Дескриптивное эпидемиологическое исследование по глаукоме в Дальневосточном федеральном округе за 2012–2019 годы

Догадова Л.П., к.м.н., доцент, главный внештатный офтальмолог Дальневосточного федерального округа, Приморского края;

Гиренок Е.В., ординатор-офтальмолог;

Маркелова Е.В., д.м.н., профессор, заведующая кафедрой нормальной и патологической физиологии ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России;

Мельников В.Я., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой офтальмологии и оториноларингологии ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России.

ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России, 690002, Российская Федерация, Владивосток, пр. Острякова, 2.

Выражение признательности О.В. Переломовой, А.А. Яковлеву, А.Ю. Шубиной.

Авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Конфликт интересов: отсутствует.

Для цитирования: Догадова Л.П., Гиренок Е.В., Маркелова Е.В., Мельников В.Я.

Дескриптивное эпидемиологическое исследование по глаукоме в Дальневосточном федеральном округе за 2012–2019 годы. *Национальный журнал глаукома*. 2021; 20(2):23-29.

Резюме

ЦЕЛЬ. Провести дескриптивное эпидемиологическое исследование глаукомы в ДВФО за 2012–2019 годы.

МЕТОДЫ. Использованы данные ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России за 2012–2019 годы, ЕМИСС, Росстата. Для характеристики динамики инцидентности определялись темпы прироста болезней.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы Microsoft Excel 2019. Для наглядного представления полученных данных были построены диаграммы и картограмма, использовалась линейная аппроксимация, наилучшим образом описывающая динамику инцидентности, превалянтности. Надежность линии тренда определялась величиной достоверности аппроксимации. Проверка значимости линейной регрессии производилась с помощью критерия Фишера — для определения качества регрессионной модели. Также был использован коэффициент детерминации — указывающий на зависимость изменчивости превалянтности от времени. Для прогноза превалянтности глаукомы в РФ и ДВФО была использована линейная регрессионная модель, при этом в РФ 91% общей вариабельности превалянтности объясняется изменением временного параметра, а в ДВФО — 86%, что говорит о высокой точности подбора уравнений тренда.

РЕЗУЛЬТАТЫ. По данным исследования, за 2012–2019 годы наблюдается значительно выраженный прирост инцидентности (заболеваемости) глаукомы в Приморском

крае (ПК) — 8%. За наблюдаемый период значительный прирост превалянтности (распространенности) глаукомы отмечается в Республике Бурятия (6,9%) и Магаданской области (5%). При этом наибольшая инцидентность и превалянтность глаукомы отмечена в Республике Саха (Якутия) — 105,4 и 1551,6 случая на 100 000 населения. Ожидаемая превалянтность глаукомы на 100 000 населения в Российской Федерации (РФ) в 2020 году — 895–999,7, в 2021 году — 908–1020,2; в Дальневосточном федеральном округе (ДВФО) в 2020 году — 783,7–961,3, в 2021 году — 799,5–989,8. Наибольший удельный вес глаукомы выявлен среди населения Магаданской области (16%) и Якутии (13,8%), наименьший — в Амурской области (5%) и Чукотском автономном округе (5,7%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В ДВФО отмечается неравномерная динамика инцидентности глаукомы, что соответствует эпидемиологической ситуации по РФ в целом. Но превалянтность и удельный вес глаукомы в структуре заболеваний глаза и его придаточного аппарата в ДВФО отличаются отрицательной динамикой в сравнении с РФ. При этом даже в пределах регионов ДВФО инцидентность и превалянтность глаукомы отличаются мозаичностью, что предрасполагает к изучению влияния факторов на степень пораженности населения глаукомой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: глаукома, эпидемиологическое исследование, Дальневосточный федеральный округ.

Для контактов:

Гиренок Екатерина Витальевна, e-mail: katti.ru@mail.ru

ENGLISH

Descriptive epidemiological study of glaucoma in the Far Eastern Federal District covering the years 2012 to 2019

DOGADOVA L.P., Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Chief Freelance Ophthalmologist of the Far Eastern Federal District and Primorsky Krai;

GIRENOK E.V., resident ophthalmologist;

MARKELOVA E.V., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Normal and Pathological Physiology;

MELNIKOV V.Y., Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology.

