

DOI: 10.56871/MTP.2024.72.49.004
УДК 617.753.2:617.7-76

ОСОБЕННОСТИ КЛИНИКО-СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ГЛАЗ ПРИ БЛИЗОРУКОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОРТОКЕРАТОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНЗ

© Валентина Александровна Усенко¹, Нурзида Абдыкайымовна Абсатарова¹,
Малик Абдухамидович Юнусов²

¹ Кыргызский государственный медицинский институт переподготовки и повышения квалификации им. С.Б. Даниярова. 720040, г. Бишкек, Кыргызская Республика, ул. Боконбаева, д. 144а

² Медицинский центр «Medcenter KG». 720044, г. Бишкек, Кыргызская Республика, ул. Токтоналиева, д. 40/1

Контактная информация: Нурзида Абдыкайымовна Абсатарова — аспирант. E-mail: nurzid82@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3766-7517>

Для цитирования: Усенко В.А., Абсатарова Н.А., Юнусов М.А. Особенности клинико-структурных изменений глаз при близорукости с применением ортокератологических линз // Медицина: теория и практика. 2024. Т. 9. № 3. С. 28–34. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2024.72.49.004>

Поступила: 21.03.2024

Одобрена: 10.06.2024

Принята к печати: 03.09.2024

РЕЗЮМЕ. Введение. Прогрессирующая близорукость детского возраста является актуальной медико-социальной проблемой, она занимает третье место как причина инвалидизации органа зрения. **Цель** — изучить особенности анатомо-структурных параметров глаз при близорукости с применением ортокератологических линз. **Материалы и методы.** Обследовано 160 глаз (80 пациентов) — с близорукостью слабой степени 60 глаз (30 больных) и средней степени 100 глаз (50 больных) до и после лечения ортокератологическими линзами. **Методы исследования:** визометрия, авторефрактометрия, офтальмометрия, офтальмоскопия, биометрия, ультразвуковая диагностика центральной артерии сетчатки (УЗД ЦАС) и центральной вены сетчатки (ЦВС), определение толщины хориоидеи, ультразвуковое исследование (УЗИ) глаза. **Результаты исследования.** После проведенного лечения ортокератологическими линзами в ночном режиме выявлено повышение линейной скорости кровотока (ЛСК) в центральной артерии сетчатки (ЦАС) до $14,2 \pm 0,6$ см/с при слабой степени миопии и $15,8 \pm 0,64$ см/с при средней степени при миопическом дефокусе ($p < 0,05$); нормализация венозного кровотока в ЦВС до $5,8 \pm 0,59$ см/с и $5,3 \pm 0,6$ см/с ($p < 0,05$); увеличение толщины хориоидеи до $339 \pm 1,9$ мкм и $273 \pm 1,67$ мкм ($p < 0,05$); увеличение средней толщины центральной ямки желтого пятна до $249,8 \pm 0,65$ мкм и $256 \pm 0,63$ мкм ($p < 0,01$) соответственно при слабой и средней степени миопии. **Заключение.** Улучшение показателей анатомо-структурных параметров глаза способствуют повышению эффективности лечения ортокератологическими линзами при близорукости слабой и средней степени и стабилизации прогрессии миопии с сохранением осевого компонента переднезадней оси (ПЗО) глаза.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: гемодинамика, хориоидея, миопический и гиперметропический дефокус

FEATURES OF CLINICAL AND STRUCTURAL CHANGES IN EYES WITH MYOPIA USING ORTHOKERATOLOGICAL LENSES

© Valentina A. Usenko¹, Nurzida A. Absatarova¹, Malik A. Yunusov²

¹ Kyrgyz State Medical Institute of Retraining and Advanced Training named after S.B. Daniyarov. 144a Bokonbaeva str., Bishkek 720040 Kyrgyz Republic

² Medical center “Medcenter KG”. 40/1 Toktonalieva str., Bishkek 720044 Kyrgyz Republic

Contact information: Nurzida A. Absatarova — Postgraduate Student. E-mail: nurzid82@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3766-7517>

For citation: Usenko VA, Absatarova NA, Yunusov MA. Features of clinical and structural changes in eyes with myopia using orthokeratological lenses. *Medicine: Theory and Practice*. 2024;9(3):28–34. DOI: <https://doi.org/10.56871/MTP.2024.72.49.004>

