

Государственное автономное учреждение здравоохранения
«МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ
РЕАБИЛИТАЦИИ, ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ
ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ»

На правах рукописи

ЧАЙКА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**«ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЗРИТЕЛЬНЫЙ
АНАЛИЗАТОР У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ, РЕГУЛЯРНО
ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ»**

Специальность: 14.03.11. – «Восстановительная медицина, спортивная
медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия»

Диссертационная работа на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
д.м.н., профессор Юрова О.В.
Научный консультант:
д.м.н. Анджелова Д.В.

Москва – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

- | | | |
|------|--|-------|
| 1.1. | Современный взгляд на распространенность, этиологию и патогенез миопии | 11-17 |
| 1.2 | Влияние физических нагрузок на функциональные показатели глаза | 17-19 |
| 1.3 | Физическая активность и миопия | 19-23 |
| 1.4. | Особенности соматического состояния у пациентов с миопией | 24-25 |
| 1.5 | Особенности функционального состояния организма у юных спортсменов | 25-27 |
| 1.6 | Особенности зрительного восприятия в спорте | 27-30 |

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИИ

- | | | |
|------|---|-------|
| 2.1 | Материалы исследования | 31-34 |
| 2.2. | Методы исследования | 34-36 |
| 2.3. | Статистическая обработка результатов исследования | 37 |

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- | | | |
|------|---|-------|
| 3.1 | Оценка распространенности и вида рефракционных нарушений у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом. | 38 |
| 3.2 | Влияние физических нагрузок на функциональные показатели глаза у детей и подростков | 38-54 |
| 3.3. | Особенности нарушений опорно-двигательного аппарата у подростков в зависимости от рефракции и физической нагрузки | 55-57 |
| 3.4. | Показатели индекса массы тела у детей и подростков в | 58-61 |

зависимости от рефракции и физической нагрузки	
3.5. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом, и занимающихся спортом в рамках школьной программы	61-65
3.6. Оценка состояния дыхательной системы у детей и подростков регулярно занимающихся спортом и занимающихся спортом в рамках школьной программы в зависимости от рефракции	66-67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	68-76
ВЫВОДЫ	77-79
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	80
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	81
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	82-83
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	84-101

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы исследования

Оздоровительное влияние физических упражнений на организм человека не вызывает сомнений. Многочисленными исследованиями доказано, что занятия физическими упражнениями являются значимым профилактическим и лечебным фактором.

Известно, что зрение играет важную роль в спортивной деятельности. Требования к зрительной системы спортсмена являются наиболее жесткими, чем в какой-либо другой деятельности, поскольку зрение в значительной степени влияет на способность спортсмена успешно выполнять поставленные задачи.

В то же время, развитие и прогрессирование у спортсмена миопии, которая является наиболее распространенным во всем мире нарушением рефракции, способно привести к дисквалификации даже высокопрофессионального спортсмена.

В научной литературе имеются сведения, что физические нагрузки положительно влияют на физиологических показателей глаза, способствуя снижению внутриглазного давления, улучшению кровоснабжение заднего и переднего отдела глаза, а также кратковременному уменьшению осевой длины глаза, что может способствовать снижению риска развития миопии, а также снижению скорости прогрессирования миопии и позволяет рассматривать занятия физической культурой в качестве профилактики и коррекции миопии, а также ряда других состояний, связанных с нарушением аккомодации (Sargent R.G., Blair S.N., 1981г. Арутюнова О.В., Киселева Т.Н. 2006-2007гг, Meng W.,2011г.; Muhamedagić L.,. 2013г.; Xu S.J., 2016г.; Wylęgała A. 2016г.;Ding B.Y., Shih Y.F., 2017г.).

В то же время, оценка состояния соматического здоровья детей и подростков с прогрессирующей близорукостью показала, что на каждого пациента с прогрессирующей миопией приходится 4,7 случаев соматической

патологии. Близорукость у детей и подростков сочетается с вегетативными расстройствами, заболеваниями опорно-двигательного аппарата, желудочно-кишечного тракта, кардиологическими нарушениями, дерматологическими заболеваниями, заболеваниями лор-органов, а также нарушениями венозного кровообращения в вертебробазилярном бассейне (Сазонова Г.В. 2010г., Апрельев А.Е. 2011г, 2015г.).

Таким образом, имеющиеся данные открывают перспективу для продолжения исследований, направленных на дальнейшее изучение влияния физических нагрузок у детей и подростков, занимающихся спортом на регулярной основе, на течение и риск развития миопии, на изучение «спорт-индуцированных» изменений на функциональные показатели глаза в долгосрочной перспективе, а также обуславливают необходимость изучения воздействия тренировочных нагрузок на различные системы организма, в том числе у лиц с миопической рефракцией.

Все вышеизложенное послужило основанием для проведения настоящих исследований.

Цель исследования - изучить воздействие физических нагрузок на зрительный анализатор у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.

Задачи исследования

1. Изучить частоту выявления рефракционных нарушений у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.
2. Изучить влияние регулярных физических нагрузок на риск возникновения миопии.
3. Оценить влияние регулярных физических нагрузок на темпы прогрессирования миопии у детей и подростков.
4. Оценить состояние регионарной гемодинамики глаза у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.

5. В рамках углубленного медицинского обследования провести комплексную оценку функционального состояния детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.

Научная новизна

Впервые, на основании изучения функциональных показателей зрительного анализатора у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом, с эметропической и миопической рефракцией слабой и средней степени показано, что регулярные физические нагрузки в детском и подростковом возрасте позволяют снизить риск развития миопии и стабилизировать течение миопического процесса.

Впервые доказано, что регулярные физические нагрузки способствуют стабилизации гемодинамических показателей глаза у детей и подростков с миопией слабой и средней степени, что подтверждается отсутствием статистически значимых различий между скоростными показателями в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артерий в глазах с эметропической рефракцией, миопией слабой и средней степени.

Показано, что функциональные показатели глаза у детей и подростков с миопической рефракцией сопоставимы с аналогичными показателями здоровых школьников, занимающихся спортом в рамках школьной программы.

Установлено, что у детей и подростков с миопической рефракцией отмечаются нарушения опорно-двигательного аппарата в виде нарушений осанки и формы стопы при регулярных занятиях спортом в среднем в 78,7% и 64,0% случаев, при занятиях спортом в рамках школьной программы – в 86,6% и 70,7% случаев соответственно, что существенно превышает показатели, отмеченные у лиц с эметропической рефракцией.

Показано, что количество детей и подростков с миопической рефракцией, занимающихся спортом в рамках школьной программы и имеющих избыточную массу тела в 1,7 раза превышает количество лиц с эмметропической рефракцией.

Отмечены существенные различия в показателях форсированной жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха за 1-ю секунду у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом, по сравнению с лицами, занимающихся спортом в рамках школьной программы вне зависимости от вида рефракции.

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении представлений о воздействии физических нагрузок на функциональное состояние глаза и функциональное состояние организма у детей и подростков, занимающихся спортом на регулярной основе и в рамках школьной программы в зависимости от вида рефракции.

Практическая значимость

Проведенные исследования показали, что регулярные занятия спортом позволяют снизить риск развития миопии и стабилизировать течение миопического процесса, и могут применяться в практическом здравоохранении для первичной и вторичной профилактики миопии.

Полученные данные позволяют рекомендовать применение физических нагрузок у детей и подростков с миопической рефракцией с целью снижения риска развития и прогрессирования близорукости, а так же у здоровых детей и подростков, имеющих наследственную предрасположенность к развитию миопии и /или существенную нагрузку на близком расстоянии.

Показано, что дети и подростки с функциональными нарушениями опорно-двигательного аппарата в виде нарушения осанки и формы стопы, а также с избыточной массой тела могут составлять группу риска развития миопии.

Методология и методы исследования

Работа представляет собой исследование, в котором приняли участие дети и подростки, регулярно занимающиеся спортом, и занимающиеся спортом в рамках школьной программы. Изучалось функциональное состояние зрительного анализатора и функциональное состояние организма исследуемого контингента. Достоверность результатов подтверждена использованием методов математической статистики.

Положения, выносимые на защиту

Регулярные физические нагрузки у детей и подростков способствуют снижению риска развития миопии и стабилизации миопического процесса, а также стабилизации гемодинамических показателей глаза в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях у пациентов с миопией слабой и средней степени.

Дети и подростки с миопической рефракцией вне зависимости от физической подготовленности существенно чаще по сравнению со здоровыми сверстниками страдают нарушениями опорно-двигательного аппарата в виде нарушения осанки (кифоз, сколиоз, ассиметричная осанка) и нарушения формы стопы (поперечное, продольное и смешанное плоскостоние), при этом частота и вид нарушений опорно-двигательного аппарата у лиц с миопической рефракцией, регулярно занимающихся спортом сопоставима с аналогичными показателями здоровых школьников, не занимающихся спортом на регулярной основе.

Существенные различия между показателями форсированной жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха за 1-ю секунду у детей и подростков отмечаются в зависимости от степени физической подготовленности и вида рефракции.

Степень достоверности результатов

Степень достоверности научных положений, сформулированных в диссертации, основана на изучении достаточного объема исследований (600 детей и подростков, из которых 300 чел. занимались спортом на регулярной основе и 300 чел. занимались спортом в рамках школьной программы. В диссертационной работе использовались современные методы исследования и статистической обработки данных.

Личный вклад автора

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследования. Разработке дизайна исследования, отборе и проведении офтальмологического осмотра детей и подростков, а также создании базы данных, статистической обработке полученных результатов и их анализе. Формулировке выводов, подготовке публикаций и написании диссертации.

Внедрение в практику

Результаты работы используются в практической деятельности врачей-офтальмологов ГАУЗ «Московский научно-исследовательский центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы», а также в учебном процессе профессиональной образовательной программы на кафедре

восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГБОУ ВО ПМГУ им. И.М.Сеченова.

Апробация работы

Материалы диссертации были доложены на: Всероссийском форуме «Здравница-2016», г.Казань, 2016г.; II Международном Конгрессе «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина», г.Москва, 2016г. Апробация диссертации состоялась на заседании научно-методического совета ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины департамента здравоохранения города Москвы».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в том числе 3 из них опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

Объем и структура диссертации

Работа состоит из введения, 3 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Текст изложен на 101 странице, содержит 21 таблицу, 22 рисунка. Список литературы состоит из 145 источников (59 отечественных и 86 зарубежных).

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

1.1. Современный взгляд на распространенность, этиологию и патогенез миопии

Близорукость или миопия – является наиболее распространенным во всем мире нарушением рефракции, которое сопровождается значительными социальными и экономическими последствиями из-за растущей распространенности и прогрессирования [4, 88, 104, 116, 136].

По данным Ding B.Y. и соавт. 2017г., полученным на основании проведенного систематического обзора и мета-анализа данных литературы в 2000 году число людей с миопией составляло 22,9% (около 1,5 млрд. чел.) населения земного шара, с миопией высокой степени - 2,7 % (163 млн.). Оценка временных тенденций распространения миопии проведенная авторами показала, что к 2050 году число лиц с миопией будет достигать 49,8% (около 4,8 млрд. чел) мирового населения, с миопией высокой степени - 9,8% (938 млн. чел.). Таким образом, по прогнозам авторов, количество людей с миопией высокой степени, в 2050 году приблизится к 1 миллиарду человек, что в 7,5 раз превысит показатели 2000 года [69].

При этом, люди с высокой близорукостью подвергаются большему риску в отношении возникновения отслойки сетчатки, хориоидальной неоваскуляризации, катаракты и глаукомы [125].

Наблюдаются существенные различия в распространенности близорукости между регионами и этническими группами. Так, распространенность миопии среди взрослого населения варьирует от 16,4% в Австралии до 41,8% в Японии [113,114,123]. Общая распространенность миопии в западных странах составила 39,1%. Распространенность слабой,

средней, высокой и очень высокой степени миопии составила соответственно 25,1% ,10,6% , 3,4% и 0,5% [101].

Однако, по данным ряда авторов, максимально высокие показатели удельного веса и заболеваемости миопией отмечаются в возрастной группе «подростки». Авторы также обращают внимание на рост общей заболеваемости миопией населения при относительно постоянной первичной заболеваемости данной патологией [10, 71].

Так, если у детей в возрасте 7 лет миопия выявляется от 1,1% случаев в Великобритании до 11,0% случаев в Сингапуре, то в возрасте от 11 до 15 лет выявляемость миопии в Сингапуре достигает 53,1%, а в Индии и Китае - 51,4% и 62,3% соответственно [114, 123].

Оценка распространенности близорукости среди учащихся начального и среднего школьного возраста в Гуанчжоу показала, что распространенность миопии у учащихся 1-го класса составляла всего 0,2%, и увеличилась до 38,8% у учащихся 3-го класса. В 9-ом классе этот показатель был самым высоким и составил 68,4% [78, 79].

Миопия стала главной проблемой здравоохранения в Восточной Азии из-за ее все более высокой распространенности в последние несколько десятилетий. В настоящее время миопия диагностируется у 80-90% выпускников школ, из которых миопия высокой степени отмечена в 10-20% случаев в этой части мира [82, 94, 107, 113, 125, 138, 139].

В популяционных исследованиях, проведенных Pan C.W. и соавт. 2012г. сообщается, что распространенность миопии выше у детей, проживающих в городских районах и имеющих китайскую этническую принадлежность. Региональная и расовая разница распространенности миопии снижается у взрослых людей старше 40 лет [113, 134].

По данным ряда авторов, частота миопии у детей возрастала с возрастом. Заболеваемость близорукостью у девочек подростков была выше, чем у лиц мужского пола того же возраста [115, 142, 143].

Рядом авторов также было показано, что женский пол, старшие классы, более длительное время, затрачиваемое на работу на близком расстоянии, близорукость у родителей, связаны с увеличением риска близорукости у детей [78, 79, 127].

Теория патогенеза миопии, предложенная Э.С.Аветисовым, до настоящего времени является основной теорией развития миопии. Согласно данной теории формирование рефракции глаза происходит под влиянием таких групп факторов, как условия внешней среды (в том числе зрительной деятельности), наследственной программы с ее видовой и индивидуальной характеристикой, а также слабостью склерального аппарата глаза [1].

Шмаков Е.В. и соавт. 2014г, предполагают, что три фактора рефрактогенеза близорукости, выделяемые Э.С. Аветисовым, являются результатом воздействия симптомокомплексов экстраокулярной патологии, которые приводят к экспрессии генетических факторов, изменению структуры коллагеноза склеры, поражению аккомодационного аппарата и оболочек глаза, а также всего зрительного тракта [58].

В то же время, понимание регуляторных процессов, которые приводят к возникновению миопии, несомненно, является неполным, однако в последние десятилетия оно значительно возросло благодаря проведению клинических и экспериментальных исследований [125].

В настоящее время доказано, что миопия имеет многофакторную этиологию, в основе которого лежат как генетические, так и экологические факторы [26, 36, 47, 48, 50, 82, 85, 90, 96, 98, 114, 124, 125, 135, 138, 139, 145].

По данным Жарова В.В., 2010г. значительное влияние на процесс постнатальной эмметропизации глаз оказывают факторы индивидуальной адаптации, реализующиеся через механизм ускорения и торможения роста глазного яблока, и факторы, вызывающие дезадаптацию зрительной системы, в частности, постоянный гипертонус цилиарной мышцы из-за зрительного утомления [16].

В исследованиях, проведенных Kinge В и соавт., в которых авторы в течение трех лет изучали влияние работы на близком расстоянии на развитие и прогрессирование миопии среди 192 взрослых лиц, обучающихся в высших учебных заведениях, было отмечено статистически значимое изменение рефракции в среднем на $-0,51 \pm 0,49 D$ ($p = 0,0001$). При этом, авторы выявили высокую зависимость между прогрессированием миопии и временем, потраченным на чтение научной литературы ($p \leq 0,001$), или работы на близком расстоянии ($p \leq 0,05$), а также временем, проведенным на лекциях ($p \leq 0,001$), и отсутствие связи с количеством времени, затраченным на работу с видеотерминалом или просмотром телевизора [91].

Ивановой Н.В., 2013г. показана взаимосвязь иммунной, эндокринной и нервной систем в организме, осуществляющих регуляцию роста и развития ребенка, их непосредственное и опосредованное влияние на процессы рефрактогенеза [19]. При этом, роль аккомодации как одного из главных регуляторов рефрактогенеза не вызывает сомнений [41].

Результаты исследований, проведенные в последнее время подтверждают тот факт, что интенсивная работа на близком расстоянии может инициировать близорукость и приводить к её прогрессированию у лиц молодого возраста [66, 81, 91, 109, 112, 138, 139, 145].

В то же время, в возникновении и прогрессировании миопии значительную роль играют биомеханические свойства склеры, которые определяют переднезадний размер и, следовательно, преломляющую силу глаза. В основе увеличения ремоделирования склеры, лежащей в основе роста глаза, по данным Metlapally R., 2015г. лежат молекулярные механизмы [105].

Понимание динамического взаимодействия между ростом глаза и его способностью адаптироваться к поддержанию зрения показало, что развитие близорукости в детском возрасте является неблагоприятным прогнозом в прогрессировании миопии [121].

Кроме того, патогенетические исследования, проведенные в последнее время, значительно расширили понимание глубоких причин прогрессирующей миопии, связанной с активностью определенных факторов роста, локального и системного белкового обмена и регуляции гормональных и нейронных процессов на регуляцию нарушений соединительной ткани, гормональных сдвигов и несбалансированной вегетативной нервной системы [20]. Некоторые авторы рассматривают миопию как проявление дисплазии соединительной ткани [42].

Исследования Czerita D и соавт. 2011г., направленные на изучение влияния генетических факторов на возникновение близорукости у 5533 человек (2659 мальчиков и 2874 девочек, в возрасте от 6 лет 18, средний возраст $11,9 \pm 3,2$) показали, что близорукость чаще возникает у учащихся, чей отец или мать ($p < 0,001$), или братья и сестры ($p < 0,0001$) имели близорукость. При этом, соотношение между возникновением близорукости у бабушек, дедушек и внуков не наблюдалось ($p > 0,05$). Полученные результаты также свидетельствуют о существенном влиянии генетических факторов на возникновение близорукости [67].

В качестве доказательства генетической предрасположенности развития миопии, подчеркивают роль белка LRPAP1 и CTSH, а также 25-гидроксивитамина D [25 (ОН) D] и ежедневного времени воздействия солнца (витамина D) в генетике миопии [60, 94].

Развитие миопии, по данным Tkatchenko A.V. 2016г., связано с крупномасштабными изменениями экспрессии генов окулярной ткани. В частности, по мнению авторов, изменения в экспрессии микроРНК участвуют в регуляции развития рефракции глаза и могут участвовать в развитии миопии [131].

По данным Morgan I.G. и соавт. 2013г. в отношении школьной миопии отсутствуют основные гены, хотя существует несколько генов, связанных с высокой близорукостью, вклад которых в развитие миопии незначительный.

Тем не менее, по данным авторов, взаимодействие «генов с малым эффектом» и окружающей среды способствуют распространению школьной миопии [107].

В то же время, по мнению Goldschmidt E.Г., 2014г. генетика сильно влияет на рост глаза, но на тонкую корреляцию между компонентами рефракции глаза, влияют такие факторы окружающей среды, как образование, обмен веществ, физическая активность и активность на открытом воздухе [75].

Так, Ramessur R. и соавт. 2015г. при изучении факторов окружающей среды на генетическую изменчивость миопии при близорукости на примере шестидесяти четырех пар близнецов было показано, что на развитие близорукости оказывали влияние: более высокий профессиональный статус, проживание в городской местности, а также время выполнения работы на близком расстоянии, что подтвердило известные экологические факторы риска для близорукости [118].

По данным Norton T.Т. и соавт. 2013г., проводившим экспериментальные исследования на животных, определенную роль в развитии миопии играет уровень внешней освещенности. Авторы полагают, что низкие уровни освещенности благоприятствуют развитию миопии, а повышенные уровни являются защитными. Среди возможных механизмов, по данным авторов, наиболее вероятно повышение активности дофамина в сетчатке глаза. Однако, также могут быть задействованы и ганглиозные клетки скитинграфически-фоточувствительной сетчатки (ipRGCs) при повышенных уровнях освещенности, что обеспечивает дополнительную активацию дофаминергических путей сетчатки [110].

По данным Khader Y.S. и соавт. 2005г., распространенность миопии среди учащихся в возрасте 12-17лет в значительной степени была связана с возрастом, генетической предрасположенностью (наличием близорукости у

родителей), а также временем, проведенным за компьютером и работой на близком расстоянии за пределами школы [89].

Ran C.W. и соавт., 2012г. сообщают, что риск развития близорукости увеличивает большое количество времени, затрачиваемое на работу на близком расстоянии, снижение времени, проводимого на открытом воздухе, а также высокий образовательный уровень и наличие близорукости у родителей [114].

Таким образом, высокое распространение миопии у подростков связано, в том числе, с нарушениями режима и условий труда, отдыха и двигательной активности на фоне физических и психологических нагрузок, на наш взгляд, обуславливает актуальность проведения исследований, направленных на изучение влияния физических нагрузок на риск возникновения миопии и течение миопического процесса. [10, 13, 69].

1.2. Влияние физических нагрузок на функциональные показатели глаза

Изучение влияния физических упражнений на функциональное состояние зрительного анализатора началось еще в конце 70-х годов XX века [24, 29].

В 1981г. Sargent R.G. и соавт. было показано, что умеренные и интенсивные аэробные нагрузки способствуют снижению ВГД в краткосрочной и долгосрочной перспективе (до 6 мес.), степень снижения которого не зависит от физической подготовленности [126].

Avunduk A.M. и соавт. 1999г. показали, что проведение изометрических и изокинетических упражнений приводит к существенному снижению ВГД, при этом величина снижения ВГД выше при выполнении изотонических упражнений [62].

Kiss B и соавт. 2001г. при помощи метода лазерной интерферометрии исследовали характеристики хориоидального кровотока во время проведения изометрических упражнений (двадцать здоровых испытуемых проводили на корточках в течение 6 мин в течение нормокапнии и во время ингаляции 5% CO₂ и 95% воздуха). Изометрические упражнения вызвали существенное увеличение среднего артериального давления в среднем на 56%, частоты пульса на 84% и внутриглазного давления на 37%, на фоне снижения амплитуды пульсации глазного дна в среднем на 36%. Таким образом, данные авторов свидетельствуют о том, что во время проведения изометрических упражнений сосудистая оболочка глаза имеет высокую способность сохранять постоянный поток крови, несмотря на изменения перфузионного давления и что эта зависимость сохраняется при умеренных изменениях уровня углекислого газа в крови [93].

Арутюновой О.В., Киселевой Т.Н. и соавт. 2006-2007гг. было показано, что физические нагрузки при ЧСС не более 175уд/мин способствует улучшению кровоснабжения переднего отдела глазного яблока на фоне стабильных гемодинамических показателей в сосудах сетчатки и зрительного нерва, а при ЧСС более 175 уд/мин - к дефициту кровоснабжения переднего и заднего отрезка глаза. Авторами также было показано, что динамические физические нагрузки способствуют снижению ВГД в среднем на 4,5 мм. рт ст независимо от его исходного уровня и степени тренированности, и повышению перфузионного давления глаза от 4 до 9,2 мм рт ст в зависимости от степени тренированности [5, 21, 22].