Pacific State Medical University of the Ministry of Health, 2 Ostryakova Av., Vladivostok, Russian Federation, 690002.

The authors express their gratitude to O.V. Perelomova, A.A. Yakovlev, A.Yu. Shubina. Conflicts of Interest and Source of Funding: none declared.

For citations: Dogadova L.P., Girenok E.V., Markelova E.V., Melnikov V.Y. Descriptive epidemiological study of glaucoma in the Far Eastern Federal District covering the years 2012 to 2019. *Natsional'nyi zhurnal glaukoma*. 2021; 20(2):23-29.

Abstract

PURPOSE. To conduct a descriptive epidemiological study of glaucoma in the Far Eastern Federal District covering the years 2012 to 2019.

METHODS. The study uses data of the Federal Research Institute for Health Organization and Informatics (FRIHOI) covering the 2012–2019 time period, as well as data from the register of the Unified Interdepartmental Information and Statistical System (UIISS) and the Federal State Statistics Service (FSSS).

Statistical data processing was carried out using Microsoft Excel 2019. Diagrams and a cartogram were built to visualize the obtained data. The reliability of the trend line was determined by the value of approximation. A trend is a tendency of changes in the studied time series. In this work, we used a linear approximation — a straight line that best describes the time course of incidence and prevalence. The significance of linear regression was checked using the F-test to determine the quality of the regression model. The coefficient of determination was also used to indicate the dependence of the variability of prevalence on time. A linear regression model was used to predict the prevalence of glaucoma in the Russian Federation and the Far Eastern Federal District; 91% of the total variability of prevalence in the Russian Federation is explained by a change in the time parameter, while 86% in the Far Eastern Federal District indicates a high accuracy of the selection of trend equations.

RESULTS. According to the study, in the 2012–2019 years there was a significant increase in the incidence of glaucoma in the Primorsky Krai (PK) amounting to 8%. Over the observed period, a significant increase in the prevalence of glaucoma is noted in the Republic of Buryatia (6.9%), and in the Magadan Region (5%). At the same time, the highest incidence and prevalence of glaucoma was noted in the Republic of Sakha (Yakutia) — 105.4 cases and 1551.6 cases per 100 000 population. The expected prevalence of glaucoma in the Russian Federation (RF) in 2020 is 895–999.7 per 100 000 population, in 2021 — 908–1020.2; in the Far Eastern Federal District (FEFD) in 2020 — 783.7–961.3 per 100 000 population, in 2021 — 799.5–989.8. The largest proportion of glaucoma was found among the population of the Magadan Region (16%) and Yakutia (13.8%), the smallest in the Amur Region (5%) and the Chukotka Autonomous Okrug (5.7%).

CONCLUSION. The dynamics of glaucoma incidence in the Far Eastern Federal District is uneven, which corresponds to the epidemiological situation in the Russian Federation as a whole. But the prevalence and proportion of glaucoma in the structure of diseases of the eye and adnexa in the FEFD are characterized by negative dynamics in comparison with country-wide. At the same time, even within the regions of the FEFD, the incidence and prevalence of glaucoma is mosaic, which predisposes to studying the influence of factors on glaucoma incidence.

KEYWORDS: glaucoma, epidemiological study, Far Eastern Federal District.

По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2010 году в мире насчитывалось 39 млн слепых, у подавляющего большинства которых были выявлены аномалии рефракции (42%) и катаракта (33%). В настоящее время на первый план выходит «необратимая» слепота как следствие глаукомы, возрастной макулярной дегенерации, диабетической ретинопатии [1–3]. В мире в 2013 г. насчитывалось около 64 млн больных глаукомой [4], в Российской Федерации (РФ) в 2019 г. на официальном учете состояло 1 338 242 пациента (0,912 на 1 000 взрослого населения) и было выявлено 131 903 человека с данной патологией (данные ФГБУ «ЦНИИОИЗ»). Прогнозируемое количество заболевших глаукомой в мире к 2020 г. — 76 миллионов человек [5, 6]. Глаукома — одна из преобладающих причин, приводящих к необратимой слепоте, что является не только медицинской, но и социально-экономической проблемой. При этом эпидемиологических исследований по глаукоме как в целом по РФ, так и непосредственно по Приморскому краю (ПК), отличающемуся высоким количеством пациентов с данной патологией в Дальневосточном федеральном округе (ДВФО), явно недостаточно [6–8].

