

Морфологические особенности склеры при глаукоме

Е.А. Корчуганова

ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва

РЕЗЮМЕ

Обзор посвящен анатомическим и функциональным особенностям склеральной оболочки глаза. Склера не только является защитой для внутренних глазных структур, но и участвует в регуляции внутриглазного давления. Она принимает непосредственное участие в оттоке внутриглазной жидкости как по основному, так и по дополнительному (увеосклеральному) пути. В обзоре описывается строение склеры в норме и при глаукомном поражении. Обнаружены не только прогрессирующие дистрофические изменения структуры коллагеновых и эластических волокон, но и нарушение типового состава коллагена в разных слоях склеры при прогрессировании заболевания. Представлены подходы к разработкам хирургического лечения, связанные с особенностями морфологии склеры при глаукоме. В обзоре приведены исследования толщины склеры различными методами, данные которых различаются. Представлены работы авторов, изучавших участие склеры в оттоке внутриглазной жидкости как по основному, так и по дополнительным путям. В связи с тем, что склера непосредственно участвует в оттоке внутриглазной жидкости, изучение ее морфологических и функциональных особенностей представляется весьма интересным для создания новых безопасных и эффективных подходов к лечению глаукомы.

Ключевые слова: глаукома, увеосклеральный отток, антиглаукомные операции, склера, морфология склеры, коллекторные каналы, эписклера, коллагеновые волокна, эластические волокна.

Для цитирования: Корчуганова Е.А. Морфологические особенности склеры при глаукоме (обзор литературы) // РМЖ. Клиническая офтальмология. 2017. № 4. С. 227–230.

ABSTRACT

The morphological features of sclera in glaucoma (review)

Korchuganova E.A.

Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov, Moscow

The review is devoted to the anatomical and functional features of the scleral shell of the eye. Sclera is not only a protection the inner ocular structures, it is also involved in the regulation of intraocular pressure. It is directly involved in the outflow of intraocular fluid, both in the main and in the additional (uveoscleral) way. The review describes the structure of the sclera in the norm and glaucomatous lesions. Not only progressive dystrophic changes in the structure of collagen and elastic fibers were found, but also the violation of the standard composition of collagen in the various layers of the sclera with the progression of the disease. Approaches to the development of surgical treatment associated with the features of scleral morphology in glaucoma are presented. Independent studies of sclera thickness by different methods are given in the review, the data of these studies differ from each other. The article presents the works of the authors who studied the involvement of sclera in the outflow of intraocular fluid, both in the main and in additional ways. Due to the fact that the sclera is directly involved in the outflow of the intraocular fluid, the study of its morphological and functional features is very interesting for creating new safe and effective approaches to the treatment of glaucoma.

Key words: glaucoma, uveoscleral outflow, antiglaucomatous operations, sclera, scleral morphology, collector canals, episclera, collagen fibers, elastic fibers.

For citation: Korchuganova E.A. The morphological features of sclera in glaucoma (review) // RMJ. Clinical ophthalmology. 2017. № 4. P. 227–230.

Склера, как известно, является частью фиброзной оболочки глаза, которая составляет большую ее часть, и в основном выполняет защитную функцию, поддерживает форму глаза и способствует устойчивости внутренних структур к изменениям внутриглазного давления (ВГД).

Наружный слой склеры рыхлый и хорошо васкуляризированный, он связан соединительнотканными тяжами с теноневой капсулой. Эта часть склеры называется эписклерой и благодаря своему строению представляет особый интерес с позиции оперативного лечения глаукомы.

Собственно склеральная ткань в отличие от роговицы практически лишена чувствительных нервных окончаний и бедна сосудами [1]. Этот факт также позволяет рассматривать склеру как интересный объект для исследований, тем более что существуют гипотезы, предполагающие питание и образование коллагена в ткани склеры за счет внутриглазной жидкости [2]. В состав склеры входят пуч-

ки, состоящие из коллагеновых и эластических волокон, расположенных в разных плоскостях под разными углами, между которыми находятся фиброциты. При этом эластические волокна занимают около 2% объема пучка. Интересно, что 2/3 всех эластических волокон расположены во внутреннем слое склеры, 1/3 – в среднем слое, в поверхностном слое – отсутствуют. Это позволяет склере сохранять прочность при изменении внутреннего объема глаза и ВГД. Важно, что старение наружного слоя склеры, лишенного эластических волокон, увеличивает ригидность склеры в 3 раза, а при глаукоме – более чем в 5 раз [3].

