

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»

Н.М. Медвецкая

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
СПОРТСМЕНОВ**

Монография

*Витебск
ВГУ имени П.М. Машерова
2024*

УДК 796.01:612

ББК 75.09

М42

Печатается по решению научно-методического совета учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова». Протокол № 7 от 26.04.2023.

Одобрено научно-техническим советом ВГУ имени П.М. Машерова. Протокол № 8 от 20.11.2023.

Автор: доцент кафедры теории и методики физической культуры и спортивной медицины ВГУ имени П.М. Машерова, кандидат медицинских наук, доцент **Н.М. Медвецкая**

Р е ц е н з е н т ы :

профессор кафедры теории и методики физической культуры и спортивной медицины ВГУ имени П.М. Машерова, доктор медицинских наук,
профессор *Э.С. Питкевич*;
заведующий кафедрой физического воспитания и спорта УО «ВГАВМ»,
кандидат педагогических наук, доцент *Ю.М. Кабанов*

Медвецкая, Н.М.

М42 Исследование функционального состояния спортсменов : монография / Н.М. Медвецкая. – Витебск : ВГУ имени П.М. Машерова, 2024. – 44 с.

ISBN 978-985-30-0101-3.

Монография посвящена изучению функционального состояния организма спортсменов.

Для оценки функционального состояния организма предложены и применены методики электрокардиографии, эхокардиографии. Проведена сравнительная характеристика точности диагностики и возможности прикладного применения для динамического контроля за уровнем функциональной готовности организма спортсменов.

Представлены закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы спортсменов в норме и при патологии.

Предназначена для специалистов в области спортивной медицины, тренеров, преподавателей физической культуры, спортсменов.

УДК 796.01:612

ББК 75.09

ISBN 978-985-30-0101-3

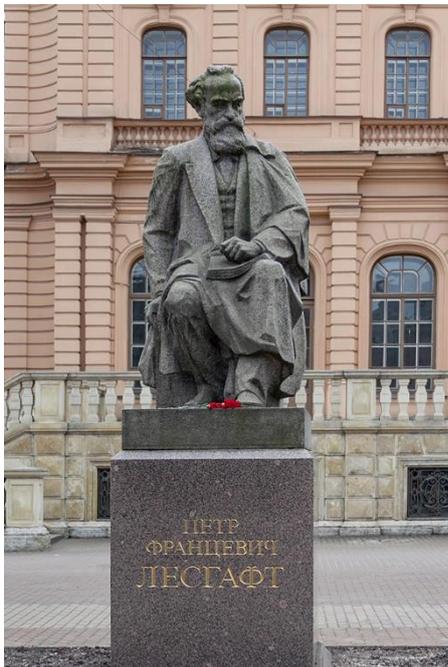
© Медвецкая Н.М., 2024

© ВГУ имени П.М. Машерова, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| С благодарностью к наставникам | 4 |
| Введение | 5 |
| Глава 1. Физиологические закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы школьников, развивающих выносливость плаванием | 9 |
| Глава 2. Научно-медицинский контроль за здоровьем спортсменов, обучающихся в университете | 25 |
| Глава 3. Состояние сердечно-сосудистой системы спортсменов с малыми аномалиями развития сердца | 29 |
| Заключение | 37 |
| Список использованных источников | 39 |

С БЛАГОДАРНОСТЬЮ К НАСТАВНИКАМ



Особую роль в обосновании идей физической культуры, в том числе и медицинских их аспектов, сыграл П.Т. Лесгафт (1837–1901), которого по праву можно считать основоположником научно-практического обоснования этой области знаний в нашей стране.

1942–1994 – Государственный ордена Ленина и ордена Красного Знамени институт физической культуры (ГДОИФК) имени П.Ф. Лесгафта – ордена Ленина и ордена Красного Знамени институт физической культуры имени П.Ф. Лесгафта.

