

Роль лимфатической системы в увеосклеральном оттоке внутриглазной жидкости

В.В. Черных¹, Ю.И. Бородин³, Н.П. Бгатова³, А.Н. Трунов^{1, 4}, Н.С. Ходжаев², И.Б. Дружинин¹, А.В. Еремина¹, А.А. Пожидаева³, В.И. Коненков³

¹ Новосибирский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России;

² ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва;

³ ФГБНУ «НИИ клинической и экспериментальной лимфологии», Новосибирск;

⁴ ФГБНУ «НИИ экспериментальной и клинической медицины», Новосибирск

РЕФЕРАТ

Цель. Выявление и изучение организации структур, обеспечивающих лимфатический дренаж внутриглазной жидкости в передней камере глаза человека.

Материал и методы. В качестве объекта исследования были взяты фрагменты энуклеированных по медицинским показаниям глаз больных (n=5). Электронно-микроскопическое и иммуногистохимическое исследование тканей глаза.

Результаты. С помощью иммуногистохимического и электронно-микроскопического исследований выявлены органоспецифические лимфатические капилляры в цилиарном теле и показано наличие структурированных интерстициальных пространств – тканевых щелей, ограниченных коллагеновыми волокнами и фибробластами во всех структурах переднего сегмента глаза человека.

Выводы. Предлагается рассматривать лимфатический регион глаза, в котором на основании полученных данных выделены первые 2 звена – тканевые щели – прелимфатики и лимфатические капилляры цилиарного тела. Структурированность путей оттока внутриглазной жидкости может определять состояние трофики и дренажа структур глаза, внутриглазное давление и функцию органа зрения.

Ключевые слова: прелимфатики, органоспецифические лимфатические капилляры цилиарного тела, увеосклеральный отток. ■

Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.

Офтальмохирургия. – 2015. – № 2. – С. 74-79.

ABSTRACT

The role of the lymphatic system in the uveoscleral outflow of aqueous humor

V.V. Chernykh¹, Y.I. Borodin³, N.P. Bgatova³, A.N. Trunov^{1, 4}, N.S. Khodjayev², I.B. Druzhinin¹, A.V. Eremina¹, A.A. Pozhidaeva³, V.I. Konenkov³

¹ The Novosibirsk Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Novosibirsk;

² The S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow;

³ The Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology, Novosibirsk;

⁴ The Research Institute of Experimental and Clinical Medicine, Novosibirsk

Purpose. To identify and study an organization of structures providing the lymphatic drainage of aqueous humor in the anterior chamber of the human eye.

Material and methods. The eye fragments enucleated for medical reasons (n=5) were used as research objects. Electron microscopic and immunohistochemical study of eye tissues was carried out.

Results. The organ-specific lymphatic capillaries in the ciliary body and structured interstitial spaces – tissue gaps bounded by collagen fibers and fibroblasts in the anterior segment of the human eye were revealed by using immunohistochemical and electron microscopy studies.

Ophthalmosurgery. – 2015. – No. 2. – P. 74–79.

Conclusions. It is proposed to consider the lymphatic region of the eye where on the basis of the obtained data the first 2 links were allocated – tissue gaps – prelymphatics and lymphatic capillaries of the ciliary body. Structured pathways of aqueous humor outflow can determine the eye trophic and drainage status, intraocular pressure and the function of the ocular organ.

Key words: pre-lymphatics, the organ-specific lymphatic capillaries, uveoscleral outflow. ■

No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

Общезвестно, что повышенное внутриглазное давление (ВГД) является наиболее значимым фактором риска возникновения и развития глаукомы, а большинство лечебных мероприятий при глаукоматозном процессе направлены на его снижение за счет повышения оттока внутриглазной жидкости (ВГЖ).

Считается, что основной отток ВГЖ происходит через корneosклеральную часть трабекулярной сети, Шлеммов канал и далее через водяные вены, эпи- и интрасклеральные венозные сплетения поступает в системный кровоток [17]. При увеосклеральном пути оттока ВГЖ проходит в области основания радужной оболочки через увеосклеральную часть трабекулярной сети, интерстиций цилиарного тела в супра-хориоидальное пространство [13].