Э.С. Аветисов и соавт. в 1979 г. обнаружили дистрофические изменения в коллагеновых фибриллах склеры с возрастом, связанные с их рассасыванием. В ткани склеры обнаруживаются активные фиброкласты, которые резорбируют обломки фибрилл [4].

Е.Н. Иомдина и соавт. в 2009 г. обнаружили значительное повышение поперечной связанности в коллагеновой

структуре склеры с прогрессированием глаукомы, что, в свою очередь, повышает жесткость склеры [5]. Последние данные говорят о прогрессирующих нарушениях в структуре эластических волокон склеры – в основном у пожилых людей и при развитии глаукомного процесса [6].

В.В. Серова и соавт. показали, что коллаген собственного вещества склеры относится к I, VI, VIII типам с преобладанием I типа. Коллаген III типа представлен преимущественно в эписклере [7].

Интересен тот факт, что распределение коллагена в строме склеры глаукомных глаз, особенно в далеко зашедших стадиях, имеет особенности, которые нельзя не учитывать при разработке хирургических методик. Так, например, Л.Д. Андреевой и соавт. были зафиксированы факты накопления в строме склеры коллагена III типа, в норме не свойственного ее структуре.

Специфика иммуноморфологических изменений соединительной ткани склеры выражается еще и в том, что интенсивное очаговое накопление коллагена III типа, а также фибронектина и гликозаминогликанов происходит в ее средних и глубоких слоях [8]. По данным F. Keeley et al., разница между передним и задним отделами глазного яблока по типовому составу коллагена склеры отсутствует [9].

В литературе встречается различная информация, касающаяся параметров толщины склеры в разных ее отделах. У зрительного нерва, по данным разных авторов, толщина ее составляет от 0,8 до 1,2 мм, а самая тонкая ее часть (0,3–0,5 мм) зафиксирована в районе прикрепления наружных мышц глаза.

Так, R.E. Normann et al. в 2009 г. исследовали 11 кадаверных глаз человека, 4 из которых получены от умерших, страдавших при жизни глаукомой. Средняя толщина всей склеры составила 670,8 мкм (в диапазоне от 564 до 832 мкм), а толщина в области лимба и заднего полюса – 588,63 и 99,181 мкм соответственно [10].

По данным T. Olsen et al., толщина склеры в среднем в области лимба – около 500–600 мкм, в области экватора – 400–500 мкм, а в области заднего полюса глаза у зрительного нерва – до 1500 мкм [11].

М.В. Шевченко и соавт. в 2009 г. также были проведены исследования кусочков склеры, взятых прижизненно от пациентов, которым выполнялась задняя трепанация склеры во время антиглаукомной операции, в 10–13 мм от лимба. Толщина склеры в этой зоне составила от 1,2 до 2,2 мм [12].

Э.В. Егорова и соавт. в 2015 г. опубликовали результаты акустических измерений склеры в области лимба и в 4 мм от склеральной шпоры, проведенных у больных, страдающих глаукомой. Оказалось, что в экваториальной зоне толщина склеры составила от 0,21 до 0,23 мм, а в области лимба – от 0,42 до 0,63 мм [13].

Исследования В.В. Страхова и соавт. подтвердили снижение толщины склеры по мере прогрессирования глаукомного процесса. Толщина склеры в районе шпорной борозды в нормальных глазах в среднем составила 1,32 мм, тогда как у больных глаукомой – 1,14 мм [14].

Такая большая разница в данных, касающихся толщины склеры в различных ее отделах, по всей видимости, зависит от множества факторов. Конечные результаты напрямую зависят от методов измерения, методики забора и обработки материала, а также от типа прижизненной рефракции.

