

УДК 617.731-007.23-031.85-053.5

<https://doi.org/10.33791/2222-4408-2024-2-81-89>

Динамика рефракции у школьников с врожденной частичной атрофией зрительного нерва за десятилетний период наблюдения

А.Б. Лавер^{1,*}, С.И. Рычкова^{1,2,3}, Н.И. Курышева¹

¹ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России,

123098, Российская Федерация, г. Москва, ул. Гамалеи, д. 15

² ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича» РАН,

127051, Российская Федерация, г. Москва, Большой Каретный пер., д. 19

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России,

117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1

* e-mail: beesetm1z@gmail.com

Резюме

Актуальность. Атрофия зрительного нерва – серьезное дегенеративное заболевание, являющееся одной из наиболее частых причин инвалидности по зрению, в том числе у детей. Между тем, в отношении рефрактогенеза у школьников с частичной атрофией зрительного нерва (ЧАЗН) данные литературы практически отсутствуют, а имеющиеся публикации по оптике глаза при ЧАЗН посвящены в основном коррекции слабовидения при данной патологии. **Цель:** оценить динамику рефракции у школьников с врожденной частичной атрофией зрительного нерва за десятилетний период наблюдения. **Материалы и методы.** Проводили ретроспективный анализ динамики рефракции за 10 лет в группах: 1) 47 школьников с ЧАЗН, 2) 49 школьников с аметропией без ЧАЗН, 3) 49 школьников без офтальмопатологии. Возраст в начале наблюдения – 7 лет, в конце – 17 лет. **Результаты.** У детей всех исследуемых групп наблюдали сдвиг рефрактогенеза в сторону миопизации ($p < 0,001$). В группах детей с миопией и эмметропией (без офтальмопатологии в начале обучения) выявили появление или усиление имеющейся миопической рефракции. У детей с гиперметропической рефракцией отметили постепенное ее уменьшение, сдвиг в сторону эмметропической и даже переход в миопическую. У школьников-миопов, пользующихся контактными линзами и перифокальными очками с возраста 11–13 лет, наблюдали стабилизацию прогрессирующей миопии, более выраженную при использовании перифокальной оптической коррекции ($p < 0,01$). Несмотря на изменения рефракции в течение периода школьного обучения, регулярное проведение курсов функционального лечения и тренировок аккомодации позволяло несколько улучшить остроту зрения у пациентов с ЧАЗН (в среднем на $0,05 \pm 0,01$ ($p = 0,001$) у миопов и на $0,06 \pm 0,01$ ($p < 0,001$) у гиперметропов), а также существенно повысить остроту зрения у детей с аметропией без ЧАЗН (в среднем на $0,14 \pm 0,02$ ($p < 0,001$) у миопов и на $0,18 \pm 0,02$ ($p < 0,001$) у гиперметропов). **Заключение.** Динамика рефрактогенеза за десятилетний период наблюдения демонстрирует миопизацию во всех исследуемых группах школьников, что имеет особенное значение для детей с ЧАЗН, учитывая их низкую остроту зрения. Оптимальная оптическая коррекция с использованием современных средств контроля миопии в сочетании с регулярным функциональным лечением и тренировками аккомодации представляются необходимыми условиями для берегающего здоровья подхода к обучению школьников с данной патологией.

Ключевые слова: частичная атрофия зрительного нерва, рефрактогенез, коррекция аметропии, контроль миопии, перифокальные очки

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Для цитирования: Лавер АБ, Рычкова СИ, Курышева НИ. Динамика рефракции у школьников с врожденной частичной атрофией зрительного нерва за десятилетний период наблюдения. The EYE ГЛАЗ. 2024;26(2):81–89. doi: 10.33791/2222-4408-2024-2-81-89

Поступила: 05.11.2023

Принята после доработки: 23.03.2024

Принята к публикации: 22.04.2024

Опубликована: 30.06.2024

Refraction dynamics in schoolchildren with congenital partial atrophy of the optic nerve over a ten-year observation period

Alexander B. Laver^{1,*}, Svetlana I. Rychkova^{1,2,3}, Natalia I. Kuryшева¹

¹Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, 15, Gamalei Str., Moscow, 123098, Russian Federation

²Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, 19, Bolshoy Karetny Lane, Moscow, 127051, Russian Federation

³Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova Str., Moscow, 117997, Russian Federation

* e-mail: beesetm1z@gmail.com

Abstract

Introduction. Optic nerve atrophy is a degenerative condition and a prevalent cause of visual impairment, including in children. Data on refractogenesis in schoolchildren with partial atrophy of the optic nerve (PAON) are scarce, with existing literature focusing primarily on the correction of low vision associated with this disorder. **Purpose:** to assess the refraction dynamics in schoolchildren with congenital PAON over a ten-year observation period. **Materials and methods.** We conducted a retrospective analysis of refraction changes over a decade among three groups: 1) 47 schoolchildren with PAON, 2) 49 schoolchildren with ametropia without PAON, and 3) 49 schoolchildren without any ophthalmopathy. **Results.** All groups exhibited a trend towards myopization ($p < 0.001$). In groups with myopic and emmetropic refractions (without ophthalmopathy at the start), either the emergence or an increase in myopic refraction was noted. In hypermetropic children, a gradual decrease towards emmetropic refraction or a shift to myopic refraction was observed. For myopic schoolchildren using contact lenses and perifocal glasses from the ages of 11–13, myopia progression stabilized, particularly with perifocal optical correction ($p < 0.01$). Despite refractive changes during the school years, regular courses of functional treatment and accommodation training led to a slight improvement in visual acuity in PAON patients (by an average of 0.05 ± 0.01 ($p = 0.001$) in myopes and 0.06 ± 0.01 ($p < 0.001$) in hypermetropes) and a significant increase in visual acuity in children with normal fundus ametropia (by an average of 0.14 ± 0.02 ($p < 0.001$) in myopes and 0.18 ± 0.02 ($p < 0.001$) in hypermetropes). **Conclusion.** The ten-year observation demonstrates a myopization trend in all groups of schoolchildren, which holds particular relevance for those with PAON due to their inherently lower visual acuity. An optimal optical correction strategy, employing modern myopia control measures in tandem with regular functional treatment and accommodation training, is essential for a health-preserving educational approach in schoolchildren with PAON.

