

АССОЦИАЦИЯ СИСТЕМНОГО КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА С РАЗВИТИЕМ КАТАРАКТЫ

Османов Р.Э., Фабрикантов О.Л.

Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения РФ, г. Тамбов, Россия

Резюме. Среди причин нарушения зрения катаракта занимает значительный удельный вес, что указывает на необходимость изучения причин ее развития, в структуре которых в последние годы отводится важная роль нарушению иммунорегуляторных реакций. Однако участие составляющих системного клеточного иммунитета в формировании различных форм катаракты остается практически неизвестным. Цель исследования — изучение ассоциации параметров системного клеточного иммунитета с развитием зрелой ядерной катаракты. На базе Тамбовского филиала МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Федорова» в 2019–2020 гг. проведено изучение основных субпопуляций иммунных клеток в крови у 63 пациентов в возрасте 60–84 лет, страдающих зрелой ядерной катарактой, составивших основную группу. Контролем служили 47 пациентов в возрасте от 60 до 84 лет с отсутствием офтальмологических заболеваний в анамнезе и в момент обследования. Определены кластера дифференцировки клеток осуществлены статистически значимое снижение абсолютного количества $CD19^+$ до $0,18 \pm 0,03 \times 10^9/\text{л}$ у пациентов основной группы против $0,42 \pm 0,05 \times 10^9/\text{л}$ в контрольной группе, относительного числа $CD19^+$ до $8,36 \pm 1,1\%$ против $19,64 \pm 1,3\%$ соответственно, абсолютного содержания $CD3^+$ до $0,92 \pm 0,08 \times 10^9/\text{л}$ против $1,57 \pm 0,06 \times 10^9/\text{л}$ соответственно. Напротив, в крови больных со зрелой ядерной катарактой существенно возросло абсолютное число $CD56^+$ до $0,27 \pm 0,02 \times 10^9/\text{л}$ по сравнению с $0,15 \pm 0,03 \times 10^9/\text{л}$ в группе возрастного контроля. Величины относительного риска статистически значимы и наиболее высокие выявлены для кластера $CD19^+$ и $CD3^+$, составившие соответственно для абсолютного числа 3,237 и 2,954, а относительного числа 1,952 и 2,748. Это позволяет утверждать, что развитие зрелой ядерной катаракты ассоциируется прежде всего со снижением абсолютного и относительного содержания В- и Т-лимфоцитов на системном уровне, что может иметь практическое значение при использовании в качестве иммунологических маркеров ядерной катаракты.

Ключевые слова: катаракта, системный иммунитет, клеточный иммунитет

ASSOCIATION OF SYSTEMIC CELLULAR IMMUNITY WITH THE DEVELOPMENT OF CATARACT

Osmanov R.E., Fabrikantov O.L.

S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov Branch, Tambov, Russian Federation

Abstract. Among the causes of visual impairment, cataract occupies a significant proportion, which indicates a need for studying the causes of its development. Over recent years, an important role has been given to impaired immunoregulatory reactions in its genesis. So far, however, participation of systemic cellular immunity in

Адрес для переписки:

Османов Руслан Эседуллаевич
Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК
«Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения РФ
392000, Россия, г. Тамбов, Рассказовское шоссе, 1.
Тел.: 8 (910) 740-96-13.
E-mail: vitalaxen@mail.ru

Address for correspondence:

Osmanov Ruslan E
S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution,
Tambov Branch
392000, Russian Federation, Tambov,
Rasskazovskoe highway, 1.
Phone: 7 (910) 740-96-13.
E-mail: vitalaxen@mail.ru

Образец цитирования:

Р.Э. Османов, О.Л. Фабрикантов «Ассоциация системного клеточного иммунитета с развитием катаракты» // Медицинская иммунология, 2022. Т. 24, № 2. С. 295–300. doi: 10.15789/1563-0625-AOS-2454
© Османов Р.Э., Фабрикантов О.Л., 2022

For citation:

