



<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-4-51-63>

Изменение некоторых функциональных и анатомо-оптических параметров глаза у детей с ПИНА и псевдомиопией на фоне регулярных занятий бадминтоном

Е.П. Тарутта¹, Н.А. Тарасова¹, Г.А. Маркосян¹, С.В. Милаш¹, С.Г. Арутюнян¹, К.А. Рамазанова¹, Н.Л. Чередниченко²

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

²ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет», ул. Мира, д. 310, Ставрополь, 355017, Россия

Цель — изучить состояние рефракции, аккомодации и кровотока в сосудах глаза у детей с привычно-избыточным напряжением аккомодации (ПИНА) и псевдомиопией, занимающихся бадминтоном. **Материал и методы.** Обследовано 11 пациентов (20 глаз) в возрасте от 7 до 11 лет (в среднем $M \pm SD$: $9,24 \pm 1,06$ года) с псевдомиопией и ПИНА до и после начала занятий бадминтоном: из них с миопией — 4 пациента (7 глаз), с гиперметропией — 3 ребенка (6 глаз), с эмметропией — 4 ребенка (7 глаз). Всем пациентам проводили визометрию, субъективную и объективную аккомодометрию, оптическую биометрию, аберрометрию, определяли скорость кровотока (СК) в сосудах глаза и толщину хориоидеи (ТХ). **Результаты.** Через год регулярных занятий бадминтоном отмечено ослабление манифестной рефракции в среднем на $0,92 \pm 0,82$ дптр, снижение тонуса аккомодации на $0,85 \pm 0,77$ дптр, повышение скорости кровотока в глазничной артерии и центральной артерии сетчатки, повышение положительной сферической аберрации, снижение аберраций, связанных с рассогласованием и иррегулярностью элементов оптической системы (*tilt, trefoil, coma*), что косвенно свидетельствует об укреплении связочного аппарата хрусталика. **Заключение.** Занятия спортом (бадминтоном) способствуют устранению псевдомиопии, повышению некорригированной остроты зрения, улучшению аккомодационной способности и показателей офтальмогемодинамики.

Ключевые слова: миопия; бадминтон; аккомодация; ПИНА; спазм; псевдомиопия

Конфликт интересов: отсутствует.

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

Для цитирования: Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А., Милаш С.В., Арутюнян С.Г., Рамазанова К.А., Чередниченко Н.Л. Изменение некоторых функциональных и анатомо-оптических параметров глаза у детей с ПИНА и псевдомиопией на фоне регулярных занятий бадминтоном. Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (4): 51–63. doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-4-51-63

Changes in functional, anatomical and optical parameters of the eye in children with habitually excessive accommodation stress and pseudomyopia after regular badminton playing

Elena P. Tarutta¹, Natalia A. Tarasova¹, Gajane A. Markossian¹, Sergei V. Milash¹, Sona G. Harutyunyan¹, Kamilla A. Ramazanova¹, Nina L. Cherednichenko²

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

² Stavropol State Medical University, 310, Mira St., Stavropol, 355017, Russia

Purpose. To study the state of refraction, accommodation, and blood flow in eye vessels of children with habitually excessive accommodation stress (HEAS) and pseudomyopia practicing badminton. **Material and methods.** The study involved 11 patients (20 eyes) aged 7 to 11 years (average $M \pm SD$: 9.24 ± 1.06 years) with pseudomyopia and HEAS: 4 patients with myopia (7 eyes), 3 children with hyperopia (6 eyes), 4 children with emmetropia (7 eyes) before they started practicing badminton and after playing it for a certain time. All patients were tested for visual acuity, subjective and objective accommodation, optical biometry, aberrometry, velocity of blood flow in eye vessels, and choroidal thickness. **Results.** After 1 year of regular badminton workout, the subjects revealed a 0.92 ± 0.82 D weakening of manifest refraction, a decrease in accommodation tone by 0.85 ± 0.77 D, an increase in blood flow rate in ophthalmic artery and the central retinal artery, an increase in positive spherical aberration, a decrease in aberrations associated with mismatch and irregularity of optical system elements (tilt, trefoil, coma), which indirectly indicates a strengthening of the ligamentous apparatus of the lens. **Conclusion.** Practicing sports (badminton) contributes to the elimination of pseudomyopia, improvement of uncorrected visual acuity, accommodative ability, and ophthalmic hemodynamics indicators.

Keywords: myopia, badminton, accommodation, habitual excessive accommodation stress, spasm, pseudomyopia

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

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

For citation: Tarutta E.P., Tarasova N.A., Markosian G.A., Milash S.V., Harutyunyan S.G., Ramazanova K.A., Cherednichenko N.L. Changes in functional, anatomical and optical parameters of the eye in children with habitually excessive accommodation stress and pseudomyopia after regular badminton playing. Russian ophthalmological journal. 2019; 12 (4): 51–63 (In Russian). doi: 10.21516/2072-0076-2019-12-4-51-63

Согласно трехфакторной теории патогенеза приобретенной миопии, в ее возникновении и прогрессировании ведущую роль играет снижение аккомодационной способности глаз [1]. В свою очередь, нарушения аккомодации обусловлены (помимо наследственной предрасположенности) снижением местной и церебральной гемодинамики, гиподинамией, соматическими заболеваниями, иммунными расстройствами. В последние годы уделяется большое внимание роли общесоматической патологии в возникновении и развитии близорукости [2]. На первом месте по частоте стоят заболевания соединительной ткани и центральной нервной системы, среди которых наиболее часто встречаются перина-

тальные поражения ЦНС, а также цервикальная недостаточность в результате нестабильности шейных отделов позвоночника или его подвывиха, раннего остеохондроза.

Указанная патология свидетельствует о слабости связочного и мышечного аппарата шейного отдела позвоночника, способствующей формированию межпозвоночных блоков с вертебро-базиллярной сосудистой недостаточностью, влекущей за собой парез цилиарных мышц и изменение структуры коллагена склеры как следствие нарушения регионального кровоснабжения [2, 3].