Keywords: partial atrophy of the optic nerve, refractogenesis, ametropia correction, myopia control, perifocal glasses

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

Funding: the authors received no specific funding for this work.

For citation: Laver AB, Rychkova SI, Kuryшева NI. Refraction dynamics in schoolchildren with congenital partial atrophy of the optic nerve over a ten-year observation period. The EYE GLAZ. 2024;26(2):81–89. doi: 10.33791/2222-4408-2024-2-81-89

Received: 05.11.2023

Accepted: 23.03.2024

Accepted for publishing: 22.04.2024

Published: 30.06.2024

Атрофия зрительного нерва – серьезное дегенеративное заболевание, являющееся одной из наиболее частых причин инвалидности по зрению, в том числе у детей. Дегенеративный процесс при этом заболевании развивается в аксонах ганглиозных клеток сетчатки и приводит к необратимому угнетению зрительных функций вплоть до слепоты. Различают полную и частичную атрофию зрительного нерва (ЧАЗН). ЧАЗН подразделяют на врожденную и приобретенную, по этиологии процесса – на первичную, вторичную, глаукоматозную и, в зависимости от характера течения, на стационарную и прогрессирующую [1–4].

Исследования причин врожденной ЧАЗН показали тесную взаимосвязь ее развития с осложненным течением беременности, родов, периодов новорожденности и раннего возраста. Было показано, что ЧАЗН у детей раннего возраста связана с внутриутробной гипоксией плода (81,2%) и гипоксией в родах (33,1%), а также гипоксией в пе-

риоде раннего возраста, обусловленной анемией, диспластической кардиопатией, последствиями вегето-висцеральной дисфункции, гипертензионно-гидроцефальным синдромом, метаболическими и иммунными нарушениями [5, 6].

В лечении ЧАЗН используют фармакотерапию (нейротрофические препараты), лазерстимуляцию и электростимуляцию зрительного нерва. Считается, что низкоинтенсивное импульсное инфракрасное лазерное излучение способствует восстановлению миелиновой оболочки вследствие пролиферации олигодендроцитов и астроцитов. Используемая в лечении электростимуляция способствует восстановлению проведения ритмического возбуждения по зрительному нерву и воздействует на регуляторные и регенераторные процессы в зрительном анализаторе [7, 8].

С учетом состояния зрительных функций детям с ЧАЗН назначается очковая коррекция аномалий рефракции для дали и для близи, а также использу-

ются лупы опорные или накладные для коррекции слабости зрения. Начиная с возраста 6–7 лет возможно использование электронных увеличительных устройств, особенно школьниками с остротой зрения 0,1 и ниже. Рекомендуется уточнять коррекцию ежегодно, так как состояние зрительных функций и рефракция у детей могут существенно меняться. Между тем, в отношении рефрактогенеза у школьников с ЧАЗН данные литературы практически отсутствуют, а имеющиеся публикации посвящены в основном коррекции слабости зрения при данной патологии [9].

Цель работы: изучить динамику рефракции у школьников с врожденной частичной атрофией зрительного нерва за десятилетний период наблюдения.

Материалы и методы

Проводили ретроспективный анализ динамики рефракции за 10 лет у 47 школьников с ЧАЗН с характерной картиной глазного дна (бледный диск зрительного нерва с четкими границами, сглаженность макулярных рефлексов) и подтвержденной результатами электрофизиологических исследований (ЭФИ). По результатам исследования рефракции в начале наблюдения (в возрасте 7 лет) 27 пациентов (54 глаза) имели миопическую рефракцию и 20 (40 глаз) – гиперметропическую. Почти у всех пациентов (27 с миопической рефракцией и 19 с гиперметропической) выявили сложный астигматизм силой 1,0–3,0 дптр. Из сопутствующей офтальмопатологии у 30 пациентов наблюдали содружественное косоглазие (табл. 1). Врожденный горизонтальный нистагм выявили у 7 пациентов с миопической рефракцией и у 6 – с гиперметропической. Острота зрения пациентов с миопической рефракцией (54 глаза) составляла в среднем $0,2 \pm 0,03$, пациентов с гиперметропической рефракцией (40 глаз) – $0,25 \pm 0,04$.

Группы контроля составили: 1) школьники с врожденной аметропией (27 пациентов с миопической рефракцией и 22 – с гиперметропической) без ЧАЗН; 2) 49 школьников без офтальмопатологии, с эмметропической рефракцией в начале наблюдения.

В контрольной группе школьников с аметропией у 10 пациентов наблюдали содружественное косоглазие (табл. 1). У 24 пациентов с миопической рефракцией выявили сложный миопический астигматизм силой 1,0–4,5 дптр и у 18 пациентов с гиперметропической рефракцией – сложный гиперметропический астигматизм силой 1,0–5,5 дптр. При этом в начале периода наблюдения (в возрасте 7 лет) амблиопию слабой и средней степени определили у 22 пациентов с миопической рефракцией (корригированная острота зрения в среднем $0,5 \pm 0,04$) и у 20 пациентов с гиперметропической рефракцией (корригированная острота зрения в среднем $0,6 \pm 0,04$).

В контрольной группе школьников с эмметропией и нормальным состоянием глазного дна в начале исследования (в возрасте 7 лет) у всех детей наблюдали ортотропию и высокую остроту зрения без коррекции (1,0 на оба глаза).

