



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-1-36-40>

Содержание эндотелина-1 в слезной жидкости детей с первичной врожденной глаукомой

Л.А. Катаргина¹, Н.Б. Чеснокова¹, Н.Н. Арестова^{1, 2}, А.А. Сорокин¹ ✉, Т.А. Павленко¹, О.В. Безнос¹, О.А. Лисовская¹

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

² ФПДО ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Цель работы — анализ содержания эндотелина-1 (ЭТ-1) в слезной жидкости (СЖ) детей с первичной врожденной глаукомой (ПВГ) и выявление возможных клинико-лабораторных корреляций. **Материал и методы.** Обследованы 15 детей (23 глаза) в возрасте от 7 мес до 15 лет с ПВГ и 3 парных здоровых глаза этих детей, а также группа контроля — 25 глаз детей того же возраста без глаукомы (соматически здоровые с гиперметропией слабой степени и/или содружественным косоглазием). Кроме стандартного офтальмологического обследования, проведено исследование зрительных вызванных корковых потенциалов на вспышку, общей и ритмической электроретинограммы, выполнена эхобиометрия передне-задней оси (ПЗО) глаза, оптическая когерентная томография диска зрительного нерва, проведен иммуноферментный анализ уровня ЭТ-1 в СЖ. **Результаты.** У большинства детей с ПВГ (95,6 %) содержание ЭТ-1 в СЖ (в среднем $9,69 \pm 3,8$ пг/мл) превышало показатель здоровых детей ($4,65 \pm 2,02$ пг/мл) ($p < 0,05$). Повышение уровня ЭТ-1 (до $8,90$ пг/мл) выявлено также на парных глазах детей с ПВГ. Средний уровень ЭТ-1 у детей с ПВГ в возрасте от 3 до 15 лет был достоверно выше ($p < 0,05$), чем у детей в возрасте до года. Хотя уровень ЭТ-1 у детей с ПВГ всех стадий значительно выше, чем в группе контроля, но в далеко зашедшей стадии он достоверно ($p < 0,05$) ниже, чем в начальной. Корреляций уровня ЭТ-1 со степенью истончения слоя нервных волокон сетчатки, а также с увеличением ПЗО глаза у детей с ПВГ на нашем материале не выявлено. **Заключение.** Впервые обнаружено повышение содержания ЭТ-1 в СЖ детей с ПВГ по сравнению со здоровыми детьми. Более низкое значение ЭТ-1 в далеко зашедшей стадии ПВГ по сравнению с начальной можно объяснить длительной хронической гипоксией тканей глаза с истощением его защитных резервов. Отсутствие четких корреляций уровня ЭТ-1 в СЖ с клинико-функциональными показателями обследованных нами детей с ПВГ пока не позволяет рассматривать содержание ЭТ-1 в СЖ как один из критериев степени ишемии при ПВГ. Для получения достоверных корреляций необходимы дальнейшие исследования.

Ключевые слова: врожденная глаукома; эндотелин-1; глаукомная оптическая нейропатия; дети

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Катаргина Л.А., Чеснокова Н.Б., Арестова Н.Н., Сорокин А.А., Павленко Т.А., Безнос О.В., Лисовская О.А. Содержание эндотелина-1 в слезной жидкости детей с первичной врожденной глаукомой. Российский офтальмологический журнал. 2023; 16 (1): 36-40. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-1-36-40>

Endothelin-1 level in the tear fluid of children with primary congenital glaucoma

Lyudmila A. Katargina¹, Natalia B. Chesnokova¹, Natalia N. Arestova^{1, 2}, Aleksandr A. Sorokin¹ ✉, Tatiana A. Pavlenko¹, Olga V. Beznos¹, Olga A. Lisovskaja¹

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² Moscow Evdokimov State Medical Stomatological University, Faculty of Postgraduate Education, 20, Bldg. 1, Delegatskaya St., 127473, Moscow, Russia
a.a.sorokin@inbox.ru