R.E. Osmanov, O.L. Fabrikantov «Association of systemic cellular immunity with the development of cataract», Medical Immunology (Russia)/Meditsinskaya Immunologiya, 2022, Vol. 24, no. 2, pp. 295–300.
doi: 10.15789/1563-0625-AOS-2454
DOI: 10.15789/1563-0625-AOS-2454

occurrence of different clinical types of cataract remains poorly known. The aim of the present study was to assess association between parameters of systemic cellular immunity and development of mature nuclear cataract. On the basis of IRTC "S.N. Fedorov Eye Microsurgery Center" (Tambov Branch), a study of major immune cells subpopulations in peripheral blood was performed over 2019–2020 in 63 patients aged 60–84 years, suffering from mature nuclear cataract (the study group). The control group consisted of 47 patients aged 60 to 84 years without ocular disorders in the history and at the time of examination. The evaluation of differentiated cell clusters was carried out with BD FACS Canto II flow cytometer. As a result, a statistically significant decrease in the absolute number of CD19⁺ to $0.18 \pm 0.003 \times 10^9/L$ was revealed in the patients from the main group *versus* $0.42 \pm 0.05 \times 10^9/L$ in controls; the relative number of CD19⁺ was decreased to $8.36 \pm 1.1\%$ *versus* $19.64 \pm 1.3\%$, respectively, along with absolute content of CD3⁺ cells of $0.92 \pm 0.08 \times 10^9/L$ *versus* $1.57 \pm 0.06 \times 10^9/L$ in controls. On the contrary, the absolute number of CD56⁺ in the patients with mature nuclear cataract was significantly increased to $0.27 \pm 0.02 \times 10^9/L$ compared to $0.15 \pm 0.03 \times 10^9/L$ in the age control group. The relative risk values are statistically significant, and the highest levels were found for CD19⁺ and CD3⁺ cell clusters, which were 3.237 and 2.954 for the absolute number, and 1.952 and 2.748, for the relative number, respectively. These findings suggest that development of a mature nuclear cataract is associated primarily with a decrease in absolute and relative contents of B and T lymphocytes at the systemic level, which may be of practical importance when used as immunological markers of nuclear cataract.

Keywords: cataract, systemic immunity, cellular immunity

Введение

Катаракта — самая распространенная причина слепоты в мире, на которую приходится 50–80% случаев слепоты, и особенно в развивающихся странах [11, 15]. Согласно недавно опубликованным данным во всемирно авторитетном журнале Lancet, в мире насчитывается 17 миллионов слепых вследствие катаракты, что существенно выше, чем вследствие других офтальмологических заболеваний [10]. Катаракта существенно ограничивает социальную и бытовую активность пациентов, снижает качество жизни [3, 7].

Катаракта представляет возрастассоциированное заболевание, и возраст рассматривается как один из ведущих факторов риска [3, 11], но в последние годы в развитии катаракты активно изучается воспалительный компонент [8], медиаторами которого выступают иммунологические реакции, обусловленные цитокинами, клеточным и гуморальным иммунитетом как на системном, так и на локальном уровнях. При этом более исследованными среди иммунологических механизмов развития катаракты являются цитокины [1]. В отдельных публикациях, основанных на ограниченном числе проанализированных интерлейкинов, указывается на их важную роль в формировании катаракты и прежде таких цитокинов крови, как IL-1 β , TNF α [8], а в отдельных работах [8] показано значение IL-4 и IL-6 в генезе обсуждаемой офтальмопатологии.

Однако участие представителей системного клеточного иммунитета в формировании зрелой катаракты рассматривается крайне редко и некоторые результаты противоречивы и нуждаются в уточнении. Поэтому изучение показателей клеточного иммунитета крови у пациентов старшего возраста с зрелой ядерной катарактой, представляющей наиболее распространенную форму катаракты, следует считать актуальной научно-практической задачей медицинской иммунологии и офтальмологии.

Цель исследования — изучение ассоциации параметров системного клеточного иммунитета с развитием зрелой ядерной катаракты.