Склера непосредственно участвует в оттоке водянистой влаги, причем как по основному, так и по дополнительному

пути. Так, основной элемент дренажной зоны глаза – шлеммов канал расположен в толще склеры, в задненаружной части внутренней склеральной бороздки. Он связан с интра- и эписклеральными венами посредством коллекторных канальцев, количество которых варьирует от 37 до 49, а диаметр – от 20 до 45 мкм. Коллекторные канальцы, или выпускники, различаются размерами и направлением. Эти проводники водянистой влаги впадают в сосуды интра- и эписклерального венозного сплетения, в сосуды венозной сети цилиарного тела или, отходя от синуса в параллельном направлении, обратно впадают в него. Соединяясь между собой, коллекторные канальцы I типа образуют водяные вены. Они содержат влагу чистую или с примесью крови [15].

Склера также участвует в оттоке водянистой влаги по дополнительному пути. Первые эксперименты, доказывающие проницаемость склеры для внутриглазной жидкости, были проведены учеными в 1960–1970-х гг. Известный термин «увеосклеральный отток» возник после описания движения радиоактивных частиц из передней камеры глазного яблока через цилиарную мышцу в супрахориоидальное пространство, а затем через эмиссарии в склеру [16–18].

Увеосклеральный отток включает в себя нескольких составляющих: увеальный, супрахориоидальный и склеральный. Через продольную часть ресничной мышцы водянистая влага оттекает в супрацилиарное и супрахориоидальное пространство, а дальше через склеру в периорбитальную область [19].

По данным A. Bill (1966), увеосклеральный путь составляет 1/3–1/5 часть общего минутного объема жидкости [20], а по более поздним данным A. Bill и C.G. Phillips (1971), увеосклеральным путем оттекает 4–27% внутриглазной жидкости [21]. Исследования I. Fatt также показали, что через склеру может оттекать до 21% минутного объема внутриглазной жидкости [22].

Экспериментами А.П. Нестерова и соавт. было показано, что основная часть увеосклерального оттока приходится именно на транссклеральный путь [23, 24].

Изучая проницаемость склеры на кадаверных глазах человека, А.П. Нестеров, И.Н. Черкасова и О.А. Румянцева в 1977 г. определили, что при средних размерах глазного яблока площадь склеры составляет 1700 мм². На фоне вакуум-компрессии передних путей оттока и при перфузионном уровне ВГД в 20 мм рт. ст. коэффициент легкости оттока был равен 0,06 мм³/мин/мм рт. ст. Объем оттекающей жидкости при этом со всей поверхности склеры составил 1,2 мм³/мин [25].

Исследования И.Н. Черкасовой с соавт. в 1979 г. доказали, что через дополнительные пути может оттекать от 1,19 до 7,19 мм³/мин водянистой влаги в зависимости от уровня ВГД. При повышении давления в капсуле глаза до 30 мм рт. ст. отток со всей поверхности склеры составил 1,72 мм³/мин, а при 40 мм рт. ст. – 2,58 мм³/мин. Таким образом, склера непосредственно участвует в оттоке жидкости из глаза, и ее проницаемость зависит от ВГД [24]. Подтверждена также линейная зависимость между фильтрующим давлением и транссклеральным оттоком [26].

В эксперименте на кроликах Н.В. Косых с соавт. (2001) выявили, что склеральная составляющая подчиняется закону Пуазейля и увеличивается при возрастании офтальмотонуса, а увеальная – напротив, несколько уменьшается [27].

Особенность репаративных процессов в склере после хирургического воздействия является одним из важней-

ших факторов, влияющих на стабильность ВГД и сохранение зрительных функций.

В.Н. Кулешовой и соавт. (2014) было проведено исследование кусочков склеры, взятых во время антиглаукомных вмешательств, проводимых впервые и повторно в сроки от 2 до 13 лет. У повторно оперированных пациентов все образцы резко отличались пролиферативной активностью матрикс-продуцирующих клеток и полиморфизмом волокон соединительной ткани [28].