В настоящее время в научной литературе активно обсуждается роль свободнорадикальных процессов, нарушений местного иммунного реагирования, дисбаланса различных групп цитокинов, клеточных факторов роста и других биологически активных субстанций в патогенезе первичной открытоуголь-

ной глаукомы (ПОУГ), а также их влияние на развитие морфоструктурных нарушений в органе зрения, повреждение трабекулярного аппарата, процессы нейродегенерации, апоптоз клеток зрительного нерва и др. [3, 5, 6, 11, 14, 15, 20, 22-25]. Необходимо отметить, что многие продукты метаболизма и клеточного распада утилизируются в организме посредством протективной (лимфатической) системы [2].

Однако, основываясь на долгое время существовавшем представлении об отсутствии лимфатических сосудов в структурах глаза [8], возможная роль лимфатической системы органа зрения в целом и в увеосклеральном пути оттока в частности практически не обсуждалась [26].

После выявления молекулярных маркеров эндотелия лимфатических сосудов, таких как LYVE-1, Podoplanin (D2-40) и Prox-1, в цилиарном теле глаза человека были обнаружены лимфатические сосуды [9, 26].

Относительный вклад лимфатического пути оттока ВГЖ остается до конца не изученным. В научных исследованиях было показано, что че-

рез 15 минут после введения люминесцентных наносфер в переднюю камеру глаза овец, они выявлялись в просвете LYVE-1+-лимфатических каналов цилиарного тела. Через четыре часа после инъекции метку обнаруживали в шейном, заглоточном и подчелюстном лимфатических узлах. Эти данные указывают на присутствие лимфатических каналов в цилиарном теле глаза человека, и что жидкость и растворенные в ней вещества оттекают, по меньшей мере частично, через лимфатическую систему [13]. Это представляется логичным, учитывая, что, по мнению ряда авторов, ВГЖ по своим свойствам сходна с межтканевой (лимфатической) жидкостью, находящейся в интерстициальном пространстве [27].

По мнению ряда исследователей, открытие увеолимфатического пути оттока ВГЖ является весьма значимым для исследования механизмов развития глаукомы и других заболеваний глаза [26]. Однако дискуссия относительно существования лимфатических путей оттока и классификации «лимфатических сосудов» в структурах глаза продолжается [21].

Для корреспонденции:

Черных Валерий Вячеславович, профессор, докт. мед. наук, директор Новосибирского филиала ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России;

Дружинин Игорь Борисович, канд. мед. наук, врач-офтальмолог;

Еремина Алена Викторовна, мл. научн. сотрудник, врач-офтальмолог

Новосибирский филиал ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России

Адрес: 630096, Новосибирск, ул. Колхидская, 10

Ходжаев Назрулла Сагдуллаевич, профессор, докт. мед. наук, зам. ген. директора по организационной работе и инновационному развитию

ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России

Адрес: 127486, Москва, Бескудниковский б-р, 59а

Коненков Владимир Иосифович, профессор, академик РАН, докт. мед. наук, директор ФГБНУ «НИИ клинической и экспериментальной лимфологии»;

Бородин Юрий Иванович, профессор, академик РАН, докт. мед. наук, руководитель Центра эндозеологической реабилитации;

Бгатова Наталия Петровна, докт. биол. наук, профессор, зав. лабораторией ультраструктурных исследований;

Пожидаева Анастасия Алексеевна, мл. научн. сотрудник лаборатории ультраструктурных исследований

ФГБНУ «НИИ клинической и экспериментальной лимфологии»

Адрес: 630060, Новосибирск, ул. Тимакова, 2

E-mail: lymph@niikel.ru

Трунов Александр Николаевич, профессор, докт. мед. наук, зам. директора по научной работе Новосибирского филиала ФГБУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России; руководитель лаборатории иммунологии ФГБНУ «НИИ экспериментальной и клинической медицины»

Адрес: 630117, Новосибирск, ул. Тимакова, 2

ЦЕЛЬ

Выявить и изучить ультраструктурную организацию лимфатических структур цилиарного тела и интерстициальных путей циркуляции тканевой жидкости в структурах переднего сегмента глаза человека.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования были взяты фрагменты энуклеированных по плановым медицинским показаниям глаз ($n=5$). Энуклеация проводилась по поводу заболеваний, не влияющих на морфоструктурную организацию переднего отрезка глаза (злокачественные новообразования заднего отдела глаза).

