включает создание отверстия в оставшейся трабекуле с помощью ИАГ-лазера.

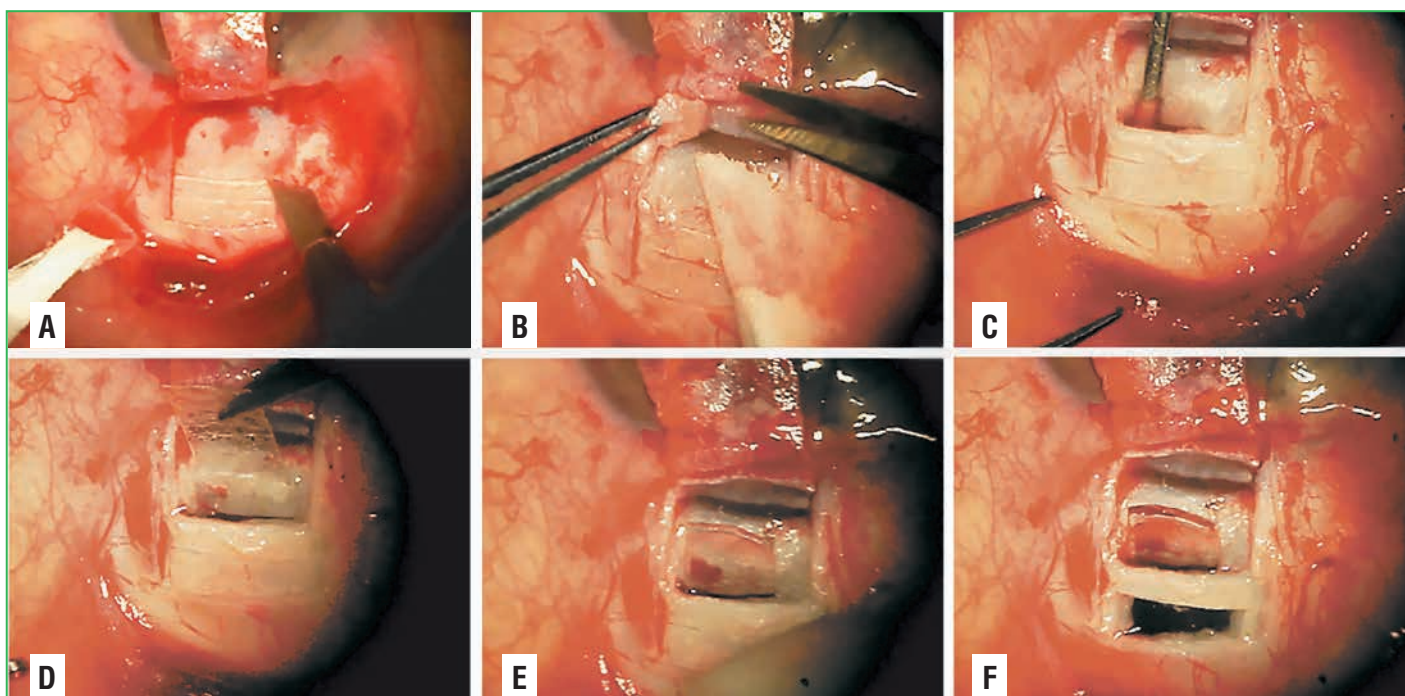
Биологически инертные гидрофильные офтальмологические коллагеновые имплантаты («МакМеди», Россия) изготавливались из природного биополимера, состоящего из соединительнотканного коллагенового материала сельскохозяйственных животных. Эти имплантаты коммерчески доступны в различных формах и размерах. Для нашей цели мы использовали имплантаты прямоугольной формы, их размеры — 0,1×2,0×5–6 мм. При погружении в жидкость они набухают, их толщина увеличивается, а длина и ширина не изменяются.

### ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Как правило, перед операцией проводили комплексное офтальмологическое обследование, включавшее определение остроты зрения, измерение ВГД (тонометр ic100 iCare, Icare Finland Oy, Финляндия), исследование на щелевой лампе, осмотр глазного дна, глаукомный протокол ОКТ (SOCT Copernicus Revo 80; OPTOPOL Technology Sp.z.o.o., Польша), исследование поля зрения на периметре (периграф «Периком», ООО «Спецмедприбор», Россия).

До операции пациенты продолжали закапывать гипотензивные препараты. Во всех случаях операция прошла без осложнений. Пациентов осматривали на следующий день и, в зависимости от уровня ВГД, рекомендовали либо продолжать, либо прекратить прием гипотензивных препаратов. Послеоперационные конъюнктивальные швы удаляли через 7–10 дней после операции. В этот же день по показаниям выполняли ИАГ-лазерную трабекулотомию (OptoYag laser, OPTOTEK Medical, Словения), после чего пациентам рекомендовали прекратить инстилляцию гипотензивных препаратов. Пациентов обследовали на следующий день, который считался 1-м послеоперационным днем. В дальнейшем пациентов осматривали на 7-й день, через 1 мес., 3 мес. и 6 мес. В послеоперационном периоде определяли максимально скорректированную остроту зрения (МКОЗ), проводили тонометрию, осмотр пациентов на щелевой лампе, офтальмоскопию, гониоскопию, с помощью ОКТ исследовали место операции и прилегающие к нему участки глазного яблока. Там, где это было возможно, результаты исследования документировали с помощью фотографии и видеосъемки.