Интересны результаты работы авторов, изучавших иммуногистохимический маркер CD34 в кусочках склеры. Этот маркер участвует в развитии воспаления и миграции стромальных клеток. Присутствие CD34-позитивных клеток в различных тканях связано с вовлечением клеток с низким уровнем дифференцировки. Исследования тканей глаза больных рефрактерной глаукомой показали, что он имел место в эндотелиальных клетках и перипитах коллекторных каналов дренажной системы глаза, сочетаясь с расширением их просветов. При этом в структуре водяных вен и сосудисто-нервных пучков склеры меченные клетки выявлялись крайне редко [29].

Раневой процесс после антиглаукомных операций на дренажной зоне значительно схож с процессом заживления кожной раны. Белки плазмы и клетки крови, выпущенные в рану, образуют фибриновый сгусток. Затем происходит миграция нейтрофилов и макрофагов, которые и растворяют сгусток [30].

Излишнее рубцевание и образование склеро-склеральных и склеро-конъюнктивальных сращений являются причинами нестойкого снижения ВГД после оперативных пособий. Эти процессы протекают в области трабекулы, шлеммова канала, а также между конъюнктивой, теноновой капсулой и эписклерой [31, 32]. После удаления эписклеры, богатой кровеносными сосудами, и теноновой оболочки в зоне хирургического воздействия удается снизить риски излишнего рубцевания [33].


В литературе также имеется достаточно данных об угнетении пролиферативных процессов в склере после применения цитостатиков и ингибиторов ангиогенеза в ходе операции [34, 35]. Применение вискоэластичных растворов в антиглаукомных хирургических пособиях не только снижает интраоперационные риски, но и уменьшает ответную воспалительную реакцию тканей глаза на операционную травму [36, 37].


В исследованиях также изучался фактор роста соединительной ткани CTGF, который участвует в образовании фиброзной ткани. D. Esson (2004), применив метод иммулокализации, установил, что после фильтрующей хирургии CTGF обнаруживается в сосудистой оболочке, конъюнктиве и склере [38].

Особенности морфологии склеры позволили разработать новые подходы к снижению рубцевания в зоне хирургического воздействия. Так, для снижения пролиферации и продления гипотензивного эффекта разработаны метод денервации будущей фильтрационной зоны оперативного вмешательства [39], а также методики, направленные на удаление эписклеры и теноновой оболочки в области операционного поля и применение различных дренажей [40, 41].

Изучение морфологических и функциональных особенностей склеры представляется весьма интересным для создания новых безопасных и эффективных подходов к лечению глаукомы.

Окувайт® Форте СИЛЬНЕЕ ВРЕМЕНИ





 Более **10 лет** рекомендация офтальмологов № 1*

 Комплекс ОКУВАЙТ® изучен в **4 международных мультицентровых исследованиях****

**Теперь
в НОВОЙ
упаковке**



СГР № RU.77.99.11.003.E.005344.11.16 от 15.11.2016

-  Окувайт® Форте – сбалансированная формула лютеина и зеаксантина, витаминов и минералов, в основе которой лежат несколько международных исследований**
-  Способствует улучшению функционального состояния сетчатки при возрастных изменениях
-  Витамины С и Е в составе Окувайта способствуют укреплению сосудов глазного дна
-  Имеет удобный режим приема: взрослым по 1 таблетке 1 раз в день

* 1-ое место по количеству рекомендаций (назначений) офтальмологами в категории «Витаминно-минеральные комплексы для зрения», по данным исследований компании ООО «Ипсос Комкон» PrIndex (Приндес), проведенных с 2005 г. по 2016 г. в крупнейших городах России, данные по Окувайт® Лютеин и Окувайт® Лютеин Форте

** AREDS (2001 г., 3640 чел.) и AREDS2 (2013 г., 4203 чел.): субстанция, в дальнейшем используемая для производства ОКУВАЙТ, предоставлена компанией Bausch+Lomb в рамках программы R&D; LUNA: 2007 г., 136 чел, продолжительность приема ОКУВАЙТ до 24 недель; SARMA: 2009 г., 433 чел, продолжительность приема ОКУВАЙТ до 36 месяцев; на основании результатов исследований составлен обширный мета-анализ

*** С апреля 2017 г. витаминно-минеральный комплекс «Окувайт® Лютеин форте» поставляется в РФ в новой упаковке под новым торговым названием «Окувайт® Форте» без изменения основного состава, формы выпуска, режима приема

Информация предназначена для медицинских и фармацевтических работников.