Дети всех групп обучались в школе № 1499 ШО № 5 (ранее специальная школа-интернат для детей с офтальмопатологией). Дети контрольной группы без офтальмопатологии в начале периода наблюдения (имевшие нарушения речевого развития или двигательные нарушения) обучались в тех же классах, что и дети с офтальмопатологией. Режим зрительной работы и освещение в классах для всех детей были одинаковыми. Дети с ЧАЗН с низкой остротой зрения могли дополнительно пользоваться оптическими и электронными увеличительными устройствами для слабослышащих. Динамику рефракции по сферозэквиваленту анализировали по дан-

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов
Table 1. Clinical characteristics of the patients

| Клинические характеристики Clinical characteristics | | Группы пациентов Groups of patient | |
|--|---|--|---|
| | | Дети с ЧАЗН (n = 47) Children with PAON | Дети с аметропией (n = 49) Children with am- etropia |
| Виды рефракции, абсолютное число пациентов (%) Types of refraction, absolute number of children (%) | миопическая myopic | 27 (57,4%) | 27 (55,1%) |
| | гиперметропическая hypermetropic | 20 (42,6%) | 22 (44,9%) |
| Косоглазие, абсолютное число пациентов (%) Strabismus, absolute number of children (%) | сходящееся на фоне гиперметропической рефракции convergent strabismus in hypermetropic refraction | 11 (23,4%) | 7 (14,3%) |
| | сходящееся на фоне миопической рефракции convergent strabismus in myopic refraction | 6 (12,8%) | 0 |
| | расходящееся на фоне гиперметропической рефракции divergent strabismus in hypermetropic refraction | 5 (10,6%) | 0 |
| | расходящееся на фоне миопической рефракции divergent strabismus in myopic refraction | 8 (17%) | 3 (6,1%) |

ным амбулаторных карт за период с 2009 по 2023 г. Для каждого ребенка период наблюдения составлял 10 лет: с 7 (1-й класс) до 17 лет (10–11-й классы). Для анализа использовали результаты ежегодных измерений рефракции под циклоплегией (мидриа-цил 1 %) на авторефрактометре Huvitz (Корея).

Условия школьного обучения были максимально адаптированы для детей с офтальмопатологией: хорошее освещение (не ниже 700 лк) и небольшое количество детей (до 15 человек) в классах, ограничение длительности зрительной нагрузки (обычно не более 15 минут, затем перерыв), использование различных видов увеличительных устройств для слабовидящих школьников (ручные и накладные лупы, электронные увеличивающие экраны).

В течение всего периода школьного обучения в рамках здоровьесберегающего подхода к организации занятий регулярно назначали курсы функционального лечения в специально оборудованном кабинете офтальмолога школы. Всем детям с ЧАЗН проводили курс функционального лечения по 10 сеансов 2 раза в год, включавший магнитотерапию (аппарат «АМО-АТОС») в сочетании с закапыванием Тауфона 4%, чрескожную электростимуляцию (аппарат «ЭСОМ») и тренировки аккомодации на аппарате «Ручеек» и по методу Аветисова – Мац. Дети с аметропией без ЧАЗН также получали курсы функционального лечения по 10 сеансов 2 раза в год, которые включали магнитотерапию (аппарат «АМО-АТОС») в сочетании с закапыванием Тауфона 4%, тренировки аккомодации на аппарате «Ручеек» и по методу Аветисова – Мац, занятия с плеоптиче-

скими и ортоптическими компьютерными программами, а также, при наличии косоглазия, ортоптическое лечение на синоптофоре. Детям контрольной группы проводили 2 раза в год тренировки аккомодации для профилактики развития аккомодационных нарушений.

Статистическую обработку полученных данных проводили при помощи программы SPSS, использовали оценку достоверности связанных выборок (по *W*-test) и несвязанных выборок (по *U*-test), корреляционный и графический анализ.

Результаты исследования

Результаты анализа миопической рефракции в группе пациентов с ЧАЗН представлены на диаграмме (рис. 1), демонстрирующей динамику рефракции у 36 пациентов (72 глаза), пользующихся на протяжении всего периода наблюдения стандартной монофокальной очковой коррекцией, 5 пациентов (10 глаз), пользующихся с 11–13 лет перифокальными очками, и 6 пациентов (12 глаз), пользующихся с этого же возраста стандартными монофокальными мягкими контактными линзами. Все пациенты, предпочитавшие контактную коррекцию, имели высокую степень миопии, и преимуществом контактных линз являлось то, что они не уменьшали размер ретинального изображения (т.е. изображение, видимое пациентами в контактных линзах, было крупнее, чем в очках).

Анализируя представленные данные, нужно отметить, что степень миопии по сферозэквиваленту у всех пациентов уже к моменту поступления в школу была средней и высокой степени.

У пациентов, пользующихся весь период наблюдения только стандартной монофокальной очковой коррекцией, величина миопической рефракции существенно увеличивалась к 17 годам ($p < 0,001$). При этом отдельное сравнение рефракции в возрасте 7 и 11 лет показало статистически достоверную разницу ($p < 0,001$), как и сравнение рефракции в возрасте 11 и 17 лет ($p < 0,001$). Корреляционный анализ показал сильную корреляцию величины миопической рефракции и возраста школьников ($r = 0,98, p < 0,001$).

Для пациентов, пользующихся перифокальными очками, усиление миопической рефракции при сравнении ее в возрасте 7 и 11 лет было статистически достоверным ($p = 0,03$), однако сравнение в возрасте 11 и 17 лет достоверной разницы не выявило ($p = 0,32$).

Достоверное усиление миопической рефракции у пациентов, пользующихся стандартными монофокальными мягкими контактными линзами, также выявлялось при сравнении данных в возрасте 7 и 11 лет ($p = 0,015$), но при сравнении в возрасте 11 и 17 лет разница не была достоверной ($p = 0,07$).

