

Хориодальный кровоток у больных с глаукомой в условиях офтальмогипертензии и компенсированного внутриглазного давления

Т.Н. Юрьева^{1,2,3}, С.И. Жукова¹, И.В. Помкина¹

¹ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Минздрава России, Иркутский филиал 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 337

² Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования Минздрава России 664079 г. Иркутск, мкрн. Юбилейный, 100

³ Иркутский государственный медицинский университет Минздрава России 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1

Резюме

Цель исследования – оценить изменения хориоретинального кровотока в раннем послеоперационном периоде после непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ) у пациентов с первичной открытоугольной глаукомой и определить их взаимосвязь с уровнем внутриглазного давления (ВГД). **Материал и методы.** В исследование включено 36 пациентов с первичной открытоугольной глаукомой 1–2-й стадии, с уровнем ВГД по Гольдману (ВГДg) выше 21 мм рт. ст. на максимальном гипотензивном режиме. Всем пациентам выполнена антиглаукомная операция (НГСЭ) одним хирургом. ВГД измеряли методом динамической двунаправленной аппланации на анализаторе биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., США). При оценке результатов во внимание принимались показатели ВГДg. В объем обследования включена оптическая когерентная томография (ОКТ) и ОКТ-ангиография (RTVue XR Avanti, Optovue Inc., США) диска зрительного нерва и макулярной области. Наряду со структурными показателями диска зрительного нерва, слоя нервных волокон сетчатки (СНВС), ретинального ганглиозного комплекса (РГК) оценивали плотность капилляров радиального перипапиллярного сплетения (РПС), поверхностного сосудистого сплетения (ПСС), глубокого сосудистого сплетения (ГСС) и толщину хориоидеи. **Результаты.** На основании оценки изменения показателей глазного кровотока в послеоперационном периоде все пациенты были разделены на две группы: 1-я группа – 28 пациентов (28 глаз), у которых отмечено улучшение показателей ОКТ-ангиографии после операции, 2-я группа – 8 пациентов (8 глаз), у которых по данным ОКТ-ангиографии выявлено отсутствие изменений или снижение показателей глазного кровотока после операции. У пациентов обеих групп уровень ВГДg до хирургического лечения был сопоставим. На 3-и сутки после НГСЭ ВГДg в первой группе снизилось до $9,3 \pm 1,2$ мм рт. ст., тогда как во 2-й группе в послеоперационном периоде наблюдалась гипотония (ВГДg $3,6 \pm 1,3$ мм рт. ст., $p = 0,001$). У всех пациентов после антиглаукомной операции выявлено достоверное увеличение толщины хориоидеи в центральном отделе и перипапиллярно: соответственно в 1-й группе на 23 и 26 %, во 2-й – на 48 и 62 %. Во 2-й группе отмечено значительное увеличение калибра крупных сосудов и толщины сосудистой оболочки в целом до 115,4 % от исходного. У пациентов 1-й группы на фоне нормализации офтальмотонуса выявлена тенденция к увеличению плотности капилляров ПСС (от $40,9 \pm 5,4$ до $41,1 \pm 3,6$ %) и ГСС (от $43,9 \pm 6,1$ до $44,7 \pm 5,97$ %). Отмечен положительный тренд повышения плотности капилляров РПС (от $46,6 \pm 8,9$ до $47,2 \pm 9,0$ %). У пациентов 2-й группы плотность капилляров статистически значимо снижалась: от $39,9 \pm 3,64$ до $37,6 \pm 2,48$ % (ПСС) и от $41,1 \pm 4,72$ до $38,7 \pm 3,51$ % (ГСС). **Заключение.** Уменьшение офтальмотонуса после НГСЭ сопровождалось в большинстве случаев умеренным увеличением толщины хориоидеи и тенденцией к улучшению кровотока в ретинальных сплетениях. Послеоперационная гипотония характеризуется дисрегуляцией хориодального кровотока, декомпрессионным нарушением топографических взаимоотношений, что в целом влечет за собой формирование хориодальной эффузии и отслойки сосудистой оболочки.