Одним из наиболее достоверных предикторов миопии является псевдомиопия. По данным А.И. Да-

шевского [4] и О.Н. Онуфрийчука, Ю.З. Розенблюма [5], 70–80 % детей проходят стадию псевдомиопии при развитии приобретенной близорукости.

Псевдомиопия — состояние, при котором манифестная рефракция миопическая, а циклопегическая — эметропическая или гиперметропическая. Привычно-избыточное напряжение аккомодации (ПИНА) — длительно существующий избыточный тонус аккомодации, вызывающий или усиливающий миопизацию манифестной рефракции и не снижающий максимальную скорректированную остроту зрения [6].

Методы лечения псевдомиопии и ПИНА сводятся к устранению патологического тонуса цилиарной мышцы, вызывающего сдвиг рефракции в сторону миопии. Применяют метод оптического микрозатуманивания по А.И. Дашевскому [4]; метод дивергентной дезаккомодации [4]; метод «раскачки» по В.В. Волкову — Л.Н. Колесниковой [7]; метод затуманивания цилиндрическими стеклами по К.А. Адигезаловой-Полчаевой и В.З. Зейналову [8]; тренировки аккомодации по Э.С. Аветисову [1] — смену «+» и «-» линз. В последнее время за рубежом набирают популярность инстилляции 0,01 % раствора атропина [9].

Показана важная роль физической культуры в предупреждении миопии и ее прогрессирования, поскольку физические упражнения способствуют как общему укреплению организма, активизации его функций, так и повышению работоспособности цилиарной мышцы и укреплению склеральной оболочки глаза. Циклические упражнения умеренной интенсивности (пульс 100–140 уд/мин) оказывают благоприятное воздействие на гемодинамику и аккомодационную способность глаз, вызывая реактивное усиление кровотока в глазу через некоторое время после нагрузки и повышение работоспособности цилиарной мышцы. Подвижные игры — прекрасное средство тренировки организма и повышения эмоционального состояния играющих. Желательно проводить игры с непродолжительным быстрым бегом (10–15 м), передачей и ловлей мяча, бросками в стену или мишени [10].

Бадминтон гармонично сочетает в себе слежение за движущимся объектом (тренировка аккомодации), повороты головы и туловища (усиление гемодинамики, укрепление мышечного каркаса), глубокое дыхание (оксигенация крови).

ЦЕЛЬ работы — изучить состояние рефракции, аккомодации и кровотока в сосудах глаза у детей с ПИНА и псевдомиопией, занимающихся бадминтоном.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 11 пациентов (20 глаз) в возрасте от 7 до 11 лет (в среднем $9,24 \pm 1,06$ года) с псевдомиопией и ПИНА: из них с миопией — 4 пациента (7 глаз), с гиперметропией — 3 ребенка (6 глаз), с

эметропией — 4 ребенка (7 глаз). Случаи, когда избыточное напряжение аккомодации отмечалось на фоне миопической циклопегической рефракции, относили к ПИНА; когда манифестная миопизация выявлялась на фоне циклопегической гиперметропии или эметропии — ставили диагноз «псевдомиопия». Ввиду общности состояний (избыточный патологический тонус аккомодации) и малого числа наблюдений при анализе все пациенты были объединены в одну группу: ПИНА и псевдомиопия. Через год обследовано 7 детей (14 глаз) в возрасте от 8 до 12 лет (в среднем $9,42 \pm 1,10$ года): с миопией — 3 ребенка (6 глаз), с гиперметропией — 2 ребенка (4 глаза), с эметропией — 2 ребенка (4 глаза).

Всем пациентам определяли рефракцию до и после циклоплегии, остроту зрения без коррекции и с оптимальной коррекцией. Определяли запасы относительной (ЗОА) и объем абсолютной (ОАА) аккомодации, дальнейшую (ДТЯЗ) и ближайшую (БТЯЗ) точку ясного зрения. Объективное измерение аккомодационного ответа (ОАО) проводили на аппарате Grand Seiko Binocular Open Field Autorefractometer WR-5100K (Япония) по методике, описанной ранее [11]. Измеряли бинокулярный (БАО) и монокулярный (МАО) аккомодационный ответ. Привычный тонус аккомодации (ПТА) определяли как разницу показаний авторефрактометра до и после циклоплегии.

Тонус аккомодации считали положительным, если рефракция до циклоплегии была сильнее (более миопическая), чем рефракция в условиях циклоплегии, и наоборот. Положительный тонус аккомодации обозначали знаком «минус», отрицательный — знаком «плюс» [12].

Для оценки кровотока в сосудах глазного яблока и ретробульбарного пространства выполняли цветное и энергетическое доплеровское картирование (ЦДК и ЭК) при помощи ультразвукового сканера VOLUSON-730 Pro и линейного датчика с частотой излучения 10–16 МГц. Исследовали состояние кровотока в глазной артерии (ГА) и центральной артерии сетчатки (ЦАС).

Измерение длины передне-задней оси (ПЗО) глаза проводили с помощью оптической биометрии на аппарате IOL Master 500 (Carl-Zeiss Meditec AG, Jena, Germany).

Толщину хориоидеи (ТХ) измеряли на спектральном ОКТ RS-3000 Advance (Nidek, Япония) с использованием протокола сканирования Maculaline в режиме Choroidal. Субфовеолярная ТХ измерялась вручную в мкм как перпендикулярное расстояние между комплексом «пигментный эпителий сетчатки (ПЭС) / мембрана Бруха» и внутренним краем склеры (хориосклеральный интерфейс).