2008 – настоящее время – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург».

Мощная научная школа сформировалась в Ленинграде (А.Г. Дембо, В.К. Добровольский, Р.Д. Дибнер, В.Е. Рыжкова, Л.А. Бутченко, А.Н. Рогозкин, Н.Н. Королев, Фаногорская, Э.Э. Земцовский, В.Н. Бункин, В.П. Правосудов, А.С. Солодков), перу ее представителей принадлежит множество фундаментальных книг, статей и пособий по проблемам здоровья спортсменов, физического перенапряжения, состояния основных функциональных систем, электрокардиографии и др.

Заложенные ими основы физиологии спорта получили дальнейшее развитие в нашей стране и за рубежом и способствовали утверждению отечественного приоритета этой дисциплины в системе мировой физиологической науки.

В 1933 г. в Центральном научно-исследовательском институте физкультуры открылась лаборатория врачебного контроля, которую вскоре возглавил С.П. Летунов. Именно ему в дальнейшем было суждено сыграть решающую роль в создании ведущей отечественной школы спортивной медицины, завоевавшей мировое признание. В работах С.П. Летунова и его сотрудников приоритетным стало изучение влияния спортивной деятельности на организм человека, в частности, адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам, диагностики функционального состояния и тренированности, особенности функционирования сердца у ветеранов спорта и ряда других вопросов. Предложенные ими основы комплексного врачебного обследования спортсменов, как и комбинированная функциональная проба Летунова, на долгое время вошли в практику спорта.

К началу 40-х годов XX в. уже функционировала широкая сеть кабинетов врачебного контроля в добровольных спортивных обществах при спортивных сооружениях (стадионы, бассейны), в учебных заведениях, работали отделы и лаборатории врачебного контроля в НИИ физкультуры Москвы, Ленинграда, Харькова, Тбилиси, Минска, научные лаборатории и кафедры в ряде учебных институтов. Широко публиковались результаты научных исследований.

ВВЕДЕНИЕ

Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей и подростков представляет одно из важнейших направлений в медицине, поскольку его критерии являются базовыми в плане определения и прогнозирования соматического здоровья, физического статуса, а также возможных ограничений тех или иных видов двигательной активности. Особенно важным является определение морфо-функционального состояния сердечно-сосудистой системы у детей и подростков, занимающихся спортом.

Функциональное состояние (ФС) организма и его трактовка в современной науке неоднозначны. В этой связи поиск простых и информативных методов контроля за функциональным состоянием одним из важнейших и перспективных направлений научных исследований.

Профессор Е.П. Ильин неоднократно указывал на интегрирующую функцию состояний в формировании функциональных систем и характеризовал функциональное состояние как реакцию функциональных систем организма на воздействия внешней и внутренней среды, с целью получения полезного результата.

По мнению советского физиолога П.К. Анохина, центральное звено любой системы есть результат ее функционирования – ее системообразующий фактор или, как называет его Е.П. Ильин, полезный результат. Этим системообразующим фактором у П.К. Анохина выступает адаптация. То есть можно заключить, что ФС организма есть переменная, указывающая на уровень функционирования систем организма в текущий временной интервал, а также характеризующая гомеостатические особенности и процесс его адаптации [1].

В своем исследовании В.Д. Кряжев и соавт. описывают ФС как каскад физиолого-биохимических процессов, которые протекают в организме и считают, что оно крайне разнообразно [2]. В интересующем нас контексте оценка уровня функционального состояния имеет значение для спорта, так как обуславливает физическую и психическую работоспособность спортсмена.

Отмечается также, что с ростом спортивного мастерства растет и значение, которое имеет динамический контроль за ФС организма. Следовательно, ведущими задачами для медико-биологического обеспечения процесса физической подготовки должны стать разработка и применение современных с высоким уровнем объективности и информативности, методов контроля за уровнем функционального состояния организма [3; 4].