Позднее, Read S.A. и соавт. 2011г. показали, что слабое воздействие динамической нагрузки умеренной интенсивности (велоэргометрия) приводит к значительным изменениям функциональных офтальмологических параметров. Так, непосредственно после проведения велоэргометрии отмечается уменьшение осевой длинны глаза на фоне снижения ВГД и амплитуды глазного пульса. Также авторами была выявлена умеренная

положительная корреляция между изменениями осевой длины глаза и изменениями ВГД ($r = 0,36$, $p < 0,0001$). При этом не было выявлено никаких существенных различий в величине изменений между лицами с миопической и эметропической рефракцией. Таким образом, авторы отмечают краткосрочное влияние физических упражнений на осевую длину глаза и внутриглазное давление [120].

Riva CE и соавт. 1997г. показали, что при приведении изометрических упражнений (90 секунд на корточках), происходит параллельное увеличение среднего давления в глазничной и плечевой артериях, а также увеличение среднего давления перфузии глаза, представляющего собой разницу между средним давлением глазничной артерии и внутриглазным давлением, на 67%, что привело к значительному увеличению потока эритроцитов в хориоиде в фовеальной области на 12%, в основном, вызванное увеличением их скорости [122].

Wylęgała A. в 2016г. показал, что физическая активность и уровень физической культуры оказывают влияние на изменения б-волны электроретинограммы и P100, увеличивают перфузионное давление до 190% от базового уровня, а также приводят к увеличению хориоидального кровотока до 140%, обеспечивая тем самым увеличенный приток крови к сетчатке [140].

1.3. Физическая активность и миопия

Исследования, направленные на изучение влияния физической активности на риск возникновения близорукости, проведенные Xu S.J. и соавт. 2016г. показали, что высокая физическая активность среди школьников в возрасте от 8 до 12 лет способствует снижению риска развития близорукости [141].

Khader Y.S. и соавт. 2005г. была установлена обратно пропорциональная зависимость между временем, проведенным за занятием спортом и наличием и степенью близорукости [89].

Ramessur R. и соавт. 2015г. на примере шестидесяти четырех пар близнецов в возрасте от 30 до 79 лет и разницей рефракции в среднем $3,35 \pm 1,55D$, было показано, что у тех исследуемых, кто проводил больше времени или занимался спортом на открытом воздухе снижалась вероятность стать близорукими по сравнению с близнецом [19].

Исследование отношения активного отдыха и близорукости у детей-подростков в Сингапуре так же показали, что общее время, проведенное на открытом воздухе было связано с более слабой рефракцией и более короткой осевой длиной глаза. Авторами была выявлена отрицательная корреляция между суммарным показателем занятия спортом на открытом воздухе и миопией [70].

Dirani M. и соавт. указывают на то, что мероприятия, проводимые на свежем воздухе могут рассматриваться как самостоятельный фактор, влияющий на особенности течения близорукости, и не является «противовесом» или «обратной стороной» фактора значительной длительной нагрузки на близком расстоянии [70].

В то же время, по данным Guggenheim J.A. и соавт. 2012г. длительность общего времени, проведенного на открытом воздухе, а не спорт сам по себе, способствует снижению риска возникновения близорукости, т. е. время, проведенное, на открытом воздухе способствует снижению развития близорукости независимо от уровня физической активности [76].

Данное положение, в какой-то степени, подтверждается исследованиями китайских ученых, которые пришли к выводу, что увеличение времени, проведенного на открытом воздухе (например, во время занятий в школе) способствует предотвращению возникновения и развития

близорукости, осевого роста глаза и повышенного ВГД у детей [79, 86, 97, 144].

Deere K и соавт. 2009г. было проведено изучение взаимосвязи между показателями физической активностью (ПА) и наличием близорукости у 4880 детей. Авторами было выявлено, что близорукие дети были менее активны, чем эметропы. Группа близоруких детей проводила меньше времени в энергичных физических нагрузках и большее количество времени в сидячем положении, чем эметропы.

При этом, улучшение показателей авторефрактометрии у близоруких детей были связаны с увеличением времени, проведенном ребенком в энергичных физических упражнениях, и в меньшей степени с малоподвижным времяпрепровождением [68].

Таким образом, близорукие дети могут быть более подвержены риску иметь более низкие уровни физической активности, чем их не близорукие коллеги [68, 102, 117].

Jacobsen N. и соавт. 2008г. была выявлена отрицательная взаимосвязь между прогрессированием близорукости и физической активностью, что указывает на «защитный эффект» последней на развитие и прогрессирование близорукости у студентов высших учебных заведений [83].

Muhamedagić L и соавт. 2013г. при проведении ретроспективно-проспективного исследования у 100 студентов с близорукостью до -3 Dsph. с целью выявления связи между физической активностью и прогрессированием близорукости у учащихся показали, что увеличение физической активности оказало влияние на снижение различий в значениях автоматической компьютерной рефрактометрии при циклоплегии и без циклоплегии. При этом, увеличения степени миопии не наблюдалось [108].

Wylęgała A 2016г. анализируя результаты различных исследований, касающихся воздействия физических упражнений на внутриглазное давление (ВГД), миопию, глазной кровотоков, а также электрофизиологические

показатели сетчатки, установил взаимосвязь между временем, которое проводится на открытом воздухе и снижением риска развития миопии на 2% за каждый час, проведенный на открытом воздухе. По данным автора, у большинства пациентов отмечалось улучшение физиологических показателей глаза при занятиях спортом, что позволяет рассматривать занятия физкультурой в качестве профилактики ряда распространенных заболеваний глаз. В то же время, по данным автора, до настоящего времени «спорт-индуцированные» изменения показателей поля зрения являются предметом споров [140].

Однако, до настоящего времени не ясно, каким образом время, проведенное на открытом воздухе способно «блокировать» прогрессирование близорукости, в связи с чем, French A.N. и соавт. было высказано предположение о том, что механизм «защитного эффекта» в данном случае заключается в высвобождение дофамина из сетчатки в результате ее стимуляции светом, который, по-видимому, ингибирует увеличение осевого удлинения, являющегося структурной основой миопии. Данная гипотеза была подтверждена в экспериментах на животных [74].

Большинство авторов также сходятся во мнении, что физические упражнения малой интенсивности общеразвивающего характера в сочетании с традиционными методиками лечения близорукости способствуют улучшению физиологических показателей глаза, повышению работоспособности цилиарной мышцы и укреплению склеры [15, 37, 40, 46, 53, 55, 59, 130, 140].

Так, Шмаковым Е.В. и соавт. 2014г. было показано, что применение у детей с патологией зрительного анализатора адаптированных игры и ритмической гимнастики способствует повышению остроты зрения, некоторого ослабления миопической рефракции, отдалению от глаза дальнейшей точки ясного зрения [53].

Грачёвой Н.П и соавт. 2016. был разработан специальный комплекс занятий физкультурой для женщин, имеющих близорукость средней степени [12].

Ермолаев А.В. и соавт. 2007г., показали, что физические упражнения общеразвивающего характера, применяемые в сочетании со упражнениями на аккомодотренере и упражнениями, укрепляющими аккомодацию в течение 6 месяцев способствует увеличению резервов аккомодации и снижению степени миопии, доказывая свою эффективность в комплексе мер по профилактике близорукости [15].

В то же время, Rawstron J.A. и соавт., обобщая результаты исследований различных авторов относительно эффективности глазных упражнений, используемых для улучшения широкого спектра заболеваний, включая близорукость, а также нарушения аккомодации, амблиопии, астенопии, показал, что их применение может быть эффективным при разработке лишь тонких стереоскопических навыков и улучшения зрительных функций после повреждения головного мозга, в других из рассматриваемых случаях эффективность их использование остается спорной [119].

Таким образом, анализ современной литературы показал, что занятия спортом способствуют улучшению физиологических показателей глаза, что позволяет рассматривать занятия физической культурой в качестве профилактики и коррекции миопии, а также ряда других состояний, связанных с нарушением аккомодации. В то же время, имеющиеся данные открывают перспективу для продолжения исследований, направленных на дальнейшее изучение влияния физической активности на течение миопии. При этом, дальнейшие исследования должны сосредоточиться на изучении «спорт-индуцированных» изменений на функциональные показатели глаза в долгосрочной перспективе [108, 140].

1.4. Особенности соматического состояния у пациентов с миопией

Оценка состояния соматического здоровья детей с прогрессирующей близорукостью показала, что на каждого пациента с прогрессирующей миопией приходится 4,7 случаев соматической патологии. Близорукость у детей сочеталась с вегетативными расстройствами в 85,4% случаев, заболеваниями опорно-двигательного аппарата – в 84,1%, желудочно-кишечного тракта – в 68%, кардиологическими нарушениями – в 59,7%, дерматологическими заболеваниями - в 33,9%, заболеваниями лор-органов – в 20,7%, а также нарушениями венозного кровообращения в вертебробазилярном бассейне - в 19,5% случаев [39].

Апрелевым А.Е. и соавт. было выявлено, что у студентов 1-3 курсов медицинской академии миопия сопровождалась расстройством вегетативной нервной системы, а также такими заболеваниями, как сколиоз и пролапс митрального клапана [2-4].

Хацуков Б.Х., 2002г., указывает на обнаружение косвенных признаков общемозговых симптомов, дисциркуляции и дисфункции подкорковых структур, а также умеренные изменения в биоэлектрической активности коры головного мозга, что выражалось в более низком индексе альфа-ритма в затылочных долях (особенно в левой доле) и амплитуде альфа-ритма в правой доле у миопов по сравнению со здоровыми людьми, а также преобладании у них дельта волны, особенно в передних долях [49].

Жумагуловой Г.С. и соавт. при обследовании спортсменов с миопией отмечено нарушение баланса антиоксидантной защиты, которое выражалось в усилении процессов перекисного окисления липидов с достоверным увеличением малонового диальдегида, диеновых конъюгат и снижении содержания супероксиддисмутазы и каталазы в сравнении с лицами, не занимающимися спортом [17].

Шмаковым Е.В. и соавт. 2014г было показано, что у юных спортсменов (пловцы, борцы и легкоатлеты) в возрасте от 8-15 лет с диагнозом миопия

слабой степени и спазм аккомодации была выявлена различная общесоматическая патология в виде цервикальной недостаточности, поражения ЛОР-органов, сердечно-сосудистых заболеваний [54-57].

1.5. Особенности функционального состояния организма у юных спортсменов

Результаты клинических и эпидемиологических исследований, проведенных исследователями НИИ гигиены и ухода детей и подростков Научного центра здоровья РАМН, свидетельствуют о значительном ухудшении здоровья у подростков в конце 20-го века. Авторами доказано, что низкая активность с возникновением нарушений обмена кальция, которые приводят к заболеваниям костно-мышечной системы, сердечно-сосудистым функциональным расстройствам, ухудшению физического развития, снижению функционального потенциала растущего организма у подростков, ВТО время, как чрезмерные физические нагрузки, которые испытывают молодые спортсмены также вызывают выраженные нарушения, в частности, у девочек [45].

Бабикова А.С и соавт. 2013г. отмечают, что при оценке состояния здоровья детей и подростков, занимающихся в массовых видах спорта (1210 чел.), в течение 3-х летнего периода показала, что уровень заболеваемости возрос с $63,0 \pm 1,4$ до $73,9 \pm 1,7$ случаев на 100 человек. В структуре заболеваемости ведущие места заняли болезни костно-мышечной системы преимущественно за счет плоскостопия и сколиоза - $25,8 \pm 1,8$, болезни глаза и его придаточного аппарата - $11,7 \pm 0,9$ за счет миопии, болезни системы кровообращения - $5,8 \pm 0,5$ за счет нарушений сердечного ритма и миокардиодистрофии. Наиболее высокий уровень заболеваемости отмечен у футболистов и гимнасток. Ниже остальных уровень заболеваемости у фигуристов и занимающихся единоборствами. Отмечены различия в физическом развитии в зависимости от вида спорта (занимающиеся

гимнастикой стремятся снизить свой вес, а волейболисты и хоккеисты - увеличить массу тела) [6].

Однако, полученные результаты, в целом, свидетельствуют о том, что занятия спортом стимулируют процессы роста и развития и способствуют формированию у них гармоничного морфофункционального статуса, а также высокой самооценки состояния здоровья [14, 18, 27, 28, 32-35, 43, 52].

При этом, высокая самооценка состояния здоровья, а также более высокий уровень травматизма существенно повышают значимость контроля за характером и режимом спортивных нагрузок, условиями проведения тренировочного процесса, а также медицинской реабилитации у спортсменов с отклонениями в состоянии здоровья [6,9].

Рядом авторов отмечена повышенная жизнестойкость и наличие волевого потенциала как важных личностных свойств и необходимые нравственные качества подростков, занимающихся спортом [11,44].

Исследование антропометрических и функциональных характеристик в у 29 юных спортсменов показало очевидное уменьшение подкожной жировой клетчатки, увеличение выше среднего значения окружности конечностей (особенно верхних конечностей) и массы тела, что объясняется высокой долей мышечной массы тела [106].

Корнеевой И.Т., при оценке нутритивного статуса и показателей водного баланса у детей и подростков, занимающихся спортом были установлены особенности состава тела юных спортсменов, занимающихся разными видами спорта в виде снижение содержания воды у спортсменов, занимающихся хоккеем, единоборствами, художественной гимнастикой, большим теннисом (мальчики), а также значительного снижения значения активной клеточной массы, которые могут указывать на дефицит белкового компонента питания, снижения жировой массы тела в 36,3% [25].

Более высокие уровни физической активности у спортсменов-подростков были связаны с более низким АД [95].

Время проведения физической активности высокой интенсивности у детей и подростков было связано со снижением кардиометаболических факторов риска [12].

Высокая физическая активность также имеет важное значение для предотвращения увеличения ожирения у здоровых детей [100].

1.6. Особенности зрительного восприятия в спорте

Известно, что зрение может играть важную роль в спортивной деятельности. Требования к зрительной системы во время спортивной работы являются одними из самых жестких, чем в какой-либо деятельности. Поскольку зрение в значительной степени влияет на способность спортсмена успешно выполнять поставленные задачи [61,128].

С одной стороны, нарушение зрения может привести к дисквалификации высокопрофессионального спортсмена, с другой стороны - использование максимального потенциала зрительного анализатора позволяет спортсмену повысить свой профессиональный уровень [128].

Исследования, направленные на изучение связи между мастерством и зрением, были направлены на выявление визуальных навыков, необходимых для занятий спортом [61].

В дополнение к рутинной проверке зрения, которая должна оценить рефракцию и функциональное состояние глаза, у спортсменов необходимо проводить исследование таких визуальных навыков «Спортивного зрения», как:

- острота зрения (статическая острота зрения) которая имеет решающее значение во всех визуальных видах спорта. Непосредственно с остротой зрения необходимо исследование контрастной чувствительности, которая также может быть достаточно важным фактором в достижении спортивных

результатов, т.к. даёт представление о визуальной чувствительности к деталям, а также определяет, насколько хорошо видят глаза во время различных погодных условий и условий освещения. Динамическая острота зрения позволяет оценить, насколько хорошо спортсмен видит движущиеся объекты;

- глазная моторика (движения глаз): исследование движения глаз позволяет оценить скорость и точность при взгляде от одного объекта к другому и в отслеживании движущихся объектов;

- фокусировка: способность эффективно менять фокусировку при взгляде между объектами на разных расстояниях, особенно важна при необходимости оценки расстояния предметов или игроков на разных расстояниях от спортсмена. Аккомодационные навыки позволяют сохранить объекты (такие, как мяч, шайба или противостоящей команды) в фокусе, а также быстро изменить фокус во время игры;

- глубина восприятия - "3D Vision" (наличие фузии) - связанная с использованием бинокулярного зрения, имеет решающее значение при оценке спортсменом расстояния и скорости;

- периферическое визуальное распознавание - навык, который измеряет точность и быстроту в оценке визуальной информации и определяет время отклика на информацию периферического поля зрения;

- Eye-Hand-координация, имеет решающее значение в любом быстро меняющемся спорте, и оценивает скорость и точность координации глаз-рука и движений тела в ответ на визуальную информацию;

- скорость обработки визуальной информации – времени реакции;

- визуальная концентрация - способность сосредоточить свое внимание на спортивной задаче, отфильтровывать отвлекающие факторы;

- визуализация - включает в себя изображение различных частей спортивной деятельности во "внутреннем взоре" спортсмена, в то время как

глазами, спортсмен должен смотреть и сосредоточиться на чем-то еще, что, по факту является одной из форм спортивной тренировки, позволяющей повысить уверенность и сосредоточиться на спортивной цели;

- пространственная осведомленность / планирование - перцептивное умение позволяет спортсменам знать, где они находятся на поле, где их товарищ по команде, и где соперники;

- интеграция визуальной информации с другими органами чувств, в частности интеграция визуальных и моторных навыков;

- зрительное восприятие: эта группа навыков включает в себя визуальную дискриминацию (определение подобия), пространственные соотношения (определение различий), форма неизменность (определение одинаковости даже при изменении размера или ориентации), зрительную память. Эти навыки восприятия необходимы для спортивного успеха [61, 128].

Ряд авторов утверждают что визуальным навыкам можно обучиться, что, в свою очередь способно повысить «производительность» спортсмена [63, 64, 80, 129, 137].

Kirscher D.W. 1993г. были разработаны глазные упражнения , дающие спортсменам возможность практиковать визуальные навыки, направленные на визуальное распознавание, координацию движений и концентрацию, что необходимо для улучшения спортивных результатов [92].

Сотрудники Wisconsin Project Sports Vision (WSVP), используя батарею тестов из 30 вопросов у 232 подростков мужского пола и женского пола из спортивной школы показали, что доминантными являлись результаты исследования контрастной чувствительности, оценки расстояния до объекта, динамической остроты зрения, тахископические навыки и ряд других [103].

Данные литературы также показывают, что спортсмены имеют лучшие оптометрические результаты, чем лица, не занимающиеся спортом, при этом, у более высококвалифицированных спортсменов результаты оценки зрения превышают таковые у менее квалифицированных спортсменов. К наиболее важным визуальным навыкам, необходимым спортсменам, авторы относят: больший размер полей зрения, большие поля распознавания (периферическая острота зрения), большие (область) поля восприятия движения, меньшее количество гетерофории вблизи и вдаль, более постоянное, стойкое одновременное зрение, более точное восприятие глубины, лучшая динамическая острота зрения, и лучшая подвижность глаз. [63, 64, 129, 137].

Таким образом, анализ данных современной научной литературы показал, что физические нагрузки способствуют снижению внутриглазного давления, улучшению кровоснабжения заднего и переднего отдела глаза, кратковременному уменьшению осевой длины глаза. Ряд авторов отмечают, что физическая активность и активное времяпровождение на открытом воздухе способствуют снижению риска развития миопии, а также снижению скорости прогрессирования миопии.

Имеющиеся данные открывают перспективу для продолжения исследований, направленных на дальнейшее изучение влияния физических нагрузок у детей и подростков, занимающихся спортом на регулярной основе, на течение и риск развития миопии, а также на изучение «спорт-индуцированных» изменений на функциональные показатели глаза в долгосрочной перспективе.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Материал исследования

Исследования проводились на базе Государственного автономного учреждения здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» в рамках углубленного медицинского обследования. Проведение ультразвуковых исследований с целью определения показателей регионарной гемодинамики и переднезаднего отрезка глаза проводились на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт глазных болезней».

Исследование проводилось в 2 этапа.

На 1 этапе были проанализированы 6985 карт детей и подростков, регулярно занимающихся спортом и 830 человек, занимающихся физкультурой только в рамках школьной программы, в возрасте от 8 до 17 лет, на основании которых оценивали распространенность и виды рефракционных нарушений.

На 2 этапе лечения проводилась оценка влияния физических нагрузок на функциональные показатели глаза у 600 детей и подростков в возрасте от 8 до 17 лет (средний возраст $13,5 \pm 2,4$ лет.), которые были распределены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту и основным антропометрическим показателям рис.1.

Первую группу («спортсмены») составили 300 человек, регулярно занимающихся спортом в спортивных школах, с режимом физических

нагрузок более 8 часов в неделю. Распределение детей и школьников по видам спорта в группе «спортсмены» представлено в таблице 1.

Вторую группу («школьники») составили 300 человек, занимающихся спортом в рамках школьной программы, т.е. менее 3 часов в неделю.

Каждая группа была разделена на две подгруппы по 150 человек. Первую подгруппу («здоровые») в каждой из групп составили лица с эмметропической рефракцией, вторую подгруппу («миопы») – лица с миопией слабой и средней степени.

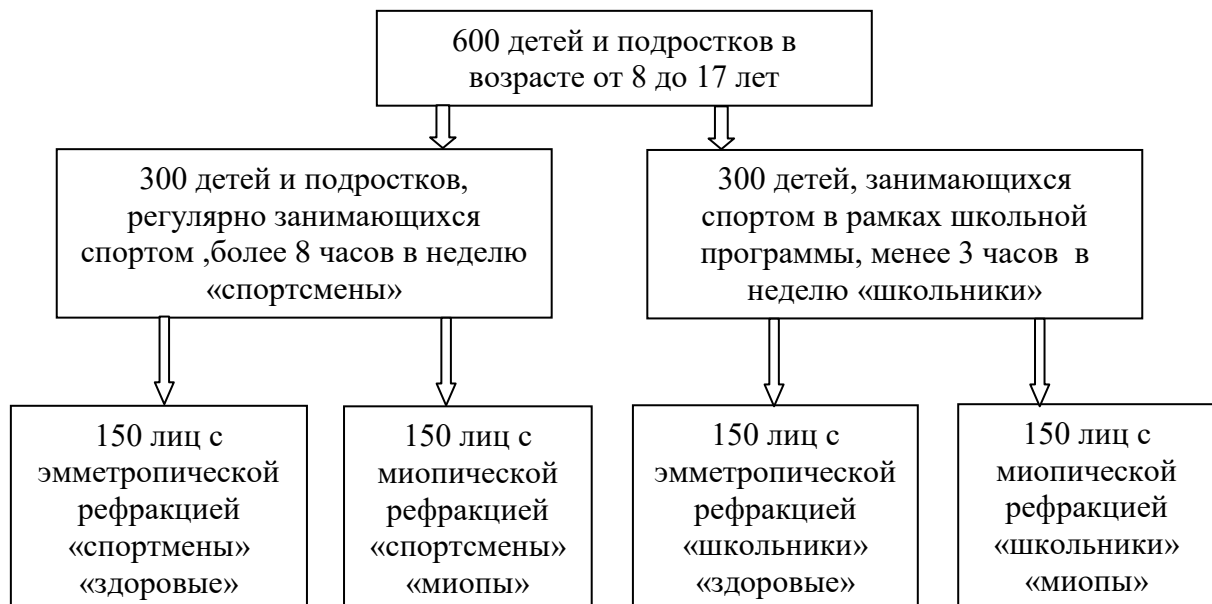


Рис. 1. Дизайн 2 этапа исследования

Виды спорта, представленные в исследовании:

- со стереотипными циклическими движениями – бег на средние дистанции, гребля на 500 и 1000 м, плавание на средние дистанции 200-400 м; (субмаксимальная нагрузка), плавание на 25 м, велогонки на треке, спринтерский бег (максимальная мощность).