Received: 21.03.2024

Revised: 10.06.2024

Accepted: 03.09.2024

ABSTRACT. Introduction. Progressive myopia in childhood is a pressing medical and social problem; it ranks third as a cause of visual disability. **Purpose** — to study the features of the anatomical and structural parameters of the eyes with myopia using orthokeratological lenses. **Materials and methods.** 160 eyes (80 patients) were examined — 60 eyes (30 patients) with mild myopia and 100 eyes (50 patients) with moderate myopia before and after treatment with orthokeratological lenses. **Research methods:** visometry, autorefractometry, ophthalmometry, ophthalmoscopy, biometry, ultrasound diagnostics of the central retinal artery and central retinal vein, determination of choroidal thickness, ultrasound of the eye. **Results of the study.** After treatment with orthokeratological lenses in the night mode, an increase in linear velocity of blood flow in the central retinal artery was detected to 14.2 ± 0.6 cm/s with a low degree of myopia and 15.8 ± 0.64 cm/s with a moderate degree of myopic defocus ($p < 0.05$); normalization of venous blood flow in the central vein to 5.8 ± 0.59 cm/s and 5.3 ± 0.6 cm/s ($p < 0.05$); increase in choroidal thickness to 339 ± 1.9 μ m and 273 ± 1.67 μ m ($p < 0.05$); increase in the average thickness of the central fovea of the macula to 249.8 ± 0.65 mm, and 256 ± 0.63 mm ($p < 0.01$) respectively, for mild and moderate myopia. **Conclusion.** Improving the anatomical and structural parameters of the eye contributes to increasing the effectiveness of treatment with orthokeratological lenses for mild and moderate myopia and stabilizing the progression of myopia while maintaining the axial component — AXL of the eye.

KEYWORDS: hemodynamics, choroid, myopic and hypermetropic defocus

ВВЕДЕНИЕ

Прогрессирующая близорукость продолжает оставаться одной из важных проблем в детской офтальмологии во всем мире. В настоящее время миопия констатирована у 28% населения, а к 2050 году прогнозируется увеличение до 50% и примерно у 20% с прогрессией в высокую степень.

В азиатских странах распространенность близорукости приобретает масштаб эпидемии — от 70 до 80% среди подростков [15–17, 20–22]. В соответствии с этим одним из приоритетных направлений в научных исследованиях является профилактика прогрессии миопии и разработка методов торможения степени близорукости.

В настоящее время широкое распространение в торможении прогрессии миопии получил метод ортокератологии, эффективность которого, по данным литературы, у лиц детского и подросткового возраста составляет 60–80% [5, 6, 12, 13, 24, 25].

В последнее десятилетие в научных исследованиях выявлена роль хориоидеи в регуляции внутриглазного давления, аккомодации и рефрактогенезе [1, 14, 18, 26].

По данным литературы, на фоне коррекции близорукости ортокератологическими линзами в ночном режиме выявлено увеличение субфовеолярной толщины хориоидеи и увели-

чение толщины слоя крупных сосудов хориоидеи (слоя Галлера) за счет их расслабления и увеличения притока крови [10, 19]. Одним из важных факторов, способствующих развитию тормозящего эффекта в прогрессии миопии, является улучшение гемодинамики в сосудах хориоидеи и сетчатки [2, 7, 8].

Изучение взаимосвязи хориоидеи и оптического дефокуса выявило тенденцию к уменьшению переднезадней оси (ПЗО) глаза с торможением прогрессии близорукости при миопическом дефокусе с увеличением толщины хориоидеи. Утолщение хориоидеи в центральной зоне при миопическом дефокусе в ранние сроки после применения ортокератологических линз выявлено до 50–60 мкм [3, 4]. Таким образом, изменение толщины хориоидеи является одним из ранних маркеров, отражающих степень прогрессирования близорукости [9, 11, 23]. Наряду с этим от состояния гемодинамики в задних коротких цилиарных артериях зависят морфометрические показатели макулярного куба.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами поставлена цель — изучить особенности анатомо-структурных параметров глаз при близорукости с применением ортокератологических линз.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованию подлежало 240 глаз (120 больных), среди которых 160 глаз (80 пациентов) с миопией: 60 глаз (30 больных) слабой степени и 100 глаз (50 больных) средней степени. Контрольную группу составили 40 глаз (20 пациентов) с эметропией. Средний возраст составил $12,0 \pm 0,38$ лет (от 9 до 16 лет). Слабая степень миопии составляла $(-)\ 2,2 \pm 0,25D$, средняя степень $(-)\ 4,7 \pm 0,22D$.