Спортивная деятельность, направленная на достижение высоких результатов, требует индивидуального подхода не только к организации тренировочного процесса, режима труда и отдыха спортсменов, но и оценки состояния их здоровья и своевременной профилактики нарушений организма.

Несмотря на то, что спортом занимаются, как правило, люди молодого возраста, а высококвалифицированных спортсменов считают наиболее здоровой частью общества, нельзя исключить возникновение у них различных патологий, причиной которых являются большие физические нагрузки во время проведения тренировочных занятий и соревнований [46; 47].

Кроме того у спортсменов, проходящих обучение в учреждениях образования, присутствует ежедневное высокое постоянное эмоциональное напряжение во время занятий и экзаменационных сессий. Подготовка к занятиям и теоретическое изучение учебного материала по специальным учебным программам курса требует значительного времени, часто в ущерб полноценному отдыху и при спортивной деятельности могут наблюдаться различные нарушения и патологические изменения в функционировании организма.

Это объясняется тем, что большие физические нагрузки, которым подвергается спортсмен, сопровождаются функциональными, структурными, морфологическими и другими изменениями во внутренних органах, опорно-двигательном аппарате и организме в целом. К функциональному состоянию сердечно-сосудистой системы спортсменов предъявляются высокие требования. Адаптационные изменения при занятиях профессиональным спортом обозначают в медицинской литературе термином «спортивное сердце».

Высокое функциональное состояние физиологического «спортивного сердца» следует расценивать как проявление долговременной адаптационной реакции, обеспечивающей осуществление ранее недоступной по своей интенсивности физической работы [5].

Как известно, в процессе регулярной спортивной тренировки развиваются функциональные приспособительные изменения в работе сердечно-сосудистой системы, которые подкрепляются морфологической перестройкой («структурный след», по определению Ф.З. Меерсона) аппарата кровообращения и некоторых внутренних органов. Эти адаптационные механизмы обеспечивают системе кровообращения *высокую работоспособность*. И в то же время приблизительно у 40% атлетов из-за несоответствия интенсивности физических и эмоциональных нагрузок возможностям организма изменения из разряда адаптационных переходят в ранг патологических, что отражает развитие самостоятельного заболевания «стрессорной кардиомиопатии».

Уровень спортивных достижений представляет исключительно высокие требования к организму занимающихся спортом, а именно к сердечно-сосудистой системе. На процессы адаптации сердца к физическим нагрузкам влияют различные проявления синдрома дисплазии соединительной ткани сердца, представленные малыми аномалиями развития сердца.

Малые аномалии развития сердца (МАРС): гемодинамически мало-значимые анатомические изменения сердца и магистральных сосудов [19].

До настоящего времени отношение к МАРС остается неоднозначным: от полного неприятия как «инструментальной болезни» до состояния, несущего в себе потенциальную угрозу здоровью и жизни больного. Например, известно, что пролапс митрального клапана (ПМК) никак не сказывается на здоровье, но в 2–4% случаев встречаются осложнения: нарушения сердечного ритма, тромбоэмболии, инфекционный эндокардит, жизнеугрожающие аритмии, внезапная смерть.

Нарушение ритма сердца встречается и при аномально расположенных хордах (АРХ) (кроме того АРХ рассматривается как одна из причин нарушений внутрисердечной гемодинамики, в частности диастолической дисфункции левого желудочка (ЛЖ), т.к. аномально расположенные хорды могут «стягивать» стенки левого желудочка и препятствовать диастолической релаксации [5].

По данным авторов, АРХ, аневризма межпредсердной перегородки (МПП), открытое овальное окно (ООО) могут служить источником микротромбов, а измененные гистологические характеристики стенки аорты у пациентов с двустворчатым аортальным клапаном могут являться причиной ее дилатации и расслоения.