- со стереотипными ациклическими движениями: собственно-силовые - тяжелая атлетика, скоростно-силовые: прыжки в высоту; с прицельными движениями - стрельба из лука, пулевая стрельба;
- нестандартные (смешанные) - командные игры (хоккей, футбол, волейбол), единоборства (тхеквондо, дзюдо, вольная борьба).

Таблица1

Распределение детей и подростков группы «спортсменам» по видам спорта (по Фарфелю В.С.).

Вид спорта	«Спортсмены»	
	«Миопы»	«Здоровые»
Со стереотипными циклическими движениями	36	28
Со стереотипными ациклическими движениями	39	27
Смешанные (нестандартные)	75	95
Всего	150	150

Критерий включения:

- лица в возрасте 8-17 лет. женского и мужского пола,
- занятия спортом на регулярной основе в спортивной школе не менее 8 часов в неделю, стаж занятий не менее 3 лет (первая группа);
- занятия спортом в рамках школьной программы менее 3 часов в день (вторая группа).

Критерии не включения в исследование: фоторефракционные операции в анамнезе, воспалительные заболевания глаз, дистрофические заболевания сетчатки, хроническая соматическая патология (сахарный диабет, системные заболевания)

Критерием исключения из исследования: противопоказание к занятиям спортом любой этиологии, травмы и воспалительные заболевания глаз в течение проведения исследования.

2.2. Методы исследования.

Все дети и подростки, участвующие в исследовании проходили углубленное медицинское обследование на базе «Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы».

У всех исследуемых оценивали показатели остроты зрения с коррекцией и без коррекции, проводили рефрактометрию, биомикроскопию и офтальмоскопию.

При помощи ультразвуковых методов исследования определяли длину переднезаднего отрезка глаза, а также проводили оценку показателей регионарной гемодинамики глаза в глазничной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС) и задних длинных цилиарных артерий (ЗДЦА).

Ультразвуковые исследования проводили на многофункциональном ультразвуковом диагностическом приборе VOLUSON 730 Pro фирмы «Kretz». Оценка кровотока проводилась методом цветового доплеровского и энергетического картирования, в положении больного лежа на спине. Оценивали такие показатели, как максимальная систолическая скорость кровотока ($V_{\text{макс}}$), конечная диастолическая скорость кровотока ($V_{\text{мин}}$), средняя скорость кровотока ($V_{\text{ср}}$), индекс резистентности или периферического сопротивления (RI), пульсационный индекс (PI).

Оценка показателя индекса массы тела (ИМТ) проводилась с учетом нормы ИМТ для детей (индекс Кетле) (таблица 2). Снижение ИМТ на 2

пункта расценивали как дефицит веса. Повышение ИМТ на 2 пункта расценивали как наличие избыточного веса.

Таблица2

Норма ИМТ для детей (индекс Кетле)

Возраст ребенка	Девочки	Мальчики
6-8	16	16
9-10	17	17
11	18	18
12	19	19
13-14	20	20
15-16	21	20
17	21	21

Оценка состояния опорно-двигательного аппарата проводилась на основании заключения осмотра врача травматолога-ортопеда. Оценивали нарушения осанки и нарушения формы стопы.

Состояние сердечно-сосудистой системы оценивали на основании показателей осциллометрии и электрокардиографии.

Осциллометрию высокого разрешения с формированием автоматического заключения проводили на аппаратно-программном комплексе - анализаторе параметров сердечного выброса и артериального давления осциллометрическом «ЭДТВ ГЕМОДИН». Диагностический алгоритм аппаратно-програмного комплекса учитывает наличие факторов риска развития сердечно-сосудистых осложнений, клиническое состояние обследуемого и ряд биохимических показателей; позволяет выявлять в экспресс-режиме скрытые сердечно-сосудистые патологии, которые иначе

могут быть выявлены только в процессе углубленного обследования в специализированных кардиологических центрах.

Принцип метода артериальной осциллографии основан на регистрации изменения объема тканей в условиях дозированного сжатия и декомпрессии кровеносного сосуда с помощью манжеты, изменение которого связано с увеличением артериального кровенаполнения ткани во время пульсового толчка. Внутренняя поверхность манжеты является датчиком, который регистрирует изменение объема конечности, при этом, изменение давления в манжете – главный показатель, который анализирует этот метод. Анализировали следующие показатели кровообращения: Артериальное давление: диастолическое и систолическое; Сердечная деятельность: ударный индекс; Сосудистые показатели: линейная скорость кровотока; скорость пульсовой волны, податливость сосудистой системы, общее периферическое сопротивление сосудов.

При проведении электрокардиографии анализировали интервалы PR, QT, QTc.

Оценка показателей дыхательной системы основывалась на основании данных спирометрии, которую проводили на спирографе Micro Medical с программным обеспечением Spida5. Оценивали следующие показатели: ФЖЕЛ (FVC forced vital capacity) - разницу объема воздуха между вдохом и выдохом, когда пациент выдыхает с максимальным усилием (форсирует), ОВФ1 (FEV1 Forced Expiratory Volume in one second) - объем выдоха с максимальным усилием за первую секунду, ПОС (PEF Peak Expiratory Flow) - пиковая объёмная скорость (максимальный поток, достигаемый в процессе выдоха).

Статистическая обработка материалов исследования.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием лицензионного пакета статистических программ STATISTICA 10. Результаты представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Для анализа различий между повторными наблюдениями использован t-критерий Стьюдента для зависимых выборок, при сравнении между группами - t-критерий Стьюдента для независимых выборок. Статистически значимыми считались различия при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Оценка распространенности и вида рефракционных нарушений у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.

На основании исследования 6985 детей и подростков, занимающихся спортом установлено, что миопия была диагностирована в 22,6% случаев (1577 чел.), из них в 62,3% случаях диагностирована миопия слабой степени, в 34,4% - средней степени и в 2,3% случаев – миопия высокой степени, что обуславливает актуальность изучения влияния регулярных физических нагрузок на функциональные показатели глаза. В 3,4% случаев выявлена гиперметропия, в 8,3% - спазм аккомодации.

Среди 830 детей и подростков, не занимающихся спортом на регулярной основе миопия диагностирована в 26,3% случаев (218 чел.).

3.2. Влияние физических нагрузок на функциональные показатели глаза у детей и подростков

Изучение влияния физических нагрузок на зрительный анализатор проводилось у 600 детей и подростков в возрасте от 8 до 17 лет (средний возраст $13,5 \pm 2,4$ лет.), которые были разделены на две группы. Первую группу («спортсмены») составили 300 человек, регулярно занимающихся спортом в спортивных школах, с режимом физических нагрузок более 8 часов в неделю. Вторую группу («школьники») составили 300 человек, занимающихся спортом в рамках школьной программы, т.е. менее 3 часов в неделю. Каждая группа была разделена на две подгруппы по 150 человек. Первую подгруппу («здоровые») в каждой из групп составили лица с

эмметропической рефракцией, вторую подгруппу («миопы») – лица с миопией слабой и средней степени.

Оценка функциональных показателей глаза проводилась на основании показателей остроты зрения с коррекцией и без коррекции в динамике, показателей кровотока в глазничной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС) и задних длинных цилиарных артериях (ЗДЦА), длины переднезаднего отрезка глаза (ПЗО).

Исходные показатели остроты зрения у подростков - «спортсменов» и подростков – «школьников» с миопической рефракцией представлены в таблице 3.

Таблица 3

Исходные показатели остроты зрения по группам

Показатели	Подростки-школьники		Подростки-спортсмены	
	Эмметропы	Миопы M±SD [min-max]	Эмметропы	Миопы M±SD [min-max]
Без коррекции	1,0	0,32±0,21 [0,05; 0,9]	1,0	0,30±0,22 [0,03; 0,80]
С коррекцией	1,0	0,98±0,056 [0,7; 1,0]	1,0	0,97±0,075 [0,50; 1,00]
Рефракция (дптр.)	0,0	-1,79±0,89 [-5,75; -0,50]	0,0	-1,91±1,024 [-5,75; -0,50]

Оценка динамики показателей остроты зрения в срок до 12 месяцев показала, что в группе «спортсмены» отмечалось незначительное снижение остроты зрения с коррекцией и без коррекции, которое оставило $0,028 \pm 0,20$ и $0,009 \pm 0,05$, соответственно ($p > 0,05$), а также статистически значимое снижение рефракции в среднем на $0,14 \pm 0,18$ ($p = 0,009$) (таблица 4, рис.2).

Анализ показателей остроты зрения в группе «школьники - миопы» показал существенное снижение остроты зрения без коррекции на $0,06 \pm 0,19$ ($p = 0,004$) и показателей рефракции в среднем на $0,35 \pm 0,61$ ($p < 0,001$), а

также незначительное снижение остроты зрения с коррекцией в среднем на $0,01 \pm 0,06$ ($p = 0,19$) (таблица 5, рис.3).

Таблица 4

Динамика показателей остроты зрения в группе «спортсмены» «миопы»

Показатели	Исходные (n=150) M±SD [min-max]	Через 12 мес. (n=150) M±SD [min-max]	Δ	p
Острота зрения без коррекции	0,32±0,21 [0,05; 0,9]	0,29±0,21/ [0,05; 1,00]	0,028±0,20	0,18
Острота зрения с коррекцией	0,98±0,056/ [0,7; 1,0]	0,97±0,08/ [0,60; 1,00]	0,009±0,05	0,12
Рефракция (дптр.)	-1,80±0,89/ [-5,75-0,50]	-1,94±0,95/ [-5,00; -0,25]	0,14±0,18	0,009

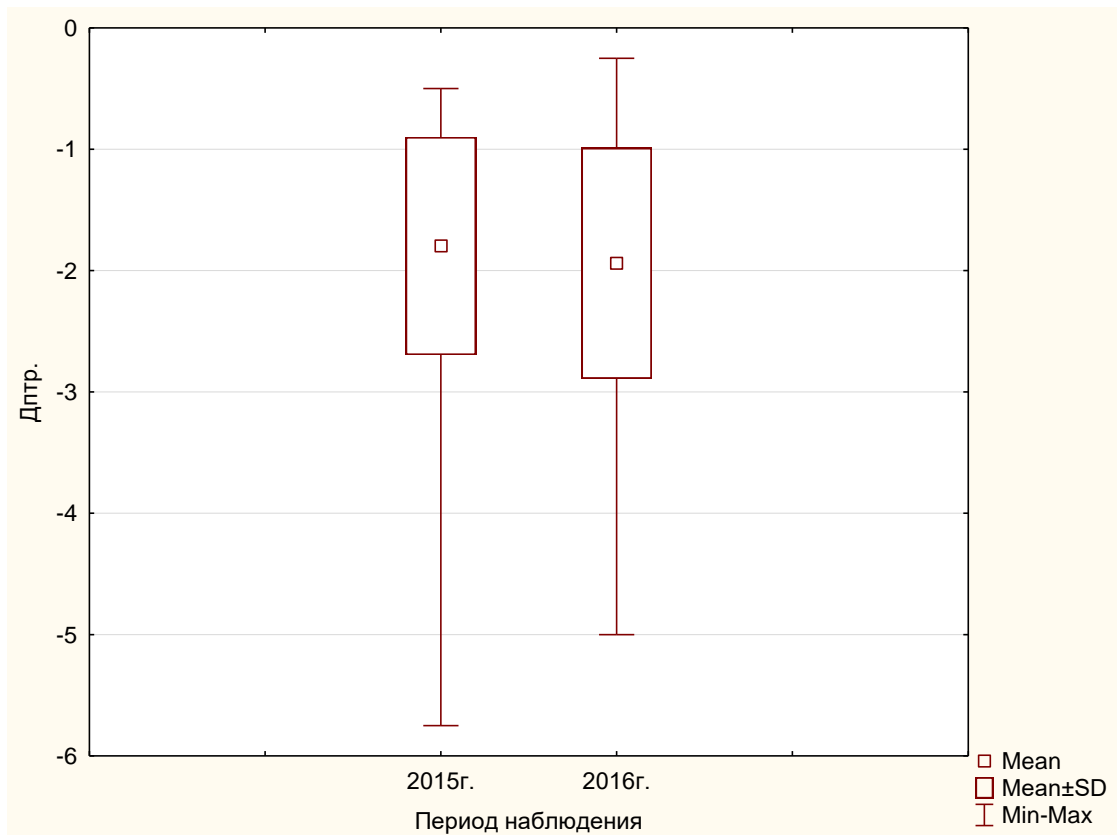


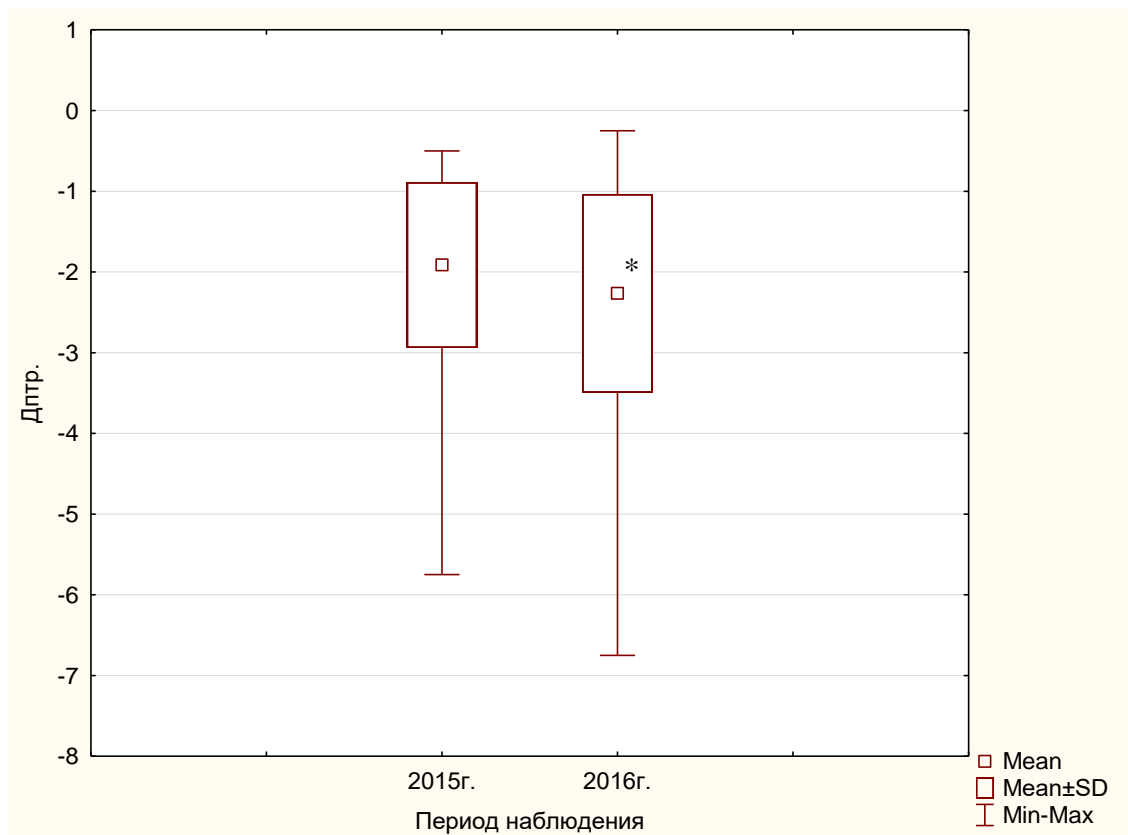
Рис. 2. Показатели рефракции в группе «спортсмены» «миопы» в динамике.

Таблица 5

Динамика показателей остроты зрения в группе «школьники»

«МИОПЫ»

Показатели	Исходные (n=150) M±SD [min-max]	Через 12 мес. (n=150) M±SD [min-max]	Δ	P
Острота зрения без коррекции	0,30±0,22 [0,03; 0,80]	0,24±0,19 [0,01; 0,90]	0,06±0,19	0,004
Острота зрения с коррекцией	0,97±0,075 [0,50; 1,00]	0,98±0,048 [0,70; 1,00]	0,01±0,06	0,13
Рефракция (дптр.)	-1,91±1,024 [-5,75; -0,50]	-2,27±1,23 [-6,75; -0,25]	0,35 ±0,61	0,000001



Примечание: *p<0,05 – достоверность различий по отношению к исходным показателям.

Рис. 3. Показатели рефракции в группе «школьники» «миопы» в динамике.

Через 12 мес. наблюдения отмечались статистически значимые различия по показателям рефракции в подгруппах «миопы» между группами «спортсмены» и «школьники». Динамика показателей остроты зрения в подгруппах «миопы» представлена в таблице 6 и на рис. 4-7.

Таблица 6

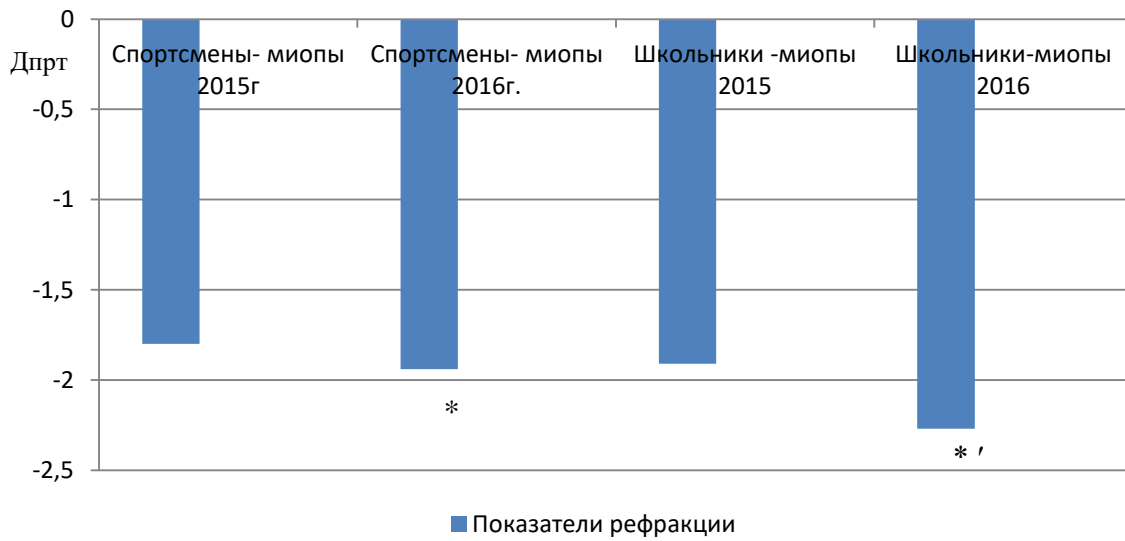
Динамика показателей остроты зрения в подгруппах «миопы».

Показатели	Исходные M ± SD		P	Через 12 мес. M ± SD		P
	«Спортсмены» (n = 150)	«Школьники» (n = 150)		«Спортсмены» (n = 150)	«Школьники» (n = 150)	
Острота зрения без коррекции	0,32±0,21	0,30±0,22	0,52	0,29±0,21	0,24±0,19	0,08
Острота зрения с коррекцией	0,98±0,056	0,97±0,075	0,40	0,97±0,08	0,98±0,048	0,27
Рефракция (Дптр)	-1,80±0,89	-1,91±1,02	0,42	-1,94±0,95	-2,27±1,23	0,04



Примечание* $p < 0,05$ – по отношению к показателям 2015г.

Рис.4. Показатели остроты зрения в различные периоды наблюдения по группам



Примечание: * $p < 0,05$ – по отношению к показателям 2015г., ' $p < 0,05$ – по отношению к показателям 2015г. группы «спортсмены».

Рис. 5. Показатели рефракции в различные периоды наблюдения по группам

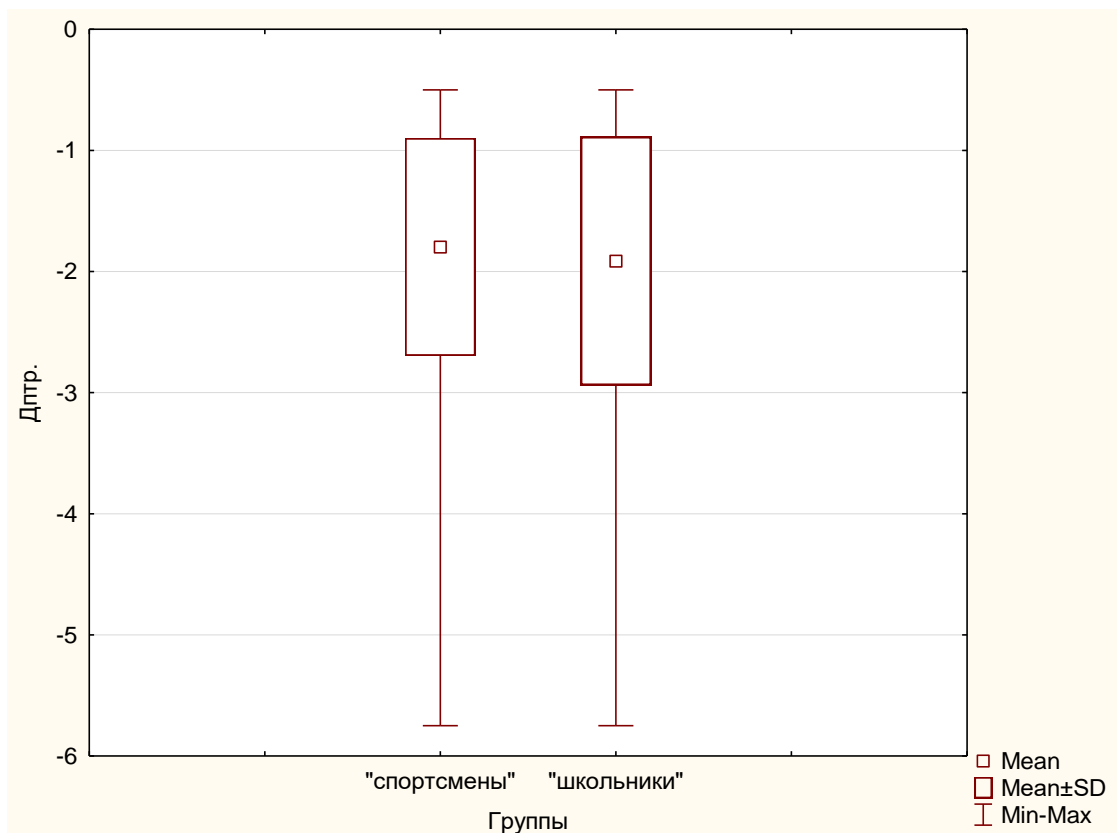


Рис. 6. Исходные показатели рефракции в подгруппах «миопы».