Для проведения ОКТ операционной зоны пациентов просили смотреть вниз, а верхнее веко оттягивали, чтобы осмотреть место операции, стараясь избежать давления на глазное яблоко. Затем были сделаны горизонтальные и вертикальные снимки размером 4×4 мм или 5×5 мм на месте операции и в других квадрантах глазного яблока. ФП определялась как слабоотражающее пространство, заполненное жидкостью, которое ограничивалось гиперрефлективной конъюнктивой и теноновой капсулой. Данная полость примыкала к склеральному лоскуту. Микрокисты определялись как небольшие круглые гипорефлекторные пространства диаметром >10 мкм, которые находились в стенке ФП (в эпителиальном слое) [12]. Лимфатические сосуды определялись как гипорефлективные пространства с характерными



**Рис. 1.** Основные этапы операции: А — формирование склерального мостика, состоящего из глубоких слоев склеры; В — выполнение модифицированной глубокой склерэктомии, оставление минимального количества ткани склеры сверху цилиарного тела; С — формирование циклодиализного туннеля в супраувеальном пространстве под склеральным мостиком и позади него; D — имплантация коллагенового имплантата в супраувеальное пространство; E — коллагеновый имплантат находится на месте; F — удаление глубоких слоев склеры из задней части склерального ложа

**Fig. 1.** Basic surgical steps: A — dissection of a scleral bridge of deep scleral layers; B — modified deep sclerectomy leaving the small amount of sclera overlying the ciliary body; C — the formation of a cyclodialysis tunnel under and behind the scleral bridge in the suprauveal space; D — the insertion of a collagen implant into the suprauveal space; E — collagen implant is in place; F — excision of deep scleral layers from the posterior aspect of scleral bridge

двустворчатыми клапанами. Пример ОКТ-оценки места операции представлен на рисунке 2.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Через 6 мес. наблюдалось достоверное снижение среднего уровня ВГД (с  $30,0 \pm 10,3$  мм рт. ст. до  $14,6 \pm 5,0$  мм рт. ст., снижение на 52%;  $p=0,0004$ ) и уменьшение количества используемых гипотензивных препаратов (с  $2,9 \pm 1,0$  до  $0,6 \pm 0,4$ , снижение на 79%;  $p=0,000001$ ). Послеоперационные осложнения были немногочисленными и легко поддавались лечению. В 4 случаях на месте операции наблюдалась плоская ФП, которая исчезала через 7–10 дней после операции. В остальных 7 случаях ФП отсутствовали, уровень ВГД был значительно ниже уровня целевого ВГД (без использования гипотензивных препаратов).

Многочисленные прозрачные сосуды, идущие параллельно лимбу, были отмечены при обследовании на щелевой лампе. Чтобы определить их происхождение, сосуды исследовали с помощью ОКТ. ОКТ-оценка места операции подтвердила отсутствие ФП. В конъюнктиве выявлены гипорекфлексивные полости с двустворчатыми клапанами. Эти полости были более выражены с носовой стороны. Двустворчатые клапаны в просвете указывали на их лимфатическую природу. Эти сосуды оставались заметными при осмотре на щелевой лампе в течение 1–2 нед., а затем исчезали, но их можно было идентифицировать с помощью ОКТ.

Ниже приводим описание 3 клинических наблюдений, в которых конъюнктивальные лимфатические сосуды стали клинически видимыми после операции и были подтверждены ОКТ.

#### КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 1

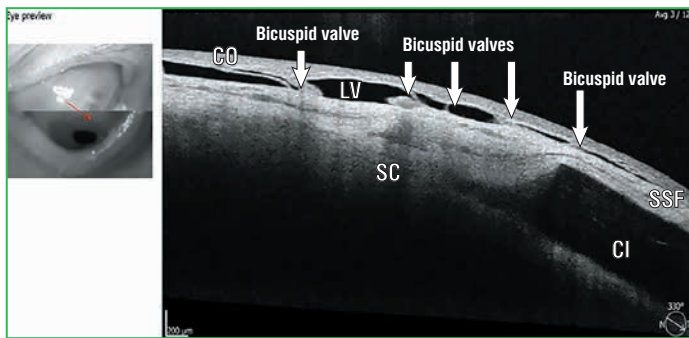
На операцию была направлена пациентка К., 78 лет, с незрелой ядерной катарактой и ПОУГ IIIb левого глаза.

МКОЗ OS=0,4. При осмотре OS — передний отрезок глазного яблока без особенностей. В хрусталике — помутнения в ядре. ВГД — 27 мм рт. ст. Пациентка использовала гипотензивные препараты 3 различных фармакологических групп.

Пациентке была проведена комбинированная операция: факоэмульсификация катаракты с имплантацией мягкой ИОЛ в капсульный мешок, антиглаукомная операция по описанной выше методике. Обе операции прошли без осложнений.

На следующий день после операции: МКОЗ OS=1,0, ВГД — 23 мм рт. ст. Пациентке было рекомендовано продолжить закапывание гипотензивных глазных капель и через 7 дней посетить клинику для снятия швов. На 21-й день после операции пациентка посетила клинику. Ее МКОЗ и уровень ВГД не изменились. В тот же день были сняты швы и выполнена ИАГ-лазерная трабекулотомия. Энергии 5 мДж и 3 импульсов было достаточно, чтобы сделать отверстие в трабекулярной ткани.

Сразу же после трабекулотомии на месте операции появилась некоторая приподнятость конъюнктивы, которая, как предполагалось, представляла собой ФП. Уровень ВГД снизился до 8 мм рт. ст., пациентке было рекомендовано прекратить инстилляцию всех гипотензивных препаратов и посетить клинику для последующего наблюдения. При следующем осмотре через 10 дней МКОЗ OS=1,0,



**Рис. 2.** ОКТ-сканирование операционной зоны (радиальный горизонтальный скан, 5×5 мм). Коллагеновый имплантат (CI) находится в склеральном ложе, сверху визуализируются поверхностный склеральный лоскут (SSF) и конъюнктивы (CO). Отсутствуют ФП и микроцисты в субэпителиальном пространстве. Лимфатический сосуд (LV) с многочисленными двустворчатыми клапанами в его просвете (стрелки) виден идущим горизонтально от места операции. SC — склера

**Fig. 2.** OCT of surgical site (a 5×5 mm-radial horizontal scanning). Collagen implant (CI) is in the scleral bed and is covered by a superficial scleral flap (SSF) and conjunctiva (CO). Neither filtering bleb nor microcysts are seen in the subepithelial space. A lymphatic vessel (LV) with multiple luminal bicuspid valves (arrows) passes horizontally away from the surgical site. SC — sclera

ВГД — 13 мм рт. ст. При осмотре на щелевой лампе на месте операции ФП отсутствовала. Под бульбарной конъюнктивой наблюдали более выраженное с носовой стороны сплетение набухших прозрачных сосудов (рис. 3 А).