У всех пациентов было получено информированное согласие на проведение операций и забор тканей глаза, а также использование данных исследования в научных целях.

Для проведения морфологического исследования полученные биологические образцы тканей глаза фиксировали в 10%-ном растворе нейтрального формалина, обрабатывали по стандартной гистологической методике и заливали в парафин.

Парафиновые срезы окрашивали гематоксилином и эозином, а также с использованием антител. Все этапы иммуногистохимической реакции (депарафинизация, демаскировка, инкубация с первичными антителами и т.д.) проводили в автоматическом режиме на аппарате BENCHMARK/XT (Ventana).

В исследовании использовали моноклональные антитела к маркерам эндотелиоцитов кровеносных сосудов CD31 и CD34 (Novocastro), лимфатических сосудов LYVE-1 (DCS ImmunoLine) и Prox-1 (Monosan), к маркерам рецепторов к фактору роста фибробластов FGFR-3 (Santa Cruz). Полученные препараты тканей глаза изучали в световом микроскопе «Leica DM», фотографировали с помощью компьютерной программы «Avigion».

Для исследования в электронном микроскопе образцы тканей глаза фиксировали в 1%-ном растворе OsO₄ на фосфатном буфере

(pH=7,4), дегидратировали в этиловом спирте возрастающей концентрации и заключали в эпон.

Из полученных блоков готовили полутонкие срезы толщиной 1 мкм на ультратоме Leica UC7/FC7, окрашивали толудиновым синим, изучали под световым микроскопом и выбирали необходимые участки тканей для исследования в электронном микроскопе.

Из отобранного материала получали ультратонкие срезы толщиной 35-45 нм, контрастировали насыщенным водным раствором уранилацетата и цитратом свинца и изучали в электронном микроскопе JEM 1400.

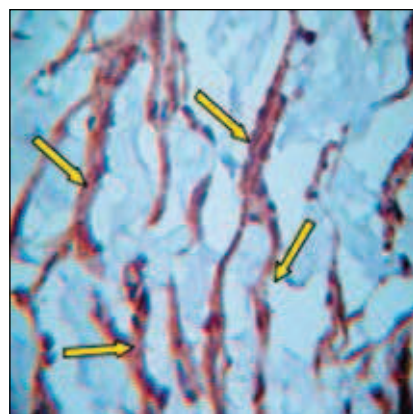
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для выявления лимфатических сосудов в цилиарном теле нами были использованы специфические маркеры эндотелиоцитов лим-

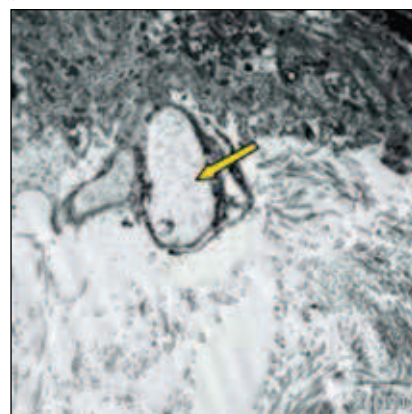
фатических сосудов LYVE-1 и Prox-1. При иммуногистохимическом окрашивании препаратов тканей глаза на данные маркеры в обоих случаях наблюдали подобие трабекул вдоль мышечных волокон цилиарного тела (рис. 1а).

При электронно-микроскопическом исследовании образцов было установлено, что вдоль мышечных волокон цилиарного тела располагаются клетки с небольшим содержанием органелл в вытянутых узких участках цитоплазмы, имеющие межклеточные контакты типа наложения и открытые межклеточные контакты (рис. 1б).