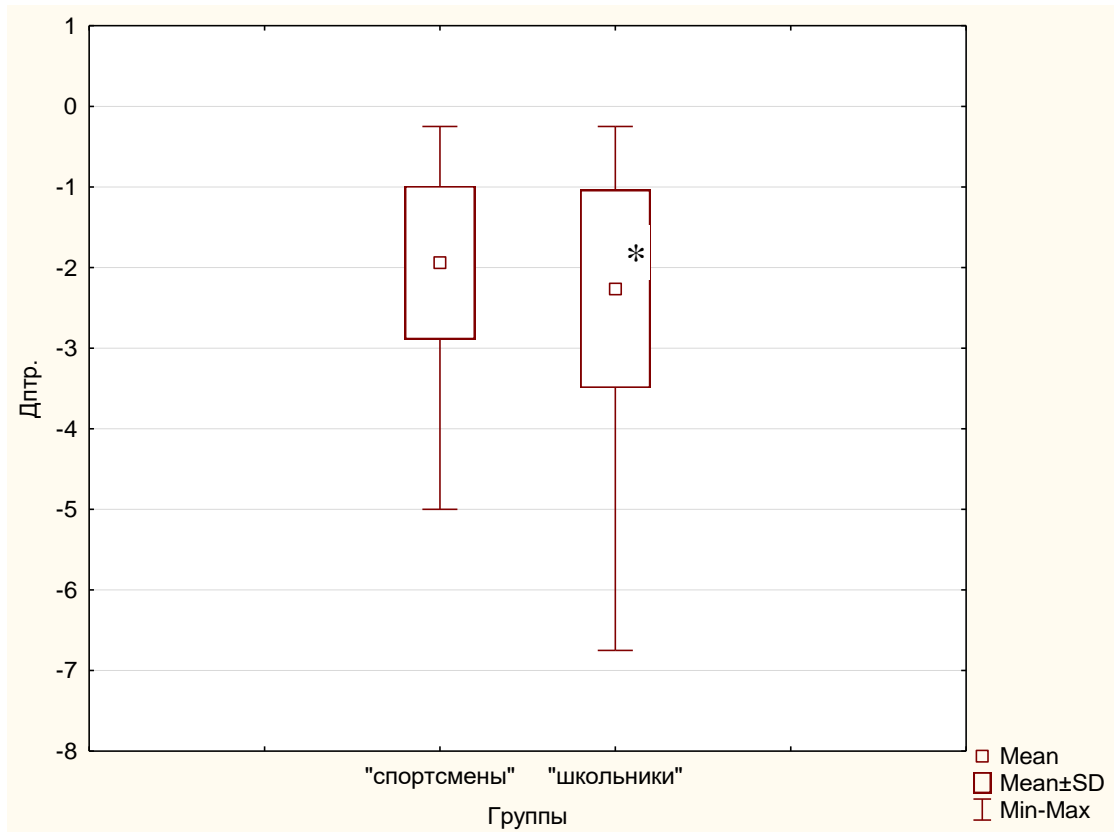


Рис. 7. Показатели рефракции в подгруппах «миопы» через 12 мес.

Через 12 месяцев в группе «спортсмены» отмечено увеличение степени миопии со слабой до средней степени у 3 человек (2,0%). В группе «школьники» увеличение степени миопии отмечалось у 11 человек (12,4%). У 9 человек с миопией слабой степени через 12 месяцев диагностировали миопию средней степени, а у 2 человек с миопией средней степени – миопию высокой степени (таблица 7, рис. 8,9).

Таблица 7

Распределение детей и подростков по степени миопии по группам в динамике

Группы		Степень миопии		
		слабая	средняя	высокая
«Спортсмены»	2015г.	83	8	-
	2016г.	80	11	-
«Школьники»	2015г.	79	10	-
	2016г.	70	17	2

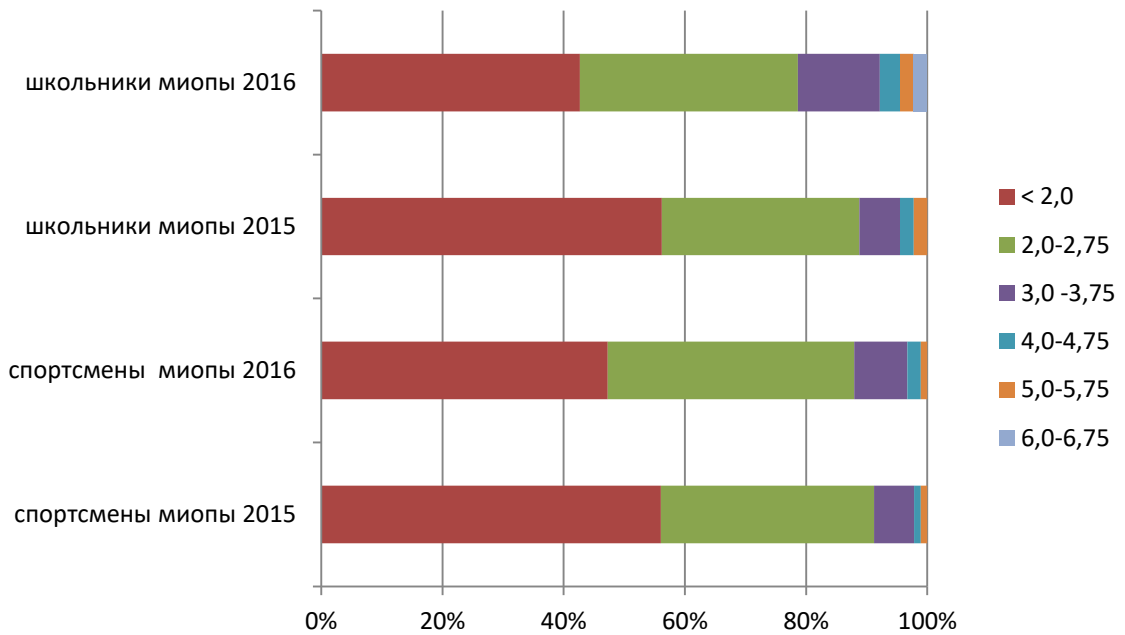


Рис. 8. Динамика показателей рефракции по группам.

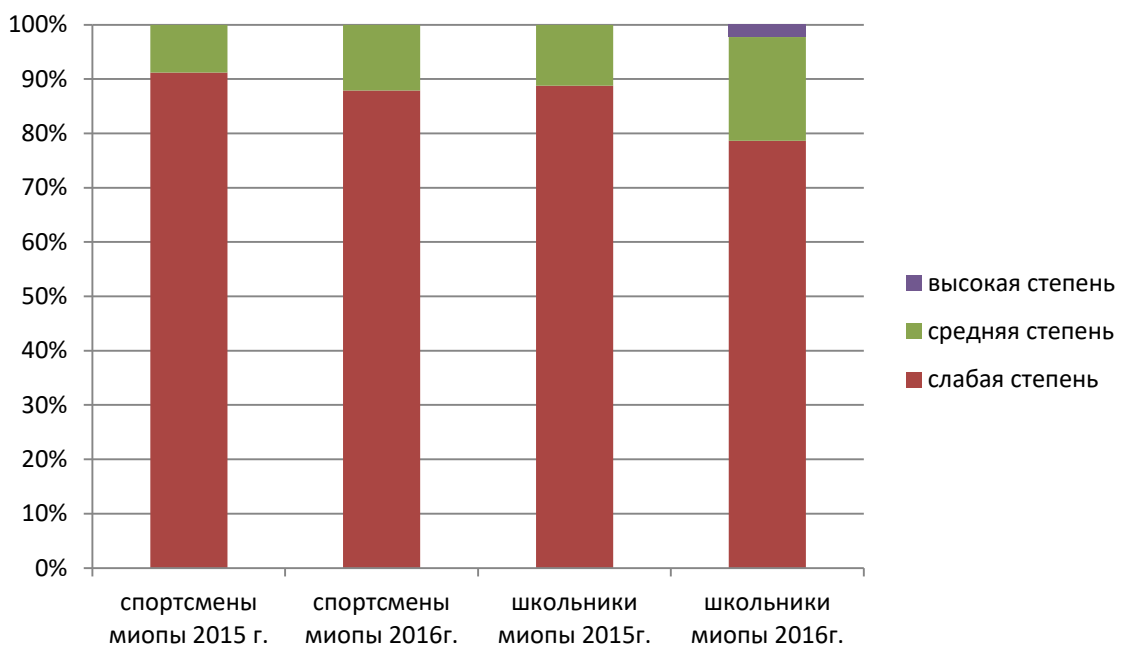


Рис. 9. Степень миопии в подгруппах «миопы» в различные периоды наблюдения.

Изучение динамики развития зрительных нарушений в зависимости от интенсивности физической нагрузки и вида спорта показало, что более

выраженная положительная динамика в виде стабилизации миопического процесса или наименьшей степени прогрессирования была отмечена у спортсменов, занимающиеся видами спорта с нестандартными движениями, в основном у спортсменов командных видов спорта (хоккей, футбол, волейбол) и циклическими видами спорта с субмаксимальной нагрузкой (бег на средние дистанции, гребля на 500 и 1000 м, плавание на дистанции 200 и 400 м), в отличие от группы спортсменов, занимающихся единоборствами (дзюдо, тхэквондо, вольная борьба) и циклическими видами спорта с максимальной мощностью (велогонки на треке, плавание на 25 м, спринтерский бег).

Оценка показателей остроты зрения в подгруппе «здоровые» в динамике (через 12 месяцев) показала снижение остроты зрения без коррекции у 9 человек (18 глаз) в группе «спортсмены» и у 15 человек (30 глаз) в группе «школьники». Таким образом, миопия была впервые диагностирована в группе «спортсмены» в 6% случаев, в группе «школьники» – в 10% случаев. Следует также отметить статистически значимое различие в остроте зрения и степени рефракции между группами через 12 мес. наблюдения (таблица. 8).

Таблица 8.

Динамика остроты зрения в подгруппах «здоровые» с развившейся в течение 12 месяцев миопией.

Группы	Острота зрения		Рефракция, Дптр (n=150) M ± SD, [min - max]
	Исходная	Через 12 месяцев (n=150) M ± SD, [min- max]	
«Спортсмены» (n = 9)	1,0	0,72 ± 0,16 [0,4;0,9]	-0,58 ± 0,31 [-0,5;-1,0]
«Школьники» (n = 15)	1,0	0,47 ± 0,15 [0,3;0,7]	-1,12 ± 0,50 [-0,5;-2,0]
p	—	0,008	0,0009

p – достоверность различий между показателями групп «спортсмены» и «школьники».

Исследование показателей переднезадней оси глаза в группе «спортсмены» показало статистическую разницу в длине глаза между эмметропами и миопией средней степени в группе «спортсмены» и «школьники» ($p < 0,05$). Различий в показателях переднезадней длины глаза между группами отмечено не было (таблица 9).

Таблица 9.
Показатели переднезадней оси глаза в группе «спортсмены» в зависимости от рефракции

Рефракция	Длина переднезадней оси глаза (мм)	
	«Спортсмены»	«Школьники»
Эмметропия	23,00 ± 0,66	23,6 ± 0,75
Слабая степень миопии	23,87 ± 1,06	24,3 ± 1,10
Средняя степень миопии	24,55 ± 0,05*	25,2 ± 0,34*

* $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям эмметропов.

Анализ показателей региональной гемодинамики глаза в группе «школьники» выявил существенные различия систолической скорости кровотока у лиц с миопией средней степени по отношению к аналогичным показателям лиц с эмметропической рефракцией и миопией слабой степени во всех исследуемых артериях ($p < 0,05$), а также между показателями конечной диастолической скорости кровотока и средней скорости кровотока в глазничной артерии ($p < 0,05$). У детей и подростков с миопией слабой степени отмечались существенные различия с эмметропами по показателю конечной диастолической скорости кровотока в глазничной артерии ($p < 0,05$) (таблица 10, рис. 10-12).

При анализе показателей регионарной гемодинамики глаза в группе «спортсмены» выявлены статистически значимые отличия по показателю максимальной систолической скорости кровотока в ГА между лицами с миопией средней степени и эмметропической рефракцией, которые

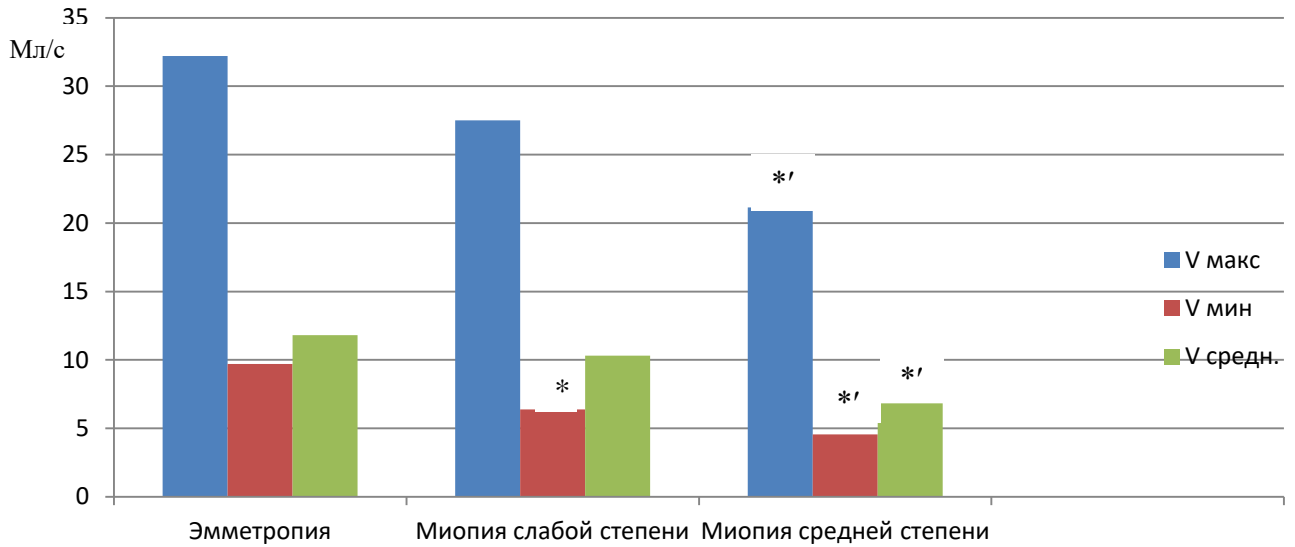
составили $37,40 \pm 5,21$ мл/сек и $24,50 \pm 5,85$ мл/сек, соответственно ($p = 0,048$).

Таблица 10

Показатели регионарной гемодинамики глаза в группе «школьники» в зависимости от рефракции

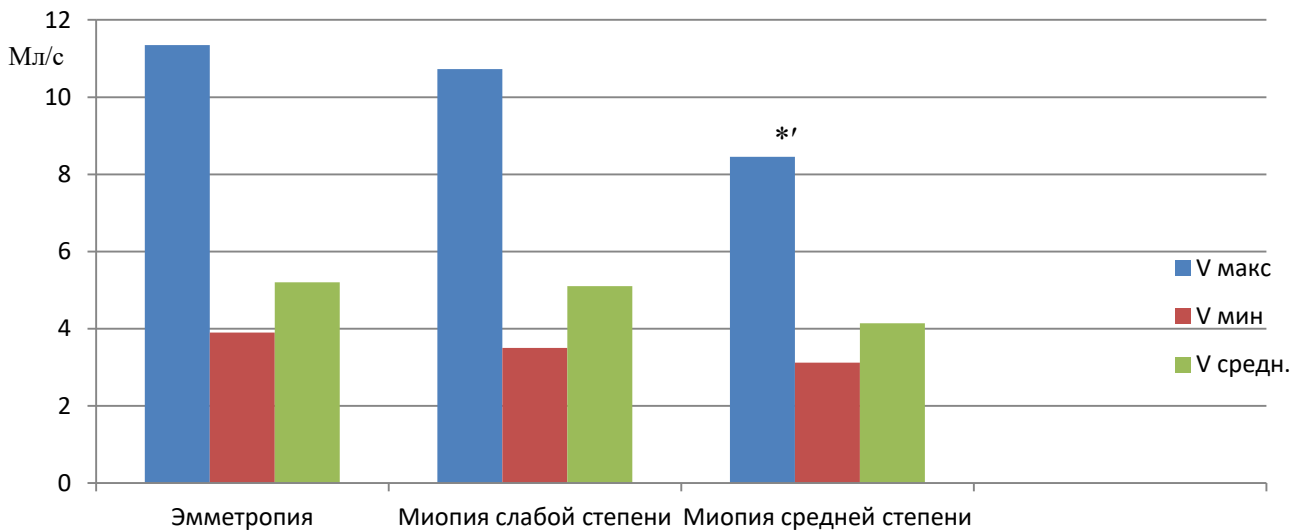
Артерия/ показатель		Эмметропия	Миопия слабой степени	Миопия средней степени
		M±SD	M±SD	M±SD
ГА	V _{макс}	32,2±7,26	27,51±6,23	21,13±4,35*'
	V _{мин}	9,7±2,71	6,38±2,66*	4,56±2,66*'
	V _{ср}	11,80±2,0	10,31±2,1	6,82±3,03*'
	RI	0,78±0,88	0,73±0,09	0,76±0,08
	Pi	1,60±0,35	1,48±0,56	1,43±0,23
ЦАС	V _{макс}	11,35±2,20	10,73±2,24	8,45±1,85*'
	V _{мин}	3,9±1,26	3,50±2,13	3,12±1,63
	V _{ср}	5,24±1,41	5,41±1,14	4,14±0,75
	RI	0,68±0,06	0,70±0,07	0,68±0,05
	Pi	2,05±0,14	1,29±1,68	1,15±1,68
ЗДЦА	V _{макс}	13,32±1,48	12,95±0,49	11,15±0,37*'
	V _{мин}	5,24±1,89	4,86±2,20	4,06±2,14
	V _{ср}	4,81±0,81	4,39±2,30	4,12±2,21
	RI	0,58±0,06	0,59±0,02	0,60±0,04
	Pi	0,98±0,19	1,31±0,30	1,42±0,10

* $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям эмметропов; ' $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с миопией средней степени



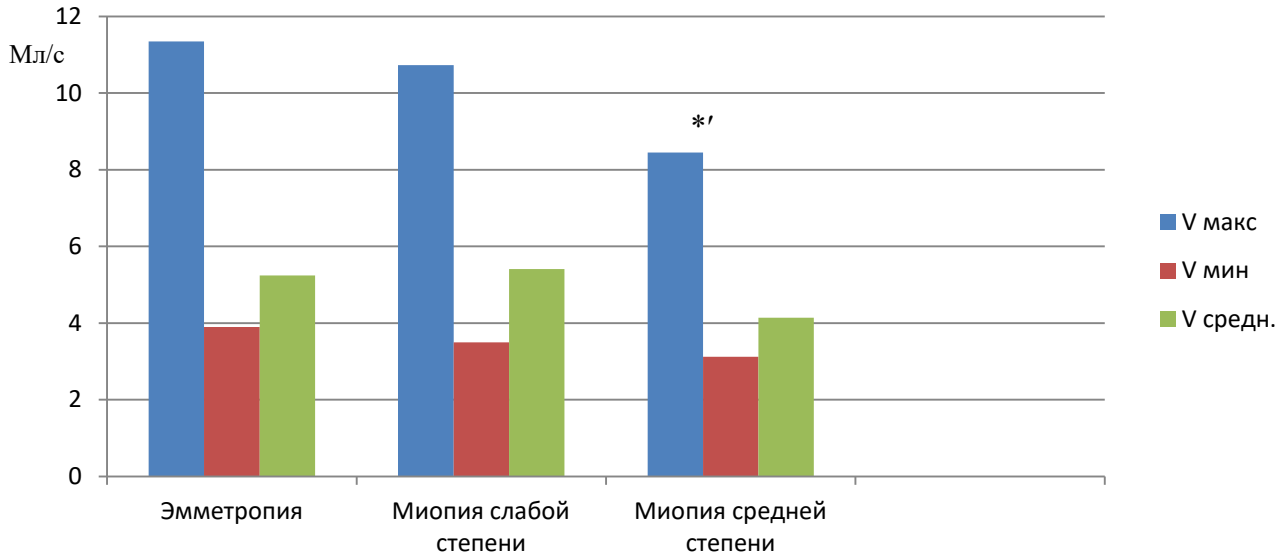
Примечание: * $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с эмметропией; ' $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с миопией средней степени

Рис. 10. Показатели скорости кровотока в глазничной артерии в группе «школьники».



Примечание: * $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с эмметропией; ' $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с миопией средней степени

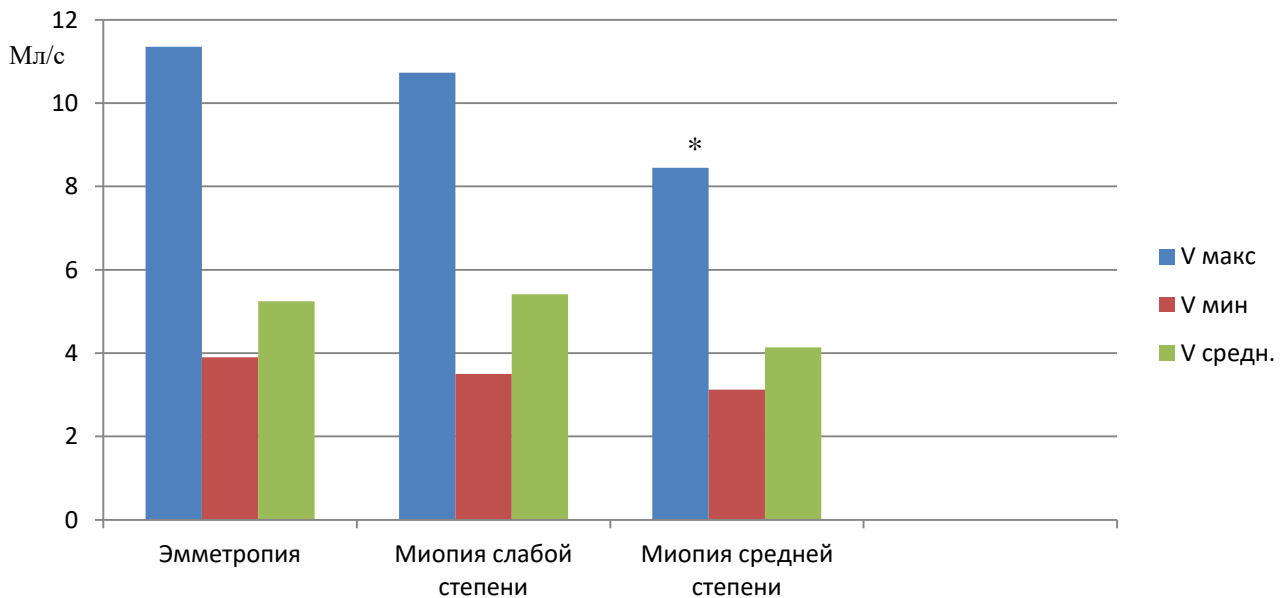
Рис. 11. Показатели скорости кровотока в центральной артерии сетчатки в группе «школьники»



Примечание: * $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с эмметропией; ' $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с миопией средней степени

Рис. 12. Показатели скорости кровотока в задних длинных цилиарных артериях в группе «школьники»

Существенной разницы в показателях кровотока в ЦАС и ЗДЦА в зависимости от вида рефракции и степени миопии не выявлено ($p > 0,05$) (таблица 11, рис.13-15).



