DOI: https://doi.org/10.17816/OV59309

Результаты лечения пациентов с прогрессирующей близорукостью методом криогенной склеропластики

© Н.П. Паштаев[1, 2], И.Н. Григорьева[1]

[1] Чебоксарский филиал Федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Фёдорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Чебоксары, Россия;
[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова», Чебоксары, Россия

Цель исследования — оценка результатов эффективности криогенной склеропластики.

Материал и методы. Было обследовано 184 ребёнка (313 глаз) (средний возраст — 11,72 ± 3,76 года) с прогрессирующей миопией средней и высокой степени до и после проведения криогенной склеропластики (основная группа) и склеропластики по Пивоварову (группа контроля).

Результаты. Согласно полученным в ходе двухлетнего наблюдения данным, меньшая среднегодовая разница сфероэквивалента рефракции ($\Delta СЭ_{ср}$) и средний годовой градиент переднезадней оси ($\Delta ПЗО_{ср}$) зафиксированы в группе пациентов после криогенной склеропластики. У детей младшей возрастной подгруппы (до 9 лет) $\Delta СЭ_{ср}$ составила –0,48 ± 0,45 дптр в основной группе и –0,51 ± 0,34 дптр в группе контроля; в старшей возрастной подгруппе (9 лет и старше) — –0,35 ± 0,31 дптр в основной, и –0,69 ± 0,61 дптр — в группе контроля (p = 0,047). $\Delta ПЗО_{ср}$ у детей до 9 лет основной группы составил 0,15 ± 0,11 мм, в группе контроля 0,31 ± 0,14 мм (p = 0,016); у детей 9 лет и старше — 0,29 ± 0,18 мм и 0,34 ± 0,32 мм соответственно.

Заключение. Разработанная технология криогенной склеропластики имеет два операционных доступа в нижневнутреннем и верхненаружном отделах глазного яблока; склеропластический материал равномерно прилегает к склере, охватывает все четыре квадранта глазного яблока; фиксируется под прямыми мышцами глаза; при сроке наблюдения 24 мес. показала хороший стабилизирующий эффект.

Ключевые слова: прогрессирующая миопия; склеропластика; переднезадняя ось глаза; рефракция.

Как цитировать:
Паштаев Н.П., Григорьева И.Н. Результаты лечения пациентов с прогрессирующей близорукостью методом криогенной склеропластики // Офтальмологические ведомости. 2021. Т. 14. № 1. С. 43–49. DOI: https://doi.org/10.17816/OV59309

Рукопись получена: 26.01.2021 **Рукопись одобрена:** 17.02.2021 **Опубликована:** 23.03.2021

ЭКО•ВЕКТОР

Лицензия CC BY-NC-ND 4.0
© Эко-Вектор, 2021

DOI: https://doi.org/10.17816/OV59309

Results of treatment of myopia progression by the method of cryogenic scleroplasty

© Nikolay P. Pashtaev[1, 2], Irina N. Grigorieva[1]

[1] S.N. Fedorov Eye Microsurgery Federal State Institution, the Cheboksary Branch, Cheboksary, Russia;
[2] I.N. Ulyanov Chuvash State University, Cheboksary, Russia

AIM: To evaluate the results of the effectiveness of cryogenic scleroplasty.

MATERIALS AND METHODS: 184 children (313 eyes) (mean age 11,72 ± 3,76 years) with moderate and high progressive myopia were examined before and after cryogenic scleroplasty (main group) and Pivovarov's scleroplasty (control group).

RESULTS: A smaller average annual difference in the spherical equivalent of refraction (ΔSE_{av}) and the average annual gradient of the axial length (ΔAL_{av}) were recorded in the group of patients after cryogenic scleroplasty according to the data obtained during the two-year follow-up. ΔSE_{av} was –0,48 ± 0,45 diopters in the main group and –0,51 ± 0,34 diopters in the control group in children of the younger age subgroup (up to 9 years old); –0,35 ± 0,31 diopters in the main group and –0,69 ± 0,61 diopters in the control group (p = 0,047) in the older age subgroup (9 years and older). ΔAL_{av} in the main group was 0,15 ± 0,11 mm in children under 9 years of age, 0,31 ± 0,14 mm (p = 0,016) in the control group; 0,29 ± 0,18 mm and 0,34 ± 0,32 mm in children 9 years old and older, respectively.