Purpose. To analyze the level of endothelin-1 (ET-1) in the tear fluid (TF) of children with primary congenital glaucoma (PCG) and to detect possible correlations between the clinical and the laboratory data. **Material and methods.** We examined 23 eyes of 15 children with PCG aged between 7 months and 15 years and 3 healthy fellow eyes of these children. 25 eyes of children of same age without glaucoma (somatically healthy with mild hyperopia and/or concomitant strabismus) served as control. A standard ophthalmological examination was supplemented by the flash visual evoked cortical potential, a total and a rhythmic electroretinogram, axial length (AL) echobiometry of the eye, optical coherence tomography of the optic nerve head, enzyme immunoassay (ELISA) of ET-1 level in TF were given. **Results.** In most children with PCG (95.6 %), the TF level of ET-1 (mean 9.69 ± 3.80 pg/ml) was higher than that in healthy children (4.65 ± 2.02 pg/ml) ($p < 0.001$). Increased levels of ET-1 (up to 8.90 pg/ml) were also detected in healthy fellow eyes of children with PCG. The mean level of ET-1 in children with PCG aged 3 to 15 years was significantly higher ($p < 0.05$) than in children under the age of 1 year. The level of ET-1 in children with PCG of all stages was found to be significantly higher than that in the control group, although in the far advanced stage it was significantly ($p < 0.05$) lower than in the initial stage. Our study revealed no correlations between the ET-1 level and the degree of retinal nerve fiber layer thinning, or the AL in children with PCG. **Conclusion.** For the first time, an increased level of ET-1 in the TF in children with PCG was revealed as compared to healthy children. A lower value of ET-1 in the far advanced PCG stage as compared to the initial stage can be explained by long-term chronic eye tissue hypoxia depleting the protective reserves of the eye. Since no obvious correlation between ET-1 level in the TF and clinical and functional data of children with PVG has been found, we cannot definitely view the ET-1 level in the TF as a measure of ischemia degree in PCG. Further studies are needed to obtain reliable correlations.

Keywords: congenital glaucoma; endothelin-1; glaucomatous optic neuropathy; children

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Katargina L.A., Chesnokova N.B., Arestova N.N., Sorokin A.A., Pavlenko T.A., Beznos O.V., Lisovskaya O.A. Endothelin-1 level in the tear fluid of children with primary congenital glaucoma. Russian ophthalmological journal. 2023; 16 (1): 36-40 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2023-16-1-36-40>

Эндотелин-1 (ЭТ-1) является пептидом с сильным вазоконстрикторным действием, который синтезируется в основном эндотелиальными клетками, но также может продуцироваться гладкомышечными клетками сосудов. Из всего семейства эндотелинов ЭТ-1 оказывает самое сильное вазоконстрикторное действие [1, 2]. Важным фактором, влияющим на уровень эндотелина, является индуцированный гипоксией фактор (HIF-1 α), который опосредует адаптивные механизмы при гипоксии и стимулирует синтез ЭТ-1. Установлено, что при хронической гипоксии происходит распад белка HIF-1 α , что приводит к снижению уровня ЭТ-1 [3–4]. Можно предположить, что уровень ЭТ-1 может служить возможным показателем гипоксии, хотя это требует дальнейшего изучения.

В последние годы активно изучается участие ЭТ-1 в патогенезе различных глазных заболеваний. Имеются данные о повышении уровня эндотелина в крови при диабетической ретинопатии, увеитах и глаукоме, хотя однозначного мнения о его роли в этих заболеваниях пока нет [5–7]. Так, некоторыми авторами выявлено повышение уровня ЭТ-1 в крови и внутриглазной жидкости при первичной открытоугольной глаукоме (ПОУГ), псевдоэкссфолиативной глаукоме и глаукоме нормального давления [5, 8, 9].

В то же время другие авторы не выявили существенных различий уровня ЭТ-1 в крови у больных с ПОУГ по сравнению с пациентами без глаукомы [10, 11]. Исследования, посвященные изучению содержания уровня ЭТ-1 в слезной жидкости (СЖ) немногочисленны [7, 8, 12, 13]. Приводятся различные данные о содержании ЭТ-1 в СЖ у здоровых взрослых [5, 8], но достоверных нормативных значений содержания ЭТ-1 в СЖ нет.