Можно предположить, что торможение прогрессирования миопии при использовании перифокальных очков, очевидно, происходило за счет периферического миопического дефокуса. В случаях

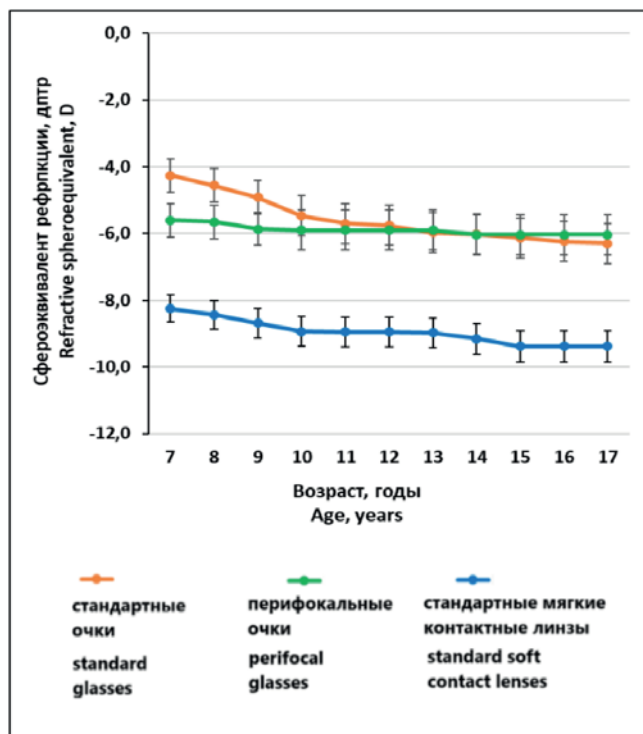


Рис. 1. Динамика миопической рефракции по сферозэквиваленту у пациентов с ЧАЗН

Fig. 1. Dynamics of myopic refraction measured by spherical equivalent in patients with PAON

использования стандартных мягких контактных линз торможению прогрессирования миопии, вероятно, способствовали более близкие к естественным условия работы аккомодации, а также отсутствие оптического эффекта уменьшения проецируемого на сетчатку изображения по сравнению с условиями обычной очковой коррекции.

Динамика гиперметропической рефракции по сферозквиваленту у пациентов с ЧАЗН представлена на диаграмме (рис. 2). Все пациенты данной группы пользовались только стандартной монофокальной очковой коррекцией.

Анализируя данные, полученные у пациентов с ЧАЗН на фоне гиперметропической рефракции, нужно отметить довольно большой разброс величины гиперметропии у пациентов этой группы. Однако гиперметропия по сферозквиваленту у большинства (75%) пациентов в начале наблюдения была слабой степени. По данным корреляционного анализа величина гиперметропической рефракции прогрессивно уменьшалась с возрастом ($r = -0,97, p < 0,001$) и к 17 годам существенно сдвигалась в сторону миопизации ($p < 0,001$).

Данные динамики миопической рефракции пациентов с нормальным состоянием глазного дна представлены на диаграмме (рис. 3). Показаны результаты наблюдения 38 пациентов (76 глаз), пользующихся стандартной очковой коррекцией весь период наблюдения, 6 пациентов (12 глаз), пользующихся с 11–13 лет перифокальными очками, и 5 пациентов (10 глаз) с миопией высокой степени, пользующихся с этого же возраста стандартными мягкими контактными линзами (не уменьшающими размер видимого изображения).

Анализ представленных данных показал, что у пациентов, пользующихся весь период наблюдения стандартной очковой коррекцией, сравнение рефракции в возрасте 7 и 11 лет, а также сравнение в возрасте 11 и 17 лет демонстрируют достоверное усиление миопии ($p < 0,001$). Корреляционный анализ показал сильную взаимосвязь величины миопической рефракции с возрастом школьников ($r = 0,99, p < 0,001$).

Для пациентов, пользующихся перифокальными очками, достоверное усиление миопической рефракции выявляли при сравнении в возрасте 7 и 11 лет ($p = 0,02$), однако сравнение в возрасте 11 и 17 лет достоверной разницы не показало ($p = 0,11$).

Достоверное усиление миопической рефракции у пациентов, пользующихся стандартными мягкими контактными линзами, также выявляли при сравнении в возрасте 7 и 11 лет ($p = 0,005$), но при сравнении в возрасте 11 и 17 лет разница не была достоверной ($p = 0,1$).

Можно предположить, что, как и в группе пациентов с ЧАЗН с миопической рефракцией, торможение прогрессирования миопии при использовании перифокальных очков обусловлено положительным действием периферического миопического дефокуса, а при использовании стандартных мягких кон-

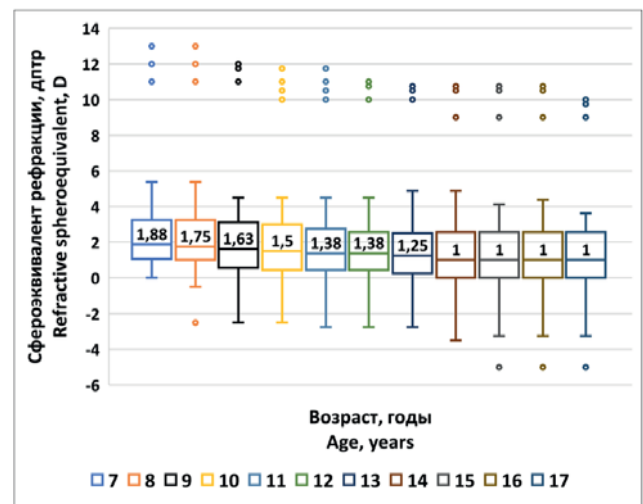


Рис. 2. Динамика гиперметропической рефракции по сферозквиваленту у пациентов с ЧАЗН

Fig. 2. Dynamics of hypermetropic refraction measured by spheroequivalent in patients with PAON