Цель настоящей работы — провести дескриптивное эпидемиологическое исследование глаукомы в ДВФО за 2012–2019 годы.

Материалы и методы

Использованы данные ФГБУ «ЦНИИОИЗ» за 2012–2019 годы, ЕМИСС, Росстат. Для характеристики динамики инцидентности (заболеваемости) определялись темпы прироста болезни.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программы Microsoft Excel 2019. Для наглядного представления полученных данных были построены диаграммы и картограмма. Надежность линии тренда определялась величиной достоверности аппроксимации. Тренд — это тенденция изменения исследуемого временного ряда. В данной работе использовалась линейная аппроксимация — прямая линия, наилучшим образом описывающая динамику инцидентности, превалянтности (распространенности). Проверка значимости линейной регрессии производилась с помощью критерия Фишера — для определения качества регрессионной модели. Также был использован коэффициент детерминации — коэффициент, указывающий на зависимость изменчивости превалянтности от времени. Для прогноза превалянтности глаукомы в РФ и ДВФО была использована линейная регрессионная модель, при этом в РФ 91% общей вариативности превалянтности объясняется изменением временного параметра, а в ДВФО — 86%, что говорит о высокой точности подбора уравнений тренда.

Результаты и обсуждение

Как показали результаты исследований, динамика инцидентности глаукомы в РФ и ДВФО (рис. 1, 2) отличаются неравномерностью.

Важно подчеркнуть, что за 2012–2019 годы наблюдается значительно выраженный прирост инцидентности глаукомы в Приморском крае — 8%. Тенденция к снижению инцидентности глаукомы отмечалась в следующих регионах: значительно выраженная убыль отмечена в Магаданской области — 7,6%, Республике Бурятия — 5,6%, Республике Саха (Якутия) — 5%, умеренно выраженная убыль наблюдается в Камчатском крае — 4,4%. В Забайкальском крае, Хабаровском крае, Амурской области, Сахалинской области, Еврейской автономной области, Чукотском автономном округе отмечаются «скачкообразные» динамики инцидентности глаукомы.

Самый высокий показатель инцидентности глаукомы за анализируемый период отмечен в Республике Саха (Якутия) — среднее значение за весь период 140,9 случаев на 100 000 населения; 95% доверительный интервал: 122–160 случаев на 100 000 населения, при том что этот регион за последние годы характеризуется снижением инцидентности, что свидетельствует о большем риске населения Якутии заболеть глаукомой в сравнении с другими регионами ДВФО. В Еврейской автономной области риск заболеть глаукомой остается на низком уровне не только в сравнении с ДВФО, но и с РФ в целом.

Рис. 1. Динамика инцидентности глаукомы в ДВФО за 2012–2019 годы

Fig. 1. Time course of glaucoma incidence in the Far Eastern Federal District in 2012–2019

Рис. 2. Динамика инцидентности глаукомы в РФ за 2012–2019 годы

Fig. 2. Time course of glaucoma incidence in the Russian Federation in 2012–2019

Рис. 3. Динамика превалентности глаукомы в ДВФО за 2012–2019 годы и прогноз на 2020–2021 годы (линия тренда)

Fig. 3. Time course of glaucoma prevalence in the Far Eastern Federal District in 2012–2019 and forecast for 2020–2021 (trend line)

Рис. 4. Динамика превалентности глаукомы в РФ за 2012–2019 годы и прогноз на 2020–2021 годы (линия тренда)

Fig. 4. Time course of glaucoma prevalence in the Russian Federation in 2012–2019 and forecast for 2020–2021 (trend line)

В динамике превалентности глаукомы в ДВФО (рис. 3) наблюдается умеренно выраженная тенденция к росту. Темп прироста за 2012–2019 годы составил 3,5%.

В динамике превалентности глаукомы в РФ (рис. 4) также наблюдается умеренно выраженная тенденция к росту. Темп прироста за весь наблюдаемый период составил 1,9%.

За весь анализируемый период показатели прироста превалентности глаукомы в ДВФО по сравнению с общероссийскими оказались выше на 1,6%.