Изучение уровня ЭТ-1 в СЖ больных ПОУГ и псевдоэкссфолиативной глаукомой выявило его достоверное повышение в 2 и более раз по сравнению с группой контроля. Однако в связи с ограниченностью и немногочисленностью этих исследований неясна взаимосвязь между повышенным содержанием ЭТ-1 в СЖ и прогрессированием глаукоматозного процесса [7, 8, 12, 13], а также не изучены возможные корреляции этого показателя с компенсацией заболевания. В доступной литературе нет данных о содержании ЭТ-1 у детей с первичной врожденной глаукомой (ПВГ) и его возможной роли в течении заболевания.

ЦЕЛЬ работы — анализ содержания ЭТ-1 в СЖ детей с ПВГ и выявление возможных клинико-лабораторных корреляций.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ФГБУ НМИЦ ГБ им. Гельмгольца обследованы 23 глаза 15 детей с ПВГ, 3 парных глаза этих детей и группа контроля — 25 глаз детей без глаукомы (соматически здоровые с гиперметропией слабой степени и/или сопутствующим косоглазием). Возраст детей составлял от 7 мес до 15 лет, группы были сопоставимы по возрастному и гендерному составу.

Кроме стандартного офтальмологического обследования (авторефрактометрия, визометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, тонометрия) проведены электрофизиологические исследования: зрительные вызванные корковые потенциалы (ЗВП) на вспышку, общая и ритмическая электроретинограмма (ЭРГ) (RETI-port.scan 21 (Roland Consult, Germany), а также измерение передне-задней оси (ПЗО) глазного яблока (А/В-scan system 835, Humphrey Instr., inc., США); оптическая когерентная томография (ОКТ) диска зрительного нерва (ДЗН) и центральной зоны сетчатки (Spectralis SD ОСТ, Heidelberg Engineering, Inc., Германия).

Содержание ЭТ-1 в СЖ определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) у 15 детей (23 глаза) с ПВГ и на 3 парных глазах этих детей. Забор слезы осуществляли до всех манипуляций (через 12 ч после инстилляций капель) с помощью стерильной фильтровальной бумаги (шириной 5 мм), которую закладывали за нижнее веко. Анализ СЖ проводили после ее элюирования физиологическим раствором. СЖ замораживали после центрифугирования и хранили при температуре не более -20°C . Измерение уровня ЭТ-1 в СЖ (в пг/мл) выполняли с помощью полуавтоматического анализатора для ИФА — многофункционального фотометра для микропланшета (Synergy MX, США) с использованием диагностического набора для ИФА ELISA Kit for Endothelin-1 (Cloud-Clone corp., США).

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета прикладных программ

Microsoft Excel. Применяли методы описательной статистики и корреляционного анализа, значимыми считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Учитывая отсутствие в доступной литературе сведений о содержании ЭТ-1 у детей, мы провели исследование его уровня у здоровых детей (группа контроля, $n = 25$). Полученные данные широко варьировали: от 1,19 до 8,64 пг/мл, среднее значение ЭТ-1 составило $4,65 \pm 2,02$ пг/мл.

У детей с ПВГ в подавляющем большинстве случаев (95,6 %) уровень ЭТ-1 превышал аналогичный показатель здоровых детей ($p < 0,001$). Средний уровень ЭТ-1 в СЖ при ПВГ у детей составил $9,69 \pm 3,8$ пг/мл (от 2,55 до 16,09 пг/мл) при норме у здоровых детей $4,65 \pm 2,02$ пг/мл ($p < 0,05$). На 3 парных здоровых глазах детей с ПВГ также выявлено повышение уровня ЭТ-1 до 8,90 пг/мл (от 7,01 до 11,80 пг/мл).

Анализ клинических случаев ПВГ у детей с крайне низким и крайне высоким содержанием ЭТ-1 (16,09 и 2,55 пг/мл) не выявил связи уровня этого пептида в СЖ со сроком манифестации, стадией, компенсацией и течением глаукоматозного процесса.

Нами проведен сравнительный анализ уровня ЭТ-1 в СЖ глаз детей разного возраста с ПВГ и в группе контроля (табл. 1). Уровень ЭТ-1 был выше средней нормы у всех детей с ПВГ в возрасте от 3 до 15 лет (18 глаз, 100 %) и у 80 % (4 из 5 глаз) в возрасте до 1 г. 1 мес.

Установлено, что средний уровень ЭТ-1 у детей в возрасте от 3 до 15 лет был достоверно выше ($p < 0,05$), чем у детей в возрасте до года.