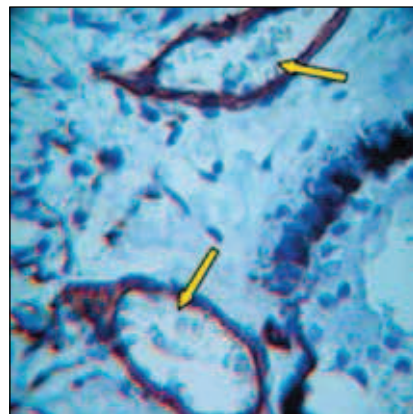
Мы считаем, что данные структуры являются лимфатическими капиллярами в связи с тем, что они образуют каналы, преимущественно вдоль мышечного волокна цилиарного тела, окрашиваются на маркеры эндотелиоцитов лимфатических сосудов LYVE-1 и Prox-1 (см. рис. 1б). Они не окрашивались на



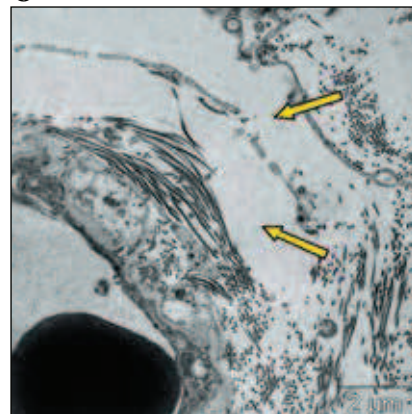
а



б



в



г

Рис. 1. Структура цилиарного тела: а) Prox-1+лимфатические капилляры вдоль мышечных волокон цилиарного тела. Увеличение 10х40; б) лимфатический капилляр около гладкомышечного волокна цилиарного тела. Увеличение х8000; в) CD31+кровеносные сосуды в цилиарном теле глаза человека. Увеличение 10х40; г) межтканевые щели в цилиарном теле, ограниченные коллагеновыми фибриллами и фибробластами. Увеличение х8000

маркеры кровеносных сосудов CD31 и CD34 и не имели базальной мембраны. Кроме того, они контактировали с коллагеновыми фибриллами (см. рис. 1б), которые, по-видимому, играют роль стропных структур и не окрашивались на маркер к рецептору фибробластов FGFR-3, хотя сходны по структуре с отростками фибробластов, но отличаются от фибробластов структурой ядра и наличием микропиноцитозных везикул в цитоплазме.

В научной литературе последних лет мы встретили две публикации, в которых при использовании молекулярных маркеров к эндотелию лимфатических сосудов методами иммуногистохимии, иммунофлуоресценции и иммуноэлектронной микроскопии в цилиарном теле выявлены структуры, окрашивающиеся на молекулярные маркеры эндотелиоцитов лимфатических сосудов – LYVE-1 и Podoplanin [8, 26]. Авторы описывают данные структуры как

образующие трабекулы в цилиарном теле, расположенные в виде узких полосок вдоль цилиарной мышцы и иногда лежащие отдельно в строме цилиарного тела. Электронно-микроскопическими исследованиями были выявлены плоские клетки с тонкими цитоплазматическими выростами [26]. Они не окрашивались на маркеры эндотелия кровеносных сосудов (CD34) и не имели базальной мембраны [9]. Данные структуры были охарактеризованы как лимфатические каналы.

Описанные авторами структуры соответствуют выявленным нами в цилиарном теле каналам, образованным фибробластоподобными клетками, расположенными вдоль мышечного волокна и редко одиночно в строме цилиарного тела.

В связи с вышеизложенным, представленные данные представляют несомненный интерес для научной литературы, свидетельствующие о способности фибробластов при определенных ус-

ловиях окрашиваться на маркеры к рецепторам факторов роста сосудов (VEGF-C и VEGF-D), регулирующим рост лимфатических сосудов [16], на маркер эндотелия лимфатических сосудов (Podoplanin) [17], а также о функциональной взаимосвязи между фактором роста фибробластов FGF2 и LYVE-1 [19].