В каждом конкретном случае структурная аномалия должна быть оценена в прогностическом плане [6; 7]. Так согласно международной классификации болезней (МКБ) двустворчатый аортальный клапан рассматривается как *врожденный порок сердца, очевидно, именно прогностическое значение* дало основание к такому заключению. Доказана его роль в раннем развитии кальциноза и склеро-дегенеративного стеноза аорты [8; 9].

В настоящее время, благодаря широкому распространению эхокардиографического исследования, изучены и описаны наиболее часто встречающиеся МАРС. Рабочая классификация представлена С.Ф. Гнусаевым и Ю.М. Белозёровым (1997). Описана распространенность МАРС, причины развития и осложнения. Остаются без определенного ответа вопросы, какие из МАРС считать вариантами нормы, какие следует рассматривать как отклонение от нормы, какие относить к патологии, требующей активного хирургического вмешательства [9; 10].

Основанием к углублению представлений о МАРС явилась концепция оценки уровня здоровья – концепция континуума переходных состояний здоровья [10]. Понятие нормы и здоровья не являются синонимами. Под нормой следует понимать некую количественную характеристику морфологии или функции организма, или отдельных его органов и систем, рассчитанную на основе статистических подходов с определением средних значений и диапазона допустимых колебаний [11; 22].

Особенно остро проблема оценки здоровья и нормы встает перед кардиологом, работающим в области спортивной медицины.

Изучение показателей адаптации сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов с МАРС внесет свою лепту в решение вопросов

по проблеме оценки структурно-функциональных особенностей формирования спортивного сердца у детей и подростков с дисплазией соединительной ткани сердца на этапах возрастной периодизации. Поможет определиться с нормативными значениями, а также небольшими отклонениями и патологическими проявлениями спортивного сердца [12]. Это касается как количественной характеристики того или иного конкретного эхокардиографического показателя, так и особенностей изменений миокардиальных структур в зависимости от вида спортивной деятельности [12].

По данным исследований [13; 14] наличие различных проявлений синдрома дисплазии соединительной ткани сердца (ПМК, АРХ) может оказывать отрицательное влияние на процессы адаптации аппарата кровообращения к физическим нагрузкам, преимущественно направленных на развитие силы, выражающаяся в минимальных показателях индекса массы миокарда левого желудочка (ИММЛЖ). Отечественные и зарубежные исследователи указывают на снижение физической работоспособности у спортсменов с ПМК [22].

Некоторые МАРС (ПМК и АРХ) рассматриваются авторами (Е.А. Дегтярева с соавт., 2010) как неинфекционные факторы, ускоряющие патологическое ремоделирование «спортивного сердца».

Необходимо изучение редко встречающихся малых сердечных аномалий и их влияние на процессы адаптации сердца спортсменов к физическим нагрузкам, для создания диапазона допустимых колебаний морфометрических показателей структур сердца, количественных и качественных изменений электрокардиограммы (ЭКГ), для решения вопроса допуска к занятиям спортом и систематическую оценку их функционального состояния [15; 16].

Таким образом, актуальность изучения состояние сердечно-сосудистой системы и малых аномалий развития сердца у юных спортсменов не вызывает сомнений. Это послужило основанием для проведения исследования на базе УЗ «Витебского областного диспансера спортивной медицины».

ГЛАВА 1

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИЦ, РАЗВИВАЮЩИХ ВЫНОСЛИВОСТЬ ПЛАВАНИЕМ

Физиология адаптационных процессов тесно сопряжена с рядом спортивно-педагогических дисциплин.

Спортивное плавание представляет собой специфический вид деятельности, развивающий выносливость, связанный с необходимостью выполнения мышечной работы большого объема и интенсивности в горизонтальном положении и относительной невесомости.

Известно, что при исследовании количественных и качественных особенностей адаптационных сдвигов следует проводить изучение функциональных систем в их взаимодействии с учетом последовательности включения различных приспособительных реакций, их взаимосвязи, интенсивности и стабилизации. Такие методические подходы должны лежать, а в основе исследований по изучению влияния мышечных нагрузок на развитие различных физических качеств человека.