Для оценки возможных корреляций содержания ЭТ-1 в СЖ с тяжестью заболевания проведен анализ уровня ЭТ-1 при разных стадиях ПВГ (табл. 2).

ЭТ-1 у детей с ПВГ всех стадий был значительно выше, чем в группе контроля ($p < 0,05$). По мере прогрессирования

Таблица 1. Уровень ЭТ-1 ($M \pm SD$) в СЖ глаз детей разного возраста с ПВГ и здоровых детей (в группе контроля)

Table 1. ET-1 levels ($M \pm SD$) in the tear fluid of the eyes of children of different ages with PCG compared to the average normal values of healthy control group children

Группы Groups	Возраст детей Age of children	Уровень ЭТ-1, пг/мл Level ET-1, pg/ml	Диапазон значений ЭТ-1 (мин-макс), пг/мл Value range of ET-1 (min-max), pg/ml
Контроль Control	От 8 мес до 14 лет From 8 months to 14 years $n = 25$	$4,65 \pm 2,02$	1,19–8,64
Дети с ПВГ Children with PCG	До 1 г. 1 мес Up to 1 year 1 month $n = 5$	$6,57 \pm 3,67$	2,55–13,49
Дети с ПВГ Children with PCG	От 3 до 15 лет From 3 to 15 years $n = 18$	$10,55 \pm 3,36^*$	6,18–16,09

Примечание. n — число глаз, * — достоверность различия между группами детей с ПВГ, $p < 0,05$.

Note. n — number of eyes, * — reliability of the difference between the groups of children with PCG, $p < 0,05$.

Таблица 2. Уровень ЭТ-1 ($M \pm SD$) в СЖ глаз детей при разных стадиях ПВГ

Table 2. ET-1 levels ($M \pm SD$) in the tear fluid of children's eyes at different stages of PCG

Стадии ПВГ Stages of PCG	Уровень ЭТ-1, пг/мл ET-1 level, pg/ml	Диапазон значений (мин-макс), пг/мл Value range of ET-1 (min-max), pg/ml
Начальная Early, $n = 4$	$13,50 \pm 1,13$	11,82–14,85
Развитая Moderate, $n = 6$	$11,05 \pm 3,71$	6,19–16,09
Далеко зашедшая Advanced, $n = 13$	$7,89 \pm 3,20^*$	2,55–15,08

Примечание. n — количество глаз, * — достоверность различия показателя по сравнению с начальной стадией ПВГ, $p < 0,05$.

Note. n — number of eyes, * — reliability of the difference as compared to early stage of PCG, $p < 0,05$.

ния ПВГ от начальной к далеко зашедшей стадии средние значения уровня ЭТ-1 снижались. Установлено, что в далеко зашедшей стадии средние значения ЭТ-1 у детей с ПВГ были достоверно ниже, чем в начальной стадии, что можно объяснить длительной хронической гипоксией тканей глаза при далеко зашедшей стадии и истощением защитных резервов глаза. Известно, что при хронической гипоксии снижается уровень НГF-1 α и, как следствие, уровень ЭТ-1 [4]. Из немногочисленных данных литературы следует, что при разных стадиях глаукомы у взрослых также отмечалось повышение уровня ЭТ-1 [13]. В одном исследовании авторы отмечают повышение уровня ЭТ-1 при прогрессировании глаукоматозного процесса при псевдоэкзофиативной глаукоме, однако в связи с ограниченностью исследования и малой выборкой данные требуют уточнения [8].

В значительной мере тяжесть и стадию ПВГ у детей определяет растяжение глазного яблока, поэтому длина ПЗО глаза служит одним из объективных критериев оценки стадии ПВГ, особенно у детей младшего возраста. В нашем исследовании в большинстве случаев (95,5 % глаз с ПВГ) ПЗО превышала возрастную норму. Нами проведен анализ уровня ЭТ-1 в СЖ глаз детей при разной степени увеличения ПЗО по сравнению с нормальным возрастным показателем [14] (табл. 3).

Как следует из данных таблицы 3, достоверных различий уровня ЭТ-1 у детей ПВГ при разной степени растяжения глаза не выявлено, что не позволяет использовать его в качестве однозначного критерия тяжести глаукоматозного процесса у детей с ПВГ.