Наряду с общепринятыми методами исследования глаз, проводились: авторефрактометрия (Grand Seiko VR-2100), офтальмометрия (Topcon KR-73 09), биометрия (Zeiss iol master 500), скиаскопия на фоне циклоплегии, офтальмоскопия (Schepens, линза АК-90,0D), оптическая когерентная томография (ОСТ, optical coherence tomography) желтого пятна (Carl Zeiss Cirrus НД OCT Model 4000|5000, Germany), ультразвуковая диагностика (УЗД) сосудов центральной артерии (ЦАС) и центральной вены сетчатки (ЦВС) (Sono Scape S9), ультразвуковое исследование (УЗИ) глаза, толщину хориоидеи измеряли на спектральном оптическом когерентном томографе RS-3000 Advance (Nidek, Япония), автоматически определялась внутренняя граница сосудистой оболочки и пигментного эпителия сетчатки (ПЭС). Исследования проводились до и после применения ортокератологических линз через 1, 3, 6, 12, 24 месяцев.

Всем пациентам были подобраны ортокератологические линзы обратной геометрии Moonlens фирмы Sky Optix в течение всего периода в ночном режиме. Статистический анализ результатов исследования проводился согласно общепринятым методикам с помощью программных средств Microsoft Office 2010 для операционных систем Windows XP и программы STATISTICA 6.0. Данные представлены средней арифметической и ее стандартным отклонением ($M \pm m$). За достоверный показатель принималась разница величин $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Одним из основных факторов прогрессии близорукости является нарушение гемодинамики глаза. Микроциркуляторные расстройства в хориоидеи и в сетчатке сопровождаются ишемией с выделением ретиноидной кислоты, приводящей к уменьшению синтеза протеогликанов в склере, ослаблению ее и увеличению ПЗО глаза под воздействием фермента ретинальдегиддегидрогеназы-2 [25, 26].

Проведенные нами исследования гемодинамики в сосудах ЦАС у пациентов с близорукостью слабой и средней степени на фоне лечения ортокератологическими линзами выявили достоверное повышение линейной скорости кровотока (ЛСК) при миопическом дефокусе до $14,2 \pm 0,6$ см/с и $15,8 \pm 0,64$ см/с против $13,7 \pm 0,59$ см/с и $12,6 \pm 0,59$ см/с, при гиперметропическом ($p < 0,05$); в контрольной группе (КГ) — $15,50 \pm 0,6$ ($p < 0,05$) см/с.

Наряду с этим при миопическом дефокусе отмечается нормализация показателей венозной микроциркуляции в ЦВС до $5,8 \pm 0,59$ см/с и $5,3 \pm 0,63$ см/с, против $7,4 \pm 0,57$ см/с и $7,0 \pm 0,57$ см/с при гиперметропическом дефокусе до лечения ортокератологическими линзами, $p < 0,05$; в КГ в среднем $5,0 \pm 0,55$ см/с ($p < 0,05$) (рис. 1). Большое значение в кровоснабжении макулярного куба имеет состояние гемодинамики в сосудах хориоидеи.

Как видно из таблицы 1 и рисунка 2, у больных с близорукостью слабой и средней степени после лечения ортокератологическими линзами выявлено достоверное утолщение хориоидеи до $339 \pm 1,9$ мкм и $273 \pm 1,67$ мкм при миопическом дефокусе, против $256,8 \pm 1,7$ мкм и $226 \pm 1,6$ мкм при гиперметропическом дефокусе ($p < 0,01$); в КГ — $271,98 \pm 82,34$ мкм ($p < 0,05$).

Утолщение хориоидеи обуславливает лучшее кровоснабжение центральной ямки желтого пятна — fovea, проявляющееся в увеличении средней толщины после применения ортокератологических линз.

Как видно из таблицы 2 и рисунка 3, при миопическом дефокусе после лечения ортокератологическими линзами выявлено повышение средней толщины fovea желтого пятна до $249,8 \pm 0,65$ мкм и $256 \pm 0,63$ мкм при миопии слабой и средней степени, против $237,2 \pm 0,97$ мкм и $237,7 \pm 0,97$ мкм до лечения ортокератологическими линзами при гиперметропическом дефокусе ($p < 0,05$); в КГ — $249 \pm 0,65$ мкм.