ОКТ-исследование выявило в конъюнктиве несколько гипорефлективных пространств с двустворчатыми клапанами в их просвете (рис. 3 В). Двустворчатые клапаны указывали на лимфатическую природу сосуда. Следующий осмотр пациентки проведен через 1 мес. после последнего визита, МКОЗ OS=1,0, ВГД — 16 мм рт. ст. При осмотре на щелевой лампе ФП не наблюдалась. Лимфатические сосуды были немногочисленными и менее выраженными, подтверждены ОКТ (рис. 3 С). Пациентка посетила клинику еще через 1 мес. МКОЗ оставалась не-

изменной, а ВГД составляло 13 мм рт. ст. без применения гипотензивных препаратов. Лимфатические сосуды удалось выявить только на ОКТ.

## Клиническое наблюдение 2

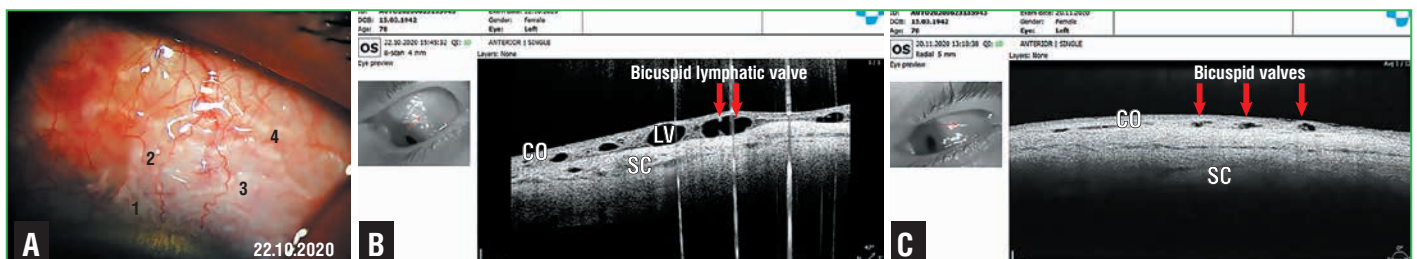
Пациент А., 68 лет, был направлен на хирургическое лечение осложненной перезрелой катаракты и ПОУГ IIIc правого глаза. Страдает ПОУГ OD с 2015 г. При поступлении: МКОЗ OD — светопроекция с носовой стороны, ВГД OD — 30 мм рт. ст. Гипотензивный режим: инстиллятия препаратов 2 фармакологических групп. На левом глазу патологии не выявлено.

Пациенту была проведена комбинированная операция: факоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ в капсульный мешок, антиглаукомная операция по описанной выше методике. Обе операции прошли без осложнений.

На следующий день после операции МКОЗ пациента улучшилась до 0,9, а ВГД составило 32 мм рт. ст. В схему лечения был добавлен еще один класс гипотензивных препаратов. По данным периметрии, у пациента наблюдается «трубочное зрение»: значительное концентрическое сужение полей зрения — до 5–10° от точки фиксации.

При следующем визите МКОЗ пациента составила 0,8, а ВГД на гипотензивном режиме — 18 мм рт. ст. При осмотре на щелевой лампе ФП не определялась. Швы были удалены, и с использованием ИАГ-лазера (7 мДж на импульс) была выполнена лазерная трабекулотомия.

Через 10 мин после трабекулотомии ВГД пациента снизилось до 9 мм рт. ст., а на месте операции появилась некоторая приподнятость конъюнктивы. ОКТ-исследование выявило отсутствие ФП между конъюнктивой и склерой и наличие нескольких гипорефлективных пространств с двустворчатыми клапанами в их просвете, что указывало на лимфатическую природу (рис. 4 А–С). Пациенту было рекомендовано прекратить инстилляцию всех гипотензивных препаратов. При следующем визите МКОЗ пациента в правом глазу составила 0,9, ВГД без гипотензивных препаратов — 6 мм рт. ст. При осмотре на щелевой лампе ФП не наблюдали, было



**Рис. 3.** Левый глаз пациентки К., постоперативно (case report 1): А — бульбарная конъюнктивa в зоне операции через 10 дней после трабекулотомии. Определяются участки конъюнктивального лимфатического сплетения: лимфатический круг Тейхмана (1), радиальные лимфатические сосуды (2), перикорнеальное лимфатическое кольцо (3) и зона крупных лимфатических сосудов (4); В — ОКТ-области с прозрачными сосудами (тот же день). Фильтрационной подушки нет, имеются гипорефлективные пространства различных размеров с двустворчатыми клапанами в просвете (лимфатические сосуды); С — ОКТ через 1 мес. после лазерной трабекулотомии. Лимфатические сосуды с двустворчатыми клапанами немногочисленны, менее выражены. CO — конъюнктивa, LV — лимфатические сосуды, SC — склера