Толщина слоя нервных волокон сетчатки (СНВС) — важный показатель наличия глаукомной оптической нейропатии (ГОН). Анализ средних показателей толщины СНВС в глазах детей с ПВГ показал, что во всех случаях они были снижены и варьировали от 43 до 98 мкм, составляя в среднем $71,68 \pm 15,21$ мкм при норме 99 мкм (по базе данных Spectralis SD OCT, Heidelberg Engineering, Inc., Германия).

Сравнительные данные уровня ЭТ-1 в СЖ при разной степени истончения СНВС глаз детей с ПВГ приведены в таблице 4.

Как следует из представленных данных, достоверной связи уровня ЭТ-1 в СЖ со степенью истончения слоя СНВС глаз детей с ПВГ на нашем материале не выявлено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые проведенное исследование содержания ЭТ-1 в СЖ глаз детей с ПВГ выявило повышение средних значений ЭТ-1 как в больных, так и парных глазах по сравнению с группой контроля ($p < 0,05$). Полученные нами результаты, демонстрирующие общую тенденцию к повышению уровня ЭТ-1 в СЖ при ПВГ, согласуются с литературными данными, относящимися к глаукомам различной этиологии у взрослых [12, 13]. Установлено, что у детей раннего возраста (до 1 г. 1 мес) уровень ЭТ-1 в СЖ достоверно ниже ($p < 0,05$), чем в более старшем возрасте. Выявлено, что при всех стадиях ПВГ уровень ЭТ-1 в СЖ детей значительно выше, чем в группе контроля, при этом по мере прогрессирования глаукомы по стадиям средние значения уровня ЭТ-1 в СЖ снижались. Достоверное снижение ЭТ-1 в далеко зашедшей стадии (по сравнению с начальной) можно объяснить длительной хронической гипоксией тканей глаза при тяжелом глаукоматозном процессе и истощением его защитных резервов. Отсутствие четких корреляций уровня ЭТ-1 в СЖ с клинико-функциональными показателями обследованных нами детей с ПВГ пока не позволяет рассматривать содержание ЭТ-1 в СЖ как один из критериев степени ишемии и тяжести глаукомного процесса. Для уточнения взаимосвязи уровня ЭТ-1 в СЖ и клинико-функциональных показателей прогрессирования ПВГ необходимы дальнейшие исследования.

Таблица 3. Уровень ЭТ-1 ($M \pm SD$) в СЖ глаз детей с ПВГ при разной степени увеличения ПЗО
Table 3. ET-1 levels ($M \pm SD$) in tear fluid of children's eyes with PCG at different degrees of axial length (AL) increase

Увеличение ПЗО AL increase	Уровень ЭТ-1, пг/мл ET-1 level, pg/ml	Диапазон значений ЭТ-1 (мин-макс), пг/мл Value range of ET-1 (min-max), pg/ml
До 3 мм Up to 3 mm n = 11	$8,92 \pm 4,27$	2,55–16,09
Более 3 мм More than 3 mm n = 11	$10,27 \pm 3,25$	5,80–15,08

Примечание. n — количество глаз.
Note. n — number of eyes.

Таблица 4. Уровень ЭТ-1 ($M \pm SD$) в СЖ глаз детей с ПВГ при разной степени истончения СНВС (%)
Table 4. ET-1 levels ($M \pm SD$) in tear fluid of children's eyes with PCG at different degrees of retinal nerve fiber level (RNFL) thinning (%)

Степень истончения СНВС Degree of RNFL thinning	Уровень ЭТ-1, пг/мл Level ET-1, pg/ml	Диапазон значений ЭТ-1 (мин-макс), пг/мл Value range of ET-1 (min-max), pg/ml
Не более чем на 10 % No more than 10 % n = 3	$7,57 \pm 4,86$	2,55–14,16
От 10 до 30 % From 10 to 30 % n = 5	$9,60 \pm 3,64$	6,18–14,85
Более 30 % More than 30 % n = 8	$7,95 \pm 1,93$	5,01–10,87

Примечание. n — количество глаз.
Note. n — number of eyes.