Всем пациентам проводили aberрометрию волнового фронта в затемненной комнате до и после медикаментозной циклоплегии (применяли 1 % циклопентолат дегидрохлорид дважды, с интервалом 10 мин, aberрометрию проводили через

40 мин после первого закапывания) на аберрометре OPD-ScanIII, Nidek. Поскольку действие циклоплегиков сопровождается мидриазом, увеличивающим уровень многих aberrаций, мы проводили анализ волнового фронта до и после инстилляций циклопентолата при фиксированной ширине зрачка, чтобы оценить влияние на него только циклоплегии, а не мириаза. Aberrации анализировали при ширине зрачка 3 мм как без циклоплегии, так и в условиях циклоплегии (в последнем случае — с помощью выбора 3-мм зоны). Анализировались коэффициенты Цернике до 12-го порядка включительно: среднеквадратичное отклонение от идеального волнового фронта (RMS), вертикальный и горизонтальный наклон (tilt 1, tilt 2), вертикальный и горизонтальный треfoil (trefoil 6, trefoil 9), вертикальную и горизонтальную кому (coma 7, coma 8), сферическую aberrацию.

Все исследования проводились до, через 6 мес и через год после начала занятий бадминтоном по методике В.И. Турманидзе [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Как показано в таблице 1, у пациентов с псевдомиопией и ПИНА манифестная рефракция составила в среднем $-2,36 \pm 2,88$ дптр, циклоплегическая $-0,66 \pm 1,61$ дптр. Таким образом, привычный (избыточный) тонус accommodation равнялся $-1,28 \pm 1,44$ дптр. Через год спортивных занятий манифестная рефракция достоверно снизилась на $0,92 \pm 0,82$ дптр, ПТА — на $0,85 \pm 0,77$ дптр ($p < 0,05$). Расхождение этих показателей объясняется тем, что через год было отмечено также и небольшое снижение циклоплегической рефракции — в среднем на $0,07$ дптр. Последнее может быть обусловлено устранением привычного гипертонуса accommodation, более адекватной реакцией цилиарной мышцы на циклоплегическое средство, а также небольшим углублением передней камеры.

Острота зрения без коррекции до занятий составила в среднем $0,66$, с оптимальной коррекцией $-1,0$. Через год некорригированная острота зрения повысилась на $0,14$ и составила $0,8$.

Наиболее высоким до начала занятий ПТА был в группе ПИНА с миопией: $-2,49 \pm 2,04$ дптр. Через год занятий в этой группе манифестная реакция снизилась с $-4,51 \pm 3,07$ дптр до $-2,92 \pm 2,51$ дптр, а ПТА, соответственно, с $-2,49 \pm 2,04$ до $-1,11 \pm 1,06$ дптр (табл. 1).

В группе с гиперметропией манифестная рефракция исходно составила $-0,72 \pm 0,41$ дптр, циклоплегическая $+0,72 \pm 0,41$ дптр. ПТА, таким образом, равнялся $-1,44 \pm 0,43$ дптр. Через год занятий тонус снизился незначительно, на $0,26$ дптр, псевдомиопия уменьшилась до $0,34$ дптр, однако еще сохранилась. Положительным моментом является сдвиг циклоплегической рефракции в сторону гиперметропии на $0,12$ дптр, предположительное объяснение этому факту приведено выше (табл. 1).

В глазах с эметропией через год занятий исходная рефракция снизилась с $-0,25$ до $0,04$ дптр, т. е. псевдомиопия была полностью устранена. Это сопровождалось повышением некорригированной остроты зрения до $1,0$. ПТА снизился с $-0,46 \pm 0,19$ дптр до $0,47 \pm 0,26$ дптр (на $0,93$ дптр), т. е. появился отрицательный тонус accommodation. Результаты наших предыдущих исследований показали, что снижение тонуса accommodation является благоприятным признаком и ассоциируется с более медленным прогрессированием миопии (табл. 1) [14].

БАО до занятий бадминтоном в среднем составил $-2,14 \pm 0,33$ дптр, через год он увеличился на $0,06$ дптр и составил $-2,2 \pm 0,28$ дптр ($p > 0,05$) (табл. 1, табл. 2). МАО до занятий бадминтоном в среднем составил $-1,91 \pm 0,39$ дптр, через год занятий увеличился на $0,22$ дптр и составил в среднем $-2,13 \pm 0,47$ дптр ($p < 0,05$) (табл. 2).

Таким образом, accommodationный ответ имел тенденцию к повышению после занятий бадминтоном, где основным элементом игры является слежение за движущимся воланчиком. Полученные данные свидетельствуют о повышении accommodationной способности у детей на фоне занятий.

При ПИНА и псевдомиопии ЗОА соответствовал норме и не изменился. ДТЯЗ до тренировки в среднем составила $-1,43 \pm 1,43$ дптр, а через год она приблизилась к глазу на $0,21$ дптр ($p > 0,05$) (табл. 2).

БТЯЗ при спазме и ПИНА до тренировок в среднем составила $-7,04 \pm 2,11$ дптр и через год практически не изменилась. При спазме и ПИНА в сочетании с миопией БТЯЗ приблизилась к глазу на $0,41$ дптр, что может свидетельствовать об улучшении accommodationной способности ($p > 0,05$) (табл. 2).

ОАА до тренировки в среднем составил $5,61 \pm 2,19$ дптр, через год он имел тенденцию к снижению на $0,38$ дптр и составил $5,23 \pm 1,58$ дптр ($p > 0,05$) (табл. 2).

ТХ до занятий бадминтоном в среднем по группе составила $342,9 \pm 94,3$ мкм, через год — $347,8 \pm 97,3$ мкм, т. е. имела тенденцию к повышению. Максимальное увеличение ТХ наблюдалось при спазме и ПИНА в сочетании с гиперметропией — на $22,5$ мкм ($p > 0,05$) (табл. 3).

Длина ПЗО до занятий бадминтоном в среднем составила $23,02 \pm 0,93$ мм, через год — $23,12 \pm 0,93$ мм, т. е. увеличилась на $0,1$ мм, что можно связать с физиологическим ростом глаза [15, 16] (табл. 3).

Глубина передней камеры (ГПК) до занятий бадминтоном в среднем составила $3,43 \pm 0,26$ мм, через год — $3,45 \pm 0,28$ мм ($p > 0,05$). Тенденция к углублению передней камеры является эметропизирующим фактором, поскольку приближает фокусную точку к сетчатке (табл. 3).