В последние годы возникли некоторые трудности планирования многолетней спортивной тренировки юных спортсменов, вследствие разрыва между паспортным возрастом и биологической зрелостью подростков. Поэтому при разработке стратегий спортивной подготовки и нормировании нагрузок на отдельных ее этапах необходимо основываться на знании возрастных физиологических закономерностей развития функциональных систем и организма в целом [15; 17].

Обращает внимание тот факт, что в научной литературе мало систематизированных данных об особенностях деятельности системы кровообращения у девочек школьного возраста, тренирующихся на выносливость.

Мы не обнаружили работ по изучению их сердечно-сосудистой системы, которые проводились бы с одновременным исследованием центральной гемодинамики, сократительной способности миокарда различными современными методиками, в том числе и с помощью эхокардиографии.

Нет также данных о взаимосвязи основных параметров и показателей гемодинамики у школьниц, занимающихся плаванием, разным уровнем их тренированности и различной степенью биологической зрелости. Изложенное выше и послужило основанием для проведения собственных исследований.

В соответствии с целью работы, заключающейся в оценке физиологических закономерностей адаптации сердечно-сосудистой системы школьниц, развивающих выносливость плаванием, сформулированы следующие задачи исследования:

1. Выявить направленность формирования особенностей адаптационной перестройки сердечно-сосудистой системы у девочек в процессе многолетних занятий плаванием.

2. Определить уровни регуляции функций сердечно-сосудистой системы у тренированных и нетренированных школьниц в состоянии покоя и после дозированной физической нагрузки субмаксимальной мощности с учетом их полового созревания.

3. Изучить и экспериментально обосновать значимость наиболее информативных критериев оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы у занимающихся плаванием.

4. Установить характер изменений показателей сердечно-сосудистой системы в зависимости от типа регуляции кровообращения у школьниц, развивающих выносливость.

Научная новизна результатов. Впервые прослежена динамика адаптивных изменений биоэлектрической активности, сократительной способности миокарда, центральной гемодинамики и производительности сердца у школьниц 10–16 лет, развивающих выносливость и находящихся на разных уровнях полового созревания в зависимости от принадлежности к различным типам гемодинамики.

Характер и направленность компенсаторно-приспособительных изменений правых и левых отделов сердца изучались комплексно методами *электрокардиографии, поликардиографии, правожелудочковой кардиографии и эхокардиографии*, что позволило выработать наиболее информативные критерии выявления процессов увеличения массы сердечной мышцы (гипертрофии) и расширения полостей сердца (дилатации).

Сдвиги показателей электрической активности, фазовой структуры систолы и диастолы левых и правых отделов сердца, морфометрии его структур в ответ на дозированную физическую нагрузку рассматривались в соответствии с типом адаптации и степенью выраженности этих изменений. Конкретизированы абсолютные и относительные величины общей физической работоспособности тренированных и нетренированных школьниц в зависимости от уровня их полового созревания.

Практическая значимость работы заключается в определении научно-обоснованных адаптивных изменений биоэлектрической активности левого и правого отделов миокарда, сократительной способности и производительности сердца тренированных девочек в зависимости от степени их полового созревания. При изучении показателей центральной гемодинамики в покое и при физической нагрузке установлено, что типы кровообращения оказывают существенное влияние на формирование и пути адаптационной перестройки сердца, что необходимо учитывать при обосновании характера тренировочных нагрузок на выносливость.

Результаты анализа и обобщения экспериментальных данных указывают на существование определенных особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы школьниц 10–16 лет, развивающих выносливость тренировками плаванием, что способствует расширению и углублению представления о закономерностях и путях адаптационной пере-

стройки сердечно-сосудистой системы при специфическом виде мышечной деятельности [16–18].