Материалы и методы

Клиническое исследование проведено в Тамбовском филиале МНТК «Микрохирургия глаза имени академика С.Н. Федорова» в 2019–2020 годах среди 63 пациентов в возрасте 60–84 лет, страдающих зрелой ядерной катарактой, составивших основную группу. Контролем служили 47 пациентов аналогичного возраста, не имеющих офтальмологической патологии на момент обследования и в анамнезе.

Всем пациентам обеих групп выполнено полное офтальмологическое обследование. Острота зрения определялась с помощью таблицы Снеллена, размещенной на расстоянии 6 метров, и проводилось двухкратное тестирование остроты зрения без коррекции и максимально скорректированной остроты зрения. У всех пациентов определена объективная и субъективная рефракция для выявления наличия или отсутствия аномалий рефракции. Кроме того, оценивались движения глазного яблока и функция зрачка. Обследование с помощью щелевой лампы проводилось для просмотра структур переднего и заднего сегментов глаза, а также применялась прямая и непрямая фундоскопия. Пациентам также выполнялась оптическая когерентная томография на аппарате DRI OCT Triton, Topson.

Забор периферической крови осуществлялся в утреннее время, натощак с использованием специальной пробирки Vacuette с антикоагулянтom. Затем кровь анализировали с использованием проточного цитометра Becton Dickinson FACS Canto II (BD Biosciences). При выполнении иммунофенотипированных клеток определяли их абсолютное и относительное число с применением соответствующих моноклональных антител.

При обработке результатов исследования использовалось программное обеспечение пакета

Statistica 10.0 с расчетом среднеарифметических величин и их ошибок. Для выявления ассоциации изученных показателей системного клеточного иммунитета производился расчет относительного риска по общепринятой методике [4]. Для оценки достоверности различий применялась критерии множественности сравнений — Краскела—Уоллиса и Манна—Уитни. Соответствие характера распределения количественных признаков нормальности распределения проведено по критерию Шапиро—Уилка. Статистически значимым принималось различие менее 0,05.

Исследование проведено с соблюдением этических норм и принципов Хельсинкской декларации.

Результаты

Среди пациентов системного клеточного иммунитета у пациентов, страдающих зрелой ядерной катарактой, наиболее выраженные изменения присущи содержанию В-лимфоцитов (CD19⁺) (табл. 1). Это относится как к абсолютному количеству В-лимфоцитов крови, так и их относительному со статистически значимым различием в обоих случаях. Абсолютное и относительное содержание субпопуляции В-лимфоцитов в крови при развитии зрелой ядерной катаракты статистически значимо и максимально уменьшилось по отношению ко всем

другим анализируемым субпопуляциям клеток, причем в равной степени для абсолютного числа и относительного содержания CD19⁺. Значительно у пациентов с наличием ядерной катаракты на системном уровне снизилось абсолютное число общей популяции Т-лимфоцитов по сравнению с пациентами аналогичного возраста, не имевших на момент обследования и в анамнезе каких-либо офтальмологических заболеваний. Статистически значимо, но в меньшей степени у пациентов с наличием зрелой ядерной катаракты уменьшилось относительное содержание общего кластера Т-лимфоцитов (CD3⁺), чем абсолютное количество этих иммунных клеток. Указанные выше изменения системного клеточного иммунитета привели к статистически значимому уменьшению иммунорегуляторного индекса у пациентов, страдающих зрелой ядерной катарактой, по сравнению с группой возрастного контроля.