Полную информацию Вы можете получить в ООО «ВАЛЕАНТ»:
115162, Россия, г. Москва, ул. Шаболовка, д. 31, стр. 5. Тел.: +7 (495) 510 28 79. www.valeant.com

БАД. НЕ ЯВЛЯЕТСЯ ЛЕКАРСТВЕННЫМ СРЕДСТВОМ

Литература/References

- Сомов Е.Е. Клиническая анатомия органа зрения человека. 1997:42-44 [Somov E.E. Clinical anatomy of human visual organ. 1997:42-44 (in Russ.).]
- Кошчи И.Н., Светлова О.В. Дискуссионные вопросы приобретенной миопии. Офтальмологический журнал. 2012;6:112-121 [Koshchiz I.N., Svetlova O.V. Debating issues of the acquired myopia. The Ophthalmologic Journal. 2012;6:112-121 (in Russ.).]
- Norman R.E., Flanagan J.G., Rausch E.J. Dimension of the human sclera: thickness measurement regional changes with axial length. Exp. Eye Res. 2010; 90(2): 277-284.
- Аветисов Э.С., Андреева Л.Д., Хорошилова-Маслова И.П. Электронно-микроскопическое изучение склеры глаза человека в разных возрастных группах. Вестник офтальмологии. 1979;1:24-30 [Avetisov E.S., Andreeva L.D., Horoshilova-Maslova I.P. Electronic and microscopic study of a human eye sclera in different age groups. Ophthalmology vestnik. 1979;1:24-30 (in Russ.).]
- Июмдина Е.Н., Арутюнян Л.Л., Кисельова О.А., Катаргина Л.А. Биохимические и термомеханические особенности склеры у больных с разными стадиями первичной открытоугольной глаукомы. Мат. VIII Всероссийской научно-практической конференции «Федоровские чтения – 2009». 2009: 229-230 [Iomdina E.N., Arutyunyan L.L., Kiseleva O.A., Katargina L.A. Biochemical and thermomechanical features of sclera in patients with different stages of primary open-angle glaucoma. The Mat. VIII All-Russian scientific and practical conference "Fedorovsky Readings – 2009". 2009:229-230 (in Russ.).]
- Июмдина Е.Н., Игнатъева Н.Ю., Арутюнян Л.Л. и др. Изучение коллагеновых и эластических структур склеры глаз при глаукоме с помощью нелинейно-оптической (мультифотонной) микроскопии и гистологии (предварительное сообщение). Российский офтальмологический журнал. 2015;8(1):50-56 [Iomdina E.N., Ignatyeva N.Yu., Arutyunyan L.L. et al. Study of collagenic and elastic structures of sclera in glaucoma eye by means of nonlinear and optical (multiphoton) microscopy and histology (the preliminary report). The Russian ophthalmologic Journal. 2015;8(1):50-56 (in Russ.).]
- Серов В.В., Шехтер А.Б. Соединительная ткань (функциональная морфология и общая патология). Медицина. 1981:79-112 [Serov V.V., Shekhter A.B. Connecting tissue (functional morphology and general pathology). Medicine. 1981:79-112 (in Russ.).]
- Андреева Л.Д., Журявлева А.Н. Распределение основных типов коллагена в склере глаукомных глаз. Российский офтальмологический журнал. 2009; 2(2):4-8 [Andreeva L.D., Zhuravleva A.N. Distribution of the main types of collagen in the sclera of the glaucoma eyes. The Russian ophthalmologic Journal. 2009;2(2):4-8 (in Russ.).]
- Keeley F.W., Norm T.D., Vesely S. Characterisation of collagen from normal human sclera. Exp. Eye Res. 1984;81(9):533-541.
- Norman R.E., Flanagan J.G., Rausch S.M.K. et al. Dimensions of the human sclera: Thickness measurement regional changes with axial length. Experimental Eye Research. 2010;90(11):277-284.
- Olsen T., Aaberg S.Y., Geroski D.H., Edelhauser H.F. Human sclera: thickness and surface area. Am. J. Ophthalmol. 1998;125(2):237-241.