Ключевые слова: хориоретинальный кровоток, первичная открытоугольная глаукома, офтальмотонус, ОКТ-ангиография.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки: Жукова С.И., e-mail: zhukswetlana@yandex.ru

Для цитирования: Юрьева Т.Н., Жукова С.И., Помкина И.В. Хориодальный кровоток у больных с глаукомой в условиях офтальмогипертензии и компенсированного внутриглазного давления. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2020; 40 (4): 91–97. doi: 10.15372/SSMJ20200413

Choroidal blood flow in glaucoma patients in conditions of ophthalmic hypertension and compensated intraocular pressure

T.N. Yureva^{1,2,3}, S.I. Zhukova¹, I.V. Pomkina¹

¹ S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution of Minzdrav of Russia, Irkutsk branch
664033 Irkutsk, Lermontov str., 337

² Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education of Minzdrav of Russia
664049 Irkutsk, Yubileyny microdistrict, 100

³ Irkutsk State Medical University of Minzdrav of Russia
664003, Irkutsk, Krasnogo Vosstania str., 1

Abstract

Purpose. To evaluate changes in chorioretinal blood flow in the early postoperative period after non-penetrating deep sclerectomy (NPDS) in patients with primary open-angle glaucoma (POAG) and determine their relationship with the level of Goldman intraocular pressure (IOPg). **Material and methods.** The study included 36 patients with primary open-angle glaucoma of stage 1–2, with an IOP level above 21 mm Hg at the maximum hypotensive mode. All patients underwent glaucoma surgery (NPDS) by a single surgeon. IOP measurement was performed by dynamic bidirectional applanation using the Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., USA). When evaluating the results, the Goldman IOP indicators (IOPg) were taken into account. The ophthalmic examination included optical coherence tomography of the optic disk and macular area, as well as assessment of the blood flow of these structures using optical coherence tomography in angio mode (OCTA) (RTVue XR Avanti, Optovue Inc., CIIA). The thickness of the choroid was estimated using crossline protocols performed through the center of the fovea in the horizontal and vertical meridians. **Results.** Based on the assessment of changes in the indicators of ocular blood flow in the postoperative period, all patients were divided into 2 groups: group 1 – 28 patients (28 eyes) who showed improvement in OCTA after surgery, group 2 – 8 patients (8 eyes) who, according to OCTA data, showed no changes or decreased indicators of ocular blood flow after surgery. In patients of both groups, the level of IOPg before surgical treatment was comparable. On the 3rd day after NPDS IOPg in the group 1 decreased to 9.3 ± 1.2 mm Hg, while in group 2 hypotonia was detected (IOPg 3.6 ± 1.3 mm Hg, $p = 0,001$). All patients showed an increase in the thickness of the choroid in the central area and peripapillary after glaucoma surgery: in group 1 by 23 and 26 %, in group 2 by 48 and 62 %, respectively. In group 2 there was a significant increase in the large vessels caliber and the vascular membrane thickness as a whole to 115.4 % of the original. In group 1 patients, against the background of normalization of ophthalmotonus, there was a tendency to increase the capillary density of the superficial vascular plexus (from 40.9 ± 5.38 to 41.1 ± 3.56 %) and the deep vascular plexus (from 43.9 ± 6.1 to 44.7 ± 5.97 %). There was a positive trend of increasing capillary density in the radial peripapillary plexus (from 46.6 ± 8.9 to 47.2 ± 9.0 %). In patients of group 2, capillary density significantly decreased: from 39.9 ± 3.64 to 37.6 ± 2.48 % in the superficial vascular plexus and from 41.1 ± 4.72 to 38.7 ± 3.51 % in the deep vascular plexus. **Conclusion.** A decrease in the level of ophthalmotonus after NPDS was accompanied, in most cases, by a moderate increase in the thickness of the choroid and a tendency to improve blood flow in the retinal plexuses. Postoperative hypotension is characterized by dysregulation of choroidal blood flow, decompression violation of topographic relationships, which generally leads to the formation of choroidal effusion and vascular detachment.