CONCLUSIONS: The proposed technology of cryogenic scleroplasty has two surgical approaches in the lower-internal and upper-external parts of the eyeball; the scleroplastic material adheres evenly to the sclera, covers all four quadrants of the eyeball; it is fixed under the rectus muscles of the eye; at a 24-months follow-up period showed a good stabilizing effect.

Keywords: myopia progression; scleroplasty; axial length; refraction.

To cite this article:
Pashtaev NP, Grigorieva IN. Results of treatment of myopia progression by the method of cryogenic scleroplasty. *Ophthalmology Journal*. 2021;14(1):43-49. DOI: https://doi.org/10.17816/OV59309

Received: 26.01.2021 **Accepted:** 17.02.2021 **Published:** 23.03.2021

ECO•VECTOR

The article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Eco-Vector, 2021

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что прогрессирующая миопия является глобальной медико-социальной проблемой. При неблагоприятном течении значительно повышается риск развития серьёзных осложнений, приводящих к снижению зрительных функций, не поддающихся оптической и хирургической коррекции [1–3]. Анализ результатов 145 исследований с участием 2,1 млн человек прогнозирует к 2050 г. значительное увеличение распространённости миопии во всем мире и наличие близорукости высокой степени у 938 млн человек [4].

К настоящему времени известно множество теорий, объясняющих развитие и прогрессирование миопии [5, 6]. Наряду с оптическими нарушениями, неоспоримым является участие склерального фактора в патогенезе прогрессирующей близорукости. Согласно результатам биомеханических исследований Е.Н. Иомдиной, «...при прогрессировании миопии сокращается диапазон упругих деформаций склеры и даже при физиологических нагрузках происходит постепенное накопление её пластических деформаций, что в результате приводит к необратимому растяжению оболочек и к увеличению переднезадней оси глаза». По данным автора, в склере, преимущественно в области экватора и заднего полюса глаза, нарушается обмен коллагена в виде снижения содержания общего коллагена и повышения уровня его растворимых фракций, значительного снижения гликозаминогликанов, уровня поперечных внутри- и межмолекулярных связей, стабилизирующих соединительнотканные структуры склеры [7]. Очевидно, что растяжение переднезадней оси глаза и истончение наружной (склеральной) оболочки глаза не имеет адекватного ответа со стороны более высокодифференцированных оболочек (сосудистой и сетчатки). Они не способны к такому растяжению и отвечают дистрофическим процессом, в итоге снижая все зрительные функции глаза. Учитывая полиэтиологичность заболевания, лечение прогрессирующей миопии несомненно должно быть комплексным, включающим наряду с медикаментозными, функциональными (аппаратными, тренировочными) и оптическими методами лечения также и склероукрепляющие вмешательства, которые улучшают гемодинамику глаза, оказывают тканевое биостимулирующее действие с выработкой биологически активных веществ, активизируют синтез коллагена в склере, повышают её биомеханическую стабильность [8–11]. Склероукрепляющие операции способны затормозить процесс растяжения оболочек, замедлить темп прогрессирования, отсрочить или даже предотвратить развитие дистрофических осложнений [8, 12]. Существующее многообразие различных способов склероукрепляющих вмешательств [13–16] свидетельствует о поиске безопасных и эффективных методов стабилизации прогрессирования близорукости.

Цель исследования — анализ эффективности криогенной склеропластики у пациентов с прогрессирующий миопией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 184 ребенка с прогрессирующей миопией в возрасте от 7 до 16 лет (в среднем 11,72 ± 3,76 года), прооперированных в Чебоксарском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России. Среди них было 84 мальчика (45,65 %) и 100 девочек (54,35 %). Срок наблюдения составил 2 года. Детям проводили комплексное офтальмологическое обследование, включающее офтальмометрию, рефрактометрию, визометрию с оценкой некорригированной и максимально корригированной остроты зрения до и после циклоплегии, оптическую биометрию с регистрацией значения переднезадней оси глаза (ПЗО) на биометре IOL Master 500 (Carl Zeiss, Германия), тонометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, осмотр периферии глазного дна с линзами Гольдмана или Ошера, измерение количества белка и клеток воспаления во влаге передней камеры на тиндалеметре FC-2000 (Kowa, Япония), а также исследование подвижности глазных яблок, определение характера зрения на аппарате «Форбис» и четырёхточечном цветотесте Белостоцкого–Фридмана.