Развитие зрелой ядерной катаракты, как свидетельствуют полученные результаты, сопровождается статистически значимым уменьшением абсолютного числа CD45⁺. Наряду с этим на системном уровне среди рассматриваемых параметров клеточного иммунитета установлено статистически значимое повышение абсолютного и относительного числа кластера CD56⁺, т.е. натуральных киллеров и особенно сказанное относительно к абсолютному содержанию CD56⁺ в крови. Содержание CD4⁺ и CD8⁺ как в абсолютных

ТАБЛИЦА 1. ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМНОГО КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У ПАЦИЕНТОВ СО ЗРЕЛОЙ ЯДЕРНОЙ КАТАРАКТОЙ (M±m)

TABLE 1. PARAMETERS OF SYSTEMIC CELL IMMUNITY IN PATIENTS WITH A MATURE NUCLEAR CATARACT (M±m)

Показатель системного клеточного иммунитета, единица измерения Indicator of systemic cellular immunity, unit of measurement	Пациенты со зрелой ядерной катарактой Patients with mature nuclear cataract	Пациенты без офтальмологических заболеваний Patients without ophthalmic diseases	p
CD45 ⁺ , × 10 ⁹ /л CD45, × 10 ⁹ /L	1,54±0,12	1,98±0,14	0,0029
CD3 ⁺ , × 10 ⁹ /л CD3, × 10 ⁹ /L	0,92±0,08	1,57±0,06	0,0013
CD3 ⁺ , %	63,54±2,00	74,69±1,80	0,0019
CD4 ⁺ , × 10 ⁹ /л CD4 ⁺ , × 10 ⁹ /L	0,81±0,22	0,72±0,15	0,1985
CD4 ⁺ , %	40,28±2,10	43,51±2,40	0,1692
CD8 ⁺ , × 10 ⁹ /л CD8 ⁺ , × 10 ⁹ /L	0,51±0,13	0,37±0,12	0,2574
CD8 ⁺ , %	23,60±1,70	22,85±1,50	0,3420
Иммунорегуляторный индекс, усл. ед. Immunoregulatory index, c. u.	1,59±0,09	1,95±0,11	0,0037
CD19 ⁺ , × 10 ⁹ /л CD19 ⁺ , × 10 ⁹ /L	0,18±0,03	0,420±0,005	0,0028
CD19 ⁺ , %	8,36±1,10	19,64±1,30	0,0013
CD56 ⁺ , × 10 ⁹ /л CD56 ⁺ , × 10 ⁹ /L	0,27±0,02	0,15±0,03	0,0024
CD56 ⁺ , %	15,44±1,40	11,23±0,90	0,0047

ТАБЛИЦА 2. ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ РИСК ДЛЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМНОГО КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У ПАЦИЕНТОВ СО ЗРЕЛОЙ ЯДЕРНОЙ КАТАРАКТОЙ

TABLE 2. RELATIVE RISK FOR SYSTEMIC CELLULAR IMMUNITY INDICATORS IN PATIENTS WITH MATURE NUCLEAR CATARACT

Показатель системного клеточного иммунитета, единица измерения Indicator of systemic cellular immunity, unit of measurement	Относительный риск Relative risk	Доверительный интервал Confidence interval	p
CD45⁺, × 10⁹/л CD45, × 10 ⁹ /L	1,861	1,549-2,475	0,0018
CD3⁺, × 10⁹/л CD3, × 10 ⁹ /L	2,954	2,728-3,451	0,0009
CD3⁺, %	2,748	2,690-3,055	0,0012
CD4⁺, × 10⁹/л CD4 ⁺ , × 10 ⁹ /L	0,756	0,531-0,947	0,283
CD4⁺, %	0,627	0,326-0,814	0,341
CD8⁺, × 10⁹/л CD8 ⁺ , × 10 ⁹ /L	0,583	0,319-0,702	0,262
CD8⁺, %	0,322	0,115-0,489	0,218
Иммунорегуляторный индекс, усл. ед. Immunoregulatory index, c. u.	1,623	1,487-1,938	0,0021
CD19⁺, × 10⁹/л CD19 ⁺ , × 10 ⁹ /L	3,548	3,321-3,867	0,0006
CD19⁺, %	3,237	3,054-3,592	0,0008
CD56⁺, × 10⁹/л CD56 ⁺ , × 10 ⁹ /L	1,952	1,637-2,316	0,0019
CD56⁺, %	1,408	1,235-1,748	0,0027

величинах, так и в относительных величинах у больных со зрелой ядерной катарактой по сравнению с лицами того же возраста с отсутствием офтальмологической патологии в анамнезе и в настоящее время на системном уровне не имело статистически значимых различий.