Key words: chorioretinal blood flow, primary open-angle glaucoma, ophthalmotonus, OCT angiography.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Correspondence author: Zhukova S.I., e-mail: zhukswetlana@yandex.ru

Citation: Yureva T.N., Zhukova S.I., Pomkina I.V. Choroidal blood flow in glaucoma patients in conditions of ophthalmic hypertension and compensated intraocular pressure. *Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2020; 40 (4): 91–97 [In Russian]. doi: 10.15372/SSMJ20200413

Введение

Глаукома является второй ведущей причиной необратимой слепоты во всем мире. Несоответствие в продукции внутриглазной жидкости и ее дренаже через трабекулярную сеть приводит к повышению внутриглазного давления (ВГД), что на сегодняшний день рассматривается как ключевой фактор риска формирования и прогрессирования глаукомы [1, 2]. Появление возможности прижизненной оценки по данным оптической когерентной томографии (ОКТ) структурных изменений головки зрительного нерва, а в последние годы и его кровоснабжения, позволило дать утвердительный ответ о значимости в патогенезе глаукомной оптической нейропатии как механического, так и сосудистого фактора.

Известно, что превышение толерантного уровня ВГД меняет соотношение между внутриглазным давлением и давлением спинно-мозговой жидкости, в результате чего увеличивается градиент решетчатой мембраны, вызывая деформацию и механическое сдавление аксонов ганглиозных клеток сетчатки, нарушая ретроградный аксональный транспорт нейротрофических факторов. Усугубляют или инициируют данный патологический процесс изменения гемодинамики, в первую очередь на уровне преламинарной, ламинарной и ретроламинарной частей зрительного нерва, определяя формирование и степень выраженности интраневральной ишемии [3, 4].

С позиций ОКТ наиболее информативными и специфичными критериями диагностики и мониторинга данных патогенетических моментов является оценка толщины слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) и ганглиозных клеток сетчатки, состояния преламинарной зоны и непосредственно lamina cribrosa. Трактовка же результатов ОКТ-ангиографии на сегодняшний день неоднозначна. Данные о значимости изменения плотности капилляров радиального перипапиллярного (РПС), поверхностного (ПСС) и глубокого сосудистого сплетения (ГСС) сетчатки в ранней диагностике глаукомы носят противоречивый характер. Особый интерес в плане раскрытия ключевых звеньев патогенеза, диагностики и мониторинга глаукомы представляет изучение изменений головки зрительного нерва – места инициального повреждения ганглиозных клеток сетчатки, в кровоснабжении которой на всех уровнях принимают участие сосуды хориоидеи.

Практически все исследования хориоидеи у больных глаукомой были посвящены изучению взаимосвязи между изменением ее толщины и уровнем ВГД и прошли несколько этапов. Не-

достаточная визуализация хориоидеи в 2000–2009 гг., оценка хориодального кровотока по данным доплерографии объясняют выводы об отсутствии различий в толщине хориоидеи между здоровыми субъектами и больными глаукомой [5, 6]. Появление в 2010 г. ОКТ с улучшенной глубиной визуализации позволило повысить информативность исследования и доказать, что у больных с первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) наблюдается значимое снижение толщины хориоидеи по сравнению с нормой, особенно при глаукоме нормального давления [7–11]. Большое количество работ посвящено оценке эффективности гипотензивной терапии и измерению толщины хориоидеи после антиглаукомных операций, сопровождающихся значимым снижением ВГД [12–15]. Однако до сих пор вопросы о том, какие именно структуры вовлечены в процесс адаптации при резком перепаде ВГД, остается открытым. Увеличение толщины хориоидеи – это увеличение калибра сосудов, приток крови или интерстициальный отек? Может ли являться утолщение хориоидеи в раннем послеоперационном периоде триггером к развитию хориодальной эффузии?

Цель настоящего исследования – оценить изменения хориоретинального кровотока в раннем послеоперационном периоде после непроникающей глубокой склерэктомии (НГСЭ) у пациентов с ПОУГ и определить их взаимосвязь с уровнем ВГД.