В основную группу вошли 96 детей (167 глаз), прооперированных методом криогенной склеропластики [17, 18]; 88 детям (146 глаз) группы контроля выполнена стандартная склеропластика по Пивоварову. По предоперационным данным исследуемые группы были сопоставимы (характеристика групп представлена в табл. 1). На 44 глазах (у 14 % детей) предварительно была выполнена профилактическая лазеркоагуляция сетчатки по поводу периферической хориоретинальной дистрофии.

Согласно литературным данным, рост переднезадней оси глаза наблюдается и в глазах с эмметропией и считается нормальным. Градиент прироста ПЗО здоровых детей за 5 лет в младшей возрастной группы (7–8 лет) составил 0,58 мм, а в старшей (9–10 лет) — 0,44 мм. При развитии миопии этот показатель почти в 2,5 раза превысил значения детей с эмметропией (1,55 ± 0,67 и 1,13 ± 0,32 мм соответственно) [18]. Учитывая вышеизложенное, для корректной оценки изменений ПЗО и рефракции глаза, дети с учётом их возрастных нормативных значений были разделены на 2 возрастные подгруппы — до 9 лет и 9 лет и старше.

Суть криогенной склеропластики заключается в следующем:

1) создание операционного доступа в нижне-носовом и в верхне-височном квадрантах глазного яблока путём отсепаровки конъюнктивы и теноновой оболочки от склеры (рис. 1);

DOI: https://doi.org/10.17816/OV59309

Таблица 1. Характеристика исследуемых групп, *M* ± *m*
Table 1. Study groups characteristic, *M* ± *m*

Показатель	Основная группа	Группа контроля
Общее число детей (глаз)	96 (167)	88 (146)
Возраст, лет	11,91 ± 2,78	11,66 ± 2,46
Рефракция сфера, дптр	–5,85 ± 2,22 [–4,5; –11,5]	–5,67 ± 1,54 [–3,5; –10,75]
Рефракция цилиндр, дптр	–1,04 ± 0,68	–0,96 ± 0,49
ПЗО, мм	25,98 ± 0,72 [24,40; 27,87]	25,83 ± 0,86 [24,01; 27,95]
Некорригированная острота зрения (НКОЗ)	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,02
Максимально корригированная острота зрения (МКОЗ)	0,83 ± 0,19	0,84 ± 0,75

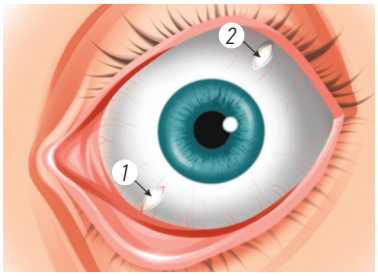

Рис. 1. Схема расположения разрезов конъюнктивы и теноновой оболочки (левый глаз). *1* — в нижне-носовом квадранте, *2* — в верхне-височном квадранте
Fig. 1. Scheme of the location of the incisions of the conjunctiva and tenon capsule (left eye). *1* – in the inferio-nasal quadrant, *2* – in the superio-temporal quadrant

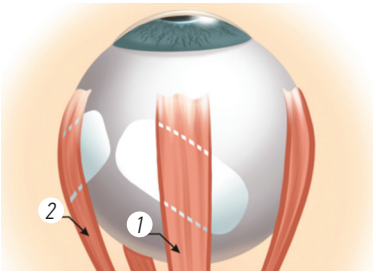

Рис. 2. Схема расположения трансплантатов в нижне-носовом квадранте (левый глаз). *1* — нижняя прямая мышца, *2* — медиальная прямая мышца
Fig. 2. Layout diagram transplants in the inferio-nasal quadrant (left eye). *1* – m. rectus inferior, *2* – m. rectus medialis