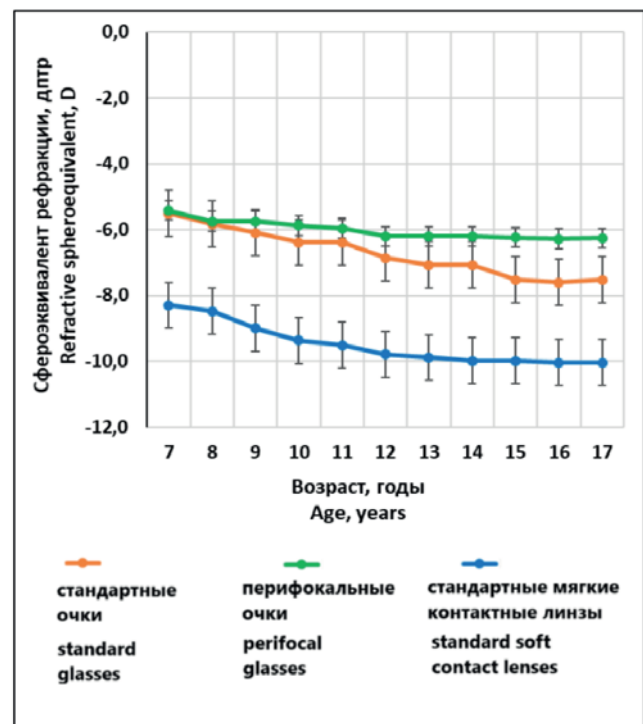


Рис. 3. Динамика миопической рефракции по сферозквиваленту у пациентов без ЧАЗН

Fig. 3. Dynamics of myopic refraction measured by spheroequivalent in patients without PAON

тактных линз – более близкими к естественным условиям работы аккомодации и отсутствием оптического эффекта уменьшения размера проекции изображения на сетчатку.

При сравнении показателей разницы рефракции в начале и в конце наблюдения пациентов этой группы с аналогичными показателями группы миопов с ЧАЗН не было выявлено статистически достоверной разницы ($p > 0,05$). В группе миопов без ЧАЗН усиление миопии за весь период наблюдения составило: у детей, пользующихся только

стандартной монофокальной очковой коррекцией, в среднем $2,0 \pm 0,2$ дптр; у детей, пользующихся перифокальными очками, $0,9 \pm 0,05$ дптр; у детей, пользующихся стандартными мягкими контактными линзами, $1,7 \pm 0,2$ дптр. В группе миопов с ЧАЗН усиление миопии за весь период наблюдения составило: у детей, пользующихся только стандартной монофокальной очковой коррекцией, в среднем $2,0 \pm 0,3$ дптр; у детей, пользующихся перифокальными очками, $0,4 \pm 0,05$ дптр; у детей, пользующихся стандартными мягкими контактными линзами, $1,1 \pm 0,1$ дптр. При этом нужно отметить в обеих группах (детей с ЧАЗН и без ЧАЗН) более выраженное тормозящее действие на прогрессирование миопии перифокальных очков по сравнению с контактной коррекцией ($p < 0,01$).

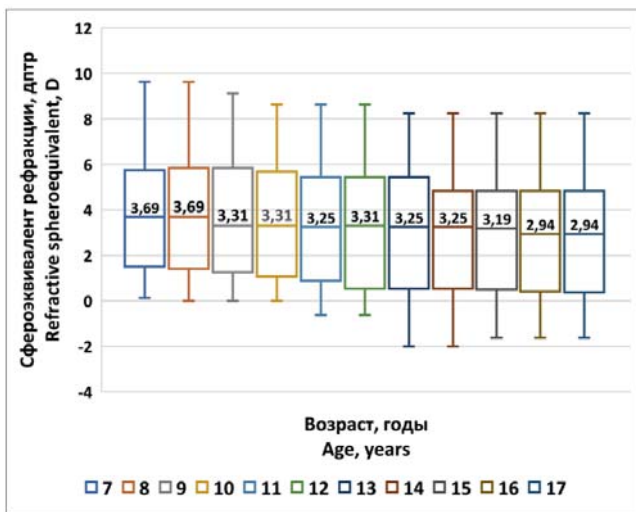


Рис. 4. Динамика гиперметропической рефракции по сферозэквиваленту у пациентов без ЧАЗН

Fig. 4. Dynamics of hypermetropic refraction measured by spheroequivalent in patients without PAON

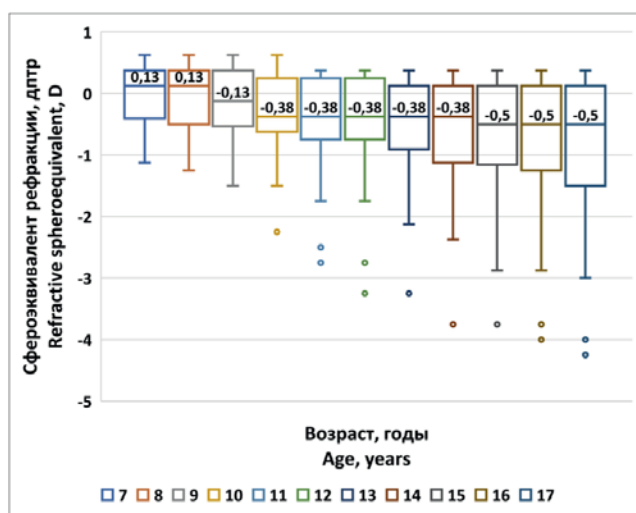


Рис. 5. Динамика рефракции по сферозэквиваленту у школьников без офтальмопатологии в начале наблюдения

Fig. 5. Dynamics of refraction measured by spheroequivalent in schoolchildren without ophthalmopathy at the beginning of observation

Динамика гиперметропической рефракции по сферозэквиваленту у пациентов без ЧАЗН представлена на диаграмме (рис. 4). Все пациенты данной группы пользовались только стандартной очковой коррекцией.

Анализируя данные, полученные у гиперметропов с нормальным состоянием глазного дна, нужно отметить, что гиперметропия по сферозэквиваленту у 54,5 % пациентов в начале наблюдения была средней и высокой степени. По данным корреляционного анализа наблюдали уменьшение величины гиперметропической рефракции с возрастом и приближение ее к эмметропической ($r = -0,95$, $p < 0,001$). При сравнении показателей в возрасте 7 и 17 лет разница была статистически достоверной ($p < 0,001$).

Межгрупповое сравнение показателей рефракции показало более высокие значения гиперметропии у пациентов с нормальным состоянием глазного дна по сравнению со значениями гиперметропии у пациентов с ЧАЗН как в возрасте 7 лет ($p = 0,02$), так и в возрасте 17 лет ($p = 0,03$).