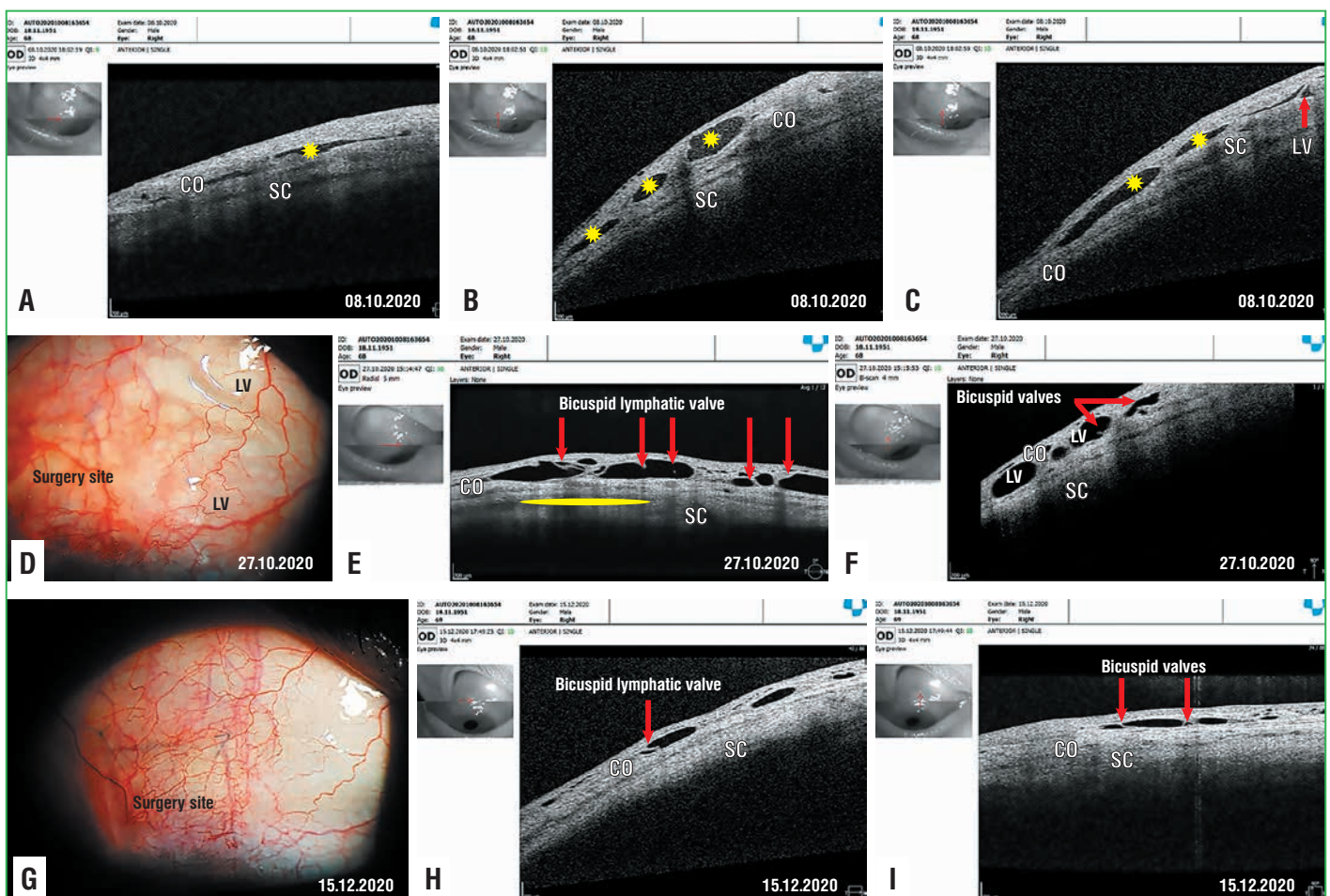
**Fig. 3.** Left eye of the patient K., postoperatively (case report 1): A — bulbar conjunctiva in the surgical site 10 days after trabeculotomy. The parts of the conjunctival lymphatic plexus are visible, e.g., the lymphatic circle of Teichmann (1), radial lymphatic vessels (2), pericorneal lymphatic ring, (3) and large lymphatic vessels (4); B — OCT of the area of transparent vessels (on the same day). No filtering bleb, but hyporeflective spaces of various sizes with luminal bicuspid valves (lymphatic vessels) are seen; C — OCT one month after laser trabeculotomy. Few lymphatic vessels with bicuspid valves are seen. CO — conjunctiva, LV — lymphatic vessels, SC — sclera

выявлено несколько крупных, заполненных жидкостью прозрачных сосудов (рис. 4 D).

ОКТ-исследование подтвердило лимфатическую природу этих сосудов с двустворчатыми клапанами в их просвете (рис. 4 E, F). При следующем визите через 1 мес. МКОЗ и ВГД пациента не изменились. При осмотре на щелевой лампе ФП не наблюдалась, а лимфатические сосуды уменьшались в размерах. Пациент находился под наблюдением, и при следующем осмотре через 1 мес. его МКОЗ снизилась до 0,7, что было связано с появлением складок на задней капсуле, а ВГД составило 10 мм рт. ст. Бульбарные конъюнктивальные лимфатические сосуды были неидентифицируемыми при исследовании на щелевой лампе (рис. 4 G), но их можно было увидеть при ОКТ-сканировании (рис. 4 H, I). Они были более выражены медиально в верхнем и нижнем квадрантах.