Материал и методы

Проведено проспективное нерандомизированное обследование 36 пациентов (36 глаз) с ПОУГ развитой стадии с суб- и декомпенсированным ВГД (табл. 1). Основные критерии включения в клиническую группу: ВГД по Гольдману выше 21 мм рт. ст. на медикаментозной гипотензивной терапии; отклонение рефракции $\pm 3,0$ Дптр; состояние оптических сред, позволяющее получить уровень ОКТ-сигнала не ниже 0,7; артериальное давление от 110 до 130 систоли-

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов с ПОУГ

Table 1. POAG patients characteristics

Показатель	Пациенты с ПОУГ
Возраст, лет	54,6 \pm 6,4
Длина переднезадней оси, мм	23,8 \pm 1,1
Острота зрения	0,94 \pm 0,1
Площадь ДЗН, мм ²	1,96 \pm 0,31

ческое и от 70 до 90 диастолическое; отсутствие острых и хронических системных сосудистых заболеваний (инсульты, преходящие сосудистые нарушения, некомпенсированные сахарный диабет, артериальная гипертензия или гипотония).

Всем пациентам с целью компенсации ВГД была проведена НГСЭ. ВГД измеряли методом динамической двунаправленной аппланации на анализаторе биомеханических свойств глаза Ocular Response Analyzer (Reichert Inc., США). В объем стандартного диагностического обследования была включена ОКТ в режиме ангиографии (RTVue XR Avanti, Optovue Inc., США). Наряду со структурными показателями диска зрительного нерва (ДЗН), СНВС, ретинального ганглиозного комплекса (РГК) оценивали относительную плотность капилляров РПС, ПСС, ГСС и толщину хориоидеи. Плотность капилляров рассчитывалась автоматически алгоритмом декорреляционной амплитудной ангиографии с разделением спектра (split-spectrum amplitude-decorrelation angiography, SSADA). Толщину хориоидеи измеряли вручную от ретинального пигментного эпителия до склерохориоидального сочленения: в проекции фовеа, перифовеолярно (в 3 мм от центра фовеа) и перипапиллярно (на расстоянии 500 и 1000 мкм от края мембраны Бруха) в четырех сегментах (протокол Crossline, выполненный через центр фовеа и ДЗН в горизонтальном и вертикальном меридианах) с определением среднего значения. Обследование проводили до НГСЭ и через 3 дня после операции.

Данные представлены в виде среднего арифметического и среднеквадратического отклонения ($M \pm SD$). Для оценки различий между группами использовали критерий Манна – Уитни, критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,05.

Результаты

На основании сравнительного анализа изменения плотности капилляров ПСС, РПС и ГСС перед операцией и в раннем послеоперационном периоде все пациенты были разделены на две группы: 1-я группа – 28 пациентов (28 глаз), у которых отмечено улучшение показателей ОКТ-ангиографии после операции, 2-я группа – 8 пациентов (8 глаз), у которых по данным ОКТ-ангиографии выявлено отсутствие положительной динамики или даже ухудшение изучаемых показателей.

У пациентов обеих групп уровень ВГДг до хирургического лечения варьировал от 26,2 до 36,4 мм рт. ст., что соответствовало декомпенсированному уровню офтальмогипертензии. Несмотря на то что объем выполненного хирургического вмешательства был сопоставим, интраоперационные осложнения отсутствовали, на 3-и сутки после операции в первой группе ВГДг снизилось до 7,2–10,4 мм рт. ст., тогда как у пациентов 2-й группы в послеоперационном периоде была выявлена гипотония глаза – ВГДг варьировало от 2,8 до 4,3 мм рт. ст. (табл. 2). На фоне нормализации офтальмотонуса у пациентов 1-й группы выявлена тенденция к увеличению плотности капилляров ППС и РПС, хотя различие не было статически значимым. Увеличение плотности капилляров ГСС после проведенной антиглаукомной операции носило достоверный характер (см. табл. 2). У пациентов 2-й группы, несмотря на значимое снижение офтальмотонуса, отмечено ухудшение показателей ОКТ-ангиографии, особенно в ГСС.