Кроме пациентов с аметропией была также проанализирована динамика рефракции за десять лет у школьников без офтальмопатологии, с эмметропией в начале наблюдения. Полученные результаты представлены на диаграмме (рис. 5).

При первом обследовании в возрасте 7 лет дети имели эмметропическую рефракцию с незначительным сдвигом в сторону гиперметропии. У этих детей, как и в других группах, с возрастом наблюдали сдвиг рефракции в сторону миопизации ($r = 0,94$, $p < 0,001$). Миопия в 17 лет отмечалась у 18 (36,7 %) школьников. Однако у 17 из них миопия была слабой степени и только у одного ребенка средней степени. При межгрупповом сравнении эти показатели были значительно ниже, чем в группах миопов с ЧАЗН и нормальным состоянием глазного дна.

В отношении динамики остроты зрения нужно отметить, что в результате проводимого лечения у детей с ЧАЗН отмечали небольшое, но статистически достоверное повышение показателей. У детей с ЧАЗН с миопической рефракцией острота зрения повысилась в среднем на $0,05 \pm 0,01$, ($p = 0,001$), с гиперметропической – в среднем на $0,06 \pm 0,01$ ($p < 0,001$).

У пациентов с аметропией без ЧАЗН в результате проводимого функционального лечения наблюдали более выраженную положительную динамику остроты зрения, чем у детей с ЧАЗН ($p < 0,001$). В группе школьников с миопической рефракцией острота зрения повысилась в среднем на $0,14 \pm 0,02$ ($p < 0,001$), в группе детей с гиперметропической рефракцией – в среднем на $0,18 \pm 0,02$ ($p < 0,001$).

У детей контрольной группы без офтальмопатологии в начале обучения острота зрения оставалась достаточно высокой. К концу обучения у эмметропов некорригированная острота зрения составляла не меньше 1,0. У детей с появившейся миопией максимальная корригированная острота зрения была не меньше 1,0, а с коррекцией, комфортной для зри-

тельной работы в классах, – не ниже 0,9 монокулярно и 1,0 бинокулярно.

Анализируя полученные результаты, нужно учитывать также влияние использования гаджетов (особенно при низкой остроте зрения) на динамику рефракции. Дети с ЧАЗН, имеющие низкую остроту зрения, склонны приближать экран устройства к глазам на слишком близкое расстояние. В большей степени это касается миопов с ЧАЗН, пользующихся обычной очковой коррекцией, уменьшающей размер проекции изображения на сетчатку. Пытаясь увеличить видимое изображение, дети приближают экран смартфона к глазам, что оказывает негативное влияние на аккомодацию и рефрактогенез.

Сравнивая наши наблюдения с данными литературы, нужно отметить, что развитие миопии к концу школьного обучения у 36,7% офтальмологически здоровых детей соответствует результатам исследований последних лет, демонстрирующих наличие миопии у 38,6% выпускников обычных школ и у 50,7% выпускников гимназий [10–12].

Стабилизирующее действие перифокальной оптической коррекции на прогрессирование миопии также подтверждается результатами исследований, посвященных влиянию периферического миопического дефокуса на рефрактогенез. В современной офтальмологии теория ретинального периферического дефокуса считается основной среди теорий патогенеза прогрессирующей миопии [12–20].

В многочисленных исследованиях на животных было показано, что в ответ на гиперметропический дефокус в сетчатке происходит ряд биохимических реакций с участием нейромедиаторов, проникающих сквозь сосудистую оболочку и вызывающих изменения в синтезе внеклеточного матрикса склеры. В свою очередь патологические изменения биохимических процессов в склере приводят к увеличению длины глаза и прогрессированию миопии. Миопический дефокус оказывает противоположное действие, стимулируя синтез протеогликанов, повышая прочность склеры, что приводит к замедлению роста осевой длины глаза и стабилизации прогрессирования миопии [12–16]. Эти исследования послужили основой для разработки перифокальной очковой коррекции, создающей периферический миопический дефокус, которая становится все более распространенной в офтальмологической практике как эффективное средство контроля миопии [17–20].

Результаты клинических исследований последних лет демонстрируют снижение скорости прогрессирования миопии в 4,7 раза по сравнению с исходным уровнем и на 60% по сравнению с показателями у детей, пользующихся монофокальной очковой коррекцией. При длительном наблюдении детей препубертатного и пубертатного возраста продемонстрирована стабилизация миопии в 62,5% случаев при ношении перифокальных очков в течение 12–18 мес., в 50,0% случаев – в течение 2 лет и в 41,1% случаев – в течение 4–5 лет. Эти показатели были существенно лучше, чем у детей, пользующихся стандартной монофокальной очковой коррекцией [20].

Таким образом, учитывая стабилизирующий эффект перифокальной коррекции на прогрессирование миопии, представляется целесообразным более широкое и более раннее ее назначение, в том числе детям с низкой остротой зрения, обусловленной ЧАЗН.

Выводы

1. Несмотря на особые условия обучения в школе (хорошее освещение и небольшое количество детей в классах, ограничение длительности зрительной нагрузки и использование различных видов увеличительных устройств для слабовидящих школьников, регулярное проведение курсов функционального лечения), в группах детей с миопической рефракцией как при ЧАЗН, так и при нормальном состоянии глазного дна, пользующихся только стандартной монофокальной очковой коррекцией, наблюдали достоверный сдвиг рефрактогенеза в сторону миопизации за десятилетний период наблюдения ($p < 0,001$).

2. У пациентов с миопией как при ЧАЗН, так и при нормальном состоянии глазного дна, пользующихся перифокальными очками с возраста старше 11 лет, усиление миопической рефракции при сравнении ее в возрасте 7 и 11 лет было статистически достоверным ($p < 0,05$), однако после начала ношения перифокальных очков отмечена стабилизация рефрактогенеза (сравнение показателей рефракции в возрасте 11 и 17 лет достоверной разницы не выявило).

3. Достоверное усиление миопической рефракции у пациентов, пользующихся с возраста старше 11 лет монофокальными мягкими контактными линзами, также выявлялось при сравнении в возрасте 7 и 11 лет ($p < 0,05$), но при сравнении в возрасте 11 и 17 лет разницы не была достоверной.