Исходя из этих данных, выявленные нами фибробластоподобные клетки, по-видимому, можно рассматривать как аналоги эндотелия лимфатических капилляров в цилиарном теле, а образованные ими каналы – аналоги лимфатических капилляров, имеющие органоспецифические особенности, которые собирают тканевую жидкость из сосудистой, частично ВГЖ (тканевая жидкость), бессосудистой зоны глаза, а также продукты метаболизма для направленного транспорта в лимфатическую систему, а затем в кровотоки.

Кровеносные сосуды цилиарного тела имели иную форму и локализацию. Окрашивание препаратов на маркеры эндотелиоцитов кровеносных сосудов CD31 и CD34 показало, что строма цилиарного тела равномерно пронизана кровеносными сосудами. Наиболее крупные по размерам капиллярные сосуды были расположены у основания цилиарных отростков (рис. 1в).

В цилиарном теле были выявлены и интерстициальные пространства различного размера и электронной плотности, ограниченные коллагеновыми фибриллами, волокнами, фибробластами и их отростками (рис. 1г). Обращала внимание структурированность интерстициального пространства – направленность коллагеновых волокон, фибробластов и их отростков была как вдоль пучков гладкомышечных волокон, так и к цилиарным отросткам.

Структурированность интерстициального пространства отмечали также в строме радужной оболочки, в которой интерстициальные щели окружали сосуды и располагались параллельными рядами вдоль органа и также, как и в цилиарном теле, были ограничены коллагеновыми волокнами и фибробластами (рис. 2).