Значимые отличия были установлены и со стороны хориоидеи: ее толщина увеличилась у всех пациентов, с максимальным изменением в

Таблица 2. Сравнительный анализ показателей ВГД и хориоретинального кровотока у больных с ПОУГ до и после НГСЭ

Table 2. Comparative analysis of IOP and chorioretinal blood flow in POAG patients before and after NPDS

Показатель	Исходные		3-и сутки после операции	
	Группа 1	Группа 2	Группа 1	Группа 2
ВГД, мм рт. ст.	29,2 ± 6,4	28,8 ± 5,7	9,3 ± 1,2***	3,6 ± 1,3***
Плотность капилляров ПСС, %	40,9 ± 5,4	38,9 ± 3,6	41,1 ± 3,6	36,6 ± 2,5
Плотность капилляров ГСС, %	43,9 ± 6,1	41,1 ± 4,7	44,7 ± 6,00	39,7 ± 3,5*
Плотность капилляров РПС, %	46,6 ± 8,9	45,8 ± 5,6	47,2 ± 9,0	45,0 ± 3,7**
Толщина хориоидеи (центр), мкм	251,4 ± 45,2	274,3 ± 22,7	308,9 ± 37,4***	406,2 ± 46,7***
Толщина хориоидеи перипапиллярно, мкм	123,7 ± 32,8	122,5 ± 64,2	156,2 ± 21,4***	198,1 ± 16,2***
Длина переднезадней оси, мм	23,8 ± 1,2	23,5 ± 0,8	23,6 ± 0,6	23,1 ± 0,6*

Примечание. Обозначены статистически значимые отличия от величины показателя соответствующей группы до операции: * – при $p < 0,05$, ** – при $p < 0,01$, *** – при $p < 0,001$.

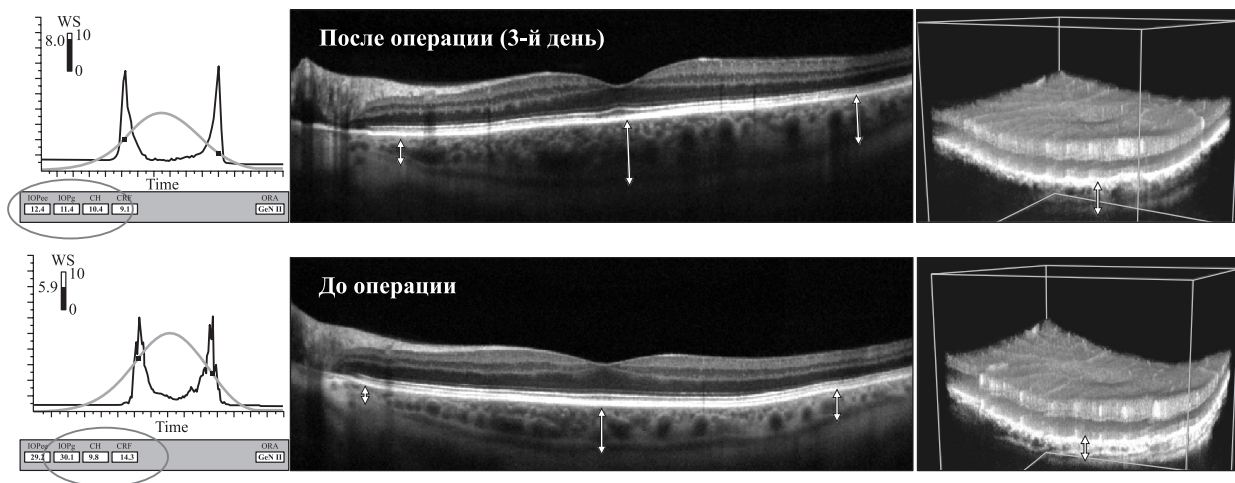


Рис. 1. Изменение хориоидеи при нормализации ВГД
 Fig. 1. Choroidal changes in IOP stabilization