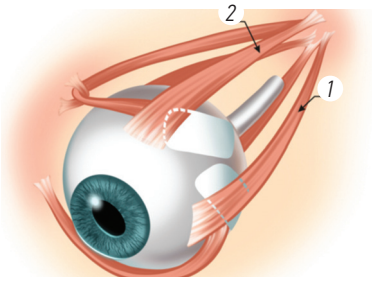

Рис. 3. Схема расположения трансплантатов в верхне-височном квадранте (левый глаз). *1* — латеральная прямая мышца, *2* — верхняя прямая мышца
Fig. 3. Layout diagram transplants in the superio-temporal quadrant (left eye). *1* – m. rectus lateralis, *2* – m. rectus superior

2) склеропластический материал после 10 с экспозиции в жидком азоте вводится под прямые мышцы глаза под углом 45° (рис. 2, 3).

В нижне-носовом квадранте послойно разрезают конъюнктиву и тенонову оболочку перпендикулярно лимбу, отсепаровывают тенонову оболочку от подлежащей эписклеры с целью формирования кармана под нижней и медиальной прямыми мышцами. Трансплантат («Материал для склеропластики» ООО «НЭП МГ», Москва, ТУ 9398-001-29039336-2011) размерами 20 × 10 мм заводят под нижнюю прямую мышцу после предварительной экспозиции в растворе жидкого азота в течение 10 с. Через этот же разрез второй склеропластический материал после экспозиции в растворе жидкого азота заводят под медиальную прямую мышцу. При этом трансплантаты погружают за экватор под углом 45° к нижней и медиальной прямым мышцам. Второй разрез конъюнктивы производят в верхне-височном квадранте. Материал для склеропластики после экспозиции в растворе жидкого азота заводят под латеральную прямую мышцу, погружая за экватор под углом 45° к мышце. Через этот же разрез заводят следующий трансплантат за экватор, верхний конец его погружая под верхнюю прямую мышцу, а нижний конец ориентируют в косом направлении под углом 45° в сторону латеральной прямой мышцы, с таким расчётом, чтобы закрыть зону прикрепления верхней косой мышцы. На разрезы конъюнктивы накладывают погружные швы 8/0 (см. видео «Криогенная склеропластика», https://journals.eco-vector.com/ov/copyeditor/downloadFile/59309/131708).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все оперативные вмешательства выполнены без осложнений, послеоперационный период протекал практически ареактивно, каких-либо побочных реакций на применяемый склеропластический материал не отмечено. В первые дни после операции у части детей наблюдались незначительная светобоязнь, умеренная болевая реакция при движении глазными яблоками. Выраженность данных проявлений в исследуемых группах была примерно одинаковой. У 2 пациентов основной группы (2 %) наблюдался небольшой хемоз конъюнктивы. Характер зрения у детей оставался бинокулярным, ограничений подвижности глазных яблок не отмечено. Тиндалеметрические показатели в исследуемых группах в послеоперационном периоде оставались в пределах

Таблица 2. Среднегодовая разница сфероэквивалента рефракции, дптр ($ΔСЭ_{ср}$)
Table 2. Average annual difference in the spheroequivalent of refraction, D ($ΔSE_{av}$)

Подгруппа	Срок наблюдения	Основная группа	Группа контроля
1	До операции	–4,84 ± 1,4	–4,91 ± 1,12
	1 год	–5,16 ± 1,34	–5,47 ± 1,13
	2 года	–5,60 ± 1,35	–5,84 ± 2,24
	$ΔСЭ_{ср}$	–0,48 ± 0,45	–0,51 ± 0,34
		p = 1,0	
2	До операции	–6,25 ± 1,96	–6,01 ± 1,81
	1 год	–6,53 ± 2,10	–6,61 ± 1,83
	2 года	–6,78 ± 1,99	–6,96 ± 2,24
	$ΔСЭ_{ср}$	–0,35 ± 0,31	–0,69 ± 0,61
		p = 0,047	

Таблица 3. Средний годовой градиент переднезадней оси ($ΔПЗО_{ср}$)
Table 3. Average annual gradient axial length ($ΔAL_{av}$)