Таким образом, при сформировавшейся зрелой ядерной катаракте в крови пациентов происходит значительное уменьшение абсолютного и относительного количества В-лимфоцитов и в меньшей степени снижение абсолютного числа лимфоцитов, абсолютного и относительного содержания Т-лимфоцитов, снижение иммунорегуляторного индекса при одновременном повышении абсолютного и относительного количества естественных киллеров.

Определение ассоциации формирования зрелой ядерной катаракты с установленными изменениями параметров системного клеточного иммунитета посредством расчета величин относительного риска свидетельствует о наибольшем вкладе снижения абсолютного и относительного числа В-лимфоцитов с более высокой величиной относительного риска для первого (табл. 2).

Снижение в крови абсолютного количества кластера CD19⁺ повышает вероятность развития зрелой ядерной катаракты в 3,548 раза, что максимально по отношению ко всем другим изученным кластерам. Высокий риск развития зре-

лой ядерной катаракты значительно повышается при снижении абсолютного и относительного содержания Т-лимфоцитов. Существенно ниже влияние общей популяции лимфоцитов на формирование обсуждаемой офтальмологической патологии. Снижение величины иммунорегуляторного индекса статистически значимо увеличивает риск развития ядерной катаракты.

Формирование зрелой ядерной катаракты также ассоциируется с повышением абсолютного и относительного количества в крови субпопуляции CD56⁺. При этом влияние повышенного абсолютного количества натуральных киллеров более существенно, чем относительное содержание данной субпопуляции в крови. Вместе с тем не установлено ассоциации абсолютно-го и относительного содержания Т-хелперов и Т-цитотоксических лимфоцитов с развитием зрелой ядерной катаракты. Расчетные величины относительного риска и их доверительные интервалы для вышеуказанных субпопуляций системного клеточного иммунитета у пациентов с катарактой оказались статистически незначимыми.

Обсуждение

Достоверное повышение уровня Т-хелперов крови у пациентов с катарактой более молодого возраста (44-53 лет), в отличие от результатов настоящего исследования, диагностировано в

работе, выполненной в Уганде [14]. В частности, относительное содержание субпопуляции $CD4^+$ в вышеуказанной когорте больных составляло $74,8 \pm 2,3\%$, что статистически значимо больше ($p = 0,0028$), чем у пациентов без катаракты. Однако менее существенное повышение содержания относительного количества Т-хелперов обнаружено у пациентов с катарактой, инфицированных вирусом иммунодефицита человека по сравнению с больными катарактой, инфицированных вирусом иммунодефицита человека. Одновременно у пациентов зрелого возраста с катарактой (с отсутствием вируса иммунодефицита человека) произошло снижение в периферической крови кластера $CD3^+CD4^+ + CD38^+$. В целом у пациентов с катарактой и отсутствием вируса иммунодефицита человека активация клеточного иммунитета была выше, чем среди пациентов того же возраста без катаракты. По мнению авторов, это первая статья, в которой описывается регуляторная дисфункция Т-лимфоцитов у пациентов с катарактой с наличием и отсутствием инфицированности вирусом иммунодефицита человека [14].

В других исследованиях рассматривается дисфункция клеточного иммунитета у пациентов, страдающих катарактой после выполнения оперативного вмешательства [9, 13]. У двух групп пациентов, страдающих катарактой, клеточный иммунитет был изучен с помощью теста стимуляции лимфоцитов [9]. Одна группа больных протестирована до хирургии катаракты, а другая после оперативного вмешательства и установлена положительная стимуляция лимфоцитов до операции у 38% обследованных одним из антигенов. Экстракапсулярная экстракция хрусталика вызвала значительное увеличение числа пациентов с положительной активацией лимфоцитов по сравнению с пациентами обследованными до операции. Активация клеточного иммунитета после выполнения экстракапсулярной экстракции катаракты у пациентов с катарактой отмечена также в более ранней публикации [13].