Скорость кровотока в ГА до занятий бадминтоном в среднем составила $40,07 \pm 5,77$ мм/с. Через 6 мес тренировок этот показатель составил $42,85 \pm 4,35$ мм/с, через год — $43,70 \pm 5,33$ мм/с

Таблица 1. Показатели рефракции и тонауса аккомодации (длтр) у пациентов с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном ($M \pm \sigma$)
Table 1. Indices of refraction and tone of accommodation (D) in patients with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing ($M \pm \sigma$)

Группа пациентов Group of patients	Аutoreфрактометрия Autorefractometry						ПТА Habitual Accommodation Tone		
	до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year		до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year
	до цикло- плегии before cycloplegia	после ци- клоплегии after cycloplegia	до цикло- плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia			
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	-2,36 ± 2,88	-0,66 ± 1,61	-2,04 ± 2,37	-0,76 ± 1,54	-1,44 ± 2,17*	-0,59 ± 1,63	-1,7 ± 1,52	-1,28 ± 1,44	-0,85 ± 0,77*
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS with myopia n = 6	-4,51 ± 3,07	-2,02 ± 1,43	-3,04 ± 2,99	-1,87 ± 1,66	-2,92 ± 2,51*	-1,81 ± 1,61	-2,49 ± 2,04	-1,17 ± 1,38	-1,11 ± 1,06*
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией PM and HEAS with hyperopia n = 4	-0,72 ± 0,41	0,72 ± 0,12	-1,84 ± 1,53	0,34 ± 0,19	-0,34 ± 0,21	0,84 ± 0,37	-1,44 ± 0,43	-2,18 ± 1,71	-1,18 ± 0,31
Псевдомиопия и ПИНА с эмметропией PM and HEAS with emmetropia n = 4	-0,25 ± 0,00	0,21 ± 0,19	-0,29 ± 0,19	0,00 ± 0,43	0,043 ± 0,260	-0,04 ± 0,50	-0,46 ± 0,19	-0,29 ± 0,31	0,47 ± 0,26*

Примечание. n — количество глаз; * — $p < 0,05$ — достоверно относительно показателей до и через год занятий бадминтоном.
Note. n — number of eyes; * — $p < 0,05$ — significantly relative to indicators before and after 1 year of regular badminton playing.

($p < 0,05$). В ЦАС до занятий бадминтоном скорость кровотока в среднем составила $9,75 \pm 1,56$ мм/с, через 6 мес тренировок — $10,53 \pm 1,32$ мм/с, через год — $11,04 \pm 1,36$ мм/с ($p < 0,05$). Прибавка в скорости кровотока в ГА и ЦАС за год отмечалась во всех группах, но была максимальной при спазме и ПИНА в сочетании с миопией: на $4,63$ мм/с в ГА и на $1,82$ мм/с в ЦАС ($p < 0,05$) (см. табл. 3).

Изменения волнового фронта глаза у детей с ПИНА и псевдомиопией на фоне занятий бадминтоном представлены в таблице 4.

Как показывает анализ таблиц, сферическая аберрация исходно в глазах с ПИНА имела положительные значения. В условиях циклоплегии слаболожительная сферическая аберрация увеличивалась в 5 раз ($p < 0,05$). Эти изменения укладываются в изменения формы хрусталика под циклоплегией — его уплощение со снижением преломляющей силы центральных отделов (табл. 5).

В циклоплегических условиях снижался вертикальный тилт (tilt 1) (табл. 4). Вертикальная кома (coma 7) у пациентов с ПИНА и псевдомиопией имела отрицательные значения, а после циклоплегии увеличилась в 8 раз с переходом в положительные значения (табл. 6). Горизонтальная кома (coma 8) при ПИНА имела положительные значения, а после циклоплегии достоверно снижалась — в 4,5 раза ($p < 0,05$) (табл. 4). Ранее нами были опубликованы результаты исследований волнового фронта у детей с различной рефракцией без ПИНА и псевдомиопии [17].

Сравнивая эти данные с полученными в настоящей работе, следует сказать, что в целом структура волнового фронта глаза при псевдомиопии соответствовала истинной рефракции этих глаз, т. е. гиперметропии. В то же время в этих глазах реакция волнового фронта на циклоплегию отличалась от реакции и при миопии, и при гиперметропии (табл. 6).

На фоне регулярных занятий бадминтоном отмечалась динамика некоторых аберраций волнового фронта глаз с псевдомиопией и

Таблица 2. Объективные и субъективные показатели аккомодации (дптр) у пациентов с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном ($M \pm \sigma$)
Table 2. Objective and subjective indicators of accommodation (D) in patients with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing ($M \pm \sigma$)

Группа пациентов Group of patients	БАО			МАО			ДТЯЗ			БТЯЗ			ОАА			ЗОА		
	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	-2,14 ± 0,33	-2,00 ± 0,33	-2,20 ± 0,28	-1,91 ± 0,39	-1,88 ± 0,52	-2,13 ± 0,47	-1,43 ± 1,43	-1,32 ± 1,30	-1,64 ± 1,42	-7,04 ± 2,11	-6,87 ± 2,14	-6,87 ± 2,07	5,61 ± 2,19	5,55 ± 2,17	5,23 ± 1,58	3,00 ± 1,53	2,62 ± 1,27	2,96 ± 0,83
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS in myopia n = 6	-2,27 ± 0,35	-2,00 ± 0,32	-2,34 ± 0,34	-1,90 ± 0,48	-1,89 ± 0,49	-2,27 ± 0,58	-1,17 ± 0,63	-1,50 ± 1,15	-2,08 ± 1,72	-6,88 ± 2,03	-7,21 ± 2,14	-7,29 ± 2,32	5,71 ± 1,92	5,71 ± 2,16	5,21 ± 1,97	1,83 ± 1,13	2,33 ± 0,98	3,00 ± 0,81
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией PM and HEAS in hyperopia n = 4	-2,23 ± 0,13	-2,21 ± 0,24	-2,14 ± 0,13	-2,09 ± 0,23	-2,28 ± 0,19	-2,15 ± 0,17	-2,75 ± 1,86	-1,94 ± 1,54	-1,75 ± 0,89	-7,44 ± 1,13	-7,00 ± 1,24	-7,06 ± 0,66	4,69 ± 1,03	5,06 ± 1,68	5,31 ± 0,55	3,00 ± 0,87	2,25 ± 1,44	2,50 ± 1,15
Псевдомиопия и ПИНА с эметропией PM and HEAS in emmetropia n = 4	-1,77 ± 0,25	-1,71 ± 0,32	-2,02 ± 0,20	-1,68 ± 0,35	-1,33 ± 0,41	-1,85 ± 0,50	-0,16 ± 0,14	-0,08 ± 0,14	-0,58 ± 1,13	-6,83 ± 3,75	-6,00 ± 3,5	-5,75 ± 3,03	6,67 ± 3,83	5,92 ± 3,44	5,17 ± 2,44	3,0 ± 0,29	3,00 ± 1,44	3,00 ± 0,29