Выявлена положительная корреляционная взаимосвязь между толщиной хориоидеи и средней толщиной центральной ямки желтого пятна ($r = 0,92$) по Спирману. Улучшение показателей гемодинамики в ретинальных и хориоидальных сосудах способствует стабилизации осевого компонента глаз при близорукости и является одним из факторов торможения роста степени миопии.

Как видно из таблицы 2, переднезадняя ось глаз с близорукостью при миопии слабой и средней степени как при гиперметропическом, так и при миопическом дефокусе статистически достоверно неразличима.

Таблица 1

Микроциркуляция глаза при миопии на фоне лечения ортокератологическими линзами

Table 1

Microcirculation of the eye in myopia during treatment with orthokeratological lenses

Микроциркуляция глаза / Microcirculation of the eye	Миопия слабой степени (60 глаз) / Low myopia (60 eyes)		Миопия средней степени (100 глаз) / Moderate myopia (100 eyes)		Контрольная группа (40 глаз) / Control group (40 eyes)
	при гиперметропическом дефокусе / with hypermetropic defocus	при миопическом дефокусе / with myopic defocus	при гиперметропическом дефокусе / with hypermetropic defocus	при миопическом дефокусе / with myopic defocus	
Линейная скорость кровотока в центральной артерии сетчатки, см/с / Linear velocity of blood flow in the central retinal artery. cm/c	13,7±0,59	14,2±0,6*	12,6±0,59	15,8±0,64*	15,5±0,6
Индекс резистентности в центральной артерии сетчатки / Resistance index in the central retinal artery	0,84±0,054*	0,82±0,058*	0,85±0,054*	0,80±0,056*	0,65±0,012
Линейная скорость кровотока в центральной вене сетчатки, см/с / Linear velocity of blood flow in the central retinal vein, cm/s	7,4±0,57	5,8±0,59*	7,0±0,57	5,3±0,63*	4,0±0,60
Средняя толщина хориоидеи макулярного куба, мкм / Average thickness of the choroid of the macular cube, μm	256,8±1,7	339±1,9**	226±1,6	273±1,67**	271,98±82,34

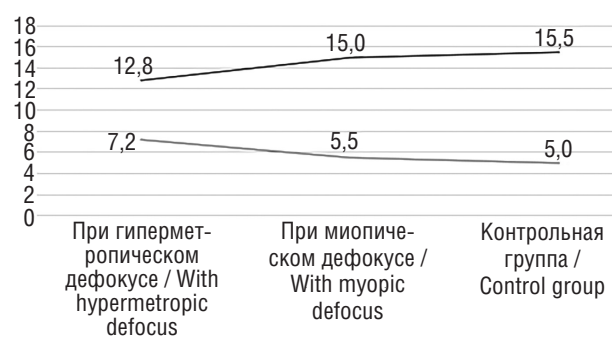
* — $p < 0,05$. ** — $p < 0,01$.

Рис. 1. Средние показатели гемодинамики глаза в ретинальных сосудах с миопией при лечении ортокератологическими линзами

Fig. 1. Average hemodynamic parameters of the eye in the retinal vessels with myopia during treatment with orthokeratological lenses

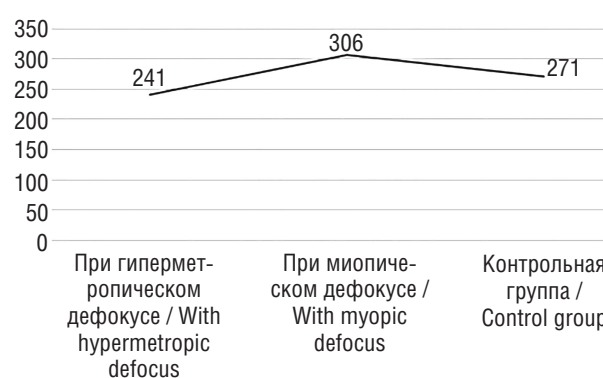


Рис. 2. Средние показатели толщины хориоидеи при миопии с ортокератологическими линзами