Литература/References

1. Чеснокова Н.Б., Павленко Т.А., Безнос О.В., Григорьев А.В. Роль эндотелиновой системы в патогенезе глазных болезней. Вестник офтальмологии. 2020; 136 (1): 117–23. [Chesnokova N.B., Pavlenko T.A., Beznos O.V., Grigor'ev A.V. The role of the endothelin system in the pathogenesis of eye diseases. Vestnik Oftalmologii. 2020; 136 (1): 117–23 (in Russian)] <https://doi.org/10.17116/oftalma2020136011117>
2. Salvatore S., Vingolo E.M. Endothelin-1 role in human eye: a review. J. Ophthalmol. 2010; 2010: 354645. doi: 10.1155/2010/354645
3. Luo W., Wang Y. HIF repressors under chronic hypoxia. Aging (Albany NY). 2016; 8 (3): 418–9. doi: 10.18632/aging.100922
4. Luo W., Zhong J., Chang R., et al. Hsp70 and CHIP selectively mediate ubiquitination and degradation of hypoxia-inducible factor (HIF)-1 α but not HIF-2 α . J. Biol. Chem. 2010; 285 (6): 3651–63. doi:10.1074/jbc.M109.068577
5. Павленко Т.А., Чеснокова Н.Б., Давыдова Н.Г. и др. Содержание эндотелина и плазминогена в слезной жидкости больных глаукомой и пролиферативной диабетической ретинопатией. Вестник офтальмологии. 2013; 129 (4): 20–3. [Pavlenko T.A., Chesnokova N.B., Davydova N.G., et al. Level of tear endothelin-1 and plasminogen in patients with glaucoma and proliferative diabetic retinopathy. Vestnik oftal'mologii. 2013; 129 (4): 20–3 (in Russian)].
6. Powierza K., Sawicka-Powierza J., Urban V., et al. Endothelin-1 serum concentration in pediatric chronic idiopathic uveitis. Clin. Ophthalmol. 2021; 15: 157–64. doi: 10.2147/OPTH.S276109
7. Маркова Е.В., Баранов В.И., Юдина С.М., Некрасова Т.Д. Роль оксида азота и эндотелина-1 в развитии и прогрессировании псевдоэкссфолиативной глаукомы. Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». 2013; (1): 109–13. [Markova E.V., Baranov V.I., Yudina S.M., Nekrasova T.D., et al. The role of nitric oxide and endothelin-1 in developing and progressing pseudoexfoliative glaucoma. Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e». 2013; (1): 109–13 (in Russian)].
8. Маркова Е.В., Баранов В.И., Даниленко О.А. Содержание эндотелина-1 в сыворотке крови и слезной жидкости у пациентов с псевдоэкссфолиативной глаукомой. Медицинский вестник Башкортостана. 2017; 12 (2): 97–9. [Markova E.V., Baranov V.I., Danilenko O.A. Concentration of endothelin-1 in the serum and tear fluid in patients with pseudoexfoliative glaucoma. Bashkortostan Medical Journal. 2017; 12 (2): 97–9 (in Russian)].
9. Chen H.-Y., Chang Y.-C., Chen W.-C., Lane H.-Y. Association between plasma endothelin-1 and severity of different types of glaucoma. J. Glaucoma. 2013; 22 (22): 117–22. doi: 10.1097/jgg.0b013e31822e8c65
10. Kunimatsu S., Mayama C., Tomidokoro A., Araie M. Plasma endothelin-1 level in Japanese normal tension glaucoma patients. Curr. Eye Res. 2006; 31 (9): 727–31. doi: 10.1080/02713680600837382
11. Henry E., Newby D.E., Webb D.J., Hadoke P.W.F., O'Brien C.J. Altered endothelin-1 vasoreactivity in patients with untreated normal-pressure glaucoma. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. 2006; 47 (6): 2528–32. <https://doi.org/10.1167/iovs.05-0240>
12. Павленко Т.А., Ким А.Р., Курина А.Ю. и др. Эндотелины и дофамин в слезной жидкости в оценке нейроваскулярных нарушений при глаукоме. Вестник офтальмологии. 2018; 134 (4): 41–6. [Pavlenko T.A., Kim A.R., Kurina A.Yu., et al. Endothelins and dopamine levels in tears for assessment of neurovascular disorders in glaucoma. Vestnik oftal'mologii. 2018; 134 (4): 41–6 (in Russian)]. doi: 10.17116/oftalma201813404141
13. Павленко Т.А., Безнос О.В., Григорьев А.В., Давыдова Н.Г., Чеснокова Н.Б. Эндотелины в слезной жидкости больных с первичной открытоугольной глаукомой как маркеры и предикторы тяжести глаукоматозного процесса. Современные технологии в офтальмологии. 2018; 3: 86–8. [Pavlenko T.A., Beznos O.V., Grigor'ev A.V., Davydova N.G., Chesnokova N.B. Endothelins in the lacrimal fluid of patients with primary open-angle glaucoma as markers and predictors of the severity of the glaucomatous process. Sovremennye tekhnologii v oftal'mologii. 2018; (3): 86–8 (in Russian)].
14. Bach A., Villegas V.M., Gold A.S., Shi W., Murray T.G. Axial length development in children. Int. J. Ophthalmol. 2019; 12 (5): 815–9. doi:10.18240/ijo.2019.05.18