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

ПИНА. Так, горизонтальный тилт (tilt 2) уменьшился через год в 17 раз с переходом в отрицательные значения. При циклоплегии tilt 2 еще больше уходил в отрицательные значения, изменяясь от -0,0003 до -0,011 ($p < 0,05$) (табл. 4, 5). Trefoil 6 снизился через год в 5 раз по сравнению с исходным (табл. 7).

Значения coma 7 через год повысились в 3 раза по отношению к исходным (табл. 6), а coma 8 — снизились с переходом в отрицательные значения. Положительная сферическая аберрация через год занятий спортом увеличилась в 15 раз, что можно объяснить уплощением хрусталика, т. е. устранением гипертонаса аккомодации.

Таким образом, на фоне регулярных занятий бадминтоном в глазах с ПИНА и псевдомиопией произошли достоверные изменения аберраций волнового фронта, которые можно связать с укреплением связочного аппарата хрусталика и нормализацией тонуса цилиарной мышцы: это прежде всего увеличение положительных сферических аберраций. Такой эффект однозначно свидетельствует об уплощении хрусталика, что, в свою очередь, связано с устранением гипертонаса цилиарной мышцы и повышением натяжения цинновых связок.

Уменьшение наклона волнового фронта (tilt 2), вертикального трейфола и горизонтальной комы (coma 8), связанных с рассогласованием и иррегулярностью элементов оптической системы, также можно отнести на счет укрепления связочного аппарата хрусталика. Горизонтальная кома (coma 8) при ПИНА имела положительные значения, а после циклоплегии достоверно снижалась — в 4,5 раза ($p < 0,05$) (см. табл. 4). Ранее нами были опубликованы результаты исследований волнового фронта у детей с различной рефракцией без ПИНА и псевдомиопии [17].

Таблица 3. Толщина хориоидеи (мкм), длина передне-задней оси глаза (мм), глубина передней камеры (мм), скорость кровотока в глазной артерии и центральной артерии сетчатки у пациентов с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном (M ± σ)
Table 3. Choroid thickness (μm), axial length (AL, mm), anterior chamber depth (ACD, mm), blood flow rate in the ocular artery (OA) and central retinal artery (CRA) in patients with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing (M ± σ)

Группа пациентов Group of patients	Толщина хориоидеи Choroid thickness			Длина ПЗО AL			ГПК ACD			Скорость кровотока в ГА Blood flow rate in OA			Скорость кровотока в ЦАС Blood flow rate in CRA		
	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year	до before	через 6 мес after 6 months	через 1 год after 1 year
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	342,92 ± 94,29	332,46 ± 75,74	347,77 ± 97,3	23,02 ± 0,93	23,12 ± 0,93	23,12 ± 0,99	3,43 ± 0,26	3,45 ± 0,28	3,45 ± 0,29	40,07 ± 5,77	42,85 ± 4,35	43,70 ± 5,33*	9,75 ± 1,56	10,53 ± 1,32	11,04 ± 1,36*
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS in myopia n = 6	335,0 ± 61,3	327,83 ± 63,29	334,5 ± 74,3	23,42 ± 0,90	23,54 ± 0,91	23,59 ± 0,91	3,56 ± 0,11	3,58 ± 0,13	3,58 ± 0,14	38,66 ± 5,51	43,00 ± 3,42	43,29 ± 3,41*	9,61 ± 1,32	11,11 ± 0,75	11,43 ± 0,45*
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией Pseudomyopia PM and HEAS in hyperopia n = 4	361,25 ± 105,08	360,00 ± 93,47	383,75 ± 101,09	22,55 ± 1,08	22,60 ± 1,08	22,55 ± 1,05	3,10 ± 0,07	3,10 ± 0,05	3,09 ± 0,06	42,13 ± 7,10	42,21 ± 7,00	44,39 ± 9,36*	9,76 ± 2,42	9,04 ± 1,19	10 ± 2,15*
Псевдомиопия и ПИНА с эмметропией PM and HEAS in emmetropia n = 4	334,33 ± 162,50	305,00 ± 92,70	326,33 ± 154,50	22,86 ± 0,91	22,98 ± 0,98	22,96 ± 0,94	3,61 ± 0,26	3,65 ± 0,27	3,65 ± 0,27	40,16 ± 5,79	43,42 ± 3,07	43,61 ± 2,87*	10,02 ± 1,16	11,35 ± 0,70	11,67 ± 0,74*

Примечание. n — количество глаз; * — p < 0,05 — достоверно относительно показателей до и через год занятий бадминтоном.
Note. n — number of eyes; * — p < 0,05 — significantly relative to indicators before and after 1 year of regular badminton playing.