В развитии катаракты локальное слабое хроническое воспаление (инфламэйджинг) может быть обусловлено не только установленными нами снижением на системном уровне абсолютного и относительного числа Т- и В-лимфоцитов абсолютного количества общей популяции лимфоцитов, снижением иммунорегуляторного индекса, повышением абсолютного и относительного содержания натуральных киллеров, но и выявленным Намазовой И.К. и др. [6] увеличением в сыворотке крови $IL-1\beta$ до $0,350 \pm 0,075$ пг/мл у пациентов 61–83 лет с катарактой до хирургиче-

ского лечения против $0,080 \pm 0,038$ пг/мл и $TNFA\alpha$ до $1,070 \pm 0,141$ пг/мл против $0,093 \pm 0,044$ пг/мл соответственно. Установленные изменения в уровне системных цитокинов у пациентов с катарактой до хирургического вмешательства, по мнению авторов, важны, поскольку с позиций обеспечения местной защитной реакции путем инициации и регуляции воспалительного процесса, как основной функции $IL-1\beta$ и $TNFA\alpha$, нельзя исключить, что воспалительные цитокины могут способствовать раскрытию определенных закономерностей развития катаракты и прогнозирования потенциальных возможностей возникновения осложнений хирургического лечения катаракты. Особенно изучен цитокиновый профиль у пациентов с первичной глаукомой [2], а также в единичных публикациях сообщается об обсуждаемом нами клеточном иммунитете при катаракте и первичной глаукоме.

На системном уровне у больных с первичной открытоугольной глаукомой установлено повышение пролиферативной активности Т-хелперов, уменьшение представителей Т-звена иммунитета – $CD4^+/CD25^+FoxP3^+Tregs$ ($CD4Tregs$) и $CD8^+/CD25^+/FoxP3^+Tregs$ ($CD8Tregs$) [5].

У больных с глаукомой наблюдается также существенное повышение Т-цитотоксических клеток ($CD3^+CD8^+$), $CD5^+$ популяции В-лимфоцитов, что свидетельствует о значительных изменениях в соотношении субпопуляций при данной офтальмопатологии [16]. Кроме того, в экспериментальных условиях при моделировании глаукомы установлено участие аутореактивных клонов Т-лимфоцитов, имеющих специфичность к антигенами тканей глаза [12]. Однако при катаракте неизвестной остается роль других параметров клеточного иммунитета.

Заключение

Дисфункция системного клеточного иммунитета у пациентов со зрелой ядерной катарактой проявляется существенным снижением абсолютного и относительного числа Т- и В-лимфоцитов, абсолютного количества общей популяции лимфоцитов, снижением иммунорегуляторного индекса, повышением абсолютного и относительного содержания натуральных киллеров. Развитие зрелой ядерной катаракты в наибольшей степени ассоциируются с увеличением абсолютного и относительного числа в крови В- и Т-лимфоцитов, которые могут применяться в качестве иммунологических маркеров диагностики зрелой ядерной катаракты, а также в профилактике раннего формирования данного заболевания.

Список литературы / References

1. Агаева Т.С. Изучение роли изменений проницаемости клеточных мембран хрусталика в патогенезе катаракты // *Oftalmologiya*, 2016. № 2. С. 13–19. [Agaeva T.S. Studying the role of changes in the permeability of the cell membranes of the lens in the pathogenesis of cataracts. *Oftalmologiya = Ophthalmology*, 2016, no. 2, pp. 13–19. (In Russ.)]
2. Агарков Н.М., Чухраёв А.М., Яблокова Н.В. Диагностика и прогнозирование первичной открытоугольной глаукомы по уровню местных цитокинов // *Медицинская иммунология*, 2019. Т. 21, № 6. С. 1163–

1168. [Agarkov N.M., Chukhraev A.M., Yablokova N.V. Diagnosis and prognosis of primary open-angle glaucoma by the level of local cytokines. *Meditsinskaya immunologiya = Medical Immunology (Russia)*, 2019, Vol. 21, no. 6, pp. 1163-1168. (In Russ.)] doi: 10.15789/1563-0625-2019-6-1163-1168.