Подгруппа	Срок наблюдения	Основная группа	Группа контроля	Дети с эмметропией
1	До операции	25,12 ± 0,32	25,09 ± 0,58	–
	1 год	25,23 ± 0,65	25,47 ± 0,35	–
	2 года	25,40 ± 0,33	25,73 ± 0,29	–
	$ΔПЗО_{ср}$	0,15 ± 0,11	0,31 ± 0,14	0,132 ± 0,02*
		p = 0,016		
2	До операции	25,96 ± 0,66	25,84 ± 1,55	–
	1 год	26,24 ± 0,21	26,26 ± 1,11	–
	2 года	26,55 ± 0,72	26,59 ± 0,29	–
	$ΔПЗО_{ср}$	0,29 ± 0,18	0,34 ± 0,32	0,076 ± 0,07*
		p = 0,74		

*Ситка М.М. Сравнительный анализ различных способов долгосрочной оптической коррекции прогрессирующей миопии у детей и подростков: дис. ... канд. мед. наук. М., 2018. 158 с.

нормы: средний показатель потока белка у пациентов основной группы составил 3,6 ± 0,07 ф/мс, у пациентов контрольной группы — 3,4 ± 1,6 ф/мс (норма до 5 ф/мс).

Основными показателями в контроле прогрессирования миопии можно считать величину ПЗО и объективную рефракцию [8]. Согласно полученным в ходе двухлетнего наблюдения данным, у детей 1-й подгруппы среднегодовая разница сфероэквивалента рефракции ($ΔСЭ_{ср}$) составила –0,48 ± 0,45 дптр в основной группе и –0,51 ± 0,34 дптр в группе контроля. Во 2-й подгруппе изменение $ΔСЭ_{ср}$ составило –0,35 ± 0,31 дптр в основной и –0,69 ± 0,61 дптр в группе контроля (табл. 2).

Средний годовой градиент ПЗО ($ΔПЗО_{ср}$) у детей 1-й подгруппы основной группы составил 0,15 ± 0,11 мм, в группе контроля — 0,31 ± 0,14 мм. Во 2-й подгруппе — 0,29 ± 0,18 и 0,34 ± 0,32 мм соответственно (табл. 3).

По результатам нашего исследования меньшая среднегодовая разница сфероэквивалента рефракции (статистически значимая в подгруппе 9 лет и старше) и средний годовой градиент ПЗО (статистически значимый в подгруппе до 9 лет) зафиксированы в группе пациентов после криогенной склеропластики. Благодаря экспозиции трансплантата в растворе жидкого азота он держит форму и не деформируется в процессе погружения и размещения на поверхности склеры. Расположение под мышцами обеспечивает плотность контакта со склерой и фиксацию лоскутов. Локальная гипотермия после сосудистого спазма в последствии приводит к расширению сосудов с увеличением интенсивности местного кровотока, усиливает асептическое воспаление и иммунную реакцию в ответ на трансплантацию и хирургическое вмешательство. Все изложенное способствует более прочному сращению трансплантата со склерой и в итоге определяет биомеханическую устойчивость комплекса «склера–трансплантат».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанная технология криогенной склеропластики хирургического лечения при прогрессирующей близорукости имеет два, вместо традиционных четырёх, операционных доступа — в нижненосовом и верхне-височном отделах глазного яблока. Склеропластический материал фиксируется под прямыми мышцами глаза, охватывает все четыре квадранта глазного яблока, равномерно прилегая к склере. При сроке наблюдения 24 мес. получен стабилизирующий эффект.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Н.П. Паштаев — концепция и дизайн исследования, научное и методическое редактирование, хирургическое лечение, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования; И.Н. Григорьева — сбор и обработка материала, диагностическое исследование, написание текста, обзор литературы.

Источник финансирования. Не указан.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нероев В.В. Организация офтальмологической помощи населению Российской Федерации // Вестник офтальмологии. 2014. Т. 130, № 6. С. 8–12.

2. Катаргина Л.А., Михайлова Л.А. Состояние детской офтальмологической службы Российской Федерации (2012–2013 гг.) // Российская педиатрическая офтальмология. 2015. № 1. *С.* 5–10.