- Шевченко М.В., Братко О.В., Николаева Г.А., Шахалова А.П. Сравнительная оценка состояния склеры и центральной толщины роговицы у больных первичной открытоугольной глаукомой. Вестник Омского государственного университета. 2009; 12:163-165 [Shevchenko M.V., Bratko O.V., Nikolaeva G.A., Shakhhalova A.P. A comparative assessment of sclera condition and the central thickness of the cornea in patients with primary open angle glaucoma. The Bulletin of the Omsk state university. 2009; 12:163-165 (in Russ.).]
- Егорова Э.В., Борзенко С.А., Бессарабов А.Н., Милингерт А.В., Севостьянов М.А., Баикин А.С. Биомеханические свойства склеры у лиц с различным типом рефракции. Офтальмохирургия. 2015;4:65-69 [Egorova E.V., Borzenok S.A., Bessarabov A.N., Milingert A.V., Sevostyanov M.A., Baikin A.S. Biomechanical properties of sclera in persons with various type of a refraction. Ophthalmosurgery. 2015;4:65-69 (in Russ.).]
- Страхов В.В., Алексеев В.В., Попов А.А., Аль-Марани А.М. Межклеточная асимметрия толщины радужки и склеры по данным ультразвуковой биомикроскопии в норме и при первичной открытоугольной глаукоме. Офтальмология. 2012;13(4):118-120 [Strakhov V.V., Alekseev V.V., Popov A.A., Al-Marani A.M. Interocular asymmetry of iris and sclera thickness according to ultrasonic biomicroscopy in norm and primary open-angle glaucoma. Ophthalmology. 2012;13(4):118-120 (in Russ.).]
- Нестеров А.П. Глаукома. М.: Медицина, 1995:43-46 [Nesterov A.P. Glaucoma. M.: Medicine. 1995:43-46 (in Russ.).]
- Bill A. The aqueous humour drainage mechanism in the cynomolgus monkey (Macaca irus) with evidence for unconventional routes. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 1965; 4:911-919.
- Inomata H., Bill A., Smelser G.K. Unconventional routes of aqueous humor outflow in cynomolgus monkey (Macaca irus). Am. J. Ophthalmol. 1972;73(6):893-907.
- Tripathi R.C. Uveoscleral Drainage of aqueous humour. Exp Eye Res. 1977;25:305-308.
- Alm A., Kaufman P.L., Kitazawa Y. et al. Uveoscleral Outflow. Biology and Clinical Aspects. Mosby-Wolfe Medical Communications, Barcelona, 1998:99.
- Bill A. Conventional and uveoscleral drainage of queous cynomolgus monkey. Exp. Eye Res. 1966;5:45-54.
- Bill A., Phillips C.G. Uveo-scleral drainage of queous in human eyes. Exp. Eye Res. 1971; 12(3):275-281.
- Fatt I., Hedbus B.O. Flow of water in the sclera. Exp. Eye Res. 1970;10:243-249.
- Нестеров А.П., Черкасова И.Н. Экспериментальное исследование дополнительных путей оттока внутриглазной жидкости. Офтальмологический журнал. 1976;2:14-15 [Nesterov A.P., Cherkasova I.N. Experimental study of additional ways of intraocular fluid outflow. Ophthalmology Journal. 1976;2:14-15 (in Russ.).]
- Черкасова И.Н., Румянцева О.А. Исследование проницаемости склеры в эксперименте. Вестник офтальмологии. 1979;1:30-32 [Cherkasova I.N., Romyantseva O.A. Research of sclera permeability in experiment. Vestnik Ophthalmology. 1979;1:30-32 (in Russ.).]
- Нестеров А.П., Румянцева О.А., Черкасова И.Н. Экспериментальное определение функциональной роли различных путей оттока внутриглазной жидкости. Вестник офтальмологии. 1977;4:30-32 [Nesterov A.P., Romyantseva O.A., Cherkasova I.N. Experimental determination of the functional roles of the various ways the outflow intraocular fluid. Ophthalmology vestnik. 1977;4:30-32 (in Russ.).]