Примечание: * $p < 0,05$ – достоверность различий по отношению к показателям лиц с эмметропической рефракцией («здоровых»).

Рис.13. Показатели скорости кровотока в глазничной артерии в группе «спортсмены»

Таблица 11

Показатели регионарной гемодинамики глаза в группе «спортсмены» в зависимости от рефракции

Артерия/ показатель		Эмметропия	Миопия слабой степени	Миопия средней степени
		M±SD	M±SD	M±SD
ГА	V _{макс}	37,40±5,21	34,96±9,09	24,50±5,85*
	V _{мин}	6,96±2,83	5,96±1,52	4,38±2,66
	V _{ср}	11,20±5,45	6,81±4,30	7,02±3,03
	RI	1,46±0,83	1,80±0,63	1,33±0,63
	Pi	1,38±0,88	1,0±0,53	1,53±1,06
ЦАС	V _{макс}	10,18±2,87	9,89±2,074	9,10±1,05
	V _{мин}	3,30±2,29	2,44±1,83	4,10±2,03
	V _{ср}	3,48±0,85	3,65±1,23	3,54±0,61
	RI	1,28±0,38	1,511±0,55	1,00±0,05
	Pi	2,20±2,14	1,12±0,66	4,19±1,68
ЗДЦА	V _{макс}	13,49±1,33	13,08±1,28	11,25±0,49
	V _{мин}	4,46±1,56	4,55±1,62	3,86±2,20
	V _{ср}	5,240±1,55	4,68±1,92	5,09±2,30
	RI	1,69±0,51	1,82±0,39	1,56±1,00
	Pi	1,42±0,67	0,99±0,11	1,31±0,80

*p<0,05 – достоверность различий по отношению к показателям

эмметропов (здоровых)

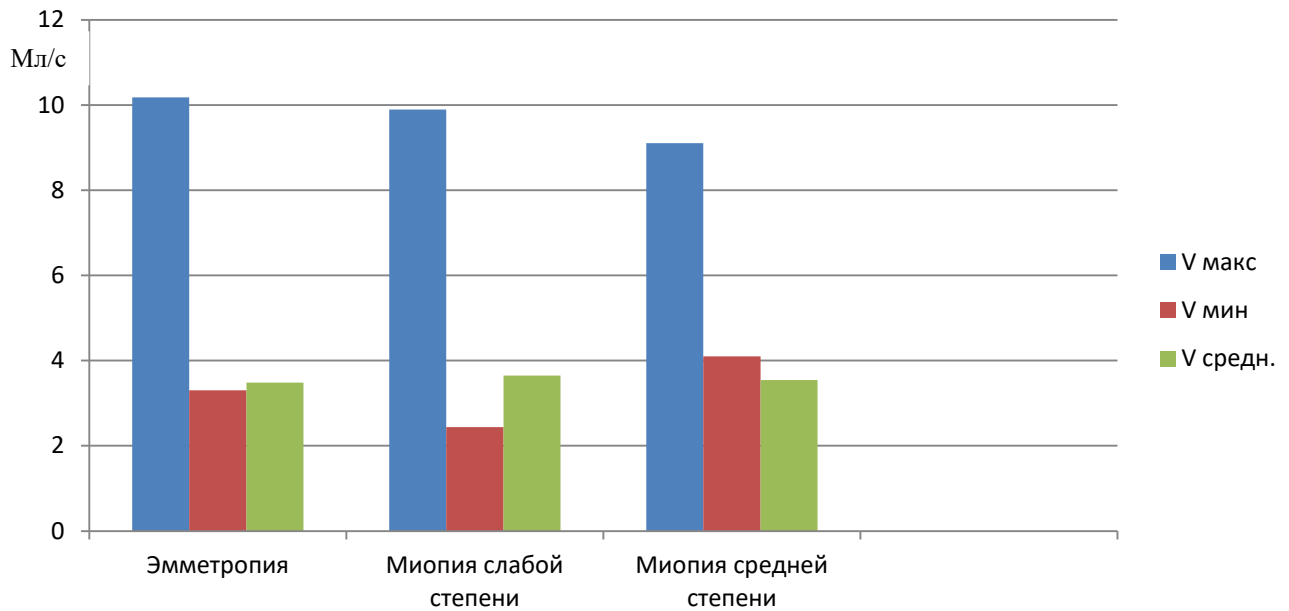


Рис. 14. Показатели скорости кровотока в центральной артерии сетчатки в группе «спортсмены»

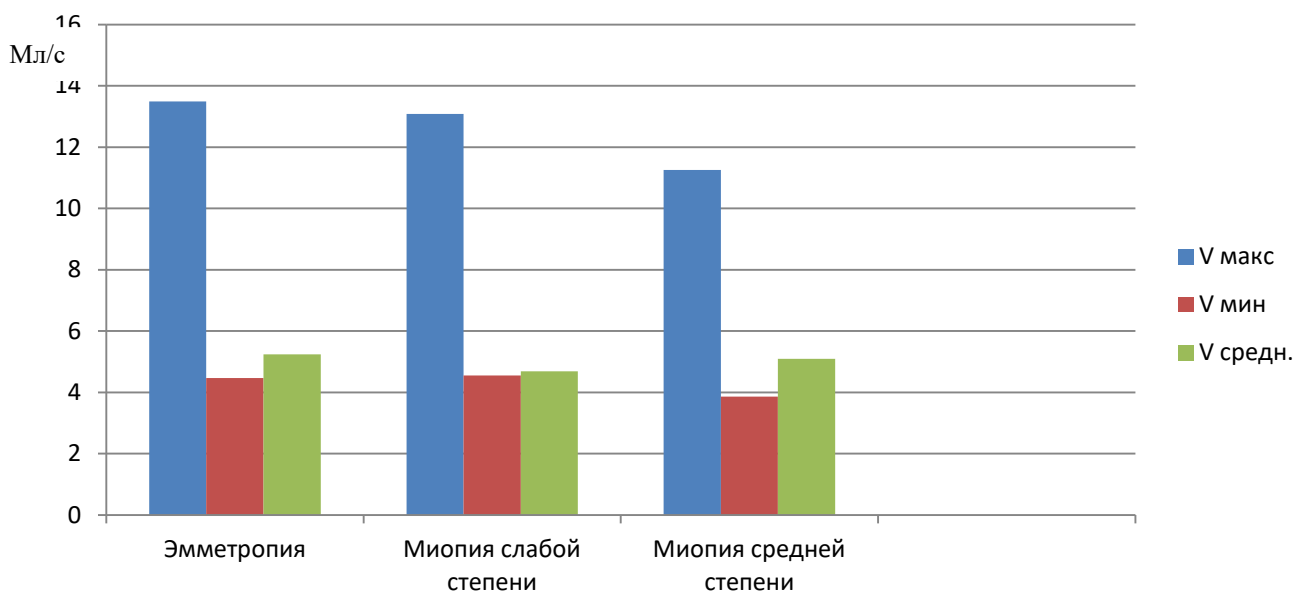


Рис. 15. Показатели скорости кровотока в задних длинных цилиарных артериях в группе «спортсмены»

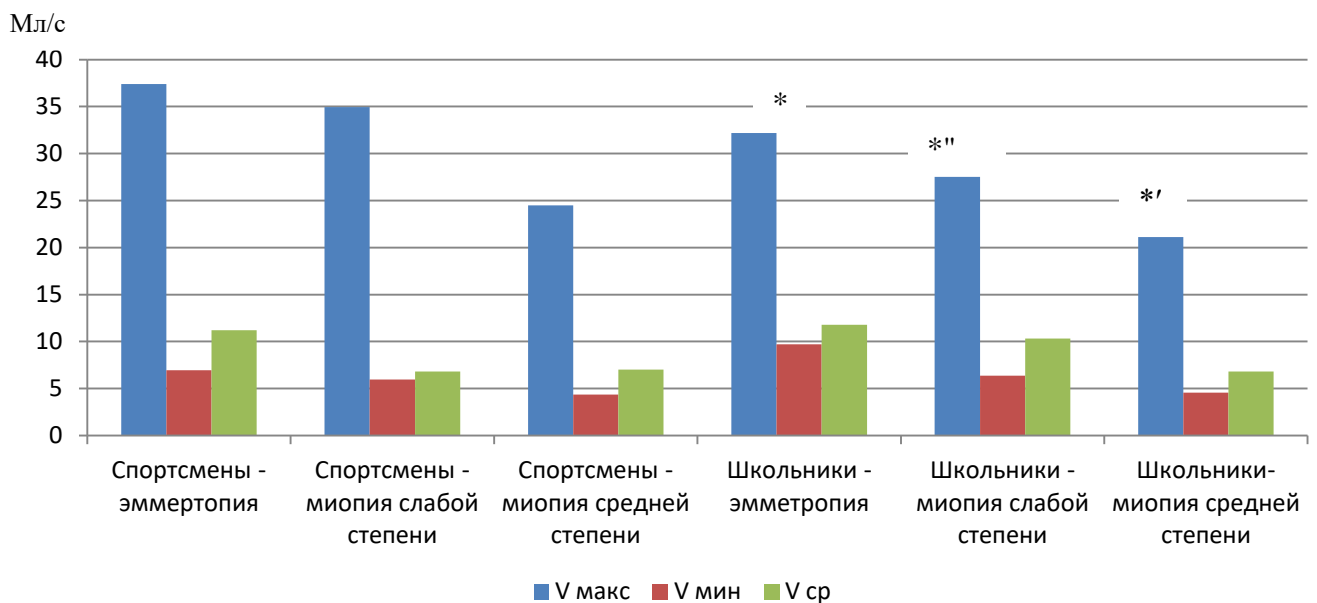
Сравнительный анализ показателей кровотока глаза между группами «спортсмены» и «школьники» показал, что максимальная систолическая скорость кровотока в ГА у «спортсменов» - эметропов («здоровые») существенно превышали показатели максимальной систолической скорости

кровотока в ГА в группе «школьники» у лиц с эмметропической рефракцией и миопией средней степени ($p < 0,05$) (таблица 12, рис.16).

Показатели максимальной систолической скорости кровотока в ГА в группе «спортсмены» превышали аналогичные показатели в группе «школьники» у лиц как с миопией слабой, так и средней степени ($p < 0,05$).

Таким образом, регулярные физические нагрузки снижают риск возникновения миопии у детей и подростков с эмметропической рефракцией, а также способствуют стабилизации показателей остроты зрения без коррекции и снижению скорости прогрессирования миопического процесса при миопии слабой и средней степени.

При изучении показателей регионарной гемодинамики глаза у подростков с эмметропической рефракцией, а также с миопией слабой и средней степени, регулярно занимающихся спортом, отмечена стабилизация гемодинамических показателей в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях вне зависимости от степени миопии.



Примечание: * $p < 0,05$ – достоверность различий по сравнению с эмметропами в группе «спортсмены»; ' $p < 0,05$ - достоверность различий по сравнению с лицами с миопией средней степени в группе «спортсмены»; ** $p < 0,05$ – достоверность различий по сравнению с лицами с миопией слабой степени в группе «спортсмены».

Рис. 16 Показатели регионарной гемодинамики глаза в группе «спортсмены» и «школьники» в глазничной артерии.

Таблица 12

**Показатели регионарной гемодинамики глаза в группе «спортсмены» и «школьники»
в зависимости от рефракции**

Артерия / показатель		«Спортсмены»			«Школьники»		
		Эмметропия	Миопия слабой степени	Миопия средней степени	Эмметропия	Миопия слабой степени	Миопия средней степени
ГА	V_{\max}	37,40±5,21	34,96±9,09	24,50±5,85	32,2±7,26*	27,51±6,23*"	21,13±4,35'
	V_{\min}	6,96±2,83	5,96±1,52	4,38±2,66	9,7±2,71	6,38±2,66	4,56±2,66
	$V_{\text{ср}}$	11,20±5,45	6,81±4,30	7,02±3,03	11,80±2,0	10,31±2,1	6,82±3,03
	Ri	0,76±0,08	0,80±0,06	0,78±0,06	0,78±0,88	0,73±0,09	0,76±0,08
	Pi	1,38±0,80	1,43±0,53	1,53±0,36	1,60±0,35	1,48±0,56	1,43±0,23
ЦАС	V_{\max}	10,18±2,87	9,89±2,07	9,10±1,05	11,35±2,20	9,73±2,24	8,45±1,85
	V_{\min}	3,30±2,29	3,44±1,83	3,10±2,03	3,9±1,26	3,50±2,13	3,12±1,63
	$V_{\text{ср}}$	5,48±0,85	5,65±1,23	4,74±0,61	5,24±1,41	5,41±1,14	4,14±0,75
	Ri	0,65±0,08	0,68±0,05	0,67±0,07	0,68±0,06	0,70±0,07	0,68±0,05
	Pi	2,20±2,14	1,12±0,66	1,19±1,68	2,05±0,14	1,29±1,68	1,15±1,68
ЗДЦА	V_{\max}	13,49±1,33	13,08±1,28	11,25±0,49	13,32±1,48	12,95±0,49	11,15±0,37
	V_{\min}	4,46±1,56	4,55±1,62	3,86±2,20	5,24±1,89	4,86±2,20	4,06±2,14
	$V_{\text{ср}}$	5,24±1,55	4,68±1,92	4,09±2,30	4,81±0,81	4,39±2,30	4,12±2,30
	RI	0,57±0,06	0,58±0,09	0,60±0,05	0,58±0,06	0,59±0,02	0,60±0,04
	Pi	1,42±0,27	1,49±0,11	1,52±0,30	0,98±0,19	1,31±0,30	1,42±0,10

* $p < 0,05$ – достоверность различий по сравнению с эмметропами в группе «спортсмены»

' $p < 0,05$ - достоверность различий по сравнению с лицами с миопией средней степени в группе «спортсмены»

" $p < 0,05$ – достоверность различий по сравнению с лицами с миопией слабой степени в группе «спортсмены»

3.3. Особенности нарушений опорно-двигательного аппарата у подростков в зависимости от рефракции и физической нагрузки

Изучение особенностей опорно-двигательного аппарата показало, что наибольший процент нарушений осанки был отмечен у «школьников» «миопов» (86,6%), в то время, как у «школьников» «эмметропов» процент выявления нарушений осанки составил 77,3%. Количество «школьников» без нарушений осанки в подгруппе «эмметропов» превышало количество таковых в подгруппе «миопы» в 1,7 раза.

В группе «спортсмены» наибольший процент подростков с нарушением осанки также был выявлен в подгруппе «миопы» (78,7%), в подгруппе «эмметропов» нарушения осанки отмечены в 71,3% случаев. Количество «спортсменов» без нарушения осанки в подгруппе «эмметропия» превышало количество таковых в подгруппе «миопия» в 1,3 раза. В большинстве случаев во всех группах был выявлен ассиметричный вид нарушения осанки (от 58% до 76,0%) (таблица 13, рис.17).

Таблица 13

Частота выявления и виды нарушения осанки по группам

Нарушение осанки	Группы			
	«спортсмены-миопы»	«школьники-миопы»	«спортсмены здоровые»	«школьники здоровые»
Нет	32/21,3	20/13,4	43/28,7	34/22,7
Кифоз	3/2,0	2/1,3	10/6,7	2/1,3
Сколиоз	3/2,0	14/9,3	10/6,7	11/7,3
Ассиметричная	112/74,7	114/76,0	87/58,0	103/68,7
Всего	150	150	150	150

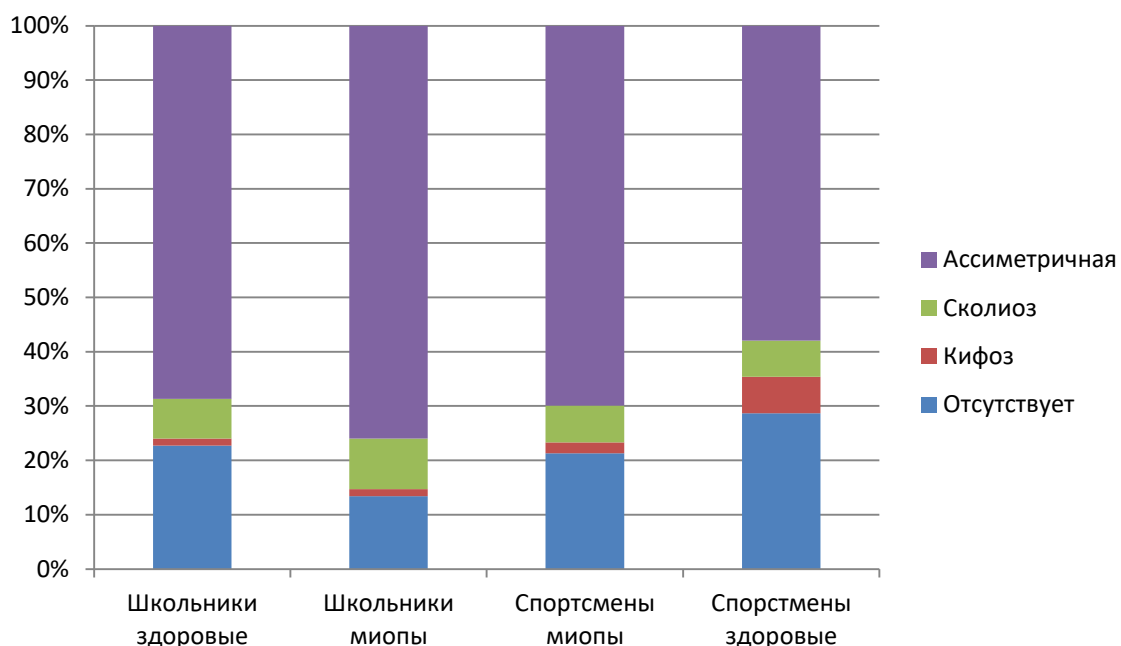


Рис. 17. Структура нарушений осанки по группам.

Наиболее часто изменение формы стопы также было отмечено в группе «школьники - миопы» (70,7%), в то время как у «школьников - эмметропов» оно имело место в 61,3% случаев (таблица. 14, рис.18).

Таблица 14.

Частота выявления и виды плоскостопия по группам (абс./%).

Нарушение формы стопы	«Школьники»		«Спортсмены»	
	«здоровые»	«миопы»	«здоровые»	миопы»
Нет	58/38,7	44/29,3	88/58,7	54/36,0
Поперечное	63/42,0	76/50,7	35/23,3	56/37,3
Продольное	1/0,7	2/1,3	2/1,3	1/0,7
Комбинированное	28/18,7	28/18,7	25/16,7	39/26,0
Всего	150	150	150	150

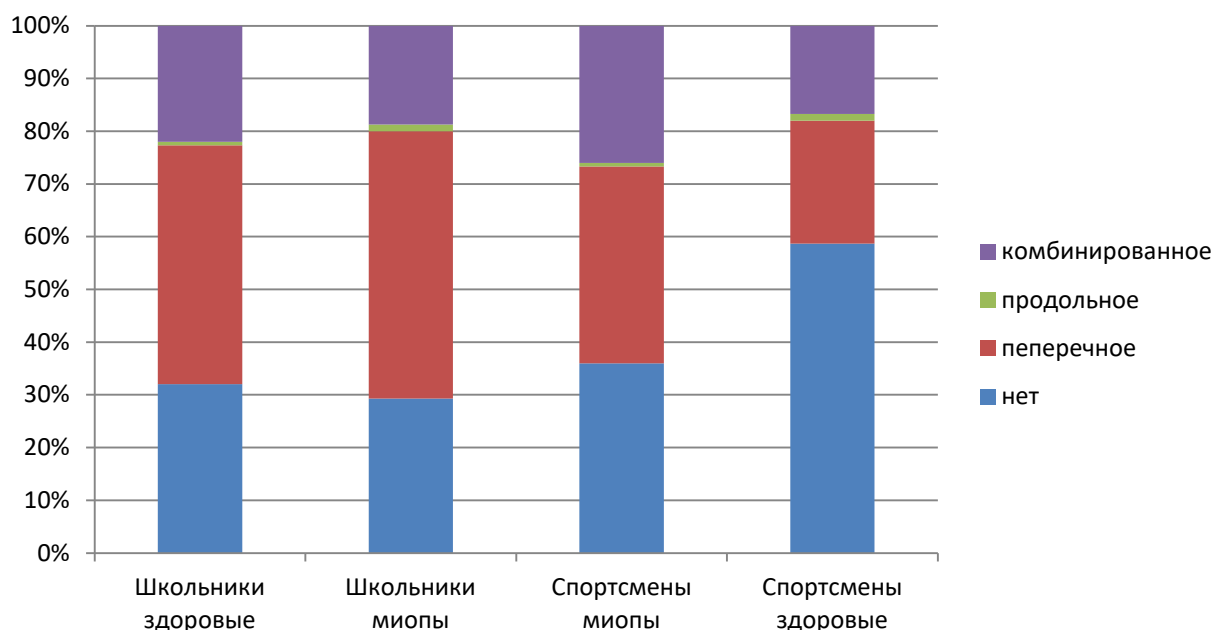


Рис. 18 Структура плоскостопия по группам.

Количество «школьников» «эмметропов» без изменения формы стопы превышало количество таковых «школьников» «миопов» в 1,3 раза. Нарушение формы стопы у «спортсменов» «эмметропов» отмечено в 41,3% случаев, у «спортсменов» «миопов» – в 64,0% случаев. При этом количество подростков с нарушением формы стопы в подгруппе «спортсмены «миопы» превышало количество таковых в подгруппе «спортсменов» «эмметропов» в 1,6 раза и было сопоставимо с подгруппой «школьников» «эмметропов».

Таким образом, оценка функционального состояния опорно-двигательного аппарата у детей и подростков показала, что у «школьников» и «спортсменов» с миопической рефракцией нарушения осанки были выявлены в 1,7 и 1,3 раза, а нарушения формы стопы – в 1,3 и 1,6 раза чаще, чем у детей и подростков с эмметропической рефракцией, что позволяет рассматривать детей и подростков с данными нарушениями опорно-двигательного аппарата в как группу риска развития миопии.

3.4. Показатели индекса массы тела у детей и подростков в зависимости от рефракции и физической нагрузки

Определение индекса массы тела показало статистически значимые различия средних показателей ИМТ в группе «школьники» между подгруппами «эмметропы» и «миопы» ($p = 0,019$). В группе «спортсмены» средние показатели в подгруппах «миопы» и «эмметропы» достоверно не отличались ($p = 0,69$) (рис.19,20, таблица 15).