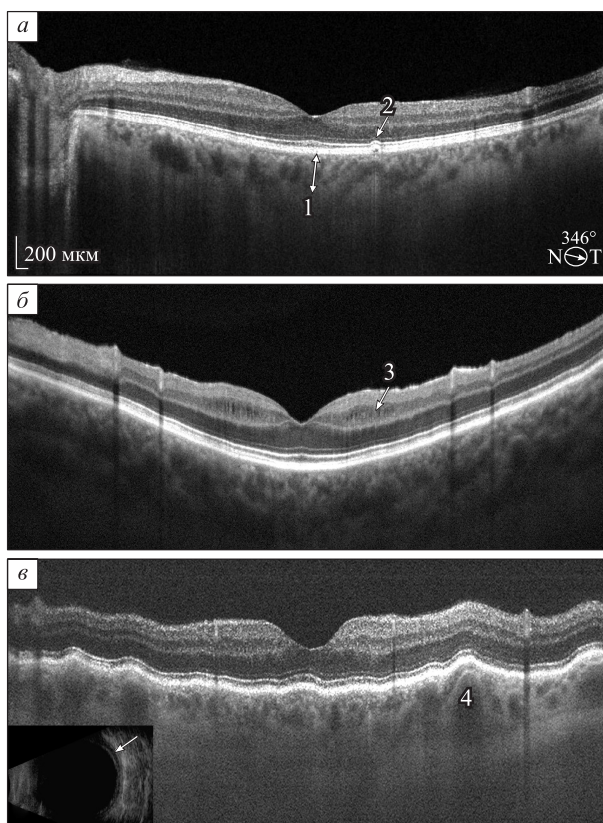


Рис. 2. Изменение сетчатки и хориоидеи в раннем послеоперационном периоде: а – выраженное увеличение толщины в целом (1), локальная отслойка ретинального пигментного эпителия (2); б – отек нейросенсорной сетчатки (3), в – деформация поверхности сетчатки и пигментного эпителия за счет выраженного увеличения калибра крупных хориодальных сосудов (4), отслойка сосудистой оболочки (стрелка)

Fig. 2. Retinal and choroidal changes in the early post-operative period: а – pronounced increase in thickness generally (1), local detachment of the retinal pigment epithelium (2); б – edema of the neurosensory retina (3), в – retinal and pigment epithelium surface deformation due to pronounced increase in the caliber of large choroidal vessels (4), choroid detachment (arrow)

нижнем и назальном сегментах, участвующих в кровоснабжении нижнетемпоральной части ДЗН. В 1-й группе после операции толщина хориоидеи превышала дооперационное значение на 23,1 % в центральном отделе и на 26,3 % перипапиллярно (см. табл. 2, рис. 1). Во 2-й группе наблюдалось значимое увеличение толщины хориоидеи (в некоторых случаях – до 115,4 % от исходного), что сопровождалось уменьшением аксиальной длины глаза (от эпителия роговицы до

пигментного эпителия сетчатки), достигающим 0,3 мм. В каждом втором случае визуализировались диффузный отек нейросенсорной сетчатки и участки локальной отслойки пигментного эпителия, эффузия хориоидеи и цилиохориодальная отслойка (рис. 2).

Обсуждение

Оценка состояния хориоидеи и его изменений у больных глаукомой в последние годы является целью большого числа исследований. Скорее всего это объясняется тем, что кровоснабжение головки зрительного нерва преимущественно осуществляется за счет сосудов хориоидеи. Так, с темпоральной стороны в кровоснабжении поверхности ДЗН участвуют веточки хориодальных сосудов, преламинарная часть кровоснаб-

жаются капиллярами перипапиллярных хориоидальных сосудов, веточками коротких задних цилиарных артерий, а ламинарная часть – терминальными артериолами перипапиллярной хориоидеи (артериального круга Цинна – Галера). Установлено, что ретинальные и хориоидальные сосуды по-разному реагируют на колебания ВГД, что указывает на различия в механизмах адаптации сосудистой системы глаза к значительному и резкому перепаду ВГД.

К факторам, влияющим на толщину хориоидеи, относятся возраст, осмотическое давление в экстраклеточном пространстве, длина глазного яблока и ВГД. Хориоидальные сосуды, в отличие от ретинальных, лишь частично подвержены ауторегуляции, при этом обеспечены миогенной и метаболически поддерживаемой регуляцией. Давление хориоидальной жидкости, содержащейся в увеальной ткани и супрахориоидальном пространстве, примерно на 2 мм рт. ст. ниже, чем в стекловидном теле. Эта разница давления и поддерживает стабильное положение хориоидеи и сетчатки [16]. В ответ на декомпрессию глазного яблока в ходе антиглаукомной операции снижается давление на сосудистую оболочку, увеличивается диаметр сосудов, повышается приток крови и в целом происходит увеличение толщины хориоидеи. Эти саногенетические механизмы, сопровождающие нормализацию ВГД, были подтверждены исследованиями Н. Кojима и К. Нироока [17], в которых ОКТ-сканы были преобразованы в двоичные изображения с использованием программного обеспечения Image. Просветленная область соответствовала просвету сосудов, светлая – интерстициальному пространству. Это позволило авторам утверждать, что увеличение толщины хориоидеи после трабекулэктомии происходит за счет увеличения как интерстициального пространства (на 109,0%), так и просвета сосудов (на 103,5%) [17].