4. Более выраженное тормозящее действие на прогрессирование миопии в группах детей как с ЧАЗН, так и с нормальным состоянием глазного дна наблюдали при ношении перифокальных очков по сравнению с теми, кто пользовался контактными линзами (контактной коррекцией) ($p < 0,01$).

5. В группе детей с гиперметропией без ЧАЗН отмечено уменьшение величины гиперметропической рефракции с возрастом ($r = -0,95$) и приближение ее к эмметропической ($p < 0,001$) к концу периода наблюдения.

6. Величина гиперметропической рефракции у детей с ЧАЗН прогрессивно уменьшалась с возрастом ($r = -0,97$) и к 17 годам существенно сдвигалась в сторону миопизации ($p < 0,001$).

7. У детей контрольной группы без офтальмопатологии при поступлении в школу за весь период наблюдения отмечен сдвиг рефракции в сторону миопизации, коррелирующий с возрастом ($r = 0,94$, $p < 0,001$), и к 17 годам миопия выявлялась у 36,7% школьников.

8. Регулярное проведение курсов функционального лечения и тренировок аккомодации позволяло сохранить и даже немного улучшить скорректированную остроту зрения у детей с ЧАЗН и существенно повысить ее у детей с аметропией (имеющих

рефракционную или дисбинокулярную амблиопию), несмотря на изменения рефракции в течение периода школьного обучения.

Вклад авторов

Проведение ретроспективного анализа амбулаторных карт, статистическая обработка материала: А.Б. Лавер.

Литература / References

1. Федорова СН, Белова ОВ. Структура и причины врожденных атрофий зрительного нерва в Хабаровском крае. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2004;S(38):225–227.
Fedorova SN, Belova OV. Structure and causes of congenital atrophy of the optic nerve in the Khabarovsk territory. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2004;S(38):225–227. (In Russ.)
2. Закирова ГЗ, Миннегалиева АЗ. Хирургическое лечение атрофии зрительного нерва у детей: методики, эффективность. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2021;3(85):67–70. doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-67-70
Zakirova GZ, Minnegalievaz AZ. Surgical treatment of optic nerve atrophy in children: methods, effectiveness. *Pacific Medical Journal*. 2021;3(85):67–70. (In Russ.) doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-67-70
3. Brodsky MC. Optic atrophy in children. In: *Pediatric Neuro-Ophthalmology*. New-York: Springer; 2009. p. 150–211. doi: 10.1007/978-0-387-69069-8_4
4. Turan KE, Sekeroglu HT, Koc I, Sanac AS. Bilateral optic disc pathologies as an accompanying feature of comitant strabismus in children. *Int Ophthalmol*. 2018;38:425–428. doi: 10.1007/s10792-017-0474-x
5. Белова ОВ, Егоров ВВ, Смолянская ГП, Данилов ОВ. Организация раннего выявления перинатальной атрофии зрительного нерва. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2010;5(3):6–9. doi: 10.17816/rpoj37403
Belova OV, Egorov VV, Smolyakova GP, Danilov OV. Organization of the early detection of perinatal optic atrophy. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2010;5(3):6–9. (In Russ.) doi: 10.17816/rpoj37403
6. Мазурина ОВ, Смолякова ГП, Егоров ВВ, Кашура ОИ. Основные причины формирования атрофий зрительного нерва у детей раннего возраста. *Современные технологии в офтальмологии*. 2020;2:155–159. doi: 10.25276/2312-4911-2020-1-155-159
Mazurina OV, Smolyakova GP, Egorov VV, Kashura OI. The main causes of the formation of optic nerve atrophy in young children. *Modern Technologies in Ophthalmology*. 2020;2:155–159. (In Russ.) doi: 10.25276/2312-4911-2020-1-155-159
7. Давыдов ДВ, Яковлев АЕ, Выборная ТР. Клинико-функциональные результаты использования метода непрерывной электромагнитной стимуляции в лечении пациентов с частичной атрофией зрительного нерва. *Офтальмологические ведомости*. 2017;10(2):29–35. doi: 10.17816/OV10229-35
Davydov DV, Yakovlev AE, Vybornaya TR. Clinical and functional results of using the method of continuous electromagnetic stimulation in the treatment of patients with partial optic nerve atrophy. *Ophthalmol Statements*. 2017;10(2):29–35. (In Russ.) doi: 10.17816/OV10229-35
8. Abrahamyan A, Clifford CW, Arabzadeh E, Harris JA. Improving visual sensitivity with subthreshold transcranial magnetic stimulation. *J Neurosci*. 2011;31(9):3290–3294. doi: 10.1523/JNEUROSCI.6256-10.2011
9. Егорова ТС. Значение индивидуальной программы реабилитации (абилитации) для детей – инвалидов по зрению. *Российский офтальмологический журнал*. 2018;11(1):67–73. doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-1-67-73
Egorova TS. The importance of an individual rehabilitation program (habilitation) for visually impaired children. *Russian Ophthalmological Journal*. 2018;11(1):67–73. (In Russ.) doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-1-67-73
10. Тарутта ЕП, Иомдина ЕН, Тарасова НА, Маркосян ГА, Максимова МВ. Комплексный подход к профилактике и лечению прогрессирующей миопии у школьников. *Российский медицинский журнал. Клиническая офтальмология*. 2018;2:70–76. doi: 10.21689/2311-7729-2018-18-2-70-76
Tarutta EP, Iomdina EN, Tarasova NA, Markosyan GA, Maksimova MV. Complex approach to the prevention and treatment of progressive myopia in school children. *Russian Medical Journal. Clinical Ophthalmology*. 2018;2:70–76. (In Russ.) doi: 10.21689/2311-7729-2018-18-2-70-76
11. Проскурина ОВ, Маркова ЕЮ, Бржеский ВВ, Ефимова ЕЛ, Ефимова МН, Хватова НВ и др. Распространенность миопии у школьников некоторых регионов России. *Офтальмология*. 2018;15(3):348–353. doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-348-353
Proskurina OV, Markova EYu, Brzheskij VV, Efimova EL, Efimova MN, Chvatova NV, et al. The prevalence of myopia in schoolchildren in some regions of Russia. *Ophthalmology in Russia*. 2018;15(3):348–353. (In Russ.) doi: 10.18008/1816-5095-2018-3-348-353
12. Мягков АВ, Зенкова ЕС. Патогенез прогрессирующей миопии (обзор литературы). *The EYE ГЛАЗ*. 2023;25(4):312–320. doi: 10.33791/2222-4408-2023-4-312-320
Myagkov AV, Zenkova ES. Pathogenesis of progressive myopia (literature review). *The EYE GLAZ*. 2023;25(4):312–320. (In Russ.) doi: 10.33791/2222-4408-2023-4-312-320
13. Mutti DO, Sholtz RI, Friedman NE, Zadnik K. Peripheral refraction and ocular shape in children. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2000;41:1022–1030.
14. Mutti DO, Hayes JR, Mitchell GL, Jones LA, Moeschberger ML, Cotter SA, et al. Refractive error, axial length, and relative peripheral refractive error before and after the onset of myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2007;48:2510–2519. doi: 10.1167/iovs.06-0562
15. Smith EL, Hung LF, Arumugam B. Visual regulation of refractive development: insights from animal studies. *Eye*. 2014;28(2):180–188. doi: 10.1038/eye.2013.277
16. Troilo D, Smith EL 3rd, Nickla DL, Ashby R, Tkatchenko AV, Ostrin LA, et al. IMI – Report on experimental models of emmetropization and myopia. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2019;60(3):M31–M88. doi: 10.1167/iovs.18-25967
17. Тарутта ЕП, Проскурина ОВ, Маркосян ГА, Милаш СВ, Тарасова НА, Ходжабекян НВ. Стратегически ориентированная концепция оптической профилактики возникновения и прогрессирования миопии. *Российский офтальмологический журнал*. 2020;13(4):7–16. doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-4-7-16
Tarutta EP, Proskurina OV, Markosyan GA, Milash SV, Tarasova NA, Hodzhabekyan NV. A strategically oriented conception of optical prevention of myopia onset and progression. *Russian Ophthalmological Journal*. 2020;13(4):7–16. (In Russ.) doi: 10.21516/2072-0076-2020-13-4-7-16
18. Тарутта ЕП, Проскурина ОВ, Тарасова НА, Маркосян ГА. Анализ факторов риска развития близорукости в дошкольном и раннем школьном возрасте. *Анализ риска здоровью*. 2019;3:26–33. doi: 10.21668/health.risk/2019.3.03