В склере и роговице глаза также отмечали упорядоченное располо-

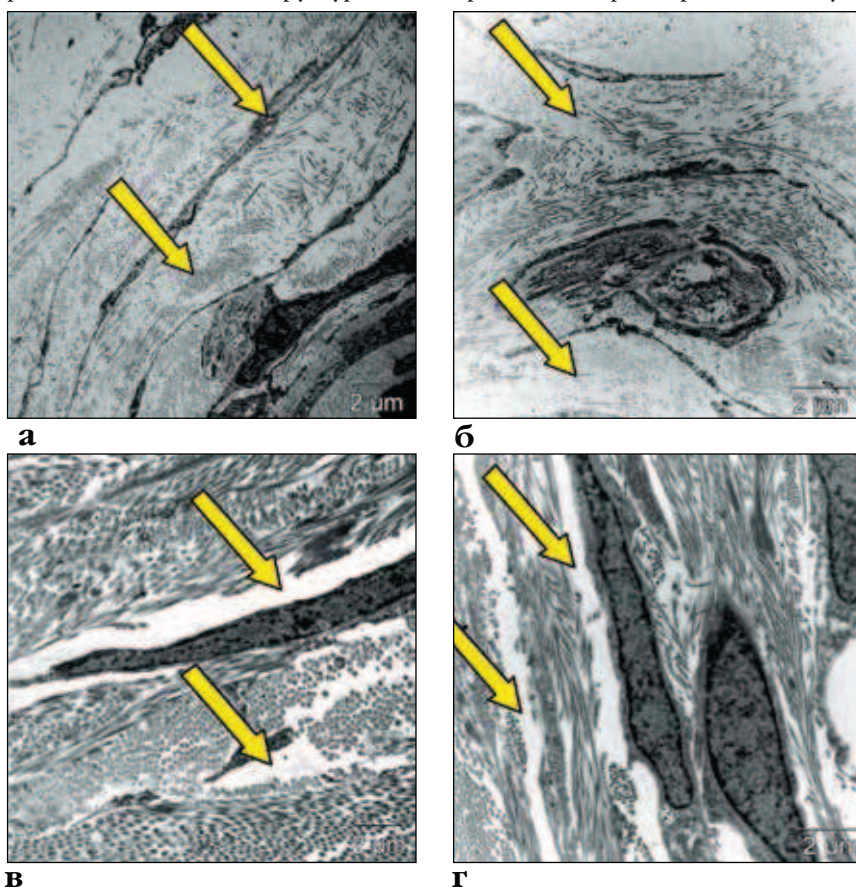


Рис. 2. Структура интерстициальных пространств в передней камере глаза: а) наличие коллагеновых фибрилл и фибробластов в перикапиллярном пространстве в радужной оболочке. Увеличение $\times 10000$; б) интерстициальные пространства в строме радужной оболочки. Увеличение $\times 10000$; в) межтканевые щели в структуре роговицы. Увеличение $\times 15000$; г) межтканевые щели в склере, ограниченные коллагеновыми фибриллами и фибробластами. Увеличение $\times 15000$

жение коллагеновых волокон и фибробластов. Между пучками коллагеновых волокон были расположены электронно-светлые пространства, в которых находились фибробласты и их длинные отростки. Отростки фибробластов располагались параллельно направлению пучков коллагеновых волокон (см. рис. 2).

По мнению ряда авторов, лимитирующей стадией в увеосклеральном оттоке может быть состояние цилиарной мышечной ткани [4, 7].

Показано, что сокращение цилиарной мышцы уменьшает, а релаксация увеличивает увеосклеральный отток [7]. Наличие лимфатических капилляров вдоль мышечных волокон цилиарного тела может быть одним из факторов изменения увеосклерального оттока при сократительной активности цилиарной мышцы. Сокращение мышечных волокон приводит, по-видимому, к пульсирующим движениям стенки лимфатических капилляров и продвижению ВГЖ по лимфатическим путям.

В научной литературе имеются данные, что регуляция увеосклерального оттока возможна путем воздействия на холинэргические рецепторы. Показано, что адреналин увеличивает увеосклеральный отток, скорее всего, путем стимулирования Beta (2) адренергических рецепторов. Простагландин F (2-альфа) и аналоги простагландина F (2-альфа) эффективно снижают внутриглазное давление за счет увеличения увеосклерального оттока. Таким образом, по мнению авторов, возможно усиливать отток через увеосклеральный путь, что может являться значимым вкладом в лечение глаукомы, хотя по-прежнему ограничено понимание его физиологической роли [7].

Обсуждая особенности увеосклерального пути оттока ВГЖ, можно предположить, что он может быть рассмотрен аналогично лимфодренажу тканевой жидкости в других органах и поддерживать метаболические (трофические) процессы в органе зрения, поскольку в ВГЖ присутствуют белковые субстанции, крупномолекулярные коллоидные и кристаллоидные растворы, липиды, а также продукты метаболизма. Указанное предположение в целом со-

ответствует заключениям сделанных исследований [12, 13].

Таким образом, нами с помощью иммуногистохимического и электронно-микроскопического исследования выявлены лимфатические капилляры в цилиарном теле. Кроме того, показано наличие структурированных интерстициальных пространств – тканевых щелей, ограниченных коллагеновыми волокнами и фибробластами во всех структурах переднего сегмента глаза человека. По терминологии Földi M. (1999), тканевые щели, содержащие тканевую жидкость, являются путями несосудистой микроциркуляции в интерстиции – прелимфатиками. Они находятся вблизи кровеносных сосудов, располагаются экстра- или интраадвентициально, либо окружают лимфатические капилляры [10]. Следовательно, тканевая жидкость течет по структурированным интерстициальным пространствам – прелимфатикам.

Согласно нашим представлениям о лимфатическом регионе, включающем несосудистые пути движения тканевой жидкости – прелимфатики, лимфатические сосуды и регионарные лимфатические узлы [1], можно говорить о лимфатическом регионе глаза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В структуре лимфатического региона глаза, на основании наших данных, мы выделяем первые два звена: тканевые щели – прелимфатики и органоспецифические лимфатические сосуды цилиарного тела. Далее следуют лимфатические сосуды мягких покровов головы, 3-м звеном лимфатического региона являются лимфатические узлы головы и шеи.