Для прогноза превалентности глаукомы в РФ и ДВФО была использована линейная регрессионная модель. Ожидаемая превалентность глаукомы на 100 000 населения в РФ в 2020 году — 895–999,7, в 2021 году — 908–1020,2; в ДВФО в 2020 году — 783,7–961,3, в 2021 году — 799,5–989,8.

На картограмме (рис. 5) видно, что наибольшая превалентность глаукомы отмечается в следующих регионах ДВФО: Республике Саха (Якутия), Республике Бурятия, Магаданской области. По данным переписи населения 2010 г., якуты составляют 48,7% национального состава Республики Саха (Якутия), где у коренных народностей преобладают болезни первичной открытоугольной глаукомой (ПОУГ) с характерным «кювовидным» узким углом передней камеры (УПК), выраженной

Рис. 5. Картограмма превалентности глаукомы среди населения ДВФО

по данным 2019 г. (количество случаев на 100 000 населения): 1 — Чукотский автономный округ, 2 — Камчатский край, 3 — Магаданская область, 4 — Республика Саха (Якутия), 5 — Хабаровский край, 6 — Сахалинская область, 7 — Еврейская автономная область, 8 — Приморский край, 9 — Амурская область, 10 — Забайкальский край, 11 — Республика Бурятия.

Fig. 5. Cartogram of glaucoma prevalence among the population of the Far Eastern Federal District according to data from 2019 (number of cases per 100,000 population): 1 — Chukotka Autonomous District, 2 — Kamchatka Krai, 3 — Magadan Region, 4 — Republic of Sakha (Yakutia), 5 — Khabarovsk Krai, 6 — Sakhalin Region, 7 — Jewish Autonomous Region, 8 — Primorsky Krai, 9 — Amur Region, 10 — Zabaykalsky Krai, 11 — Republic of Buryatia.

экзогенной гиперпигментацией дренажной системы и гиперметропической рефракцией, по данным Е.К. Захаровой. Также стоит отметить, что в Якутии один из самых низких показателей доли пожилых людей в ДВФО — 16,4% (данные 2017 г. — реестр ЕМИСС), в связи с этим можем предположить, что высокий показатель превалентности глаукомы в этом регионе связан с генетической предрасположенностью коренного населения к ПОУГ. Эпидемиологических исследований по распространенности ПОУГ и закрытоугольной глаукомы (ЗУГ) в Бурятии и Магаданской области нет, поэтому возможно только предположить преобладание ПОУГ в данных регионах над ЗУГ, так как в национальных составах регионов преобладает русское население (64,9 и 81,5% соответственно — данные переписи населения 2010 г., Росстат).

Отметим, что значительный прирост prevalence глаукомы наблюдается в Республике Бурятия (6,9%) и Магаданской области (5%), умеренно выраженный прирост — в Сахалинской области (3,5%), Приморском крае (3%), Камчатском крае (2,8%), Хабаровском крае (2,6%) (рис. 7). «Волнообразная» динамика prevalence глаукомы отмечается в Республике Саха (Якутия), «скачкообразная» — в Забайкальском крае, Амурской области, Еврейской автономной области, Чукотском автономном округе.

В ходе анализа нами определена динамика удельного веса глаукомы в структуре заболеваний глаза и его придаточного аппарата по РФ и ДВФО за 2012–2019 годы (рис. 6, 7).

Как видно на рис. 6, удельный вес глаукомы среди населения ДВФО значительно выше, чем по РФ в целом.

Самый высокий удельный вес глаукомы в структуре заболеваний глаза и его придаточного аппарата отмечен среди населения Магаданской области (16%) и Якутии (13,8%), наименьший — в Амурской области (5%) и Чукотском автономном округе (5,7%) (рис. 7).

Рис. 6. Динамика удельного веса глаукомы (%) в структуре заболеваний глаза и его придаточного аппарата среди населения РФ, ДВФО за 2012–2019 гг.

Fig. 6. Time course of the proportion of glaucoma (%) in the structure of diseases of the eye and its adnexa among the population of the Russian Federation, Far Eastern Federal District in 2012–2019

Рис. 7. Гистограмма удельного веса глаукомы (%) в структуре заболеваний глаза и его придаточного аппарата по регионам ДВФО по данным 2019 г.