Fig. 2. Average choroidal thickness in myopia with orthokeratological lenses

Так, при миопическом дефокусе после лечения ортокератологическими линзами ПЗО глаз при близорукости слабой и средней степени составляют: 23,96±0,32 мм и 25,41±0,14 мм, при гиперметропическом дефокусе — 24,42±0,33 мм и 25,42±0,14 мм ($p > 0,05$); в КГ — 24,0±0,13 мм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, на фоне лечения близорукости слабой и средней степени ортокератологическими линзами факторами, способствующими повышению эффекта лечения, являются:

Таблица 2

Особенности анатомо-структурных параметров глаз при миопии с применением ортокератологических линз

Table 2

Features of anatomical and structural parameters of eyes with myopia using orthokeratological lenses

Анатомо-структурные параметры глазного дна / Anatomical and structural parameters of the fundus	Миопия слабой степени (60 глаз) / Low myopia (60 eyes)		Миопия средней степени (100 глаз) / Moderate myopia (100 eyes)		Контроль- ная группа (40 глаз) / Control group (40 eyes)
	при гипермет- ропическом дефокусе / with hypermetropic defocus	при мио- пическом дефокусе / with myopic defocus	при гипермет- ропическом дефокусе / with hypermetropic defocus	при мио- пическом дефокусе / with myopic defocus	
Средняя толщина хориоидеи, мкм / Average thickness of the choroid, μm	256,8 $\pm$ 1,7	339 $\pm$ 1,9*	226 $\pm$ 1,6	273 $\pm$ 1,67*	271,98 $\pm$ 82,3
Средняя толщина fovea желтого пятна, мкм / Average thickness of the fovea of the macula, μm	237,2 $\pm$ 0,97	249,8 $\pm$ 0,65*	237,7 $\pm$ 0,97	256 $\pm$ 0,63*	249,9 $\pm$ 0,65
Переднезадний отрезок глаза, мм / Anterior-posterior segment of the eye, mm	24,42 $\pm$ 0,33	23,96 $\pm$ 0,32	25,42 $\pm$ 0,14	25,41 $\pm$ 0,14	24,0 $\pm$ 0,13

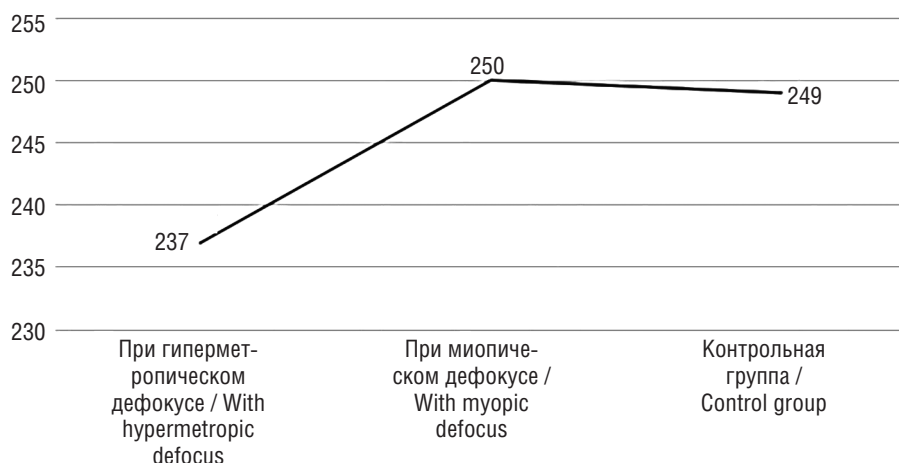
* $p < 0,01$ 

Рис. 3. Средняя толщина fovea желтого пятна при миопии после применения ортокератологических линз

Fig. 3. Average thickness of the fovea of the macula with myopia after the use of orthokeratology lenses

- улучшение гемодинамики в сосудах центральной артерии и центральной вены сетчатки при миопическом дефокусе после лечения ортокератологическими линзами по сравнению с показателями при гиперметропическом дефокусе до лечения;
- утолщение хориоидеи у больных со слабой и средней степенью близорукости при миопическом дефокусе после проведенного лечения миопии ортокератологическими линзами;
- улучшение микроциркуляции в хориоидее сопровождается утолщением центральной ямки желтого пятна с выявлением поло-

жительной корреляционной связи ($r \pm 0,92$) по Спирману;