В отличие от положительного эффекта, возникающего при нормализации офтальмотонуса, послеоперационная гипотония сопровождается сосудистой дисрегуляцией. Происходит снижение градиента давления между внутриглазными, вортикозными и глазничными венами, уменьшается венозная перфузия, повышается трансмуральное давление в капиллярах, увеличивается проницаемость сосудистой стенки. Наличие фенестрированной стенки хориокапилляров, отсутствие онкотического давления во внутри- и внесосудистых пространствах, отсутствие лимфатических сосудов потенцируют формирование хориоидальной эффузии [18, 19]. С другой стороны, в условиях глубокой гипотонии происходит нарушение и топографических соотношений между склерой и

сосудистой оболочкой. Значительное увеличение толщины хориоидеи и ее площади относительно площади сопряженных участков склеры и мембраны Бруха приводит к отслаиванию хориоидеи от склеры с развитием отрицательного давления между оболочками и формированием полноценной клинической картины цилиохориоидальной отслойки.

Заключение

Снижение офтальмотонуса путем проведения НГСЭ сопровождается в большинстве случаев умеренным увеличением толщины хориоидеи и тенденцией к улучшению ретинального кровотока. Послеоперационная гипотония характеризуется дисрегуляцией хориоидального кровотока, декомпрессионным нарушением топографических взаимоотношений, что в целом влечет за собой формирование хориоидальной эффузии и отслойки сосудистой оболочки и, как следствие, снижение состоятельности вновь созданных путей оттока внутриглазной влаги.

Список литературы / References

1. Tham Y.-Ch., 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): 2081–3070. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.05.013
2. Leske M.C. Ocular perfusion pressure and glaucoma: clinical trial and epidemiologic findings. *Curr. Opin. Ophthalmol.* 2009; 20 (2): 73–81. doi: 10.1097/ICU.0b013e32831eef82
3. Diekmann H., Fischer D. Glaucoma and optic nerve repair. *Cell Tissue Res.* 2013; 353 (2): 327–337. doi: 10.1007/s00441-013-1596-8
4. Cherecheanu A.P., Garhofer G., Schmidl D., Werkmeister R., Schmetterer L. Ocular perfusion pressure and ocular blood flow in glaucoma. *Curr. Opin. Pharmacol.* 2013; 13: 36–42. doi: 10.1016/j.coph.2012.09.003
5. Xu S., Huang S., Lin Z.J., Liu W.M., Zhong Y.S. Color doppler imaging analysis of ocular blood flow velocities in normal tension glaucoma patients: a meta-analysis. *J. Ophthalmol.* 2015: 919610. doi: 10.1155/2015/919610
6. De Moraes C.G., Reis A.S., Cavalcante A.F., Sano M.E., Susanna R.Jr. Choroidal expansion during the water drinking test. *Graefes Arch. Clin. Exp. Ophthalmol.* 2009; 247 (3): 385–389. doi: 10.1007/s00417-008-0969-2
7. Lin Z.J., Huang Sh.Y., Xie B., Zhong Yi.Sh. Peripapillary choroidal thickness and open-angle glau-