Fig. 7. Histogram of the proportion of glaucoma (%) in the structure of diseases of the eye and adnexa by regions of the Far Eastern Federal District according to data from 2019

Мозаичность распределения глаукомы в РФ, скорее всего, объясняется неоднородностью населения регионов по расовой, этнической принадлежности, возрастному составу, продолжительности жизни, социально-экономическим и климатическим условиям [9], специфичностью полиморфизма генов MYOC, CYP1B1, OPTN населения [10–12].

Недостаточность эпидемиологических исследований инцидентности, превалентности, удельного веса глаукомы по регионам ДВФО не позволяет создать информационную базу по организации и реорганизации офтальмологической помощи пациентам с глаукомой. Для этого необходимо изучение многочисленных факторов, их совокупность, влияние климатических условий и огромное количество других показателей.

В настоящее же время известно несколько основных патофизиологических механизмов патогенеза глаукомы: гидромеханический — ухудшение оттока внутриглазной жидкости и повышение внутриглазного давления (ВГД); гемодициркуляторный — нарушения кровообращения глаза (первичные, вторичные); метаболический — следствие дистрофических процессов различного генеза в переднем сегменте глаза, перекисное окисление липидов, нарушения обмена гликозаминогликанов и коллагена [13–16]. Появляются исследования, подтверждающие роль иммуно-опосредованных механизмов в патогенезе оптиконейропатии при глаукоме, которые открывают новые мишени для терапевтического воздействия [17–22]. Проведен ряд работ, показывающий нейродегенеративные изменения головного мозга: расширение желудочков мозга, уменьшение размеров латеральных колленчатых телец, атрофию зрительной коры, очаги лейкоареозиса, перивентрикулярный

отек, что предполагает использование в лечении глаукомы нейротропиков [23–27].

Заключение

В ДВФО отмечается неравномерная динамика инцидентности глаукомы, что соответствует эпидемиологической ситуации по РФ в целом. Но превалентность и удельный вес глаукомы в структуре заболеваний глаза и его придаточного аппарата в ДВФО отличаются отрицательной динамикой в сравнении с РФ. При этом на разных административных территориях ДВФО инцидентность и превалентность глаукомы довольно мозаична.

В ПК отмечается значительный прирост инцидентности глаукомы за наблюдаемый период, что может быть связано как с повышением качества первичной офтальмологической помощи, так и с её доступностью в данном регионе.

Прирост превалентности глаукомы за 2012–2019 годы в Республике Бурятия и Магаданской области имеет тенденцию выраженного прироста, что может быть обусловлено не только повышением уровня офтальмологической помощи, но, возможно, и специфичностью полиморфизма генов MYOC, CYP1B1, OPTN населения, а также климато-географическими особенностями в этих регионах. Данные прироста превалентности глаукомы в ПК схожи с большинством других регионов ДВФО. Также обращает на себя внимание высокий удельный вес глаукомы среди населения Магаданской области и Республики Саха (Якутия).

Таким образом, высокие показатели прироста инцидентности, превалентности, удельного веса глаукомы в регионах ДВФО предрасполагают к изучению влияния факторов, влияющих на степень пораженности населения глаукомой.

Литература

1. Bourne R.R.A., Flaxman S.R., Braithwaite T., Cicinelli M.V., Das A., Jonas J.B., Keeffe J., Kempen J.H., Leasher J., Limburg H., Naidoo K., Pesudovs K., Resnikoff S., Silvestre A., Stevens G.A., Tahhan N., Wong T.Y., Taylor H.R.; Vision Loss Expert Group. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017; 5(9):e888–e897. doi:10.1016/S2214-109X(17)30293-0
2. Fricke T.R., Tahhan N., Resnikoff S., Papas E., Burnett A., Ho S.M., Naduvilath T., Naidoo K.S. Global prevalence of presbyopia and vision impairment from uncorrected presbyopia: systematic review, meta-analysis, and modelling. *Ophthalmology*. 2018; 125(10):1492–1499. doi:10.1016/j.ophtha.2018.04.013
3. Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol*. 2006; 90(3):262–267. doi:10.1136/bjo.2005.081224
4. Allison K., Patel D., Alabi O. Epidemiology of glaucoma: the past, present, and predictions for the future. *Cureus*. 2020; 12(11): e11686. doi:10.7759/cureus.11686
5. Quigley H.A. Number of people with glaucoma worldwide. *Br J Ophthalmol*. 1996; 80(5):389–393. doi:10.1136/bjo.80.5.389
6. Догадова Л.П., Мельников В.Я., Абдуллин Е.А. Особенности эпидемиологии глаукомы в Приморском крае. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2018; 3:97–98. doi:10.17238/PmJ1609-1175.2018.3.97-98
7. Догадова Л.П., Абдуллин Е.А. Динамика глазной заболеваемости и офтальмологической помощи населению Приморского края за 2011–2013 гг. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2014; 4:5–7.