- Румянцева О.А. Компрессионно-тонометрические методы исследования в офтальмологии: Дисс. ... к.м.н. 1977:105-108 [Romyantseva O. A. Compression and tonometric methods of research in an ophthalmology. Dissertation for a degree of the candidate of medical sciences. 1977: 105-108 (in Russ.).]
- Косых Н.В., Логинов Н.Е., Хапрова Е.Г. Количественная оценка различных путей оттока внутриглазной жидкости в эксперименте. Офтальмология на рубеже веков: Сб. науч. ст. 2001:175-176 [Kosykh N.V., Loginov N.E., Haprova E.G. A quantitative assessment of various ways of intraocular liquid outflow in experiment. Ophthalmology on a frontier of centuries. 2001:175-176 (in Russ.).]
- Кулешова О.Н., Лазарева А.К., Айдагулова С.В., Диковская М.А., Ермакова О.В., Дулидова В.В., Глок М.А. Структурные особенности соединительной ткани склеры у повторно оперированных пациентов с первичной открытоугольной псевдоэкзофиалиевой глаукомой. Бюллетень СО РАМН. 2014;34(3):56-60 [Kuleshova O.N., Lazareva A.K., Aydagulova S.V., Dikovskaya M.A., Ermakova O.V., Dulidova V.V., Glok M.A. Structural features of sclera connecting tissue in repeatedly operated patients with primary open angle pseudo-exfoliative glaucoma. The Bulletin of the SO of Russian Academy of Medical Science. 2014;34(3):56-60 (in Russ.).]
- Айдагулова С.В., Нурланбаева А.Е., Гусаревич А.А., Фурсова А.Ж., Гусаревич О.Г. Экспрессия CD34 и фибронектина в склеральных лоскутах пациентов с рефрактерным течением первичной открытоугольной глаукомы. Фундаментальные исследования. 2014;10:1675-1679 [Aydagulova S.V., Nurlanbayeva A.E., Gusarevich A.A., Fursova A.Zh., Gusarevich O.G. Expressiya of CD34 and fibronectin in the scleral flaps of patients with a refractory primary open-angle glaucoma. Basic researches. 2014;10:1675-1679 (in Russ.).]
- Wang H., Keiser J.A. Vascular endothelial growth factor upregulates the expression of matrix metalloproteinases in vascular smooth muscle cells. Circ. Res. 1998;83:11-21.
- Волкова Н.В., Малышева Ю.В., Юрьева Т.Н. Классификационные ультрабиомикроскопические критерии состоятельности путей оттока внутриглазной жидкости после футулизирующей антиглаукоматозной операции. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2016;6:32-38 [Volkova N.V., Malysheva Yu.V., Yuryeva T.N. Classification ultrabimicroscopic criteria of a consistence of intraocular liquid outflow ways after fistulizing antiglaucomatous operation. The Bulletin of the east Siberian scientific center of the Siberian office of the Russian Academy of Medical Science 2016;6:32-38 (in Russ.).]
- Слонимский А.Ю., Алексеев И.Б., Долгий С.С., Коригодский А.Р. Новый биодеградируемый дренаж Глаутекс в хирургическом лечении глаукомы. Глаукома. 2012;4:55-59 [Slonimskiy A.Yu., Alekseev I.B., Long S.S., Korigodsky A.R. The new biodegraded drainage of Glauteks in surgical treatment of glaucoma. Glaucoma. 2012; 4:55-59 (in Russ.).]
- Авдеев Р.В., Захарова И.А., Черных Е.Н. Модификация глубокой склерэктомии в хирургии декомпенсированной глаукомы. Вестник новых медицинских технологий. 2010;27(2):86-87 [Avdeev R.V., Zakharova I.A., Chernykh E.N. Deep sklerectomy modification in the surgery of decompensated glaucoma. The Messenger of New medical technologies. 2010;27(2):86-87 (in Russ.).]