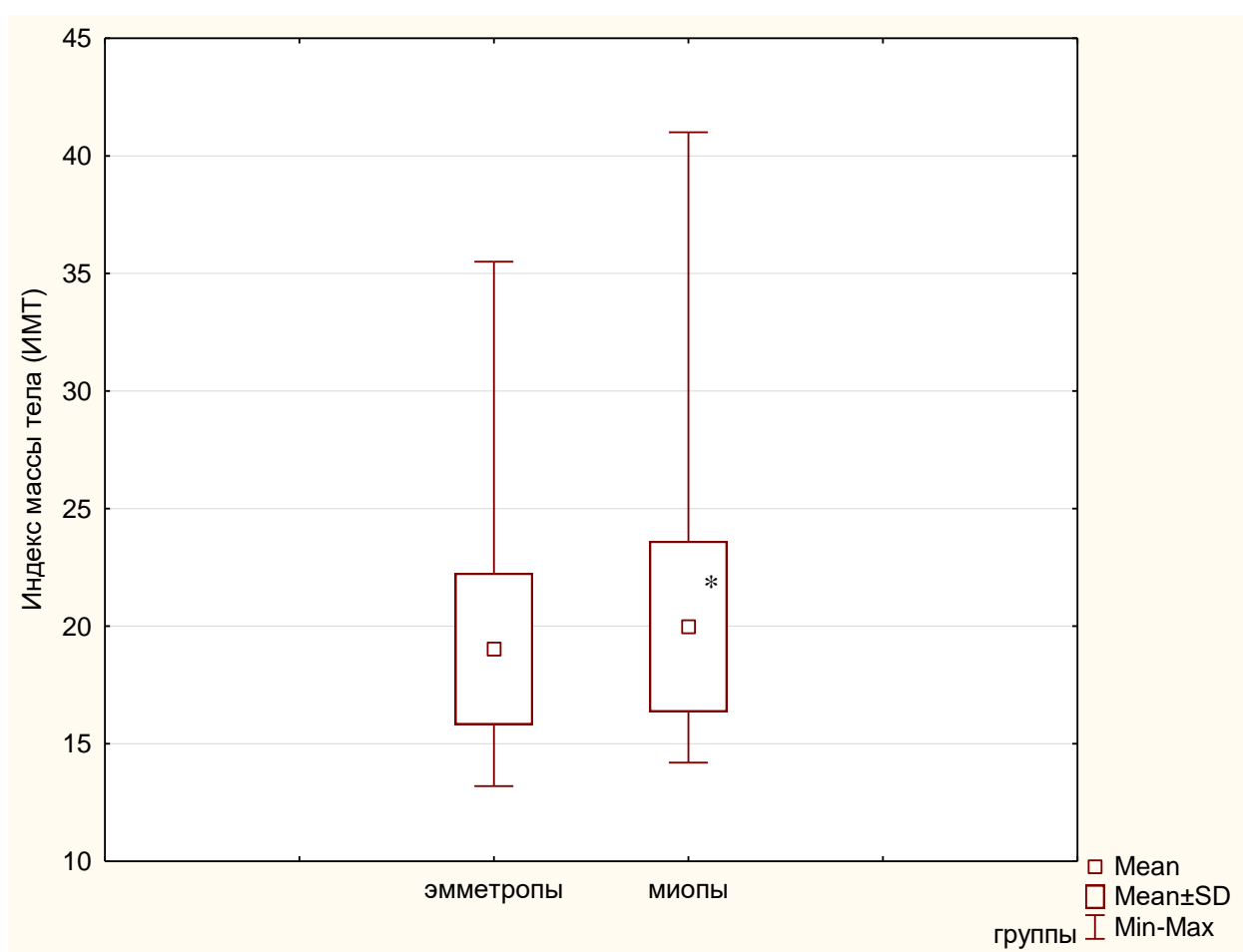


Рис. 19. Показатели индекса массы тела в группе «школьники» в зависимости от вида рефракции

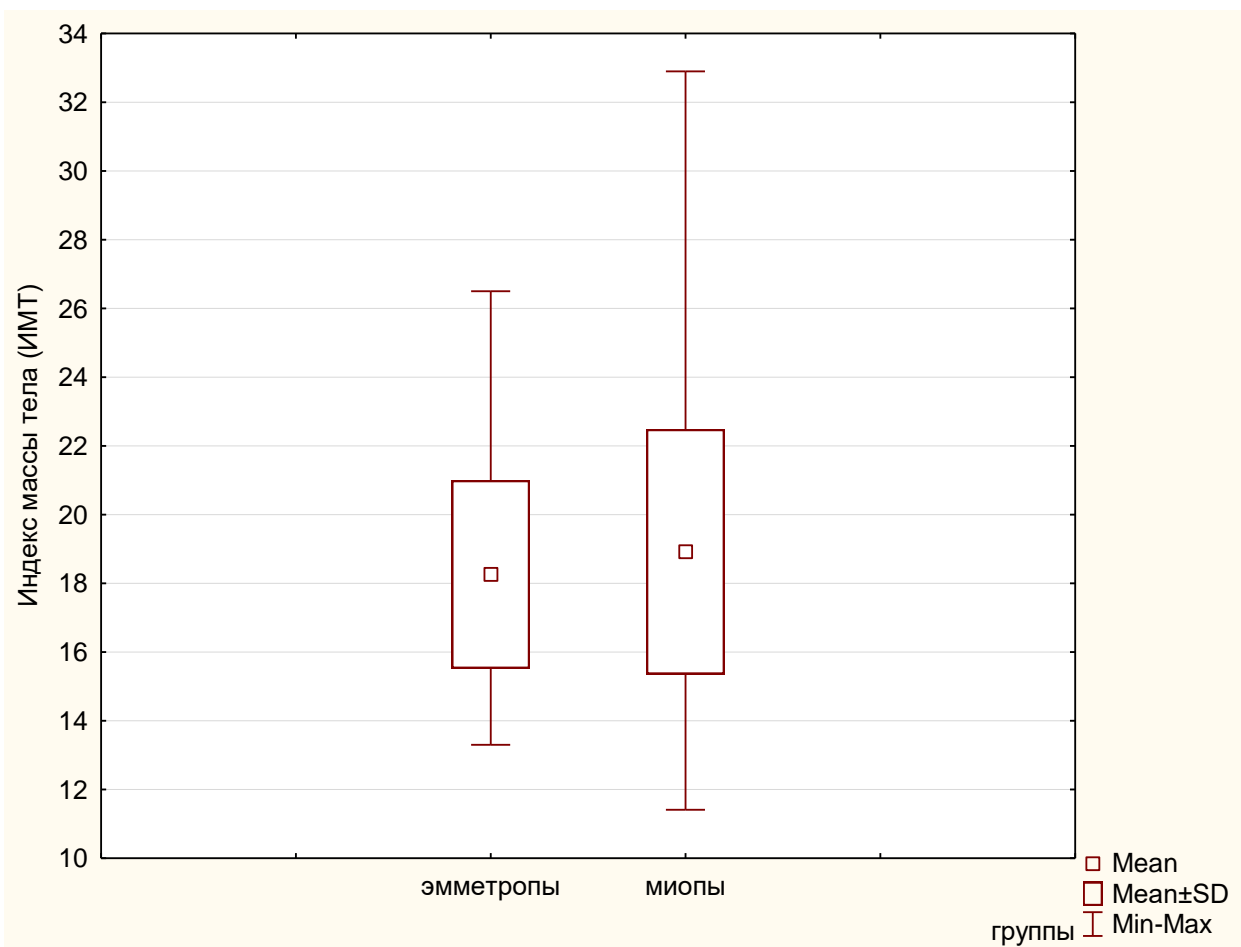


Рис. 20. Показатели индекса массы тела в группе «спортсмены» в зависимости от вида рефракции

Таблица 15

Показатели индекса массы тела по группам

Группа	«Спортсмены» M ± SD [min- max]	«Школьники» M ± SD [min- max]	p
Эмметропия	18,3 ± 2,7 [13,3-26,5]	19,03 ± 3,2 [13,2-5,5]	0,029
Миопия	18,9 ± 3,3 [12,1-32,9]	19,9 ± 3,6 [14,2-41,0]	0,69
p	0,081	0,019	

Определение ИМТ показало, что избыточная масса тела у «школьников» «эметропов» была отмечена в 15,4% случаев (23 человек), из

них ожирением страдал 1 человек (4,3%). В то же время повышение массы тела у «школьников» миопов» отмечено в 25,5% случаев (38 человек), из них ожирением страдало 6 человек (15,8%) (таблица 16, рис.21,22).

Таблица 16

Распределение пациентов в зависимости от массы тела в группе «школьники» в зависимости от вида рефракции

Группы	Школьники	
	Миопия абс. (%)	Эмметропия абс. (%)
Нормальная масса тела	112 (74,7%)	127 (82,7%)
Избыточная масса тела	32 (21,3%)	22 (14,7%)
Ожирение	6 (4,0%)	1 (0,7%)
Всего	150 (100%)	150 (100%)

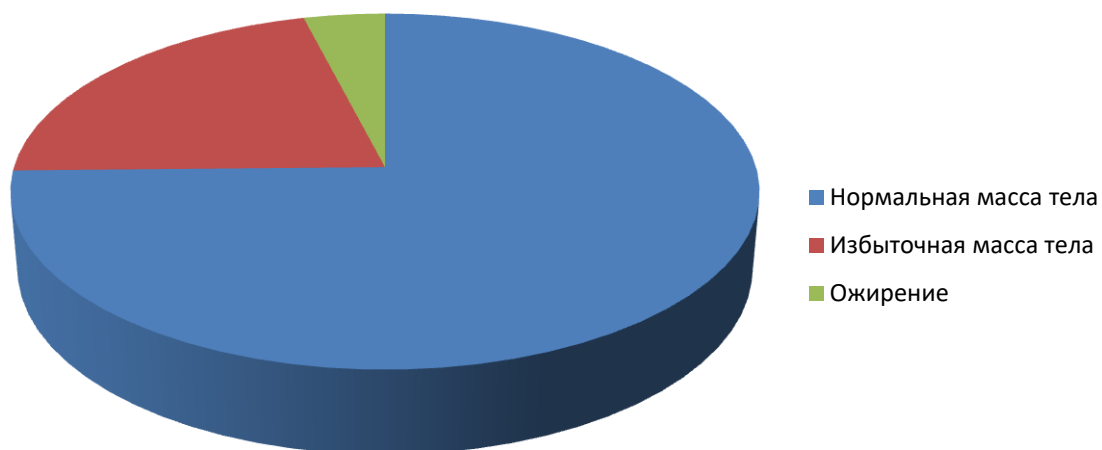


Рис.21. Распределение пациентов в зависимости от массы тела в группе «школьники» «миопы».

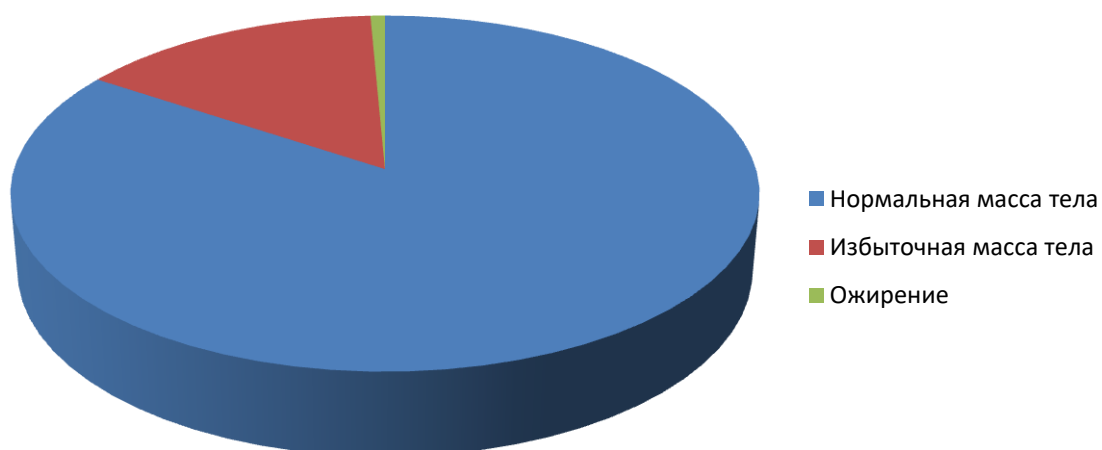


Рис. 22. Распределение пациентов в зависимости от массы тела в группе «школьники» «эмметропы».

Таким образом, выявленное статистически значимое различие в показателе ИМТ в группе «школьники» между «эмметропами» и «миопами» может указывать на то, что у «школьников» «миопов» отмечается снижение двигательной и физической активности, к чему приводит нерациональное использование режима труда и отдыха. Повышенный ИМТ может трактоваться как один из факторов риска развития миопии. Следует особо отметить, что показатели ИМТ «спортсменов» «миопов» были максимально приближены к показателям «школьников» «эмметропов» ($p < 0,05$).

3.5. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом, и занимающихся спортом в рамках школьной программы

Показатели, полученные при проведении осциллометрии в исследуемых группах представлены в таблицах 17-18.

Анализ показателей состояния сердечно-сосудистой системы в группе «школьники» не выявил каких либо статистических различий в зависимости от вида рефракции, а именно, между подгруппами «здоровые» и «миопы» таблица 17.

Таблица 17

Показатели осциллометрии в зависимости от рефракции в группе «школьники»

Показатели	«Миопы» n=150		«Здоровые» n=150		p
	M±SD	min-max	M±SD	min-max	
АД систолическое	116,5±10,3	95,0-142,0	116,7±11,1	96,0-154,0	0,83
АД диастолическое	68,5±9,1	48,0-96,0	67,2±9,3	46,0-98,0	0,24
ЧСС	77,0±15,5	46,0-142,0	74,7±15,9	35,0-153,0	0,22
Линейная скорость кровотока	60,5±16,2	28,0-112,0	62,5±26,4	21,0-300,0	0,43
Скорость пульсовой волны	541,±268,5	300,0-3000,0	528,9±171,9	300,0-1000,0	0,64
Податливость сосудистой стенки	1,7±0,4	0,9-2,8	1,7±0,3	0,7-3,0	0,64
Общее периферическое сопротивление	1521,7±584,9	765,0-3000,0	1616,4±637,0	797,0-3000,0	0,20
Степень проходимости периф. сосудов	103,±97,4	26,0-122,3	102,5±13,6	74,0-141,0	0,25
Ударный индекс	41,6±17,6	11,0-101,0	40,5±15,2	10,0-81,0	0,58

Отсутствие статистически значимых различий по всем исследуемым показателям отмечено также между двумя подгруппами в группе «спортсмены» таблица 18.

Таблица 18

Показатели осциллометрии в зависимости от рефракции в группе «спортсмены»

Показатели	«Миопы»		«Здоровые»		<i>p</i>
	M±SD	min-max	M±SD	min-max	
АД систолическое	109,16± 11,282	80,00- 135,00	110,35± 11,64	60,00- 152,00	0,39
АД диастолическое	59,85± 11,029	34,00- 90,00	62,88± 9,75	38,00- 92,00	0,15
ЧСС	72,46± 10,925	42,00- 103,00	72,66± 12,67	47,00- 107,00	0,88
Линейная скорость кровотока	61,58± 21,480	23,00- 124,00	65,88± 28,26	28,00- 271,00	0,16
Скорость пульсовой волны	532,87± 158,074	300,0- 903,00	522,96± 179,88	300,00- 1035,00	0,63
Податливость сосудистой стенки	1,66± 0,379	0,70- 3,00	1,67± 0,40	0,73- 2,95	0,85
Общее периферическое сопротивление	1641,95± 615,735	775,0- 3000,00	1669,6± 651,95	682,00- 3002,00	0,72
Степень проходимости периф. сосудов	102,02± 13,838	59,00- 145,00	101,36± 14,38	50,00- 143,00	0,70
Ударный индекс	42,27± 14,673	12,00- 84,00	43,57± 15,34	14,00- 96,00	0,47

Сравнение показателей осциллометрии между аналогичными подгруппами в группах «спортсмены» и «школьники» показало статистически значимые различия лишь по показателю систолического и диастолического артериального давления ($p < 0,001$). По остальным показателям статистически значимой разницы не выявлено ($p > 0,05$) (таблица 19).

Таблица 19

Показатели осциллометрии в подгруппах здоровых и миопов групп «спортсмены» и «школьники» (M±SD) .

Показатели	«Спортсмены» «здоровые»	«Школьники» «здоровые»	<i>P1</i>	«Спортсмены» «миопы»	«Школьники» «миопы»	<i>P2</i>
АД систолическое	110,35± 11,64	116,7± 11,1	<0,001	109,16± 11,282	116,5± 10,3	<0,001
АД диастолическое	62,88± 9,75	67,2± 9,3	<0,001	59,85± 11,029	68,5± 9,1	<0,001
ЧСС	72,66± 12,67	74,7± 15,9	0,22	72,46± 10,925	77,0± 15,5	0,005
Линейная скорость кровотока	65,88± 28,26	62,5± 26,4	0,30	61,58± 21,480	60,5± 16,2	0,60
Скорость пульсовой волны	522,96± 179,88	528,9± 171,9	0,77	532,87± 158,074	541,± 268,5	0,63
Податливость сосудистой стенки	1,67± 0,40	1,7± 0,3	0,89	1,66± 0,379	1,7± 0,4	0,85
Общее периферическое сопротивление	1669,6± 651,95	1616,4± 637,0	0,48	1641,95± 615,735	1521,7± 584,9	0,10
Степень проходимости периф. сосудов	101,36± 14,38	102,5± 13,6	0,50	102,02± 13,838	103,± 97,4	0,25
Ударный индекс	43,57±15,34	40,5±15,2	0,09	42,27±14,673	41,6± 17,6	0,74

p1 – достоверность различий между подгруппами «здоровые», p2 – достоверность различий между подгруппами «миопов»

Показатели электрокардиографии по группам в зависимости от рефракции представлены в таблице 20.

Таблица 20

Показатели электрокардиографии в группе «школьники» в зависимости от рефракции

Показатели	Школьники миопы		Школьники Здоровые		<i>p</i>
	M±SD	min-max	M±SD	min-max	
PR	137,64± 17,52	98,00- 190,00	135,95± 16,90	94,0- 180,0	0,40
QT	369,88± 24,60	312,00- 466,00	369,34± 25,91	314,0- 440,0	0,85
QTc	396,91± 22,27	348,00- 497,00	393,64± 18,93	343,0- 437,0	0,17
Показатели	Школьники миопы		Школьники Здоровые		<i>p</i>
	M±SD	min-max	M±SD	min-max	
PR	137,63± 24,10	100,0- 326,00	133,64± 19,63	81,00- 228,00	0,12
QT	375,70± 24,41	308,0- 440,00	384,57± 29,46	326,00- 528,00	0,06
QTc	397,21± 13,43	362,0 434,00	401,39± 21,56	314,00- 532,00	0,09

По данным электрокардиографии статистически значимых различий исследуемых показателей между группами «спортсмены» и «школьники» отмечено не было ($p < 0,05$).

3.6 Оценка состояния дыхательной системы у детей и подростков регулярно занимающихся спортом и занимающихся спортом в рамках школьной программы в зависимости от рефракции

Данные спирографии по группам в зависимости от рефракции представлены в таблицах 21.

Таблица 21

Показатели спирографии в группах «спортсмены» и «школьники» в зависимости от рефракции

Показатель	«Школьники» «здоровые»	«Спортсмены» «здоровые»	<i>P</i>
ОВФ1	2,61±0,93	2,87±0,93	0,020
ФЖЕЛ	2,86±0,81	3,10±0,98	0,026
ПОС	297,66±123,66	312,23±110,05	0,237
Показатели	«Школьники» «миопы»	«Спортсмены» «миопы»	<i>P</i>
ОВФ1	2,61±0,86	2,98±0,86	0,0002
ФЖЕЛ	2,82±0,37	3,26±0,97	0,0001
ПОС	285,21±107,88	319,94±113,22	0,004

Анализ данных спирографии в группах не выявил каких-либо существенных различий в группе «спортсмены» между подгруппами «здоровые» и «миопы» ($p < 0,05$).

В группе «школьники» отмечено существенное различие между подгруппами по показателю ПОС пиковая объёмная скорость (максимальный поток, достигаемый в процессе выдоха) ($p < 0,05$).

Сравнительный анализ показателей спирографии между группами выявил существенные различия между группой «спортсмены» и «школьники» в подгруппе «здоровые» по показателям ОВФ1 ($p=0,020$) и ФЖЕЛ ($p=0,026$), а также между подгруппами «миопы» по всем исследуемым показателям: ОВФ1 ($p=0,0002$), ФЖЕЛ ($p=0,0001$) и ПОС ($p=0,004$).

Исследование показало, что у детей, занимающихся спортом, форсированная жизненная емкость легких в среднем на 12,2% и объем форсированного выдоха за 1-ю секунду в среднем на 14,2% выше, чем у лиц, которые занимаются спортом только в рамках школьной программы. Наиболее выраженные различия отмечены между подгруппами «миопы».

Полученные данные позволяют говорить об увеличении скоростных и объемных показателей внешнего дыхания и увеличении резервных возможностей легких у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как известно, профессиональный спорт требует огромной физической и моральной самоотдачи с очень раннего возраста ребенка. Непрерывные тренировки, участие в соревнованиях, здоровый образ жизни и постоянное наблюдение за своим физическим здоровьем – залог успешной спортивной карьеры и достижения наивысших спортивных результатов.

Глаза обеспечивают зрительное восприятие, благодаря которому мы получаем до 80% информации об окружающей нас среде, что обуславливает важность нормального функционирования зрительного анализатора у профессиональных спортсменов. В связи с этим изучение воздействия интенсивных спортивных нагрузок на функциональные показатели зрительного анализатора, в том числе у детей и подростков с нарушениями рефракции, является одной из важных задач спортивной медицины и офтальмологии.

Анализ данных современной научной литературы показал, что физические нагрузки способствуют снижению внутриглазного давления, улучшению кровоснабжения заднего и переднего отдела глаза, кратковременному уменьшению осевой длины глаза. Ряд авторов отмечают, что физическая активность и активное времяпровождение на открытом воздухе способствуют снижению риска развития миопии, а также снижению скорости прогрессирования миопии [5, 21, 22, 69, 104, 108, 126, 141].

Имеющиеся данные открывают перспективу для продолжения исследований, направленных на дальнейшее изучение влияния физических нагрузок у детей и подростков, занимающихся спортом на регулярной основе, на течение и риск развития миопии, а также на изучение «спорт-

индуцированных» изменений на функциональные показатели глаза в долгосрочной перспективе.

Целью данного исследования являлось изучение воздействия физических нагрузок на зрительный анализатор и комплексная оценка функционального состояния у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом.

Задачи исследования включали в себя изучение частоты выявления рефракционных нарушений у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом; изучение влияния регулярных физических нагрузок на риск возникновения миопии и течение миопического процесса, оценку состояния регионарной гемодинамики глаза у детей и подростков, регулярно занимающихся спортом; проведение комплексной оценки функционального состояния детей и подростков, занимающихся спортом в рамках углубленного медицинского обследования.