- улучшение показателей клинико-структурных параметров глаза способствует повышению эффективности лечения ортокератологическими линзами при близорукости слабой и средней степени со стабилизацией осевого компонента — ПЗО глаза.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи,

прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from legal representatives of the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

- Астахов Ю.С., Белехова С.Г. Толщина хориоидеи при миопии различной степени. Офтальмологические ведомости. 2013;6(4):34–38.
- Епишина М.В. Клиническое течение миопии на фоне ортокератологической коррекции и функционального лечения. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М.; 2015.
- Матросова Ю.В., Товмач Л.Н. Прогрессирование миопии на фоне ортокератологической коррекции по данным оптической биометрии. Саратовский научно-медицинский журнал. 2020;16(1):245–248.
- Милаш С.В., Тарутта Е.П., Епишина М.В. и др. Оценка толщины хориоидеи и других анатомо-оптических параметров глаза в ранние сроки после ортокератологической коррекции миопии. Российский офтальмологический журнал. 2019;12(1):26–33.
- Нагорский П.Г., Белкина В.В. Клиническое обоснование применения ортокератологических линз для оптической коррекции и лечения прогрессирующей миопии у детей и подростков. Невские горизонты — 2010, конференция. СПб.; 2010: 123.
- Тарутта Е.П. Ортокератология как способ коррекции и лечения прогрессирующей близорукости. Рефракционные и глазовдвигательные нарушения. Международная конференция. М.; 2007:167.
- Тарутта Е.П., Вержанская Т.Ю. Возможные механизмы тормозящего влияния ортокератологических линз на прогрессирование миопии. Российский офтальмологический журнал. 2008;1(2):26–30.
- Толорая Р.Р. Исследование эффективности и безопасности ночных кератологических контактных линз в лечении прогрессирующей близорукости. Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2010.
- Fontaine M., Gancher D., Sauer A. et al. Choroidal thickness and ametropia in children: a longitudinal Study. European journal of ophthalmology. 2017;27(6):730–734.
- Chen. Z., Effects of orthokeratology on choroidal thickness and axial length. Optom Vis Sci. 2016;93(9):1064–1071.
- Chiang S.T. Effect of retinal image defocus on the thickness of the human choroid. Ophthalmic physiol. 2015:405–413.
- Cho P., Tan Q. Myopia and orthokeratology for myopia control. Clin Exp Optom. 2019;102:364–377.
- Lipson M.J., Brooks M.M., Koffler B.H. The role of orthokeratology in myopia control: a review. Eye Contact Lens. 2018;44(4):224–230.
- Fujiwara T., Imamura Y., Margolis R. et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. Am J. Ophthalmol. 2009;148(3):445–450.
- Hopf S., Pfeiffer N. Epidemiology of myopia. Ophthalmology. 2017;114(1):20–23. DOI: 10.1007/s 00347-016-0361-2.
- 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;123(5):1036–1042.
- 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;123:1036–1042.
- Laviers H. Enhanced depth imaging — OCT of the choroid a review of the current literature. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2014;252(12):1871–1883.
- Li Z. Choroidal thickness and axial length changes in myopic children treated with orthokeratology. Contact Lens and Anterior Eye. 2017;40(6):417–423.
- Medina A. The cause of myopia development and progression: Theory, evidence, and treatment. Surg Ophthalmol. 2022;67(2):488–509. DOI: 10.1016/j.survophthal.2021.06.
- Morgan I.G., Ohno-Matsui K., Saw S.M. Myopia. Lancet. 2012;379:1739–1748.
- Oster P.J., Jiang Y. Epidemiology of myopia. Eye. 2014;28(2):202–208.
- Rada Y.A. Identification of RaLDH2 a visually Regulated Retinoic Acid Synthesizing Enzyme in the Chick Choroid. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2012;53(3): 1649–1662.

24. Si J.K., Tan K, Bi H.S., Guo D.D., Wang X.R. Orthokeratology for myopia control: a meta-analysis. *Optom Vis Sci.* 2015;92:252–257.
25. Sun Y., Xu F., Zahng T. et al. Orthokeratology to control myopia progression: a meta-analysis. *Plos, One.* 2015;10:124535.
26. Unsal E. Choroidal thickness in patients with diabetic retinopathy. *Clin. Ophthalmol.* 2014;8:637–642.