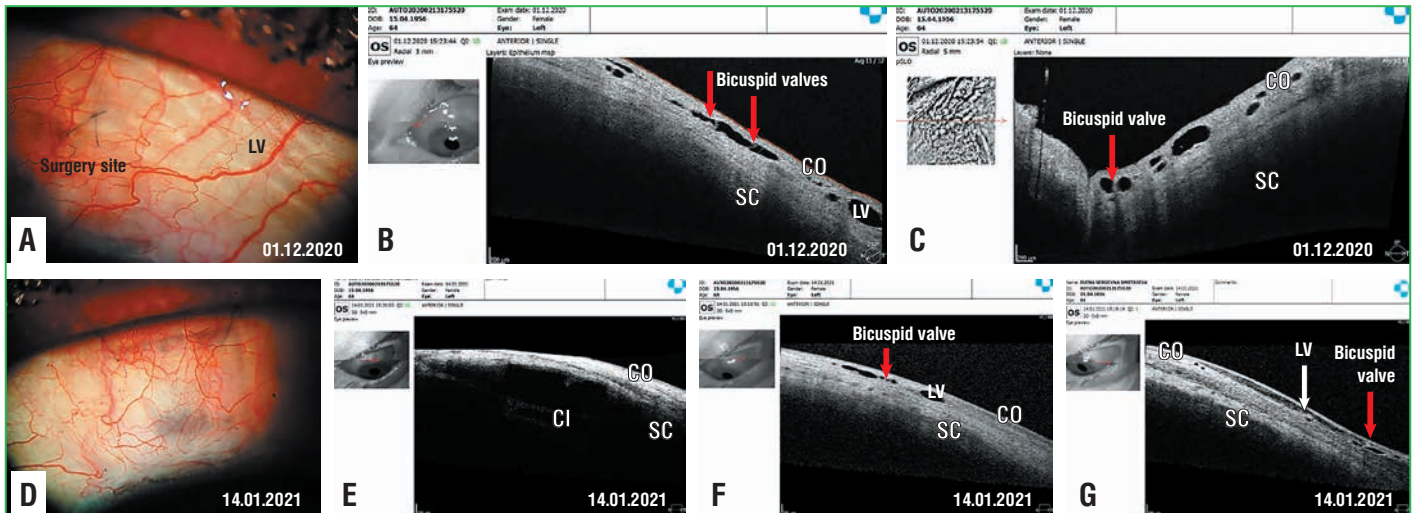
### Клиническое наблюдение 3

Пациентка Д., 64 года, с миопией высокой степени обратилась в клинику для хирургического лечения осложненной ядерной катаракты и ПОУГ IIa в левом глазу. При поступлении МКОЗ OS=0,3, ВГД — 18 мм рт. ст. на гипотензивном режиме. Из анамнеза известно, что пациентка страдает от глаукомы и закапывает капли более 10 лет, на момент обращения использовала 2 вида гипотензивных препаратов. За последний год имеются объективные доказательства прогрессирования заболевания — отмечаются сужение полей зрения и потеря нервных волокон перипапиллярной зоны по данным ОКТ. С учетом этих данных, а также того факта, что при миопии высокой степени толерантный уровень ВГД может быть ниже среднестатистической нормы, было рекомендовано проведение антиглаукомной операции.



**Рис. 4.** Правый глаз пациента А. после операции: А–С — ОКТ проведена через 15 мин после лазерной трабекулотомии. При горизонтальном и вертикальном сканировании видны лимфатические сосуды (желтые звездочки) с двустворчатыми клапанами (красная стрелка); D — зона операции через 3 нед. после трабекулотомии. ФП нет, медиальнее места операции — крупные прозрачные лимфатические сосуды под бульбарной конъюнктивой; E, F — ОКТ зоны операции. ФП нет, видны лимфатические сосуды с двустворчатыми клапанами (красные стрелки). Желтая стрелка указывает направление тока водянистой влаги; G — зона операции через 2 мес. после лазерной трабекулотомии. ФП нет, конъюнктивa лежит на склере; H, I — на горизонтальном и вертикальном ОКТ-сканах видно отсутствие ФП и наличие лимфатических сосудов с двустворчатыми клапанами (красные стрелки) в их просвете. BLV — двустворчатый лимфатический клапан, CO — конъюнктивa, LV — лимфатические сосуды, SC — склера

**Fig. 4.** Right eye of the patient A. postoperatively (case report 2): A–C — OCT 15 min after laser trabeculotomy. Lymphatic vessels (yellow asterisks) with bicuspid valves (red arrows) are seen on the horizontal and vertical scans. D — surgical site three weeks after trabeculotomy. No filtering bleb but large transparent lymphatic vessels underlying bulbar conjunctiva are seen. E, F — OCT of the surgical site. No filtering bleb but lymphatic vessels with bicuspid valves (red arrows) are seen. The direction of the aqueous humor outflow is indicated by yellow arrow. G — surgical site two months after laser trabeculotomy. No filtering bleb, conjunctiva lies on sclera. H, I — no filtering bleb but lymphatic vessels with luminal bicuspid valves (red arrows) are seen on the horizontal and vertical OCT scans. BLV — bicuspid lymphatic valve, C — conjunctiva, LV — lymphatic vessels, SC — sclera



**Рис. 5.** Левый глаз пациентки Д. после операции: А — бульбарная конъюнктивна с лимфатическими сосудами (прозрачные сосуды, идущие параллельно лимбу); В, С — радиальный ОКТ-скан и В-скан показывают наличие лимфатических сосудов с двустворчатыми клапанами (красные стрелки) в конъюнктиве; D — снимок зоны операции через 2 мес. — ФП нет; E — вертикальный ОКТ-скан зоны операции, ФП нет. Коллагеновый имплантат (CI) находится в склеральном ложе; F — сканирование лимфатических сосудов (LV) и двустворчатых клапанов (красная стрелка) в их просвете; G — ОКТ-изображение, горизонтальное сканирование конъюнктивы темпоральнее от места операции, определяется продольно идущий лимфатический сосуд с двустворчатыми клапанами. CO — конъюнктивна, LV — лимфатический сосуд, SC — склера

**Fig. 5.** Left eye of the patient D., postoperatively (case report 3): A — bulbar conjunctiva with transparent lymphatic vessels parallel to the limbus; B, C — lymphatic vessels with bicuspid valves (red arrows) in the conjunctiva are seen on radial OCT scan and B scan; D — surgical site after two months. No filtering bleb; E — vertical OCT scan of the surgical site. No filtering bleb, collagen implant (CI) is in the scleral bed; F — lymphatic vessels (LV) and luminal bicuspid valves (red arrow); G — horizontal OCT scan of the conjunctiva temporally to surgical site. Longitudinal lymphatic vessel with bicuspid valves is seen. C — conjunctiva, LV — lymphatic vessel, SC — sclera

Пациентке выполнена комбинированная операция: факоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ в капсульный мешок, антиглаукомная операция по типу классической непроникающей глубокой склерэктомии на отдельном участке с созданием окна в десцеметовой мембране и с имплантацией коллагенового дренажа в интрасклеральное ложе и СХП. Обе операции прошли без осложнений.