Таблица 4. Структура волнового фронта у детей с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном: RMS и Tilt 1 (M ± σ)
Table 4. Wavefront structure in children with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing: RMS and Tilt 1 (M ± σ)

Группа пациентов Group of patients	RMS						Tilt 1					
	до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year		до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year	
	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	0,1613 ± 0,0900	0,18615 ± 0,05000	0,23 ± 0,14	0,14923 ± 0,05000	0,13 ± 0,04	0,08767 ± 0,02000	-0,0134 ± 0,0300	0,005 ± 0,040	-0,0069 ± 0,0500	-0,0169 ± 0,0300	0,019 ± 0,040	0,0427 ± 0,0600
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS in total n = 6	0,2083 ± 0,0800	0,18833 ± 0,08000	0,18833 ± 0,06000	0,15333 ± 0,07000	0,071 ± 0,010	0,099 ± 0,020	0,00133 ± 0,03000	0,0113 ± 0,0500	-0,0252 ± 0,0500	-0,0097 ± 0,0300	-0,052 ± 0,020	0,03 ± 0,06
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией PM and HEAS in hypermetropia n = 4	0,1775 ± 0,0600	0,1875 ± 0,0200	0,225 ± 0,050	0,1725 ± 0,0100	0,155 ± 0,060	0,082 ± 0,030	-0,0183 ± 0,0100	-0,0025 ± 0,0500	-0,0193 ± 0,0300	-0,0138 ± 0,0400	0,0545 ± 0,0600	0,049 ± 0,060
Псевдомиопия и ПИНА с эметропией PM and HEAS in emmetropia n = 4	0,0457 ± 0,0300	0,18 ± 0,03	0,32 ± 0,29	0,11 ± 0,03	0,052 ± 0,010	0,07067 ± 0,02000	-0,0363 ± 0,0100	0,0023 ± 0,0200	0,046 ± 0,070	-0,0357 ± 0,0400	0,007 ± 0,020	0,0267 ± 0,0300

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

Таблица 5. Структура волнового фронта у детей с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном: tilt 2 и сферические аберрации (M ± σ)
Table 5. Wavefront structure in children with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing: tilt 2 and spherical aberration (M ± σ)

Группа пациентов Group of patients	Tilt 2						Spherical aberration					
	до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year		до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year	
	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia	до циклоплетии before cycloplegia	после циклоплетии after cycloplegia
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	0,0049 ± 0,0400	0,0022 ± 0,0400	-0,0045 ± 0,0300	0,0067 ± 0,0300	-0,0003 ± 0,0500*	-0,011 ± 0,030*	0,004 ± 0,010	0,023077 ± 0,050000	0,006385 ± 0,010000	0,060923 ± 0,090000	0,0596 ± 0,0700*	0,003333 ± 0,08000*
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS in myopia n = 6	0,0092 ± 0,0600	-0,004 ± 0,050	-0,0087 ± 0,0200	-0,0025 ± 0,0300	0,034 ± 0,070	-0,022 ± 0,030	0,003667 ± 0,010000	0,042833 ± 0,070000	0,001833 ± 0,010000	0,063667 ± 0,090000	0,079667 ± 0,080000	-0,005 ± 0,100
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией PM and HEAS in hypermetropia n = 4	-0,003 ± 0,030	0,0055 ± 0,0400	-0,0148 ± 0,0300	0,006 ± 0,020	-0,0175 ± 0,0600	-0,0055 ± 0,0200	0,00175 ± 0,01000	-0,0005 ± 0,0100	0,008 ± 0,010	0,0075 ± 0,0100	0,00175 ± 0,01000	0,0075 ± 0,0100
Псевдомиопия и ПИНА с эметропией PM and HEAS in emmetropia n = 4	0,007 ± 0,020	0,0103 ± 0,0300	0,0173 ± 0,0400	0,026 ± 0,010	0,0233 ± 0,0300	0,0213 ± 0,0100	0,007667 ± 0,010000	0,015 ± 0,010	0,013333 ± 0,010000	0,126667 ± 0,100000	0,096667 ± 0,010000	0,084667 ± 0,08000

Примечание. n — количество глаз; * — p < 0,05 — достоверно относительно показателей до и через год занятий бадминтоном.
Note. n — number of eyes; * — p < 0,05 — significantly relative to indicators before and after 1 year of regular badminton playing.

Таблица 6. Структура волнового фронта у детей с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном: coma 7 и coma 8 (M ± σ)
Table 6. Wavefront structure in children with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing: coma 7 and coma 8 (M ± σ)

Группа пациентов Group of patients	Coma 7						Coma 8					
	до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year		до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year	
	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до циклоплегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	-0,00369 ± 0,01000	0,002385 ± 0,01000	0,000308 ± 0,020000	-0,00185 ± 0,01000	0,008667 ± 0,010000	0,015 ± 0,020	0,001154 ± 0,010000	0,000231 ± 0,010000	-0,00108 ± 0,01000	0,001538 ± 0,010000	-0,00207 ± 0,02000	-0,00333 ± 0,01000
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS in myopia n = 6	-0,00183 ± 0,01000	0,0015 ± 0,0100	-0,008 ± 0,010	-0,0005 ± 0,0100	-0,016 ± 0,010	0,001 ± 0,020	0,002667 ± 0,020000	-0,00183 ± 0,01000	-0,0025 ± 0,0100	-0,00067 ± 0,010000	-0,006333 ± 0,010000	-0,008 ± 0,010
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией PM and HEAS in hypermetropia n = 4	-0,0025 ± 0,0100	-0,00025 ± 0,02000	0,00 ± 0,02	-0,00025 ± 0,02000	0,021 ± 0,020	0,022 ± 0,020	-0,00125 ± 0,01000	-0,00025 ± 0,01000	-0,003 ± 0,010	0,00175 ± 0,01000	-0,002 ± 0,020	-0,001 ± 0,010
Псевдомиопия и ПИНА с эмметропией PM and HEAS in emmetropia n = 4	-0,009 ± 0,010	0,007667 ± 0,010000	0,017333 ± 0,030000	-0,00667 ± 0,01000	0,002 ± 0,010	0,010333 ± 0,010000	0,001333 ± 0,010000	0,005 ± 0,010	0,004333 ± 0,020000	0,005667 ± 0,010000	0,006333 ± 0,010000	0,008333 ± 0,010000