Полученные результаты, вероятно, свидетельствуют о том, что в дренажной системе глаза существует несколько механизмов оттока ВГЖ, направленных на поддержание различных звеньев гомеостаза органа зрения. Первый представлен трабекулярной сетью, Шлеммовым каналом и водяными венами, сбрасывающими ВГЖ непосредственно в кровотоки. Второй механизм включает три звена стандартного лимфа-

тического региона: тканевые щели цилиарного тела (прелимфатики), лимфатические капилляры цилиарного тела и лимфатические сосуды мягких покровов головы, регионарные лимфатические узлы головы и шеи, что позволяет рассматривать данный механизм оттока ВГЖ как отток через протективную (лимфатическую) систему, вероятно, с целью утилизации продуктов метаболизма и клеточной деструкции.

Вероятно, степень структурированности и нарушение функционального состояния увеосклерального (увеолимфатического) путей оттока ВГЖ во многом определяют выраженность трофических и метаболических нарушений в механизмах развития глаукоматозного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бородин Ю.И. Лимфатический регион и регионарная лимфодетоксикация // Хирургия. Морфология. Лимфология. – 2004. – Т. 1, № 2. – С. 5-6.
2. Бородин Ю.И., Коненков В.И., Любарский М.С. Лимфология. – Новосибирск, 2011. – 566 с.
3. Еричев В.П., Егоров Е.А. Патогенез первичной открытоугольной глаукомы // Вестн. офтальмологии. – 2014. – Т. 130, № 6. – С. 98-105.
4. Золотарев А.В., Карлова Е.В., Лебедев О.И., Столяров Г.М. Медикаментозная активация увеосклерального оттока внутриглазной жидкости при глаукоме: патогенетические аспекты // Вестн. офтальмологии. – 2013. – Т. 129, № 4. – С. 83-87.
5. Черных В.В., Ходжаев Н.С., Тахчиди Е.Х. и др. Особенности патогенеза начальной стадии первичной открытоугольной глаукомы, значимость иммунновоспалительного процесса // Офтальмохирургия. – 2011. – № 2. – С. 50-53.
6. Черных В.В., Шваюк А.П., Горбенко О.М. и др. Особенности патогенеза начальной и развитой стадии первичной открытоугольной глаукомы // Аллергология и иммунология. – 2006. – № 1. – С. 28-31.
7. Alm A., Nilsson S.F. Uveoscleral outflow-a review // Exp. Eye Res. – 2009. – Vol. 88, № 4. – P. 760-768.
8. Bill A. Blood circulation and fluid dynamics in the eye // Physiological Reviews. – 1975. – Vol. 55, № 3. – P. 383-417.
9. Birke K., Lütjen-Drecoll E., Kerjaschki D., Birke M.T. Expression of Podoplanin and Other Lymphatic Markers in the Human Anterior Eye Segment // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2010. – Vol. 51, № 1. – P. 344-354.