References

1. Bourne R.R.A., Flaxman S.R., Braithwaite T., Cicinelli M.V., Das A., Jonas J.B., Keeffe J., Kempen J.H., Leasher J., Limburg H., Naidoo K., Pesudovs K., Resnikoff S., Silvestre A., Stevens G.A., Tahhan N., Wong T.Y., Taylor H.R.; Vision Loss Expert Group. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017; 5(9):e888–e897. doi:10.1016/S2214-109X(17)30293-0
2. Fricke T.R., Tahhan N., Resnikoff S., Papas E., Burnett A., Ho S.M., Naduvilath T., Naidoo K.S. Global prevalence of presbyopia and vision impairment from uncorrected presbyopia: systematic review, meta-analysis, and modelling. *Ophthalmology*. 2018; 125(10):1492–1499. doi:10.1016/j.ophtha.2018.04.013
3. Quigley H.A., Broman A.T. The number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol*. 2006; 90(3):262–267. doi:10.1136/bjo.2005.081224
4. Allison K., Patel D., Alabi O. Epidemiology of glaucoma: the past, present, and predictions for the future. *Cureus*. 2020; 12(11): e11686. doi:10.7759/cureus.11686
5. Quigley H.A. Number of people with glaucoma worldwide. *Br J Ophthalmol*. 1996; 80(5):389–393. doi:10.1136/bjo.80.5.389
6. Dogadova L.P., Melnikov V.Y., Abdullin E.A. Epidemiology of glaucoma in Primorsky territory. *Pacific Medical J*. 2018; 3:97–98. (In Russ.) doi:10.17238/PmJ1609-1175.2018.3.97-98
7. Dogadova L.P., Abdullin E.A. Dynamic of eye morbidity and ophthalmological care administration to the citizens of Primorsky region in 2011–2013 years. *Pacific Medical J*. 2014; 4:5–7. (In Russ.)