Написание текста: С.И. Рычкова.

Обсуждение и редактирование текста: Н.И. Курышева.

Authors' contributions

Conducting a retrospective analysis of outpatient records, statistical processing of the material: A.B. Laver.

Writing the manuscript: S.I. Rychkova.

Discussion and editing of the manuscript: N.I. Kurysheva.

- Tarutta EP, Proskurina OV, Tarasova NA, Markosyan GA. Analysis of risk factors that cause myopia in pre-school children and primary school students. *Health Risk Analysis*. 2019;3:26–33. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2019.3.03.eng
19. Ибатулин РА, Проскурина ОВ, Тарутта ЕП. Многофакторные механизмы терапевтического воздействия перифокальных очков (Perifocal-M) на прогрессирование миопии у детей. *Офтальмология*. 2018;15(4):433–438. doi: 10.18008/1816-5095-2018-4-433-438
- Ibatulin RA, Proskurina OV, Tarutta EP. Multi-factoral mechanisms of therapeutic effect of perifocal spectacles (Perifocal-M) on progressive myopia in children. *Ophthalmology in*

Сведения об авторах

Лавер Александр Богданович*, врач-офтальмолог, аспирант кафедры глазных болезней Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России; e-mail: beesetm1z@gmail.com; ORCID: orcid.org/0009-0002-1637-4712

Рычкова Светлана Игоревна, доктор медицинских наук, врач-офтальмолог, ведущий научный сотрудник лаборатории «Зрительные системы» ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича» РАН; доцент кафедры глазных болезней Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России; доцент кафедры офтальмологии факультета дополнительного профессионального образования ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; ORCID: orcid.org/0000-0001-6764-8950

Курьшева Наталия Ивановна, доктор медицинских наук, врач-офтальмолог, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России; ORCID: orcid.org/0000-0002-2265-6671

Russia. 2018;15(4):433–438. (In Russ.) doi: 10.18008/1816-5095-2018-4-433-438

20. Тарутта ЕП, Проскурина ОВ, Тарасова НА, Милаш СВ, Маркосян ГА. Отдаленные результаты очковой коррекции с перифокальным дефокусом у детей с прогрессирующей миопией. *Вестник офтальмологии*. 2019;135(5):46–53. doi: 10.17116/oftalma201913505146

Tarutta EP, Proskurina OV, Tarasova NA, Milash SV, Markosyan GA. Longterm results of perifocal defocus spectacle lens correction in children with progressive myopia. *Bulletin of Ophthalmology*. 2019;135(5):46–53. (In Russ.) doi: 10.17116/oftalma201913505146

Information about the authors

Alexander B. Laver*, Ophthalmologist, Graduate Student of the Department of Eye Diseases of the Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center; e-mail: beesetm1z@gmail.com; ORCID: orcid.org/0009-0002-1637-4712

Svetlana I. Rychkova, Dr. Sci. (Med.), Lead Researcher of Vision Physiology Laboratory of the Kharkevich Institute for Information Transmission Problems; Department of Eye Diseases of the Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center; Associate Professor of the Department of Ophthalmology at the Faculty of Additional Professional Education of the Pirogov Russian National Research Medical University; ORCID: orcid.org/0000-0001-6764-8950

Natalia I. Kuryшева, Dr. Sci. (Med.), Ophthalmologist, Professor, Head of the Department of Eye Diseases of the Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center; ORCID: orcid.org/0000-0002-2265-6671