10. Fèl'di M. The brain and the lymphatic system revisited // *Lymphology*. – 1999. – Vol. 32, № 2. – P. 40-44.
11. Huang P., Qi Y., Xu Y.S. I Serum cytokine alteration is associated with optic neuropathy in human primary open angle glaucoma // *J. Glaucoma*. – 2010. – Vol. 19, № 5. – P. 324-330.
12. Goel M., Picciani R., Lee R., Bhat-tacharya S. Aqueous Humor Dynamics: A Review // *Open Ophthalmol. J.* – 2010. – № 4. – P. 52-59.
13. Kim M., Johnston M.G., Gupta N. et al. A model to measure lymphatic drainage from the eye // *Exp. Eye Res.* – 2011. – Vol. 93, № 5. – P. 586-591.
14. Ko M.L., Peng P.H., Hsu S.Y., Chen C.F. et al. Dietary deficiency of vitamin E aggravates retinal ganglion cell death in experimental glaucoma of rats // *Curr. Eye Res.* – 2010. – Vol. 35, № 9. – P. 842-849.
15. Luo C., Yang X., Kain A.D. et al. Glaucomatous tissue stress and the regulation of immune response through glial Toll-like receptor signaling // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2010. – Vol. 51, № 11. – P. 5697-5707.
16. Moustou A.E., Alexandrou P., Strati-gos A.J. et al. Expression of lymphatic markers and lymphatic growth factors in psoriasis before and after anti-TNF treatment // *An. Bras. Dermatol.* – 2014. – Vol. 89, № 6. – P. 891-897.
17. Nakao S., Hafezi-Moghadam A., Ishibashi T. Lymphatics and Lymphangiogenesis in the Eye // *J. Ophthalmol.* – 2012. – Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3317234>.
18. Platonova N., Miquel G., Regenfuss B. et al. Evidence for the interaction of fibroblast growth factor-2 with the lymphatic endothelial cell marker LYVE-1 // *Blood*. – 2013. – Vol. 121, № 7. – P. 1229-1237.
19. Pula B., Wojnar A., Witkiewicz W. et al. Podoplanin expression in cancer-associated fibroblasts correlates with VEGF-C expression in cancer cells of invasive ductal breast carcinoma // *Neoplasma*. – 2013. – Vol. 60, № 5. – P. 516-524.
20. Saccà S.C., Izzotti A. Oxidative stress and glaucoma: injury in the anterior segment of the eye // *Prog. Brain Res.* – 2008. – Vol. 173. – P. 385-407.
21. Schroedl F., Kaser-Eichberger A., Schlereth S.L. et al. Consensus statement on the immunohistochemical detection of ocular lymphatic vessels // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2014. – Vol. 55, № 10. – P. 6440-6442.
22. Shifera A.S., Trivedi S., Chau P. et al. Constitutive secretion of chemokines by cultured human trabecular meshwork cells // *Exp. Eye Res.* – 2010. – Vol. 91, № 1. – P. 42-47.
23. Tezel G. The role of glia, mitochondria, and the immune system in glaucoma // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2009. – Vol. 50, № 3. – P. 1001-1012.
24. Xu S.L., Gao Z.Z., Wang Y. et al. Expression of matrix metalloproteinases and inhibitors on the scleral tissue of lamina cribrosa in rat with experimental chronic ocular hypertension // *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. – 2009. – Vol. 45, № 3. – P. 260-265.
25. Yu A.L., Birke K., Moriniere J., Welge-Lüssen U. TGF-beta2 induces senescence-associated changes in human trabecular meshwork cells // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2010. – Vol. 51, № 11. – P. 5718-5723.
26. 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. – Vol. 89, № 5. – P. 810-809.
27. Watanabe Y., Hamanaka T., Takemura T., Murakami A. Involvement of platelet coagulation and inflammation in the endothelium of Schlemm's canal // *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* – 2010. – Vol. 51, № 1. – P. 277-283.

Поступила 21.04.2015

КНИГИ

Канюков В.Н., Стадников А.А., Трубина О.М., Рахматуллин Р.Р., Яхина О.М.

Гистозэквивалент биопластического материала в офтальмологии



Гистозэквивалент биопластического материала в офтальмологии: Монография / Канюков В.Н., Стадников А.А., Трубина О.М., Рахматуллин Р.Р., Яхина О.М. – М.: Изд-во «Офтальмология», 2014. – 176 с.

В монографии рассмотрены вопросы регенерации роговицы в условиях применения наноструктурированного биопластического материала на основе гиалуроновой кислоты. Представлено гисто- и органобластическое влияние данного гистозэквивалента как на неизмененную роговицу, так и при механическом и химическом ее повреждениях. Приведено морфофункциональное подробное описание методики аппликации биоматериала, при этом особое внимание уделено гисто- и цитологическому описанию экспериментальной модели химического ожога роговицы у кроликов.

Монография предназначена для врачей-офтальмологов, пластических хирургов, морфологов, преподавателей, аспирантов и студентов медицинских и биологических вузов.

Адрес издательства «Офтальмология»: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.
Тел.: 8 (499) 488-89-25. Факс: 8 (499) 488-84-09.
E-mail: publish_mntk@mail.ru