3. Агарков Н.М., Яблоков М.М., Коняев Д.А., Попова Е.В. Влияние ультразвуковой факоэмульсификации на качество жизни пожилых пациентов с ядерно-кортикальной катарактой // Офтальмология, 2021. Т. 18, № 2. С. 325-330. [Agarkov N.M., Yablokov M.M., Konyayev D.A., Popova E.V. Influence of ultrasound phacoemulsification on the quality of life of elderly patients with nuclear cortical cataract. *Oftalmologiya = Ophthalmology*, 2021, Vol. 21, no. 2, pp. 325-330. (In Russ.)]

4. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрии. М.: ЮНИТИ, 2001. 656 с. [Ayvazyan S.A., Mkhitaryan V.S. Applied statistics and fundamentals of econometrics]. Moscow: UNITY, 2001. 656 p.

5. Балацкая Н.В., Петров С.Ю., Котелин В.И. Факторы врожденного иммунитета в патогенезе глаукомы и оптической нейропатии // Иммунопатология, аллергология, инфектология, 2021. № 1. С. 29-38. [Balatskaya N.V., Petrov S.Yu., Kotelkin V.I. Factors of innate immunity in the pathogenesis of glaucoma and optic neuropathy. *Immunopathologiya, allergologiya, infektologiya = Immunopathology, Allergology, Infectology*, 2021, no. 1, pp. 29-38. (In Russ.)]

6. Намазова И.К., Саилова Г.Т., Меджидова С.Р., Салманова А.Р. Определение цитокинов в сыворотке крови и во влаге передней камеры при псевдоэкзофалиативном синдроме и катаракте // Успехи геронтологии, 2020. Т. 33, № 2. С. 352-359. [Namazova I.K., Smailova G.T., Medzhidova S.R., Salmanova A.R. Determination of cytokines in blood serum and in anterior chamber moisture in pseudoexfoliative syndrome and cataract. *Uspekhi gerontologii = Advances in Gerontology*, 2020, Vol. 33, no. 2, pp. 352-359. (In Russ.)]

7. Попова Е.В. Психосоциальный статус пожилых пациентов с катарактой // Научные результаты биомедицинских исследований, 2020. Т. 6, № 4. С. 538-545. [Popova E.V. Psychoemotional status of elderly patients with cataracts. *Nauchnye rezultaty biomeditsinskikh issledovaniy = Scientific Results of Biomedical Research*, 2020, Vol. 6, no. 4, pp. 538-545. (In Russ.)]

8. Созуракова Е.А., Громакина Е.В., Шабалдин А.В., Штернис Т.А., Седова Д.Ю., Третьяк Е.А., Щигарева С.О. Оценка роли иммунорегуляторного потенциала в ограничении локального воспаления в передней камере глаза (на примере пресениальной катаракты) // Современные проблемы науки и образования, 2019. № 2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28677>. [Sosurakova E.A., Gromakina E.V., Shabaldin A.V., Shternis T.A., Sedova D.Yu., Tretyak E.A., Shchigareva S.O. Assessment of the role of immunoregulatory potential in limiting local inflammation in the anterior chamber of the eye (on the example of presenial cataract). *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*, 2019, no. 2. [Electronic resource]. Access mode: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=28677>. (In Russ.)]

9. Brinkman C.J., Broekhuysen R.M. Cell mediated immunity in relation to cataract and cataract surgery. *Br. J. Ophthalmol.*, 1979, Vol. 63, no. 5, pp. 301-305.