Вклад авторов в работу: Л.А. Катаргина — замысел и разработка дизайна исследования, редактирование и окончательное одобрение статьи для опубликования; Н.Б. Чеснокова — разработка дизайна исследования, редактирование статьи; Н.Н. Арестова — анализ и интерпретация результатов, редактирование статьи; А.А. Сорокин — сбор материала, анализ и интерпретация данных, написание статьи; Т.А. Павленко, О.В. Безнос, О.А. Лисовская — проведение биохимического исследования, статистическая обработка данных, редактирование статьи.

Authors' contribution: L.A. Katargina — concept and design of the study; editing and final approval of the article for publication; N.B. Chesnokova — design of the study, editing of the article; N.N. Arestova — analysis and interpretation of the results, editing of the article; A.A. Sorokin — data collection, processing and interpretation writing of the article; T.A. Pavlenko, O.V. Beznos, O.A. Lisovskaya — biochemical studies performing, data processing, editing of the article.

Поступила: 11.03.2022. Переработана: 05.04.2022. Принята к печати: 08.04.2022

Originally received: 11.03.2022. Final revision: 05.04.2022. Accepted: 08.04.2022

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая Черногорязская, д. 14/19, 105062, Москва, Россия

² ФПДО ГБОУ ВПО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России, ул. Делегатская, д. 20, стр. 1, Москва, 127473, Россия

Людмила Анатольевна Катаргина — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе, начальник отдела патологии глаз у детей¹

Наталья Борисовна Чеснокова — д-р биол. наук, профессор, главный специалист отдела патофизиологии и биохимии¹

Наталья Николаевна Арестова — д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии глаз у детей¹, доцент кафедры глазных болезней²

Александр Александрович Сорокин — аспирант отдела патологии глаз у детей¹

Татьяна Аркадьевна Павленко — канд. мед. наук, начальник отдела патофизиологии и биохимии¹

Ольга Валерьевна Безнос — научный сотрудник отдела патофизиологии и биохимии¹

Ольга Александровна Лисовская — научный сотрудник отдела патофизиологии и биохимии¹

Для контактов: Александр Александрович Сорокин,
a.a.sorokin@inbox.ru

¹ Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

² Moscow Evdokimov State Medical Stomatologic University, Faculty of Postgraduate Education, 20, bild. 1, Delegatskaya st., 127473, Moscow, Russia

Lyudmila A. Katargina — Dr. of Med. Sci., professor, deputy director¹

Natalia B. Chesnokova — Dr. of Biol. Sci., professor, principal specialist of the department of pathophysiology and biochemistry¹

Nataliya N. Arestova — Dr. Med. Sci., leading researcher, department of children eye pathology¹, associate professor, chair of ophthalmology²

Aleksandr A. Sorokin — PhD student, department of children's eye pathology¹

Tatiana A. Pavlenko — Cand. of Med. Sci., head of the department of pathophysiology and biochemistry¹

Olga V. Beznos — researcher of the department of pathophysiology and biochemistry¹

Olga A. Lisovskaja — researcher of the department of pathophysiology and biochemistry¹

Contact information: Aleksandr A. Sorokin,
a.a.sorokin@inbox.ru