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

Таблица 7. Структура волнового фронта у детей с псевдомиопией и ПИНА до и после занятий бадминтоном: trefoil 6 и trefoil 9 ($M \pm \sigma$)
Table 7. Wavefront structure in children with pseudomyopia (PM) and habitually excessive accommodation stress (HEAS) before and after regular badminton playing: trefoil 6 and trefoil 9 ($M \pm \sigma$)

Группа пациентов Group of patients	Треfoil 6						Треfoil 9					
	до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year		до before		через 6 мес after 6 months		через 1 год after 1 year	
	до цикло-плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до цикло-плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до цикло-плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до цикло-плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до цикло-плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia	до цикло-плегии before cycloplegia	после циклоплегии after cycloplegia
Псевдомиопия и ПИНА в целом PM and HEAS in total n = 14	-0,0236 ± 0,0400	-0,03154 ± 0,04000	-0,03469 ± 0,07000	-0,00538 ± 0,03000	-0,00467 ± 0,04000*	-0,003 ± 0,050	-0,01769 ± 0,04000	-0,00292 ± 0,04000	-0,01646 ± 0,04000	-0,00492 ± 0,03000	-0,0347 ± 0,0400	0,002667 ± 0,030000*
Псевдомиопия и ПИНА с миопией PM and HEAS in myopia n = 6	-0,0118 ± 0,0500	-0,02917 ± 0,06000	-0,00883 ± 0,04000	-0,00967 ± 0,03000	0,043 ± 0,040	0,078 ± 0,040	-0,006 ± 0,030	0,0065 ± 0,0300	-0,00317 ± 0,03000	0,008333 ± 0,030000	-0,009 ± 0,030	0,04 ± 0,03
Псевдомиопия и ПИНА с гиперметропией PM and HEAS in hyperopia n = 4	-0,0433 ± 0,0500	-0,03475 ± 0,05000	-0,03335 ± 0,05000	-0,00425 ± 0,03000	-0,0285 ± 0,0300	-0,0435 ± 0,0400	-0,039 ± 0,060	-0,022 ± 0,050	-0,02675 ± 0,05000	-0,0315 ± 0,0400	-0,0475 ± 0,0700	-0,016 ± 0,050
Псевдомиопия и ПИНА с эмметропией PM and HEAS in emmetropia n = 4	-0,021 ± 0,02	-0,032 ± 0,02	-0,088 ± 0,12	0,001667 ± 0,01	-0,03767 ± 0,01	-0,03633 ± 0,03	-0,01267 ± 0,01	0,003667 ± 0,04	-0,02933 ± 0,04	0,004 ± 0,01	-0,008 ± 0,02	-0,01967 ± 0,01

Примечание. n — количество глаз; * — $p < 0,05$ — достоверно относительно показателей до и через год занятий бадминтоном.

Note. n — number of eyes; * — $p < 0,05$ — significantly relative to indicators before and after 1 year of badminton classes.

ВЫВОДЫ

1. На фоне регулярных занятий бадминтоном у детей с псевдомиопией и привычно-избыточным напряжением аккомодации отмечается ослабление манифестной рефракции на $0,92 \pm 0,82$ дптр, снижение тонуса аккомодации на $0,85 \pm 0,77$ дптр, т. е. практически устранение псевдомиопии с повышением некорригированной остроты зрения.

2. Через год регулярных занятий спортом в данной группе детей отмечено повышение скорости кровотока в ГА и ЦАС.

3. Повышение положительной сферической аберрации на фоне занятий бадминтоном коррелирует со снижением гипертонуса аккомодации.

4. Уменьшение аберраций, связанных с несогласованием и иррегулярностью элементов оптической системы (tilt, trefoil, coma), косвенно свидетельствует об укреплении связочного аппарата хрусталика.

Литература/References

1. Аветисов Э.С. Близорукость. Москва: Медицина; 1999. Avetisov E.S. Myopia. Moscow: Meditsina; 1999 (in Russian).
2. Четыз Р.Р. Роль экстраокулярной патологии в патогенезе близорукости у детей и ее современное лечение. Пособие для врачей. Краснодар: Диапазон-В; 2012. Chetyz R.R. The Role of extraocular pathology in the pathogenesis of myopia in children and its modern treatment. Guidelines for physicians. Krasnodar: Diapazon-B; 2012 (in Russian).
3. Кузнецова М.В. Причины развития близорукости и ее лечение. Москва: МЕДпресс информ. 2005. Kuznetsova M.V. Causes of myopia and its treatment. Moscow: Medpress inform. 2005 (in Russian).
4. Дашевский А.И. Ложная близорукость. Москва: Медицина; 1973. Dashevsky A.I. Pseudomyopia. Moscow: Meditsina; 1973 (in Russian).
5. Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З. Закономерности рефрактогенеза и критерии прогнозирования школьной миопии. Вестник офтальмологии. 2007; 6: 22–4. Onufriyuchuk O.N., Rozenblyum Yu.Z. Patterns of refractogenesis and prediction criteria of school myopia. Vestnik ophthalmology. 2007; 6: 22–4 (in Russian).
6. Катаргина Л.А., Тарутта Е.П., Проскурина О.В. и др. Аккомодация: к вопросу о терминологии. Российский офтальмологический журнал. 2011; 4 (3): 93–94. Katargina L.A., Tarutta E.P., Proskurina O.V., et al. Accommodation: the challenge of terminology. Russian ophthalmological journal. 2011; 4 (3): 93–94 (in Russian).
7. Волков В.В., Колесникова Л.Н. О лечении спазма аккомодации, непосредственно не связанного со слабостью цилиарной мышцы. Вестник офтальмологии. 1972; 1: 50–2. Volkov V.V., Kolesnikova L.N. On the treatment of accommodation