На следующий день после операции МКОЗ пациентки улучшилась до 0,8, а ВГД составило 16 мм рт. ст. При исследовании на щелевой лампе определялась плоская ФП. На 5-й день после операции МКОЗ пациентки осталась прежней, а ВГД снизилось до 6 мм рт. ст. На месте операции была видна диффузная ФП. На 10-й день пациентка обратилась в клинику для удаления швов. МКОЗ в левом глазу составила 0,7, что, на наш взгляд, было связано с избыточным слезотечением из-за раздражения швами, ВГД — 11 мм рт. ст. Послеоперационные конъюнктивальные швы были удалены. Учитывая низкий уровень ВГД, от лазерной трабекулотомии решили воздержаться.

На 17-й день после операции МКОЗ пациентки осталась прежней, но ВГД повысилось до 18 мм рт. ст. (значительно выше целевого ВГД). Клинически на месте операции наблюдали диффузную ФП. Было решено наблюдать за пациенткой еще 10 дней, прежде чем принять решение о проведении лазерной трабекулопунктуры. При следующем визите МКОЗ пациентки улучшилась до 0,8, а ее ВГД без гипотензивных средств снизилось до 14,4 мм рт. ст. При осмотре на щелевой лампе отсутствовала ФП, наблюдались несколько прозрачных сосудов, идущих параллельно лимбу на височном участке от операционного поля (рис. 5 А).

ОКТ-исследование выявило отсутствие фильтрационной полости между конъюнктивой и склерой, а в конъюнктиве — несколько гипорефлективных пространств с двустворчатыми клапанными структурами в их просвете. Наличие двустворчатых клапанов указывало на лимфатическую природу (рис. 5 В). Пациентка была осмотрена еще через 1 мес. Ее МКОЗ улучшилась до 1,0, а ВГД без инстилляций составило 8 мм рт. ст. При исследовании на щелевой лампе было отмечено сомнительное появление ФП и почти неидентифицируемые лимфатические сосуды (рис. 5 С). Отсутствие ФП (рис. 5 D) и наличие функционирующих лимфатических сосудов было подтверждено на ОКТ (рис. 5 E, F, G).

## ОБСУЖДЕНИЕ

В норме ВВ циркулирует в замкнутой системе глазного яблока. После проникающих и непроникающих операций при глаукоме ВВ поступает в субконъюнктивальное пространство, откуда выводится через конъюнктивальные лимфатические сосуды. Функционирование и расположение лимфатических сосудов конъюнктивы играют важную роль в регуляции оттока ВВ из ФП [13].

В литературе имеются единичные публикации, посвященные изучению дренирования ВВ по лимфатической системе конъюнктивы. Используя флуоресцентную лимфографию, Б.Н. Алексеев и др. одними из первых изучали микроциркуляцию лимфы в бульбарной конъюнктиве в месте операции и конъюнктивальных лимфатических сосудах у больных первичной глаукомой до и после трабекулэктомии [14]. По их данным, послеоперационные изменения в структуре и интенсивности

этих сосудов отражали активность процесса рубцевания в месте операции и были тесно связаны с длительным гипотензивным эффектом. Умеренное сужение лимфатических сосудов наблюдалось в случаях с полной компенсацией ВГД без дополнительных гипотензивных препаратов. Этот эффект компенсировался увеличением количества и объема лимфотока.

О. Benedikt [15, 16] также был одним из пионеров изучения оттока ВВ из ФП с помощью флуоресцентной фотографии после внутрикамерной инъекции флуоресцеина. Автор пришел к выводу, что дренирование ВВ из ФП происходит трансконъюнктивальным путем, путем диффузной резорбции по лимфатическим сосудам, через атипичные водные вены и отток через нормальные водные вены. Автор заметил, что при преобладании трансконъюнктивального пути и диффузной резорбции развивается ФП. Новые вены и лимфатические сосуды позволяют дренировать ВВ без видимой ФП. Также автор подчеркнул, что наиболее важной для формирования этих сосудов является хирургическая техника, и рекомендовал прикрыть отверстие склеральным лоскутом, который необходим для получения физиологического ВГД сразу после операции. По его наблюдениям, если ВГД после операции слишком низкое, то в большинстве случаев образуется ФП. Если ВГД находится на физиологическом уровне, т. е. выше давления в эписклеральных венах (8–11 мм рт. ст.), то новые сосуды могут развиваться и дренировать ВВ из склерального отверстия, что означает хороший эффект, регулирующий давление, без ФП. Работы данных авторов внесли существенный вклад в изучение этой проблемы и обратили внимание на участие лимфатических сосудов в оттоке ВВ после фильтрующих операций при глаукоме.