8. Выдров А.С., Комаровских Е.Н., Пискун В.Е. Длительная динамика и среднесрочный прогноз заболеваемости глаукомой в Амурской области. *Российский офтальмологический журнал*. 2016; 9(2):23-26. doi:10.21516/2072-0076-2016-9-2-23-26
9. Шараф В.М., Сипливы В.И. Эпидемиологические особенности клинического течения глаукомы в зависимости от социальных, экономических, этнических и географических факторов. *Национальный журнал глаукома*. 2014; 13(1):68-76.
10. Бикбов М.М., Суркова В.К., Калентьева А.З., Хуснутдинова Э.К., Джемилева Л.У. Молекулярно-генетический анализ и его значение в диагностике первичной открытоугольной глаукомы. *Российский офтальмологический журнал*. 2010; 1:4-7.
11. Wiggs J.L. Glaucoma genes and mechanisms. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015; 134:315-342. doi:10.1016/bs.pmbts.2015.04.008
12. Wang H.W., Sun P., Chen Y., Jiang L.P., Wu H.P., Zhang W., Gao F. Research progress on human genes involved in the pathogenesis of glaucoma (Review). *Mol Med Rep*. 2018; 18(1):656-674. doi:10.3892/mmr.2018.9071
13. Weinreb R.N., Aung T., Medeiros F.A. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014; 311(18):1901-1911. doi:10.1001/jama.2014.3192
14. Flammer J., Orgül S., Costa V.P., Orzalesi N., Krieglstein G.K., Serra L.M., Renard J.P., Stefánsson E. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res*. 2002; 21(4):359-393. doi:10.1016/s1350-9462(02)00008-3
15. Quigley H.A. The contribution of the sclera and lamina cribrosa to the pathogenesis of glaucoma: Diagnostic and treatment implications. *Prog Brain Res*. 2015; 220:59-86. doi:10.1016/bs.pbr.2015.04.003
16. Williams P.A., Harder J.M., John S.W.M. Glaucoma as a metabolic optic neuropathy: making the case for nicotinamide treatment in glaucoma. *J Glaucoma*. 2017; 26(12):1161-1168. doi:10.1097/IJG.0000000000000767
17. Jiang S., Kametani M., Chen D.F. Adaptive immunity: new aspects of pathogenesis underlying neurodegeneration in glaucoma and optic neuropathy. *Front Immunol*. 2020; 11:65. doi:10.3389/fimmu.2020.00065
18. Хохлова А.С., Кириенко А.В., Филина Н.В., Маркелова Е.В. Локальная цитокиновая регуляция на разных стадиях первичной открытоугольной глаукомы. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2014; 4:46-48.
19. Рукина Д.А., Хохлова А.С., Иванис В.А., Шульгина Н.А., Маркелова Е.В. Дополнительный иммунологический критерий ранней диагностики первичной открытоугольной глаукомы. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2015; 3:29-31.
20. Рукина Д.А., Осыховский А.Л., Мельников В.Я., Догадова Л.П., Филина Н.В., Станкевич В.В. Значение аутоиммунных механизмов в патогенезе первичной открытоугольной глаукомы. *Национальный журнал глаукома*. 2014; 13(3):29-35.
21. Рукина Д.А., Догадова Л.П., Маркелова Е.В., Абдуллин Е.А., Осыховский А.Л., Хохлова А.С. Иммунологические аспекты первичной открытоугольной глаукомы. *РМЖ. Клиническая офтальмология*. 2011; 4:162-165.
22. Филина Н.В., Рукина Д.А., Маркелова Е.В., Мельников В.Я. Содержание иммуноглобулинов А, М, G в слезной жидкости у больных первичной открытоугольной глаукомой. *Национальный журнал глаукома*. 2014; 13(4):72-78.
23. He S., Stankowska D.L., Ellis D.Z., Krishnamoorthy R.R., Yorio T. Targets of Neuroprotection in Glaucoma. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2018; 34(1-2):85-106. doi:10.1089/jop.2017.0041
24. Song W., Huang P., Zhang C. Neuroprotective therapies for glaucoma. *Drug Des Devel Ther*. 2015; 9:1469-1479. doi:10.2147/DDDT.S80594
25. Gauthier A.C., Liu J. Neurodegeneration and neuroprotection in glaucoma. *Yale J Biol Med*. 2016; 89(1):73-79.
26. Sena D.F., Lindsley K. Neuroprotection for treatment of glaucoma in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 1(1):CD006539. doi:10.1002/14651858.CD006539.pub4
27. Zhu M.M., Lai J.S.M., Choy B.N.K., Shum J.W.H., Lo A.C.Y., Ng A.L.K., Chan J.C.H., So K.F. Physical exercise and glaucoma: a review on the roles of physical exercise on intraocular pressure control, ocular blood flow regulation, neuroprotection and glaucoma-related mental health. *Acta Ophthalmol*. 2018; 96(6):e676-e691. doi:10.1111/aos.13661. Epub 2018 Jan 16.