3. Fricke T.R., Jong M., Naidoo K.S., et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modeling // Br J Ophthalmol. 2018. Vol. 102, No. 7. P. 855–862. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2017-311266

4. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A., et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. Ophthalmology. 2016. Vol. 123, No. 5. P. 1036–1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006

5. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А., и др. Предикторы миопии как отправная точка для начала активных мер по предупреждению её развития // Российский офтальмологический журнал. 2018. Т. 11, № 3. С. 107–112. DOI: 10.21516/2072-0076-2018-11-3-107-112

6. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Маркосян Г.А., и др. Стратегически ориентированная концепция оптической профилактики возникновения и прогрессирования миопии // Российский офтальмологический журнал. 2020. Т. 13, № 4. С. 7–16. DOI: 10.21516/2072-0076-2020-13-4-7-16

7. Иомдина Е.Н. Биомеханика склеральной оболочки глаза при миопии: диагностика нарушений и их экспериментальная коррекция: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2000. 48 с. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30190377. Дата обращения: 21.01.2021.

8. Аветисов С.Э., Кащенко Т.П., Шамшинова А.М. Зрительные функции и их коррекция у детей: руководство для врачей. М.: Медицина, 2005. 872 с.

9. Корниловский И.М. Патогенетические аспекты стабилизации миопии после склеропластических операций // Офтальмологический журнал. 1987. Т. 42, № 6. С. 343–347.

10. Тарутта Е.П., Маркосян Г.А., Сианосян А.А., Милаш С.В. Толщина хориоидеи при различных видах рефракции и её динамика после склероукрепляющих операций // Российский офтальмологический журнал. 2017. Т. 10, № 4. С. 48–53. DOI: 10.21516/2072-0076-2017-10-4-48-53

11. Иомдина Е.Н., Андреева Л.Д. Биомеханическое и морфологическое изучение отдалённых результатов склероукрепляющей инъекции в эксперименте. В сб. Патология оптических сред глаза. М., 1989. С. 127–130.

12. Аветисов С.Э., Фридман Ф.Е., Саксонова Е.О., и др. Роль растяжения склеры в генезе миопических витреохориоретинальных дистрофий // Офтальмологический журнал. 1988. Т. 43, № 3. С. 137–138.

13. Елисеева Е.В. Склероукрепляющие операции: учебное пособие. Караганда, 2007.

14. Тарутта Е.П. Выбор метода склеропластики при прогрессирующей близорукости у детей // Вестник офтальмологии. 1992. Т. 108, № 2. С. 10–13.

15. Gerinec A., Slezakova G. Posterior scleroplasty in children with severe myopia // Bratisl Lek Lisky. 2001. Vol. 102, No. 2. P. 73–80.

16. Wollensak G., Iomdina E. Long-term biomechanical properties of rabbit sclera after collagen crosslinking using riboflavin and ultraviolet A (UVA) // Acta Ophthalmol. 2009. Vol. 87. P. 193–198. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2008.01229.x

17. Патент РФ на изобретение 2697240/30.08.2018. Паштаев Н.П., Григорьева И.Н., Шахматова И.П. Способ хирургического лечения прогрессирующей миопии. Режим доступа: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet. Дата обращения: 21.01.2021.

18. Паштаев Н.П., Григорьева И.Н. Предварительные результаты модифицированной криогенной склеропластики // Саратовский научно-медицинский журнал. 2019. Т. 15, № 2. С. 515–517.

19. Ситка М.М., Бодрова С.Г., Тихонова О.И., и др. Оценка влияния изменений параметров глаза у детей с исходной эмметропией на развитие миопии // Офтальмология. 2020. Т. 17, № 2. С. 263–268. DOI: 10.18008/1816-5095-2020-2-263-268