- coma: a meta-analysis. *J. Ophthalmol.* 2016; 5484568. doi: 10.1155/2016/5484568
8. Spaide R.K., Koizumi H., Pozzoni M.C. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am. J. Ophthalmol.* 2008; 146 (4): 496–500. doi: 10.1016/j.ajo.2008.05.032
9. Karahan E., Tuncer I., Er. D., Zengin M.O. Correlation of peripapillary choroidal thickness and retinal nerve fiber layer thickness in normal subjects. *Semin. Ophthalmol.* 2017; 32 (5): 602–606. doi: 10.3109/08820538.2016.1139736
10. Lin Z., Huang S., Huang P., Guo L., Shen X., Zhong Y. The diagnostic use of choroidal thickness analysis and its correlation with visual field indices in glaucoma using spectral domain optical coherence tomography. *PLoS One.* 2017; 12 (12): e0189376. doi: 10.1371/journal.pone.0189376
11. Spaide R.F., Koizumi H., Pozzoni M.C. Enhanced depth imaging spectral-domain optical coherence tomography. *Am. J. Ophthalmol.* 2008; 146 (4): 496–500. doi: 10.1016/j.ajo.2008.05.032
12. Boltz A., Schmidl D., Weigert G., Lasta M., Pemp B., Resch H., Garhöfer G., Fuchsjäger-Mayrl G., Schmetterer L. Effect of latanoprost on choroidal blood flow regulation in healthy subjects. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2011; 52 (7): 4410–4415. doi: 10.1167/iovs.11-7263
13. Schmidl D., Weigert G., Dorner G.T., Resch H., Kolodjaschna J., Wolzt M., Garhofer G., Schmetterer L. Role of adenosine in the control of choroidal blood flow during changes in ocular perfusion pressure. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2011; 52 (8): 6035–6039. doi: 10.1167/iovs.11-7491
14. Юрьева Т.Н., Жукова С.И. ОКТ-ангиография в комплексной оценке эффективности гипотензивной терапии у больных с первичной открытоугольной глаукомой. *Рос. офтальмол. журн.* 2019; 12 (3): 43–49. doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-43-49
- Yureva T.N., Zhukova S.I. OCT angiography in a comprehensive assessment of the effectiveness of hypotensive therapy in patients with primary open-angle glaucoma. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal = Russian Ophthalmological Journal.* 2019; 12 (3): 43–49. [In Russian]. doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-3-43-49
15. Kojima H., Hirooka K., Sonoda S., Sakamoto T., Kiuchi Y. Changes in choroidal area following trabeculectomy: Long-term effect of intraocular pressure reduction. *PLoS One.* 2019; 14 (3): e0209145. doi: 10.1371/journal.pone.0209145
16. Курьшева Н.И., Арджевнишвили Т.Д., Фомин А.В. Хориоидея при глаукоме. *Глаукома.* 2014; 13 (1): 60–67.
- Kuryshva N.I., Ardzhvishvili T.D., Fomin A.V. The choroid in glaucoma. *Glaukoma = Glaucoma.* 2014; 13 (1): 60–67. [In Russian].
17. Kojima H., Hirooka K., Nitta E., Ukegawa K., Sonoda S., Sakamoto T. Changes in choroidal area after intraocular pressure reduction following trabeculectomy. *PLoS One.* 2018; 13 (8): e0201973. doi: 10.1371/journal.pone.0201973
18. Brubaker R.F., Pederson J.E. Ciliochoroidal detachment. *Surv. Ophthalmol.* 1983; 27 (5): 281–289. doi: 10.1016/0039-6257(83)90228-x
19. Anvesh B.Y., Salim S., Fekrat S. Diagnosis and management of choroidal effusions. *Eyenet.* 2012; 47–49.

Сведения об авторах:

Татьяна Николаевна Юрьева, д.м.н., проф., ORCID: 0000-0003-0547-7521, e-mail: tnyurieva@mail.ru
Светлана Ивановна Жукова, к.м.н., ORCID: 0000-0002-0227-7682, e-mail: zhukswetlana@yandex.ru
Ирина Викторовна Помкина, e-mail: xii.83@mail.ru

Information about the authors:

Tatiana N. Yureva, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0003-0547-7521, e-mail: tnyurieva@mail.ru
Svetlana I. Zhukova, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-0227-7682, e-mail: zhukswetlana@yandex.ru
Irina V. Pomkina, e-mail: xii.83@mail.ru

Поступила в редакцию 30.06.2020
После доработки 07.07.2020
Принята к публикации 14.07.2020

Received 30.06.2020
Revision received 07.07.2020
Accepted 14.07.2020