С помощью предложенной методики мы изначально ожидали образование ФП на месте операции. Было также выдвинуто предположение, что этот метод обеспечит усиленную фильтрацию ВВ из ФП через увеосклеральный путь оттока. Наши клинические наблюдения и ОКТ-исследования показали фильтрацию ВВ через конъюнктивальную лимфатическую систему без образования ФП. Механизм оттока ВВ можно объяснить следующим образом. ВВ обходит сопротивление в трабекулярной зоне через трабекуло-томическое отверстие и перемещается из передней камеры в интрасклеральный резервуар, где временно накапливается и создает более высокое давление, чем в эписклеральных венах. В резервуаре ВВ вступает в прямой контакт с интерстициальными пространствами увеального тракта, откуда начинается увеолимфатический путь оттока.

Из СХП влага проникает через склеру и резорбируется орбитальными сосудами или просачивается в сосудистую оболочку и супрахориоидальные щели, а затем выходит из глаза через коллагеновые пучки склеры или периваскулярные пространства эмиссарных склеральных каналов. В качестве альтернативы ВВ может использовать увеолимфатический путь оттока, который вовлекает лимфатические сосуды цилиарного тела [17, 18].

Избыточный отток ВВ наполняет интерстициальные пространства и лимфатические сосуды. Давление в интрасклеральном пространстве действует как триггер для развития новообразованных вен и лимфатических сосудов без образования ФП. Выводы наших наблюдений схожи с результатами О. Benedikt [15, 16].

Размещение коллагенового имплантата описанным способом играет важную роль в активации увеолимфати-

ческого пути оттока. Отверстие в трабекуле при помощи лазера было сформировано в первых 2 случаях, тогда как в 3-м случае гониопунктура не выполнялась, но коллагеновый имплантат был установлен как обычно. Несмотря на это, во всех 3 случаях мы наблюдали лимфатические сосуды при обследовании на щелевой лампе пациентов со значительным снижением уровня ВГД. R. Mitwally et al. [19] продемонстрировали большой эффект снижения ВГД при глубокой склерэктомии с супрахориоидальным коллагеновым имплантатом, чем при глубокой склерэктомии с интрасклеральной имплантацией коллагенового имплантата. Примечательно, что в предложенной методике экспозиция поверхности увеальной ткани для резорбции ВВ была увеличена путем дополнительного удаления полоски глубоких слоев склеры сзади от склерального мостика.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработана методика хирургического лечения глаукомы без формирования ФП, позволяющая обойти сопротивление в трабекулярной зоне и обеспечить удобный доступ ВВ к СХП, что приводит к активации увеолимфатического пути оттока. Одним из преимуществ предлагаемой методики является то, что все хирургические вмешательства выполняются без перфорации глазного яблока, поэтому все осложнения, связанные с внезапным снижением ВГД, либо сводятся к минимуму, либо полностью отсутствуют. Для предсказуемых гипотензивных исходов после хирургии глаукомы следует соблюдать все меры предосторожности для сохранения лимфатических сосудов.

Начато пилотное исследование по изучению безопасности и эффективности предложенной методики в течение 1 года, результаты будут представлены в дальнейших публикациях.

## Литература/References

- Gedde S.J., Schiffman J.C., Feuer W.J. et al. Three-year follow-up of the tube versus trabeculectomy study. *Am J Ophthalmol.* 2009;148(5):670–684. DOI: 10.1016/j.ajo.2009.06.018.
- Borghain M., Sarma P., Tayab S. et al. Smaller- incision revision of trabeculectomy with mitomycin: long-term outcomes and complications. *J Glaucoma.* 2019;28(6):e107. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001233.
- Anisimova N.S., Arbisser L.B., Anisimov S.I. et al. Five-year results of non-penetrating deep sclerectomy with demineralized cancellous bone xenogenically derived collagen glaucoma implant. *Int Ophthalmol.* 2021; Mar 3. Online ahead of print. DOI: 10.1007/s10792-021-01760-x.
- Волкова Н.В., Шуко А.Г., Юрьева Т.Н. и др. Nd: YAG-лазерная гониопунктура как обязательная адъювантная процедура после непроникающей глубокой склерэктомии (результаты долгосрочного наблюдения). *Вестник офтальмологии.* 2019;2:93–101. [Volkova N.V., Shchuko A.G., Iureva T.N. et al. Nd: YAG laser goniopuncture as a mandatory adjuvant procedure after non-penetrating deep sclerectomy (long-term observation results). *Vestnik Oftalmologii.* 2019;2:93–101 (in Russ.).] DOI: 10.17116/oftalma201913502193.
- Waibel S., Spoerl E., Furashova O. et al. Bleb morphology after mitomycin-C augmented trabeculectomy: comparison between clinical evaluation and anterior segment optical coherence tomography. *J Glaucoma.* 2019;28(5):447–451. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001206.
- Yilmaz S.G., Degirmenci C., Palamar M., Yağcı A. Evaluation of filtering bleb function after trabeculectomy with mitomycin C using biomicroscopy, anterior segment optical coherence tomography and in vivo confocal microscopy. *Turk J Ophthalmol.* 2015;45(4):132–137. DOI: 10.4274/tjo.29052.
- Oh L.J., Wong E., Lam J., Clement C.I. Comparison of bleb morphology between trabeculectomy and deep sclerectomy using a clinical grading scale and anterior segment optical coherence tomography. *Clin Exp Ophthalmol.* 2017;45:701–707. DOI: 10.1111/ceo12953.
- Vold S., Ahmed I.I., Craven E.R. et al. Two-year COMPASS trial results: supraciliary microstenting with phacoemulsification in patients with open-angle glaucoma and cataracts. *Ophthalmology.* 2016;123:2103–2112. DOI: 10.1016/j.optha.2016.06.032.