8. Vydrov A.S., Komarovskikh E.N., Piskun V.E. Long-term dynamics and medium-term prognosis for glaucoma incidence in the Amur Region. *Russian Ophthalmological J*. 2016; 9(2):23-26. (In Russ.) doi:10.21516/2072-0076-2016-9-2-23-26
9. Charaf W.M., Siplivy V.I. Epidemiological aspects of glaucoma clinical progression, depending on social, economic, ethnic and geographic factors. *National J Glaucoma*. 2014; 13(1):68-76. (In Russ.)
10. Bikbov M.M., Surkova V.K., Kalent'eva A.Z., Husnutdinova Je.K., Dzhemileva L.U. Molecular-genetic analysis and its role in POAG diagnostics. *Russian Ophthalmological J*. 2010; 1:4-7. (In Russ.)
11. Wiggs J.L. Glaucoma genes and mechanisms. *Prog Mol Biol Transl Sci*. 2015; 134:315-342. doi:10.1016/bs.pmbts.2015.04.008
12. Wang H.W., Sun P., Chen Y., Jiang L.P., Wu H.P., Zhang W., Gao F. Research progress on human genes involved in the pathogenesis of glaucoma (Review). *Mol Med Rep*. 2018; 18(1):656-674. doi:10.3892/mmr.2018.9071
13. Weinreb R.N., Aung T., Medeiros F.A. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA*. 2014; 311(18):1901-1911. doi:10.1001/jama.2014.3192
14. Flammer J., Orgül S., Costa V.P., Orzalesi N., Krieglstein G.K., Serra L.M., Renard J.P., Stefánsson E. The impact of ocular blood flow in glaucoma. *Prog Retin Eye Res*. 2002; 21(4):359-393. doi:10.1016/s1350-9462(02)00008-3
15. Quigley H.A. The contribution of the sclera and lamina cribrosa to the pathogenesis of glaucoma: Diagnostic and treatment implications. *Prog Brain Res*. 2015; 220:59-86. doi:10.1016/bs.pbr.2015.04.003
16. Williams P.A., Harder J.M., John S.W.M. Glaucoma as a metabolic optic neuropathy: making the case for nicotinamide treatment in glaucoma. *J Glaucoma*. 2017; 26(12):1161-1168. doi:10.1097/IJG.0000000000000767
17. Jiang S., Kametani M., Chen D.F. Adaptive immunity: new aspects of pathogenesis underlying neurodegeneration in glaucoma and optic neuropathy. *Front Immunol*. 2020; 11:65. doi:10.3389/fimmu.2020.00065
18. Khokhlova A.S., Kiriyeenko A.V., Filina N.V., Markelova E.V. Local cytokine regulation at different stages of primary open-angle glaucoma. *Pacific Medical J*. 2014; 4:46-48. (In Russ.)
19. Rukina D.A., Khokhlova A.S., Ivanis V.A., Shulgina N.A., Markelova E.V. Additional immunological criterion for early diagnosis of primary open-angle glaucoma. *Pacific Medical J*. 2015; 3:29-31. (In Russ.)
20. Rukina D.A., Osyhovsky A.L., Melnikov V.Y., Dogadova L.P., Filina N.V., Stankevich V.V. The role of autoimmune mechanisms in pathogenesis of primary open-angle glaucoma. *National J Glaucoma*. 2014; 13(3):29-35. (In Russ.)
21. Rukina D.A., Dogadova L.P., Markelova E.V., Abdullin E.A., Osyhovsky A.L., Hohllova A.S. Immunological aspects of the pathogenesis of primary open-angle glaucoma. *RMJ Clinical Ophthalmology*. 2011; 4:162-165. (In Russ.)
22. Filina N.V., Rukina D.A., Markelova E.V., Melnikov V.Y. Ig A, M, G in the tear fluid of patients with primary open-angle glaucoma. *National J Glaucoma*. 2014; 13(4):72-78. (In Russ.)
23. He S., Stankowska D.L., Ellis D.Z., Krishnamoorthy R.R., Yorio T. Targets of Neuroprotection in Glaucoma. *J Ocul Pharmacol Ther*. 2018; 34(1-2):85-106. doi:10.1089/jop.2017.0041
24. Song W., Huang P., Zhang C. Neuroprotective therapies for glaucoma. *Drug Des Devel Ther*. 2015; 9:1469-1479. doi:10.2147/DDDT.S80594
25. Gauthier A.C., Liu J. Neurodegeneration and neuroprotection in glaucoma. *Yale J Biol Med*. 2016; 89(1):73-79.
26. Sena D.F., Lindsley K. Neuroprotection for treatment of glaucoma in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017; 1(1):CD006539. doi:10.1002/14651858.CD006539.pub4
27. Zhu M.M., Lai J.S.M., Choy B.N.K., Shum J.W.H., Lo A.C.Y., Ng A.L.K., Chan J.C.H., So K.F. Physical exercise and glaucoma: a review on the roles of physical exercise on intraocular pressure control, ocular blood flow regulation, neuroprotection and glaucoma-related mental health. *Acta Ophthalmol*. 2018; 96(6):e676-e691. doi:10.1111/aos.13661. Epub 2018 Jan 16.

Поступила / Received / 01.04.2021