10. Burton M.J., Ramke J., Marques A.P., Bourne R.R.A., Congdon N., Jones I., Ah Tong B.A.M., Arunga S., Bachani D., Bascaran C., Bastawrous A., Blanchard K., Braithwaite T., Buchan J.C., Cairns J., Cama A., Chagunda M., Chuluunkhuu C., Cooper A., Crofts-Lawrence J., Dean W.H., Denniston A.K., Ehrlich J.R., Emerson P.M., Evans J.R., Frick K.D., Friedman D.S., Furtado J.M., Gichangi M.M., Gichuhi S., Gilbert S.S., Gurung R., Habtamu E., Holland P., Jonas J.B., Keane P.A., Keay L., Khanna R.C., Khaw P.T., Kuper H., Kyari F., Lansingh V.C., Mactaggart I., Mafwiri M.M., Mathenge W., McCormick I., Morjaria P., Mowatt L., Muirhead D., Murthy G.V.S., Mwangi N., Patel D.B., Peto T., Qureshi B.M., Salomão S.R., Sarah V., Shilio B.R., Solomon A.W., Swenor B.K., Taylor H.R., Wang N., Webson A., West S.K., Wong T.Y., Wormald R., Yasmin S., Yusufu M., Silva J.C., Resnikoff S., Ravilla T., Gilbert C.E., Foster A., Faal H.B. The Lancet Global Health Commission on Global Eye Health: vision beyond 2020. *Lancet Glob. Health*, 2021, Vol. 9, no. 4, pp. e489-e551.

11. Glick P., Luoto J., Orrs M.S., Oliva M.S., Tabin G.C., Sanders D.S., Thomas B.J., Ruit S., Belachew T., Tasfaw A.K. The individual and household impacts of cataract surgery on older blind adults in Ethiopia. *Ophthalmic Epidemiol.*, 2019, Vol. 26, no. 1, pp. 7-18.

12. Jiang S., Kametani M., Chen D.F. Adaptive immunity: new aspects of pathogenesis underlying neurodegeneration in glaucoma and optic neuropathy. *Front. Immunol.*, 2020, no. 11, 65. doi: 10.3389/fimmu.2020.00065.

13. Kincses E., Torok M. Study on cellular immune response after complicated cataract operations and in sympathetic ophthalmia. *Albrecht von Graefes Arch. Klin. Exp. Ophthalmol.*, 1977, Vol. 204, no. 2, pp. 149-152.

14. Nakanjako D., Otiti-Sengeri J., Ssewanyana I., Nabatanzi R., Bayigga L., Kirimunda S., Joloba M., Manabe Y.C., Kambugu A., Colebunders R., Mayanja-Kizza H. CD4 T-cell activation and reduced regulatory T-cell populations are associated with early development of cataracts among HIV-infected adults in Uganda. *Immunol. Lett.*, 2014, Vol. 161, no. 1, pp. 44-49.

15. Ramke J., Kyari F., Piyasena M., Murthy G., Gilbert C.E. Cataract services are leaving widows behind: examples from national cross-sectional surveys in Nigeria and Sri Lanka. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, Vol. 16, no. 20, 3854. doi: 10.3390/ijerph16203854.

16. Yang X., Pan X., Zhao X., Luo J., Xu M., Bai D., Hu Y., Liu X., Yu Q., Gao D. Autophagy and age-related eye diseases. *Biomed Res. Int.*, 2019, Vol. 2019, 5763658. doi: 10.1155/2019/5763658.

Авторы:

Османов Р.Э. — к.м.н., врач-офтальмолог Тамбовского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения РФ, г. Тамбов, Россия

Фабрикантов О.Л. — д.м.н., профессор, директор Тамбовского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения РФ, г. Тамбов, Россия

Authors:

Osmanov R.E., PhD (Medicine), Ophthalmologist, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov Branch, Tambov, Russian Federation

Fabrikantov O.L., PhD, MD (Medicine), Professor, Director, S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Tambov Branch, Tambov, Russian Federation

Поступила 13.12.2021

Принята к печати 05.01.2022

Received 13.12.2021

Accepted 05.01.2022