На первом этапе исследования проводили анализ 6985 карт детей и подростков, регулярно занимающихся спортом и 830 человек, занимающихся физкультурой только в рамках школьной программы, в возрасте от 8 до 17 лет, которые показали, что у детей и подростков, занимающихся спортом миопия была диагностирована в 22,6% случаев (1577 чел.), из них в 62,3% случаях диагностирована миопия слабой степени, в 34,4% - средней степени и в 2,3% случаев – миопия высокой степени, что обуславливает актуальность изучения влияния регулярных физических нагрузок на функциональные показатели глаза. Среди детей и подростков, не занимающихся спортом на регулярной основе миопия диагностирована в 26,3% случаев (218 чел.).

На втором этапе исследования приняли участие 600 детей и подростков в возрасте от 8 до 17 лет (средний возраст $13,5 \pm 2,4$ лет.), которые были разделены на две группы. Первую группу («спортсмены»)

составили 300 человек, регулярно занимающихся спортом в спортивных школах, с режимом физических нагрузок более 8 часов в неделю. Вторую группу («школьники») составили 300 человек, занимающихся спортом в рамках школьной программы, т.е. менее 3 часов в неделю. Каждая группа была разделена на две подгруппы по 150 человек. Первую подгруппу («здоровые») в каждой из групп составили лица с эметропической рефракцией, вторую подгруппу («миопы») – лица с миопией слабой и средней степени.

У всех пациентов проводили сбор анамнеза, оценивали показатели остроты зрения с коррекцией и без коррекции, оценку показателей кровотока в глазничной артерии, центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях, длину переднезаднего отрезка глаза. Оценка показателя индекса массы тела (индекс Кетле). Состояние опорно-двигательного аппарата оценивали по нарушению осанки и формы стопы. Все данные были подвержены статистической обработке.

При исходном обследовании показатели рефракции в группе «спортсмены» «миопы» составляли $-1,80 \pm 0,89$ дптр., в группе «школьники» «миопы» - $-1,94 \pm 0,95$ ($p > 0,05$), исходные показатели остроты зрения без коррекции - $0,32 \pm 0,21$ и $0,29 \pm 0,21$ ($p > 0,05$) соответственно.

Оценка динамики показателей остроты зрения в срок до 12 месяцев показала, что в группе «спортсмены» отмечалось незначительное снижение остроты зрения с коррекцией и без коррекции, которое оставило $0,028 \pm 0,20$ и $0,009 \pm 0,05$, соответственно ($p < 0,05$), а также статистически значимое снижение рефракции в среднем на $0,14 \pm 0,18$ ($p = 0,009$). Анализ показателей остроты зрения в группе «школьники» показал существенное снижение остроты зрения без коррекции на $0,06 \pm 0,19$ ($p = 0,004$) и показателей рефракции в среднем на $0,35 \pm 0,61$ ($p < 0,001$), а также незначительное снижение остроты зрения с коррекцией в среднем на

$0,01 \pm 0,06$ ($p = 0,19$). Отмечались статистически значимые различия по показателям рефракции между группами «спортсмены» и «школьники» .

Через 12 месяцев в группе «спортсмены» отмечено увеличение степени миопии со слабой до средней степени у 3 человек (2,0%). В группе «школьники» увеличение степени миопии отмечалось у 11 человек (12,4%). У 9 человек с миопией слабой степени через 12 месяцев диагностировали миопию средней степени, а у 2 человек с миопией средней степени – миопию высокой степени.

Изучение динамики развития зрительных нарушений в зависимости от интенсивности физической нагрузки и вида спорта показало, что более выраженная положительная динамика в виде стабилизации миопического процесса или наименьшей степени прогрессирования была отмечена у спортсменов, занимающиеся видами спорта с нестандартными движениями, в основном у спортсменов командных видов спорта (хоккей, футбол, волейбол) и циклическими видами спорта с субмаксимальной нагрузкой (бег на средние дистанции, гребля на 500 и 1000 м, плавание на дистанции 200 и 400 м), в отличие от группы спортсменов, занимающихся единоборствами (дзюдо, тхэквондо, вольная борьба) и циклическими видами спорта с максимальной мощностью (велогонки на треке, плавание на 25 м, спринтерский бег).

Оценка показателей остроты зрения в подгруппе «здоровые» в динамике (через 12 месяцев) показала снижение остроты зрения без коррекции у 9 человек (18 глаз) в группе «спортсмены» и у 15 человек (30 глаз) в группе «школьники». Таким образом, миопия была впервые диагностирована в группе «спортсмены» в 6% случаев, в группе «школьники» – в 10% случаев. Следует также отметить статистически значимое различие в остроте зрения и степени рефракции между группами

Исследование показателей переднезадней оси глаза в группе «спортсмены» показало статистическую разницу в длине глаза между эметропами и миопией средней степени ($p = 0,048$).

При анализе показателей регионарной гемодинамики глаза в группе «спортсмены» выявлены статистически значимые отличия по показателю максимальной систолической скорости кровотока в ГА между лицами с миопией средней степени и эметропической рефракцией, который составили $37,40 \pm 5,21$ мл/сек и $24,50 \pm 5,85$ мл/сек, соответственно ($p = 0,048$). Существенной разницы в показателях кровотока в ЦАС и ЗДЦА в зависимости от вида рефракции и степени миопии не выявлено ($p > 0,05$).

Сравнительный анализ показателей кровотока глаза между группами «спортсмены» и «школьники» показал, что максимальная систолическая скорость кровотока в ГА у «спортсменов» - эметропов («здоровые») существенно превышали показатели максимальной систолической скорости кровотока в ГА в группе «школьники» у лиц с эметропической рефракцией и миопией средней степени ($p < 0,05$).

Показатели максимальной систолической скорости кровотока в ГА в группе «спортсмены» превышали аналогичные показатели в группе «школьники» у лиц как с миопией слабой, так и средней степени ($p < 0,05$).

При изучении показателей регионарной гемодинамики глаза у подростков с эметропической рефракцией, а также с миопией слабой и средней степени, регулярно занимающихся спортом, отмечена стабилизация гемодинамических показателей в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях вне зависимости от степени миопии.

Изучение особенностей опорно-двигательного аппарата показало, что наибольший процент нарушений осанки был отмечен у «школьников» «миопов» (86,6%), в то время, как у «школьников» «эметропов» процент выявления нарушений осанки составил 77,3%. Количество «школьников»

без нарушений осанки в подгруппе «эмметропов» превышало количество таковых в подгруппе «миопы» в 1,7 раза. В группе «спортсмены» наибольший процент подростков с нарушением осанки также был выявлен в подгруппе «миопы» (78,7%), в подгруппе «эмметропов» нарушения осанки отмечены в 71,3% случаев. Количество «спортсменов» без нарушения осанки в подгруппе «эмметропия» превышало количество таковых в подгруппе «миопия» в 1,3 раза. В большинстве случаев во всех группах был выявлен ассиметричный вид нарушения осанки (от 58% до 76,0%).

Наиболее часто изменение формы стопы также было отмечено в группе «школьники» «миопы» (70,7%), в то время как у «школьников» «эмметропов» оно имело место в 61,3% случаев. Количество «школьников» «эмметропов» без изменения формы стопы превышало количество таковых «школьников» «миопов» в 1,3 раза. Нарушение формы стопы у «спортсменов» «эмметропов» отмечено в 41,3% случаев, у «спортсменов» «миопов» – в 64,0% случаев. При этом количество подростков с нарушением формы стопы в подгруппе «спортсмены» «миопы» превышало количество таковых в подгруппе «спортсменов» «эмметропов» в 1,6 раза и было сопоставимо с подгруппой «школьников» «эмметропов».

Определение индекса массы тела показало статистически значимые различия средних показателей ИМТ в группе «школьники» между подгруппами «эмметропы» и «миопы» ($p = 0,019$). В группе «спортсмены» средние показатели в подгруппах «миопы» и «эмметропы» достоверно не отличались ($p = 0,69$).

Определение ИМТ показало, что избыточная масса тела у «школьников» «эмметропов» была отмечена в 15,4% случаев (23 человек), из них ожирением страдал 1 человек (4,3%). В то же время повышение

массы тела у «школьников» миопов» отмечено в 25,5% случаев (38 человек), из них ожирением страдало 6 человек (15,8%).

Таким образом, выявленное статистически значимое различие в показателе ИМТ в группе «школьники» между «эмметропами» и «миопами» может указывать на то, что у «школьников» «миопов» отмечается снижение двигательной и физической активности, к чему приводит нерациональное использование режима труда и отдыха. Повышенный ИМТ может трактоваться как один из факторов риска развития миопии. Следует особо отметить, что показатели ИМТ «спортсменов» «миопов» были максимально приближены к показателям «школьников» «эмметропов» ($p > 0,05$).

Таким образом, регулярные физические нагрузки снижают риск возникновения миопии у детей и подростков с эмметропической рефракцией, а также способствуют стабилизации показателей остроты зрения без коррекции и снижению скорости прогрессирования миопического процесса при миопии слабой и средней степени.

Таким образом, полученные данные показали, что регулярные физические нагрузки снижают риск возникновения миопии у детей и подростков с эмметропической рефракцией, а также способствуют стабилизации показателей остроты зрения без коррекции и снижению скорости прогрессирования миопического процесса при миопии слабой и средней степени.

Занятия физической культурой на регулярной основе способствуют снижению риска возникновения миопии у детей и подростков в 1,7 раза, а также снизить показатели рефракции в среднем на 48,2%. В течение 12 мес. у лиц, регулярно занимающихся спортом развитие миопии отмечено в 6% случаев, при занятиях спортом в рамках школьной программы - в 10%

случаев, при этом средние показатели рефракции составили $-0,58 \pm 0,31$ дптр и $-1,12 \pm 0,50$ дптр соответственно ($p < 0,05$).

Регулярные физические нагрузки способствуют стабилизации показателей остроты зрения без коррекции и снижению скорости прогрессирования миопического процесса у подростков с миопией слабой и средней степени по сравнению с подростками с миопической рефракцией, не занимающимися спортом, в которых снижение показателей рефракции составили $1,91 \pm 1,02$ Дптр. и $-2,27 \pm 1,23$ Дптр. соответственно ($p < 0,05$).

При изучении показателей регионарной гемодинамики глаза у подростков с эметропической рефракцией, а также с миопией слабой и средней степени, регулярно занимающихся спортом, отмечена стабилизация гемодинамических показателей в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях вне зависимости от степени миопии.

Оценка функционального состояния опорно-двигательного аппарата у детей и подростков показала, что у «школьников» и «спортсменов» с миопической рефракцией нарушения осанки были выявлены в 1,7 и 1,3 раза, а нарушения формы стопы – в 1,3 и 1,6 раза чаще, чем у детей и подростков с эметропической рефракцией, что позволяет рассматривать детей и подростков с данными нарушениями опорно-двигательного аппарата в как группу риска развития миопии.

Анализ показателей массы тела показал, что у детей и подростков с миопической рефракцией отмечается существенное увеличение индекса массы тела по отношению к эметропам, что связано с нарушением режима труда и отдыха, а также низкой физической активностью.

Динамика показателей функционального состояния зрительного анализатора, а также характеристики состояния опорно-двигательного

аппарата и показателей массы тела, полученные у «спортсменов» «миопов», сопоставимы с показателями «школьников» «эмметропов», что также позволяет рассматривать регулярные физические нагрузки как фактор профилактики развития и прогрессирования миопии.

ВЫВОДЫ

1. Исследования, проведенные у 6985 детей и подростков, регулярно занимающимися спортом, показали, что миопия была диагностирована в 22,6% случаев (1577 чел.), из них в 62,3% случаях диагностирована миопия слабой степени, в 34,4% - средней степени и в 2,3% случаев – миопия высокой степени, что обуславливает актуальность изучения влияния регулярных физических нагрузок на функциональные показатели глаза. Среди 830 детей и подростков, не занимающихся спортом на регулярной основе, миопия диагностирована в 26,3% случаев (218 чел.).

2. Регулярные физические нагрузки снижают риск возникновения миопии у детей и подростков с эмметропической рефракцией, способствуя снижению количества пациентов с впервые выявленной миопией в течение 12 мес. наблюдения в 1,7 раза по сравнению с лицами, не занимающимися спортом на регулярной основе на фоне статистически значимых различий между показателями остроты зрения без коррекции и показателями рефракции, которые составили $0,72 \pm 0,16$ и $0,47 \pm 0,15$, и $-0,58 \pm 0,31$ дптр и $-1,12 \pm 0,50$ дптр. соответственно ($p < 0,05$).

3. У детей и подростков, регулярно занимающихся спортом, отмечена стабилизация показателей остроты зрения без коррекции на фоне усиления рефракции в течение 12 мес. в среднем на $0,14 \pm 0,18$ дптр, в то время, как у лиц, не занимающихся спортом на регулярной основе отмечено существенное снижение остроты зрения без коррекции в среднем на 20,0% и усиление рефракции в среднем на $0,35 \pm 0,61$ дптр. ($p < 0,05$). Стабилизация миопии в группе детей и подростков, регулярно занимающихся спортом, отмечена в 78,3% случаев, прогрессирование миопии - в 2,0% случаев, у лиц, не занимающихся спортом на регулярной основе – в 65,2% и 12,4% случаев соответственно.

4. Изучении показателей регионарной гемодинамики глаза показало, что у подростков, регулярно занимающихся спортом с эмметропической рефракцией, а также с миопией слабой и средней степени, отмечена стабилизация гемодинамических показателей в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях вне зависимости от вида рефракции и степени миопии. У лиц, занимающихся спортом в рамках школьной программы выявлены существенные различия показателей систолической скорости кровотока у лиц с миопией средней степени в центральной артерии сетчатки и задних длинных цилиарных артериях по отношению к аналогичным показателям лиц с эмметропической рефракцией ($p < 0,05$).

5. Оценка функционального состояния опорно-двигательного аппарата показала, что у детей и подростков с миопической рефракцией вне зависимости от физической подготовленности нарушения осанки и формы стопы были выявлены в среднем в 1,5 раза и 1,4 раза чаще, чем у лиц с эмметропической рефракцией.

6. Индекс массы тела у детей и подростков с миопической рефракцией, занимающихся спортом в рамках школьной программы существенно превышает данный показатель у лиц с эмметропической рефракцией ($p < 0,05$), при этом, наличие избыточной массы и ожирения отмечалось в 21,3% и 4,0% случаев и 14,7% и 0,7% случаев соответственно.

7. У детей и подростков, регулярно занимающихся спортом отмечено существенное увеличение показателей форсированной жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха за 1-ю секунду по сравнению с лицами, занимающимися спортом в рамках школьной программы вне зависимости от вида рефракции.

8. Динамика показателей функционального состояния зрительного анализатора, а также состояние опорно-двигательного аппарата и индекса массы тела у детей и подростков, позволяет рассматривать регулярные физические нагрузки как фактор профилактики развития и прогрессирования миопии, а детей и подростков, имеющих нарушения осанки и формы стопы, а также повышенный индекс массы тела - как группу риска развития миопии.

ПРАКТИЧЕСКИ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Регулярные физические нагрузки у детей и подростков могут быть рекомендованы в рамках для первичной и вторичной профилактики миопии.
2. У детей и подростков с миопической рефракцией регулярные физические нагрузки могут быть рекомендованы с целью стабилизации течения миопического процесса.
3. У детей и подростков с эмметрипической рефракцией, регулярные физические нагрузки могут быть рекомендованы с целью снижения риска развития близорукости в частности у лиц, имеющих:
 - наследственную предрасположенность к развитию миопии;
 - существенную зрительную нагрузку на близком расстоянии;
 - нарушения осанки;
 - нарушения формы стопы;
 - повышенный индекс массы тела.
4. Дети и подростки с нарушениями функционального состояния опорно-двигательного аппарата, в частности, в виде нарушения осанки и формы стопы, и повышенной массой тела могут быть отнесены в группу риска развития миопии.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГА	глазничная артерия
ВГД	внутриглазное давление
Дптр	диоптрии
ЗДЦА	задние длинные цилиарные артерии
ИМТ	индекс массы тела
ОВФ1	объем выдоха с максимальным усилием за первую секунду
ПЗО	переднезадний отрезок глаза
ПОС	пиковая объёмная скорость (максимальный поток, достигаемый в процессе выдоха)
ФЖЕЛ	разница объема воздуха между вдохом и выдохом, когда пациент выдыхает с максимальным усилием (форсирует)
ЦАС	центральная артерия сетчатки
$V_{\text{мак}}$	максимальная систолическая скорость кровотока
$V_{\text{мин}}$	конечная диастолическая скорость кровотока
$V_{\text{сред}}$	средняя скорость кровотока
PI	пульсационный индекс
RI	индекс резистентности

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

№ Название

- 1 Дизайн 2 этапа исследования
- 2 Показатели рефракции в группе «спортсмены» «миопы» в динамике.
- 3 Показатели рефракции в группе «школьники» «миопы» в динамике.
- 4 Показатели остроты зрения в различные периоды наблюдения по группам
- 5 Показатели рефракции в различные периоды наблюдения по группам
- 6 Исходные показатели рефракции в подгруппах «миопы».
- 7 Показатели рефракции в подгруппах «миопы» через 12 мес.
- 8 Динамика показателей рефракции по группам.
- 9 Степень миопии в подгруппах «миопы» в различные периоды наблюдения.
- 10 Показатели скорости кровотока в глазничной артерии в группе «школьники».
- 11 Показатели скорости кровотока в центральной артерии сетчатки в группе «школьники»
- 12 Показатели скорости кровотока в задних длинных цилиарных артериях в группе «школьники»
- 13 Показатели скорости кровотока в глазничной артерии в группе «спортсмены»
- 14 Показатели скорости кровотока в центральной артерии сетчатки в группе «спортсмены»
- 15 Показатели скорости кровотока в задних длинных цилиарных артериях в группе «спортсмены»
- 16 Показатели регионарной гемодинамики глаза в группе «спортсмены» и «школьники» в глазничной артерии.
- 17 Структура нарушений осанки по группам.
- 18 Структура плоскостопия по группам

- 19 Показатели индекса массы тела в группе «школьники» в зависимости от вида рефракции
- 20 Показатели индекса массы тела в группе «спортсмены» в зависимости от вида рефракции
- 21 Распределение пациентов в зависимости от массы тела в группе «школьники» «миопы».
- 22 Распределение пациентов в зависимости от массы тела в группе «школьники» «эмметропы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аветисов Э. С. Близорукость / Э. С. Аветисов. – М.: Медицина, 2002. – 288 с.
2. Апрельев А.Е. Возможности рефлексотерапевтического лечения пациентов с приобретенной миопией// Вестник офтальмологии. 2011. Т. 127. № 1. С. 50-51.
3. Апрельев А.Е., Кирилличев А.И. Обоснование применения восстановительных методик лечения больных с миопией с помощью клинико-статистического анализа// Вестник восстановительной медицины. 2009. № 2. С. 80-82.
4. Апрельев А.Е., Пашина Р.В., Караулова Е.С. Оценка распространенности миопии и качества жизни больных с миопией// Медицинский вестник Башкортостана. 2015;10(2):169-171.
5. Арутюнова О.В., Киселева Т.Н., Кошелева И.Н. Влияние физических упражнений на региональную гемодинамику глаза у здоровых// Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2007;2:31а-32
6. Бабилова А.С., Насыбуллина Г.М. The state of health of children, systematically engaged in sport // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2013. № 3-1 (91). С. 40-43.
7. Бабилова А.С., Насыбуллина Г.М., Олькова С.З. Спорт как фактор, формирующий здоровье и здоровый образ жизни// Уральский медицинский журнал. 2012. № 10. С. 85-88.
8. Бойчук И.М., Горбатюк Т.Л., Драгомирецкая Е.И. Оценка вероятности прогрессирования миопии по данным морфометрических и функциональных исследований у детей с

- приобретенной миопией// Офтальмологический журнал. 2012. № 5 (448). С. 35-38.
9. Вакуло И.А. Секреторная функция пищеварительных желез у спортсменов-подростков// диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Липецк, 200
10. Выдров А.С., Комаровских Е.Н. Общая и первичная заболеваемость миопией на территории Амурской области за последние 20 лет. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2011;42:80-84.
11. Горбунов Ю.Я. Развитие волевого потенциала спортсмена-подростка в учебно-тренировочном процессе// Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2011. № 1. С. 2-5.
12. Грачёва Н.П., Трусова В.П. Комплекс занятий физкультурой для женщин, имеющих близорукость средней степени. Педагогический опыт: теория, методика, практика. 2016. № 3 (8). С. 400-402
13. Гурылева М.Э., Галимзянова Г.З. Особенности образа жизни современных школьников с миопией: медико-социологическое исследование. Вопросы современной педиатрии. 2011;10(4): 5-9.
14. Дмитренко Л.М., Карантыш Г.В., Косенко Ю.В. Особенности стабильностных показателей у подростков-спортсменов 11-16 лет// Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2012. № 5. С. 95-98.
15. Ермолаев А.В., Ермолаев С.В., Тегза В.Ю., Алексеев В.Н. Использование физических упражнений малой интенсивности в комплексе мер по профилактике слабовидения при близорукости. Успехи современного естествознания. 2007;6:61.