- spasm, not directly related to the weakness of the ciliary muscle. Vestnik ophthalmology. 1972; 1: 50–2 (in Russian).
8. Адигезалова-Полчаева К.А., Зейналов В.З. Лечение спазма аккомодации путем затуманивания цилиндрическими стеклами. Офтальмологический журнал. 1979; 4: 213–6. Adigezalova-Palcheva K.A., Zeynalov V.Z. Treatment of accommodation spasm by clouding with cylindrical glasses. Ophthalmological journal. 1979; 4: 213–6 (in Russian).
 9. Yam J.C., Jiang Y., Tang S.M., et al. Low-concentration atropine for myopia progression (LAMP) study: a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial of 0.05 %, 0.025 %, and 0.01 % Atropine eye drops in myopia control. Ophthalmology. 2019 Jan; 126 (1): 113–24. doi: 10.1016/j.ophtha.2018.05.029
 10. Аветисов Э.С., Левадо Е.И., Курпан Ю.И. Физкультура при близорукости. Москва: Знание; 1985. Avetisov E.S., Levado E.I., Korpan Y.I. Exercises in myopia. Moscow: Znanie; 1985 (in Russian).
 11. Тарутта Е.П., Филинова О.Б., Тарасова Н.А. Новые методы объективной аккомодометрии. Российская педиатрическая офтальмология. 2012; 1: 45–8. Tarutta E., Filinova O., Tarasova N. New methods of objective accommodation. Russian Pediatric Ophthalmology. 2012; 1: 45–8 (in Russian).
 12. Онуфрийчук О.Н., Розенблюм Ю.З. О привычном тонусе аккомодации. Офтальмология. 2006; 3 (3): 84–7. Onufriyuchuk O., Rozenblyum Yu. On usual tonus of accommodation. Ophthalmology. 2006; 3 (3): 84–7 (in Russian).
 13. Турманидзе В.Г., Тарутта Е.П., Шакрай С.М. Бадминтон против миопии. Instructional Manual. Moscow: Kuchkovo Pole Publishers; 2017.
 14. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А. Состояние привычного тонуса и тонуса покоя аккомодации у детей и подростков на фоне аппаратного лечения близорукости. Российский офтальмологический журнал. 2012; 5 (2): 59–62. Tarutta E.P., Tarasova N.A. The common tonus and the tonus of accommodation rest in children and adolescents after functional myopia treatment. Russian ophthalmological journal. 2012; 5 (2): 59–62 (in Russian).
 15. Ситка М.М., Бодрова С.Г., Поздеева Н.А. Эффективность различных способов оптической коррекции прогрессирующей миопии у детей и подростков на основе сравнительной оценки исследования аккомодации и длины глаза. Офтальмология. 2018; 15 (2S): 65–72. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-65-72> Sitka M.M., Bodrova S.G., Pozdeeva N.A. The effectiveness of various methods of optical correction of progressive myopia in children and adolescents on the basis of comparative evaluation of the study of accommodation and eye length. Ophthalmology. 2018; 15 (2S): 65–72 (in Russian). <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2018-2S-65-72>
 16. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А., Милаш С.В., Рамазанова К.А. Влияние занятий бадминтоном на рефракцию, аккомодацию и гемодинамику глаз с миопией. Современная оптометрия. 2019; 1 (121): 22–9. Tarutta E.P., Tarasova N.A., Markosyan G.A., Milash S.V., Ramazanova K.A. Influence of badminton on refraction, accommodation and hemodynamics of eyes with myopia. Sovremennaya optometriya. 2019; 1 (121): 22–9 (in Russian).
 17. Тарутта Е.П., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А. и др. Состояние и динамика волнового фронта глаза у детей с различной рефракцией на фоне регулярных занятий спортом (бадминтоном). Российский офтальмологический журнал. 2019; 12 (2): 49–58. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-2-49-58> Tarutta E.P., Tarasova N.A., Markosyan G.A., et al. The state and dynamics of the wavefront of the eye in children with different refractions engaged in regular sport activities (badminton). Russian ophthalmological journal. 2019; 12 (2): 49–58 (in Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2019-12-2-49-58>

Поступила: 05.04.2019
Переработана: 13.05.2019
Принята к печати: 11.06.2019

Originally received: 05.04.2019
Final revision: 13.05.2019
Accepted: 11.06.2019

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

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

Елена Петровна Тарутта, д-р мед. наук, профессор,
начальник отдела патологии рефракции

бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Наталья Алексеевна Тарасова, канд. мед.

наук, старший научный сотрудник отдела
патологии рефракции бинокулярного зрения и
офтальмоэргономики

Гаянэ Айказовна Маркосян, д-р мед. наук, ведущий
научный сотрудник отдела патологии рефракции

бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Сергей Викторович Милаш, научный сотрудник
отдела патологии рефракции бинокулярного
зрения и офтальмоэргономики

Сона Гришаевна Арутюнян, канд. мед. наук,
врач-офтальмолог отдела патологии рефракции

бинокулярного зрения и офтальмоэргономики

Камилла Ахметовна Рамазанова, канд. мед.

наук, заведующая отделением ультразвуковой
диагностики

*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный
медицинский университет», ул. Мира, д. 310,
Ставрополь, 355017, Россия*

Нина Львовна Чередниченко, канд. мед. наук,
доцент, заведующая кафедрой офтальмологии
с курсом дополнительного профессионального
образования

Для контактов: Наталья Алексеевна Тарасова,
tar221@yandex.ru

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

Elena P. Tarutta, Dr. of Med. Sci., Professor, head,
department of refractive pathology, binocular vision
and ophthalmoeconomics

Natalia A. Tarasova, Cand. of Med. Sci., senior
researcher, department of refractive pathology,
binocular vision and ophthalmoeconomics

Gajane A. Markossian, Dr. of Med. Sci., leading
researcher, department of refractive pathology,
binocular vision and ophthalmoeconomics

Sergei V. Milash, researcher, department of refractive
pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Sona G. Harutyunyan, Cand. of Med. Sci.,
ophthalmologist, department of refractive pathology,
binocular vision and ophthalmoeconomics

Kamilla A. Ramazanova, Cand. of Med. Sci., head,
ultrasound diagnostics unit

*Stavropol State Medical University, 310, Mira St.,
Stavropol, 355017, Russia*

Nina L. Cherednichenko, Cand. of Med. Sci., head,
chair of ophthalmology with additional professional
education course

Contact information: Natalia A. Tarasova,
tar221@yandex.ru