REFERENCES

1. Astakhov Yu.S., Belekova S.G. Choroidal thickness in myopia of varying degrees. *Oftal'mologicheskiye vedomosti.* 2013;6(4):34–38. (In Russian).
2. Yepishina M.V. Clinical course of myopia against the background of orthokeratological correction and functional treatment. PhD thesis. Moscow; 2015. (In Russian).
3. Matrosova Yu.V., Tovmach L.N. Progression of myopia against the background of orthokeratological correction according to optical biometrics. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal.* 2020;16(1):245–248. (In Russian).
4. Milash S.V., Tarutta Ye.P., Yepishina M.V. et al. Evaluation of choroidal thickness and other anatomical and optical parameters of the eye in the early stages after orthokeratological correction of myopia. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal.* 2019;12(1):26–33. (In Russian).
5. Nagorskiy P.G., Belkina V.V. Clinical rationale for the use of orthokeratological lenses for optical correction and treatment of progressive myopia in children and adolescents. *Nevskiye gorizonty — 2010, konferentsiya.* Saint Petersburg; 2010:123. (In Russian).
6. Tarutta Ye.P. Orthokeratology as a method of correction and treatment of progressive myopia. *Refractive and oculomotor disorders. Mezhdunarodnaya konferentsiya.* Moscow; 2007:167. (In Russian).
7. Tarutta Ye.P., Verzhanskaya T.Yu. Possible mechanisms of the inhibitory effect of orthokeratological lenses on the progression of myopia. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal.* 2008;1(2):26–30. (In Russian).
8. Toloraya R.R. Study of the effectiveness and safety of night keratological contact lenses in the treatment of progressive myopia. *Dis. ... kand. med. nauk.* Moscow; 2010. (In Russian).
9. Fontaine M., Gancher D., Sauer A. et al. Choroidal thickness and ametropia in children: a longitudinal Study. *European journal of ophthalmology.* 2017;27(6):730–734.
10. Chen. Z., Effects of orthokeratology on choroidal thickness and axial length. *Optom Vis Sci.* 2016;93(9):1064–1071.
11. Chiang S.T. Effect of retinal image defocus on the thickness of the human choroid. *Ophthalmic physiol.* 2015:405–413.
12. Cho P., Tan Q. Myopia and orthokeratology for myopia control. *Clin Exp Optom.* 2019;102:364–377.
13. Lipson M.J., Brooks M.M., Koffler B.H. The role of orthokeratology in myopia control: a review. *Eye Contact Lens.* 2018;44(4):224–230.
14. Fujiwara T., Imamura Y., Margolis R. et al. Enhanced depth imaging optical coherence tomography of the choroid in highly myopic eyes. *Am J. Ophthalmol.* 2009;148(3):445–450.
15. Hopf S., Pfeiffer N. Epidemiology of myopia. *Ophthalmologie.* 2017;114(1):20–23. DOI: 10.1007/s00347-016-0361-2.
16. 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;123(5):1036–1042.
17. 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;123:1036–1042.
18. Laviers H. Enhanced depth imaging — OCT of the choroid a review of the current literature. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2014;252(12):1871–1883.
19. Li Z. Choroidal thickness and axial length changes in myopic children treated with orthokeratology. *Contact Lens and Anterior Eye.* 2017;40(6):417–423.
20. Medina A. The cause of myopia development and progression: Theory, evidence, and treatment. *Surg Ophthalmol.* 2022;67(2):488–509. Epub. 2021, Jun 25. DOI: 10.1016/j.survophthal.2021.06.
21. Morgan I.G., Ohno-Matsui K., Saw S.M. Myopia. *Lancet.* 2012;379:1739–1748.
22. Oster P.J., Jiang Y. Epidemiology of myopia. *Eye.* 2014;28(2):202–208.
23. Rada Y.A. Identification of RALDH2 a visually Regulated Retinoic Acid Synthesizing Enzyme in the Chick Choroid. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2012;53(3): 1649–1662.
24. Si J.K., Tan K, Bi H.S., Guo D.D., Wang X.R. Orthokeratology for myopia control: a meta- analysis. *Optom Vis Sci.* 2015;92:252–257.
25. Sun Y., Xu F., Zahng T. et al. Orthokeratology to control myopia progression: a meta-analysis. *Plos, One.* 2015;10:124535.
26. Unsal E. Choroidal thickness in patients with diabetic retinopathy. *Clin. Ophthalmol.* 2014;8:637–642.