- 16.Жаров В.В., Лялин А.Н., Егорова А.В. Адаптационная близорукость и методы ее оптико-рефлекторной терапии//Глаз. 2010. № 2. С. 34-36
- 17.Жумагулова Г.С. Применение препарата «Витрум форайз форте» в комплексной терапии миопии у спортсменов// Медицинский журнал Западного Казахстана. 2011. № 4 (32). С. 63-64.
- 18.Зотов Н.А. Состояние физического развития и гормональный статус мальчиков-подростков, занимающихся спортом// Практическая медицина. 2013. № 3 (71). С. 115-118.
- 19.Иванова Н.В., Кондратюк Г.И.Приобретенная миопия: интеграция факторов риска развития и прогрессирования// Таврический медико-биологический вестник. 2013. Т. 16. № 3-2. С. 171-176
- 20.Иомдина Е.Н., Тарутта Е.П. Современные тенденции фундаментальных исследований в патогенезе прогрессирующей миопии. Вестник Российской академии наук. 2014;(3-4):44-9.
- 21.Киселева Т.Н., Арутюнова О.В., Кошелева И.Н. Кровоток в сосудах глаза после физических нагрузок у здоровых лиц // Рефракционная хирургия и офтальмология.2006;6(3):57-60
- 22.Киселева Т.Н., Юрова О.В., Кошелева Влияние физических нагрузок на состояние глазного кровотока у здоровых лиц. И.Н. Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. 2006;17(2):24-27
- 23.Коновалова Н.С. Влияние спортивных упражнений на функциональное состояние зрительного анализатора у детей школьного возраста с различной рефракцией. Гигиена и Санитария. 1978;4:113-115

24. Коновалова Н.С. Влияние спортивных упражнений на функциональное состояние зрительного анализатора у школьников с различной рефракцией // Гигиена и санитария. 1978; (4): 113-5
25. Корнеева И.Т., Макарова С.Г., Поляков С.Д., Боровик Т.Э., Чумбадзе Т.Р. Особенности нутритивного статуса и водного баланса у детей-спортсменов по данным биоимпедансного анализа// Вопросы детской диетологии. 2013. Т. 11. № 4. С. 34-39.
26. Кузнецова Г.Е., Лялин А.Н., Жаров В.В. Теория адаптации и приобретенная миопия// Точка зрения. Восток – Запад. 2014. № 2. С. 67-69.
27. Кузьменко Г.А. Критерии развития интеллектуальных способностей спортсмена-подростка в условиях реализации компетентностного подхода// Наука и школа. 2012. № 1. С. 102-109.
28. Кузьменко Г.А. Структура проявления интеллектуальных способностей спортсмена-подростка в вариативных условиях деятельности// Наука и школа. 2010. № 3. С. 37-42.
29. Ливадо Е.Л. Характеристика метода медицинского физических упражнений близорукости у детей. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 1975;3:241-244.
30. Мальцев Д.Н., Демидов В.А. Влияние типа личности на кардиогемодинамическую устойчивость спортсменов-подростков в условиях напряженной информационной нагрузки// Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2010. № 3 (16). С. 60-69.
31. Нугуманова А.М., Хамитова Г.Х. Изучение способов коррекции зрения у спортсменов с

- миопической рефракцией// Казанский медицинский журнал. 2012. Т. 93. № 6. С. 992-993
- 32.Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И., Цветкова Е.М. Выраженная синусовая брадикардия у спортсменов-подростков: норма или патология?//Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2009. Т. 87. № 3. С. 35-38.
- 33.Панкова Н.Б., Богданова Е.В., Любина Б.Г. и др. Влияние двигательной нагрузки на возрастную динамику функционального созревания вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы подростков// Физиология человека. 2009. Т. 35. № 3. С. 64-73.
- 34.Пантелеева Н.И., Стрельникова С.В., Яцечко Т.В., Рощевская И.М. Амплитудно-временные характеристики электрического поля сердца у юных спортсменов-пловцов и нетренированных подростков в покое и после выполнения физической нагрузки в период реполяризации желудочков// Медицинский академический журнал. 2010. Т. 10. № 5. С. 216-217.
- 35.Перхуров А.М. Изучение взаимосвязей между показателями эхокардиографии и другими параметрами сердечно-сосудистой системы у спортсменов с синдромом соединительнотканной дисплазии сердца// Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. 2012. № 2. С. 69-72.
- 36.Петухов В.М., Медведев А.В. Школьная миопия: вопросы патогенеза, профилактики, лечения и коррекции// В сборнике: Ерошевские чтения Под. ред Г.П.Котельникова, Г.Н.Гридасова, В.М.Малова. 2012. С. 554-559.
- 37.Попереков В.С., Сергеева Ю.Г. Средства и методы развития координационных способностей у детей 9-0 лет с диагнозом миопия// В сборнике: Психолого-педагогические технологии

- физической культуры: интеграция науки и практики материалы VI Международной заочной научно-практической конференции. 2016. С. 63-66.
38. Романов В.Н., Пампура Н.А., Кириенкова В.М., Володина Ю.А. Влияние физических упражнений на самочувствие, активность и настроение с заболеванием миопия// В сборнике: Сборник научных статей и воспоминаний «Памяти В.А. Фукина посвящается» Москва, 2014. С. 69-73.
39. Сазонова Г.В., Федосеева В.С., Руднева С.Е. Близорукость и структура сочетанной с ней экстраокулярной патологии у детей школьного возраста// Медицинский вестник МВД. 2010. № 2 (45). С. 38-41.
40. Салмова А.И., Смирнова Н.В. Бильярдный спорт как средство саморегуляции и лечения близорукости// В сборнике: Физическое воспитание и студенческий спорт глазами студентов //Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2015. С. 464-465.
41. Слывко Е.Л. Миопия нарушение рефракции – это болезнь // Астраханский вестник экологического образования. 2014. № 2 (28). С. 160-165
42. Снытко С.В., Хейло Т.С. Миопия как проявление синдрома дисплазии соединительной ткани// X Съезд офтальмологов России 2015. С. 127а.
43. Стрельникова С.В., Пантелеева Н.И., Яцечко Т.В., Роцевская И.М., Роцевский М.П. Реакция кардиореспираторной системы юных спортсменов и нетренированных подростков г. Сыктывкара на субмаксимальную нагрузку// Экология человека. 2010. № 7. С. 25-29

44. Султанбаева К.И., Чертыков И.Н. Жизнестойкость как нравственное свойство подростка-спортсмена// Развитие человека в современном мире. 2014. № V-1 (V). С. 87-93.
45. Сухарева Л.М., Рапопорт И.К., Звездина И.В., Ямпольская Ю.А., Прусов П.К. Состояние здоровья и физическая активность современных подростков// Гигиена и санитария. 2002. № 3. С. 52-55.
46. Таракановский А.В., Иванов А.Н., Малиновская Т.А. Способ лечения больных с прогрессирующей миопией// патент на изобретение RUS 2266724 27.01.2004
47. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Ахмеджанова Е.В. Прогрессирующая миопия у детей: лечить или не лечить? // Вестник офтальмологии. 2005. Т. 121. № 2. С. 5-8.
48. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А., Орбачевский Л.С. Экспертная система «Миопия»: принципы разработки и возможности клинического применения// Российский офтальмологический журнал. 2011. Т. 4. № 2. С. 60-63.
49. Хацуков Б.Х. Запасы кислорода и кислорода визуального анализа коры головного мозга у детей с нормальным зрением и миопией. Патол Физиол Эксп Тер. 2002; (4): 22-4.
50. Чепита Д. Миопия: Заболеваемость, патогенез, тактика ведения пациентов, современные возможности лечения// Российский офтальмологический журнал. 2014. Т. 7. № 1. С. 96-101
51. Черепяхина М.А., Рыбакова Е.Г., Гуревич К.Г. Зависимость качества жизни пациентов с миопией от степени миопии и средства коррекции зрения// РМЖ. Клиническая офтальмология. 2012. Т. 13. № 2. С. 70-74.

52. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов// Федеральное агентство по образованию, ГОУ ВПО "Удмуртский гос. ун-т". Ижевск, 2009.
53. Шмаков Е.В. Влияние физической активности на показатели зрительного анализатора у юных спортсменов с миопией слабой степени. Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. 2014;3:82-89
54. Шмаков Е.В. Динамика показателей физической подготовленности у юных спортсменов с миопией слабой степени и спазмом аккомодации// Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. 2014. № 10 (100). С. 122-125.
55. Шмаков Е.В. Физическая реабилитация спортсменов с миопией слабой степени. Психология и психотехника. 2014;7:751-756.
56. Шмаков Е.В., Козырева О.В. Изучение образа жизни и тренировок юных спортсменов с миопией слабой степени // Перспективы науки. 2014. № 11 (62). С. 46-50.
57. Шмаков Е.В., Козырева О.В. К вопросу о физической активности юных спортсменов с миопией слабой степени// Вестник международных научных конференций. 2015. № 1 (5). С. 92-97.
58. Шмаков Е.В., Козырева О.В. Медико-социальные факторы, влияющие на формирование и развитие миопии среди детей и подростков, занимающихся спортом на регулярной основе// Приволжский научный вестник. 2014. № 11-1 (39). С. 109-111.
59. Щетинкина Л.А. Занятия физической культурой и спортом при близорукости в Тверском медицинском колледже// //В сборнике: Медицина и здравоохранение Материалы II Международной научной конференции. 2014. С. 8-11.

60. Aldahmesh M.A., Khan A.O., Alkuraya H. et al. Mutations in LRPAP1 are associated with severe myopia in humans. // *Am J Hum Genet.* 2013;93(2):313-20.
61. Athlete vision assessment
http://www.advancedvisiontherapycenter.com/services/sports_vision/sports_vision_assessment/
62. Avunduk AM, Yilmaz B, Sahin N, Kapicioglu Z, Dayanir V. The comparison of intraocular pressure reductions after isometric and isokinetic exercises in normal individuals. *Ophthalmologica.* 1999;213(5):290-294.
63. Barrett BT. A critical evaluation of the evidence supporting the practice of behavioural vision therapy. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2009;29(1):4-25.
64. Beckerman S, Hitzeman SA. Sports vision testing of selected athletic participants in the 1997 and 1998 AAU Junior Olympic Games. *Optometry.* 2003;74(8):502-16.
65. Carù B., Righetti G., Bossi M. et al. Limits of cardiac functional adaptation in "top level" resistance athletes]. *Ital Heart J Suppl.* 2001;2(2):150-4.
66. Cuellar-Partida G., Lu Y., Kho P.F. et al. Assessing the Genetic Predisposition of Education on Myopia: A Mendelian Randomization Study. *Genet Epidemiol.* 2016;40(1):66-72.
67. Czepita D., Mojsa A., Ustianowska M. et al. The effect of genetic factors on the occurrence of myopia. *Klin Oczna.* 2011;113(1-3):22-4.
68. Deere K., Williams C., Leary S., et al. Myopia and later physical activity in adolescence: a prospective study. // *Br J Sports Med.* 2009;43(7):542-544.

69. Ding B.Y., Shih Y.F., Lin L.L. et al. Myopia among Schoolchildren in East Asia and Singapore. *Surv Ophthalmol*. 2017 pii: S0039-6257(15)30063-1.
70. Dirani M., Tong L., Gazzard G., et al. Outdoor activity and myopia in Singapore teenage children. // *Br J Ophthalmol*. 2009;93(8):997-1000.
71. Dong Y.H., Liu H.B., Wang Z.H. et al. Prevalence of myopia and increase trend in children and adolescents aged 7-18 years in Han ethnic group in China, 2005-2014. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2017;38(5):583-587.
72. Ekelund U., Luan J., Sherar L.B. et al. International Children's Accelerometry Database (ICAD) Collaborators. Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *JAMA*. 2012;307(7):704-12.
73. Evaluating Athlete Vision <http://www.vectorvision.com/clinical-use-sports-vision/> Expression of hepatocyte growth factor and its receptor c-Met in lens-induced myopia in guinea pigs. *Chin Med J (Engl)*. 2013;126(23):4524-7.
74. French A.N., Ashby R.S., Morgan I.G., Rose K.A. Time outdoors and the prevention of myopia. *Exp Eye Res*. 2013;114:58-68.
75. Goldschmidt E., Jacobsen N. Genetic and environmental effects on myopia development and progression. *Eye (Lond)*. 2014;28(2):126-33.
76. Guggenheim J.A., Northstone K., McMahon G. et al. Time outdoors and physical activity as predictors of incident myopia in childhood: a prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2012;53(6):2856-2865.

77. Guggenheim J.A., Williams C. UK Biobank Eye and Vision Consortium Childhood febrile illness and the risk of myopia in UK Biobank participants. *Eye (Lond)*. 2016;30(4):608-14.
78. Guo L., Yang J., Mai J. et al. Prevalence and associated factors of myopia among primary and middle school-aged students: a school-based study in Guangzhou. *Eye (Lond)*. 2016;30(6):796-804.
79. Guo Y., Liu L.J., Xu L. et al. Outdoor activity and myopia among primary students in rural and urban regions of Beijing. *Ophthalmology*. 2013;120(2):277-83.
80. Hitzeman S.A., Beckerman S.A. What the literature says about sports vision. *Optom Clin*. 1993;3(1):145-69.
81. Hsu C.C., Huang N., Lin P.Y. et al. Prevalence and risk factors for myopia in second-grade primary school children in Taipei: A population-based study. *J Chin Med Assoc*. 2016;79(11):625-632.
82. Huang H.M., Chang D.S., Wu P.C. The Association between Near Work Activities and Myopia in Children-A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140419.
83. Jacobsen N., Jensen H., Goldschmidt E. Does the level of physical activity in university students influence development and progression of myopia?--a 2-year prospective cohort study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008;49(4):1322-1327.
84. Jago R., Sebire S.J., Wood L. et al. Associations between objectively assessed child and parental physical activity: a cross-sectional study of families with 5-6 year old children. *BMC Public Health*. 2014;14:655.
85. Jiang B., Huo Y., Gu Y. et al. The role of microRNAs in myopia. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017;255(1):7-13.

86. Jin J.X., Hua W.J., Jiang X. et al. Effect of outdoor activity on myopia onset and progression in school-aged children in northeast China: the Sujiatun Eye Care Study. *BMC Ophthalmol.* 2015;15:73.
87. Johnson K.L., Carney L.G., Mountford J.A. et al. Visual performance after overnight orthokeratology. *Cont Lens Anterior Eye.* 2007;30(1):29-36.
88. Jorge J., Braga A., Queirós A. Changes in Myopia Prevalence among First-Year University Students in 12 Years. *Optom Vis Sci.* 2016;93(10):1262-7.
89. Khader Y.S., Batayha W.Q., Abdul-Aziz S.M. et al. Prevalence and risk indicators of myopia among schoolchildren in Amman, Jordan. *East Mediterr Health J.* 2006;12(3-4):434-439.
90. Khor C.C., Miyake M., Chen L.J. et al. , Genome-wide association study identifies ZFHX1B as a susceptibility locus for severe myopia. *Hum Mol Genet.* 2013;22(25):5288-94.
91. Kinge B., Midelfart A., Jacobsen G. Et al. The influence of near-work on development of myopia among university students. A three-year longitudinal study among engineering students in Norway. *Acta Ophthalmol Scand.* 2000;78(1):26-9.
92. Kirscher D.W. Sports vision training procedures. *Optom Clin.* 1993;3(1):171-82.
93. Kiss B., Dallinger S., Polak K. Ocular hemodynamics during isometric exercise. *Microvasc Res.* 2001;61(1):1-13.
94. Kwon J.W, Choi J.A., La T.Y. Epidemiologic Survey Committee of the Korean Ophthalmological Society Serum 25-hydroxyvitamin D level is associated with myopia in the Korea national health and nutrition examination survey. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(46):e5012

95. Leary S.D., Ness A.R., Smith G.D. et al. Physical activity and blood pressure in childhood: findings from a population-based study. *Hypertension*. 2008;51(1):92-8.
96. Li X.J., Yang X.P., Wan G.M. et al. Effects of hepatocyte growth factor on MMP-2 expression in scleral fibroblasts from a guinea pig myopia model. *Int J Ophthalmol*. 2014;18;7(2):239-44.
97. Lin Z., Vasudevan B., Jhanji V. et al. Near work, outdoor activity, and their association with refractive error. *Optom Vis Sci*. 2014;91(4):376-82.
98. Liu Z., Qiu F., Li J. et al. Adenomatous Polyposis Coli Mutation Leads to Myopia Development in Mice. *PLoS One*. 2015;10(10):e0141144.
99. Lyu Y., Zhang H., Gong Y. et al. Prevalence of and factors associated with myopia in primary school students in the Chaoyang District of Beijing, China. *Jpn J Ophthalmol*. 2015;59(6):421-9.
100. Marques ., Minderico C., Martins S. et al. Cross-sectional and prospective associations between moderate to vigorous physical activity and sedentary time with adiposity in children. *Int J Obes (Lond)*. 2016;40(1):28-33.
101. Matamoros E., Ingrand P., Pelen F. et al. Prevalence of Myopia in France: A Cross-Sectional Analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(45):e1976.
102. Mehdizadeh M., Nowroozzadeh M.H. Outdoor activity and myopia. *Ophthalmology*. 2009;116(6):1229-30; author reply 1230.
103. Melcher M.H., Lund D.R. Sports vision and the high school student athlete. *J Am Optom Assoc*. 1992;63(7):466-74
104. Meng W., Butterworth J., Malecaze F. Axial length of myopia: a review of current research. *Ophthalmologica*. 2011;225(3):127-34.

105. Metlapally R., Wildsoet C.F. Scleral Mechanisms Underlying Ocular Growth and Myopia. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2015;134:241-8.
106. Misigoj-Duraković M., Heimer S. Characteristics of the morphological and functional status of kayakers and canoeists. *J Sports Med Phys Fitness.* 1992;32(1):45-50.
107. Morgan I.G., Ohno-Matsui K., Saw S.M. Myopia. *Lancet.* 2012;379(9827):1739-48.
108. Muhamedagić L., Alajbegović-Halimić J., Muhamedagić B. et al. Relation between physical activity and myopia progression in student population. *Med Glas (Zenica).* 2013;10(2):385-390.
109. Muhamedagic L., Muhamedagic B., Halilovic E.A. et al. Relation between near work and myopia progression in student population. *Mater Sociomed.* 2014;26(2):100-3.
110. Norton T.T., Siegwart J.T. Jr. Light levels, refractive development, and myopia--a speculative review. *Exp Eye Res.* 2013;114:48-57.
111. Oleszczyńska-Prost E. Orthokeratology in myopic children. *Klin Oczna.* 2013;115(1):40-3. Polish.
112. Öner V., Bulut A., Oruç Y. et al. Influence of indoor and outdoor activities on progression of myopia during puberty. *Int Ophthalmol.* 2016;36(1):121-5.
113. Pan C.W., Dirani M., Cheng C.Y. Wong TY, Saw SM. The age-specific prevalence of myopia in Asia: a meta-analysis. *Optom Vis Sci.* 2015;92(3):258-66.
114. Pan C.W., Ramamurthy D., Saw S.M. Worldwide prevalence and risk factors for myopia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2012;32(1):3-16.
115. Pärssinen O., Kauppinen M., Viljanen A. The progression of myopia from its onset at age 8-12 to adulthood and the influence of

- heredity and external factors on myopic progression. A 23-year follow-up study. *Acta Ophthalmol.* 2014;92(8):730-9.
116. Plainis S., Charman W.N. Problems in comparisons of data for the prevalence of myopia and the frequency distribution of ametropia. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2015 Jul;35(4):394-404.
117. Proshliakov V.D., Sautkin M.F., Chogovadze A.V. et al. Interrelationship between the indices of physical development, physical work capacity and the degree of myopia]. *Gig Sanit.* 1980 Oct;(10):61-3.
118. Ramessur R., Williams K.M., Hammond C.J. Risk factors for myopia in a discordant monozygotic twin study *Ophthalmic Physiol Opt.* 2015;35(6):643-51.
119. Rawstron J.A., Burley C.D., Elder M.J. A systematic review of the applicability and efficacy of eye exercises. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2005;42(2):82-88.
120. Read S.A., Collins M.J. The short-term influence of exercise on axial length and intraocular pressure. *Eye (Lond).* 2011;25(6):767-74.
121. Recko M., Stahl E.D. Childhood myopia: epidemiology, risk factors, and prevention. *Mo Med.* 2015;112(2):116-21.
122. Riva C.E., Titze P., Hero M. et al. Choroidal blood flow during isometric exercises. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1997;38(11):2338-43.
123. Rong S.S., Chen L.J., Pang C.P. Myopia Genetics-The Asia-Pacific Perspective. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila).* 2016 ;5(4):236-44.
124. Rose K.A., Morgan I.G., Ip J. et al. Outdoor activity reduces the prevalence of myopia in children. *Ophthalmology.* 2008;115(8):1279-85.
125. Russo A., Semeraro F., Romano M.R. et al. Myopia onset and progression: can it be prevented? // *Int Ophthalmol.* 2014;34(3):693-705.

126. Sargent R.G., Blair S.N., Magun J.C. et al. Physical fitness and intraocular pressure. *Am J Optom Physiol Opt.* 1981;58(6):460-466.
127. Saxena R., Vashist P., Tandon R. et al. Prevalence of myopia and its risk factors in urban school children in Delhi: the North India Myopia Study (NIM Study). *PLoS One.* 2015;10(2):e0117349.
128. Sports Vision Evaluation and Training <http://www.ridgefieldfamilyeyecare.com/our-services/sports-vision-evaluation-and-training/>
129. Stine C.D., Arterburn M.R., Stern N.S. Vision and sports: a review of the literature. *J Am Optom Assoc.* 1982 Aug;53(8):627-33
130. Suhr Thykjaer A., Lundberg K., Grauslund J. Physical activity in relation to development and progression of myopia - a systematic review. *Acta Ophthalmol.* 2016 Dec 14.
131. Tkatchenko A.V., Luo X., Tkatchenko T.V. et al. Young TLLarge-Scale microRNA Expression Profiling Identifies Putative Retinal miRNA-mRNA Signaling Pathways Underlying Form-Deprivation Myopia in Mice. *PLoS One.* 2016;11(9):e0162541
132. Tserediani IO.[Current status on the pathogenesis of progressive myopia]. *Georgian Med News.* 2015;(239):31-5
133. Wang L., Du M., Yi H. et al. Prevalence of and Factors Associated with Myopia in Inner Mongolia Medical Students in China, a cross-sectional study. *BMC Ophthalmol.* 2017;17(1):52.
134. Wen G., Tarczy-Hornoch K., McKean-Cowdin R. et al. Multi-Ethnic Pediatric Eye Disease Study Group. Prevalence of myopia, hyperopia, and astigmatism in non-Hispanic white and Asian children: multi-ethnic pediatric eye disease study. *Ophthalmology.* 2013;120(10):2109-16.

135. Wenbo L., Congxia B., Hui L. Genetic and environmental-genetic interaction rules for the myopia based on a family exposed to risk from a myopic environment. *Gene*. 2017;30;626:305-308.
136. Williams K.M., Bertelsen G., Cumberland P. et al. Increasing Prevalence of Myopia in Europe and the Impact of Education. *Ophthalmology*. 2015;122(7):1489-97.
137. Wood J.M., Abernethy B. An assessment of the efficacy of sports vision training programs. *Optom Vis Sci*. 1997;74(8):646-59.
138. Wu L.J., You Q.S., Duan J.L. et al. Prevalence and associated factors of myopia in high-school students in Beijing. *PLoS One*. 2015; 24;10(3):e0120764.
139. Wu P.C., Huang H.M., Yu H.J. et al. Epidemiology of Myopia. *Asia Pac J Ophthalmol (Phila)*. 2016;5(6):386-393.
140. Wylęgała A. The Effects of Physical Exercises on Ocular Physiology: A Review. *J Glaucoma*. 2016;25(10):e843-e849.
141. Xu S.J., Wan Y.H., Xu Z.H. et al. Association between time spent on physical exercise, sleep, homework and suspected myopia among students. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2016;37(2):183-186.
142. You Q.S., Wu L.J., Duan J.L. et al. Prevalence of myopia in school children in greater Beijing: the Beijing Childhood Eye Study. *Acta Ophthalmol*. 2014;92(5):e398-406.
143. Zhang J.Y., Wang Q., Lin S.S. et al. Analysis of myopia and axial length changes and relevant factors of children aged 7 to 14 years in Wenzhou. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2016;52(7):514-9.
144. Zhang M., Congdon N., Li L. et al. Myopia, spectacle wear, and risk of bicycle accidents among rural Chinese secondary school students: the Xichang Pediatric Refractive Error Study report no. 7. *Arch Ophthalmol*. 2009;127(6):776-83.

145. Zhou J., Ma Y., Ma J. et al. Prevalence of myopia and influencing factors among primary and middle school students in 6 provinces of China *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*. 2016;37(1):29-34.