- Киселева О.А., Бессмертный А.М., Клейман А.П. Литературный обзор: профилактика рубцевания в хирургическом лечении глаукомы. Российский офтальмологический журнал. 2014;7(4):88-92 [Kiseleva O.A., Bessmertnyy A.M., Kleiman A. P. Literary review: prevention of scarring in surgical treatment of glaucoma. The Russian ophthalmologic Journal. 2014;7(4):88-92 (in Russ.).]
- Прохоренко В.Н., Радайкина М.В. Роль ингибиторов ангиогенеза в хирургическом лечении рефрактерной глаукомы. Сборник трудов конференции «Аспирантские чтения – 2015». 2015:98-100 [Prokhorenko V. N., Radaykin M. V. A role of angiogenesis inhibitors in surgical treatment of refractory glaucoma. The Collection of works of the Postgraduate Readings – 2015 conference. 2015:98-100 (in Russ.).]
- Forrester J.V., Wilkinson P.C. Inhibition of leukocyte locomotion by hyaluronic acid. J. Cell Science. 1981;48:315-331.
- Радаева И.Ф., Костина Г.А. Использование гиалуроновой кислоты при различных патологических состояниях. Химический фармацевтический журн. 1998;32:38-40 [Radayeva I. F., Kostina G. A. Use of hyaluronic acid in various pathological conditions. Chemical pharmaceutical Journal. 1998;32:38-40 (in Russ.).]
- Esson D.W., Neelakantan A., Iyer S.A., Blalock T.D. et al. Expression of connective tissue growth factor after glaucoma filtration surgery in a rabbit model. Investigative ophthalmology and visual science. 2004;45(2):485-491.
- Бакунина Н.А., Федоров А.А., Колесникова Л.Н. Способ уменьшения формирования рубцовой ткани после непроникающей глубокой склерэктомии. Глаукома. 2009;1:3-6 [Bakunina N.A., Fedorov A.A., Kolesnikova L.N. The method of reducing fibrous tissue formation after nonpenetrating deep sclerectomy. Glaucoma. 2009;1:3-6 (in Russ.).]
- Ивачев Е.А. Эффективность модифицированной непроникающей глубокой склерэктомии в лечении первичной открытоугольной глаукомы. Офтальмология. 2015;12(1):57-62 [Ivachev E. A. Efficiency of the modified nonpenetrating deep sclerectomy in treatment of primary open-angle glaucoma. Ophthalmology. 2015;12(1):57-62 (in Russ.).]
- Чеглаков В.Ю., Чеглаков Ю.А. Сравнение эффективности модификации непроникающей глубокой склерэктомии с имплантацией нового барьерного дренажа из гидрогеля у пациентов с рефрактерной глаукомой. Национальный журнал глаукома. 2011;3:40-45 [Cheglakov V.Yu., Cheglakov Yu.A. Comparison of efficiency of nonpenetrating deep sclerectomy modification with implantation of a new hydrogel barrier drainage in patients with refractory glaucoma. The National Journal glaucoma. 2011;3:40-45 (in Russ.).]

Сведения об авторе: Корчуганова Елена Александровна – к.м.н., старший научный сотрудник. ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России. 117997, Российская Федерация, Москва, ул. Островитянова, 1. **Контактная информация:** Корчуганова Елена Александровна, e-mail: korchuganovaelena@yandex.ru. **Прозрачность финансовой деятельности:** никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах. **Конфликт интересов отсутствует.** Статья поступила 02.11.2017.

About the author: Elena A. Korchuganova – PhD, Research Officer. Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov. 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russian Federation. **Contact information:** Elena A. Korchuganova, e-mail: korchuganovaelena@yandex.ru. **Financial Disclosure:** no author has a financial or property interest in any material or method mentioned. **There is no conflict of interests.** Received 02.11.2017.