9. Szurman P., Januschowski K., Boden K.T., Seuthe A.M. Suprachoroidal drainage with collagen sheet implant — A novel technique for non-penetrating glaucoma surgery. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2018;256:381–385. DOI: 10.1007/s00417-017-3873-9.
10. Завгородняя Н.Г., Гайдаржи Т.П. Хирургическая активация естественного увеосклерального оттока и факоэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы в комбинированном лечении больных с сочетанием глаукомы и катаракты. *Запорізький медичний журнал.* 2014;3(84):59–62. [Zavgorodnjaja N.G., Gajdarzhi T.P. Surgical uveoscleral outflow activation and phacoemulsification using intraocular lens implantation for treatment of patients with glaucoma and cataract combinations. *Zaporozhye Medical Journal.* 2014;3(84):59–62 (in Russ.).]
11. García Feijó J., Denis P., Hirneiß C. et al. A European study of the performance and safety of MINject in patients with medically uncontrolled open-angle glaucoma (STAR-II). *J Glaucoma.* 2020;29(10):864–871. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001632.
12. 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. DOI:10.1016/j.ophtha.2008.11.019.
13. Bouhenni R.A., Jadaan I.A., Rassavong H. et al. Lymphatic and blood vessel density in human conjunctiva after glaucoma filtration surgery. *J Glaucoma.* 2016;25(1):e35–e38. DOI: 10.1097/IJG.0000000000000199.
14. Алексеев Б.Н., Шмырева В.Ф., Полуторнов А.Л. Клинический способ оценки послеоперационного рубцевания и превентивная терапия цитостатиками после антиглаукоматозных операций. *Вестник офтальмологии.* 1986;102(6):15–20. [Aleksseev B.N., Shmyreva V.F., Polutornov A.L. Clinical method of postoperative scarring evaluation and preventive therapy with cytostatics after antiglaucomatous operations. *Vestnik Oftalmologii* 1986;102(6):15–20 (in Russ.).] DOI: 10.1016/0091-7435 (86) 90041-1.
15. Benedikt O. Demonstration of aqueous outflow patterns of normal and glaucomatous human eyes through the injection of fluorescein solution in the anterior chamber. *Albrecht Von Graefes Arch Klin Exp Ophthalmol.* 1976;199(1):45–67 [in German]. DOI: 10.1007/BF00660815.
16. Benedikt O. The effect of filtering operations. *Klin Monbl Augenheilkd.* 1977;170(1):10–19 [in German]. PMID: 850340.
17. Yücel Y.H., Johnston M.G., Ly T. et al. Identification of lymphatics in the ciliary body of the human eye: a novel “uveolymphatic” outflow pathway. *Exp Eye Res.* 2009;89:810–819. DOI: 10.1016/j.exer.2009.08.010.
18. Yucel Y., Gupta N. Lymphatic drainage from the eye: A new target for therapy. *Prog Brain Res.* 2015;220:185–98. DOI: 10.1016/bs.pbr.2015.07.028.
19. Mitwally R., Aref A., Shaarawy T. Deep sclerectomy with intrascleral versus suprachoroidal collagen implant: a randomized control trial. *J Glaucoma.* 2021;30(2):124–128. DOI: 10.1097/IJG.0000000000001703.

### Сведения об авторах:

<sup>1,2</sup>Кумар Винод — д.м.н., доцент, профессор кафедры глазных болезней РУДН; генеральный директор, ORCID iD 0000-0002-5489-4607;

<sup>1</sup>Абу Заалан Камал Абдулмухсен — аспирант кафедры глазных болезней, ORCID iD 0000-0001-9542-222X;

<sup>1</sup>Фролов Михаил Александрович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой глазных болезней, ORCID iD 0000-0002-9833-6236;

<sup>2</sup>Шрадда Ахмад Салех Солиман — к.м.н., врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0001-5814-9041;

<sup>1,2</sup>Душина Галина Николаевна — к.м.н., ассистент кафедры глазных болезней; главный врач, ORCID iD 0000-0002-6243-1012;

<sup>2</sup>Беззаботнов Андрей Игоревич — врач-офтальмолог, ORCID iD 0000-0002-5677-3649;

<sup>1</sup>Рустамова Зарина Шайкульевна — клинический ординатор, ORCID iD 0000-0001-7835-0770.

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО РУДН, 117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6.

<sup>2</sup>ООО ЦМХГ «ПРО зрение». 141407, Россия, г. Химки, ул. Горшина, д. 1.

**Контактная информация:** Кумар Винод, e-mail: kumarvinod1955@gmail.com. **Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** Статья поступила 24.03.2021.

### About the authors:

<sup>1,2</sup>Vinod Kumar — *Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Eye Diseases, ORCID iD 0000-0002-5489-4607;*

<sup>1</sup>Kamal A. Abu Zaalan — *postgraduate student of the Department of Eye Diseases, ORCID iD 0000-0001-9542-222X;*

<sup>1</sup>Mikhail A. Frolov — *Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Eye Diseases, ORCID iD 0000-0002-9833-6236;*

<sup>2</sup>Ahmad S. Shradqa — *Cand. of Sci. (Med.), ophthalmologist, ORCID iD 0000-0001-5814-9041;*

<sup>1,2</sup>Galina N. Dushina — *Cand. of Sci. (Med.), assistant of the Department of Eye Diseases, Head Doctor, ORCID iD 0000-0002-6243-1012;*

<sup>2</sup>Andrey I. Bezzabotnov — *ophthalmologist, ORCID iD 0000-0002-5677-3649;*

<sup>1</sup>Zarina Sh. Rustamova — *clinical resident, ORCID iD 0000-0001-7835-0770.*

<sup>1</sup>RUDN University. 6, Miklukho-Maklaya str., Moscow, 117198, Russian Federation.

<sup>2</sup>LLC Center of Eye Microsurgery “PRO zrenie”. 1, Gorshin str., Moscow Region, Khimki, 141407, Russian Federation.

**Contact information:** Vinod Kumar, e-mail: kumarvinod1955@gmail.com. **Financial Disclosure:** no authors have a financial or property interest in any material or method mentioned. **There is no conflict of interests.** Received 24.03.2021.