REFERENCES

1. Neroev VV. Eye care management in russian federation. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 2014;130(6):8–12. (In Russ.)
2. Katargina LA, Mikhailova LA. The current stage of the ophthalmological care service in the Russian Federation (2012–2013). *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2015;(1):5–10. (In Russ.)
3. Fricke TR, Jong M, Naidoo KS, et al. Global prevalence of visual impairment associated with myopic macular degeneration and temporal trends from 2000 through 2050: systematic review, meta-analysis and modelling. *Br J Ophthalmol*. 2018;102(7):855–862. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2017-311266
4. Holden BA, Fricke TR, Wilson DA, et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology*. 2016;123(5):1036–1042. DOI: 10.1016/j.ophtha.2016.01.006.
5. Tarutta EP, Proskurina OV, Tarasova NA, et al. Myopia predictors as a starting point for active prevention of myopia development. *Russian Ophthalmological Journal*. 2018;11(3):107–112. (In Russ.) DOI: 10.21516/2072-0076-2018-11-3-107-112
6. Tarutta EP, Proskurina OV, Markossian GA, et al. 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
7. Iomdina EN. *Biomehanika skleral'noj obolchki glaza pri miopii: diagnostika narushenij i ih jeksperimental'naja korrekcija* [dissertation]. Moscow, 2000. 48 p. Available from: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30190377. (In Russ.)
8. Avetisov SE, Kashhenko TP, Shamshinova AM. *Zritel'nye funkcii i ih korrekcija u detej: rukovodstvo dlja vrachej*. Moscow: Medicina, 872 p. (In Russ.)
9. Kornilovskij IM. Patogeneticheskie aspekty stabilizacii miopii posle skleroplasticheskih operacij. *Journal of Ophthalmology*. 1987;42(6):343–347. (In Russ.)
10. Tarutta EP, Markossian GA, Sianosyan AA, Milash SV. Choroidal thickness in varied types of refraction and its changes after sclera strengthening surgeries. *Russian Ophthalmological Journal*. 2017;10(4):48–53. (In Russ.) DOI: 10.21516/2072-0076-2017-10-4-48-53
11. Iomdina EN, Andreeva LD. Biomehanicheskoe i morfologicheskoe izuchenie otdalennyh rezul'tatov skleroukrepljajushhej injekcii v jeksperimente. In: Patologija opticheskih sred. Moscow; 1989. P. 127–130. (In Russ.)
12. Avetisov SE, Fridman FE, Saksonova EO, et al. Rol' rastjazhenija sklery v geneze miopicheskih vitreohorioretinal'nyh distrofij. *Journal of Ophthalmology*. 1988;43(3):137–138. (In Russ.)
13. Eliseeva EV. *Skleroukrepljajushhie operacii: uchebnoe posobie*. Karaganda, 2007. (In Russ.)
14. Tarutta EP. Vybor metoda skleroplastiki pri progressirujushhej blizorukosti u detej. *The Russian Annals of Ophthalmology*. 1992;108(2):10–13. (In Russ.)
15. Gerinec A, Slezakova G. Posterior scleroplasty in children with severe myopia. *Bratisl Lek Lisky*. 2001;102(2):73–80.
16. Wollensak G, Iomdina E. Long-term biomechanical properties of rabbit sclera after collagen crosslinking using riboflavin and ultraviolet A (UVA). *Acta Ophthalmol*. 2009;87:193–198. DOI: 10.1111/j.1755-3768.2008.01229.x
17. Patent RUS2697240/30.08.2018 Pashtaev. NP, Grigor'eva IN, Shahmatova IP. *Sposob hirurgicheskogo lechenija progressirujushhej miopii*. Available from: https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet. (In Russ.)
18. Pashtaev NP, Grigorieva IN. Preliminary results of modifed cryogenic scleroplasty. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2019;15(2):515–517. (In Russ.)
19. Sitka MM, Bodrova SG, Tikhonova OI, et al. Assessment of influence of various eye parameters in emmetropia children on myopia development. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(2):263–268. (In Russ.). DOI: 10.18008/1816-5095-2020-2-263-268

ОБ АВТОРАХ

***Николай Петрович Паштаев,** д-р мед. наук, профессор;
адрес: Россия, 428028, Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 10;
ORCID: https://orcid.org/000-0003-2324-8044;
eLibrary SPIN: 9629-3161; e-mail: pashtaevnp@gmail.com

Ирина Николаевна Григорьева, врач-офтальмолог;
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1107-9810;
eLibrary SPIN: 4635-3437; e-mail: grigir09@mail.ru

AUTHORS INFO

***Nikolay P. Pashtaev,** Dr. Sci. (Med.), professor;
address: 10, Traktorostroiteley str., Cheboksary, 428028, Russia;
ORCID: https://orcid.org/000-0003-2324-8044;
eLibrary SPIN: 9629-3161; e-mail: pashtaevnp@gmail.com

Irina N. Grigorieva, ophthalmologist;
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1107-9810;
eLibrary SPIN: 4635-3437; e-mail: grigir09@mail.ru