Теоретическое значение результатов работы состоит в выявлении и оценке адаптивных изменений электрической деятельности, сократительной способности, центральной гемодинамики и производительности сердца у тренированных девочек.

Установлена зависимость показателей центральной гемодинамики в покое и при физических нагрузках. Полученные данные свидетельствуют о наличии у исследуемых гипокинетического, эукинетического и гиперкинетического типов в покое и гиперкинетического типа при физической нагрузке. Наиболее экономичными, характеризующимися низким сердечным индексом, относительно малыми величинами систолического артериального давления, ударного и минутного объемов крови при высокой производительности сердца, являются гипокинетический и эукинетический типы кровообращения [19–21].

Материалы исследований используются при медико-биологическом контроле за учебно-тренировочными занятиями плаванием в специализированных общеобразовательных школах Витебска и городов области.

Участники исследования: 2 группы школьниц 10–16 лет в количестве 80 человек: девочки, развивающие выносливость плавательными нагрузками и занимающиеся физической культурой по программе школьного обучения (контрольная группа).

Для решения поставленных задач применялись следующие существующие методы исследования:

- теоретический анализ и обобщение данных литературы;
- изучение и обобщение опыта практики (анализ медицинской документации, опрос занимающихся);
- медико-биологические методы: антропометрия, определение уровней физического развития и степени полового созревания;
- методы исследования функционального состояния сердечно-сосудистой системы: тонометрия, электрокардиография, поликардиография, правожелудочковая кардиография, эхокардиография, велоэргометрия;
- методы математической статистики.

Известно, что в физиологическом отношении адаптация к мышечной деятельности представляет собой системный ответ организма, направленный на достижение высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это, а анализ данных физиологических механизмов в динамике развертывания и реализации и должен явиться основой для исследований адаптационных процессов. Период полового созревания является поворотным, критическим периодом в онтогенезе человеческого развития [19].

Теоретической основой исследований явилось представление о том, что приспособительные реакции организма выражаются изменением ряда

его функций. Следовательно, не может быть какого-то одного показателя, отражающего адаптационные сдвиги организма, а для этого пригоден лишь комплекс показателей, характеризующих деятельность различных органов и систем.

В то же время системный подход не исключает, а предполагает необходимость выделения *ведущих доминантных связей* при оценке физиологических констант в виде интегральных показателей.

Результаты электрокардиографических исследований существенно расширяют возможности диагностики физиологии сердечной деятельности. Изучение изменений интервалов и величины зубцов ЭКГ тренированных и нетренированных школьников проводилось в зависимости от направления электрической оси сердца.

В частности, применение крайних правых ЭКГ – отведений позволило дополнить информацию о правых отделах сердца, что представляет особую значимость в связи с возможными их изменениями при *занятиях плаванием*.

Нами получены средние данные величины амплитуды зубцов ЭКГ в зависимости от направления электрической оси сердца девочек, находящихся на *различных уровнях полового созревания*. Выявлены достоверные различия *между этапами исследований*, особенно выраженные в крайних группах тренированных и нетренированных школьников *с начальными признаками со стадиями завершения полового созревания*.

Известно, что амплитудные изменения ЭКГ имеют первостепенное значение и для выявления компенсаторного механизма адаптации – увеличения или гипертрофии сердца. Мы использовали схему, учитывающую информативные признаки и ЭКГ – критерии гипертрофии миокарда желудочков у спортсменов.

Как следует из результатов наших исследований, частота выявления информативных признаков гипертрофии миокарда желудочков зависит от ее локализации и уровня полового созревания школьников. Так, по данным ЭКГ, гипертрофия желудочков чаще встречается у девочек с начальными и выраженными признаками полового созревания. В этих случаях чаще наблюдается гипертрофия правого желудочка или гипертрофия обоих желудочков с преобладанием правого, что является отражением несовершенного механизма адаптационной перестройки сердца. Распределение случаев различной локализации гипертрофии от их общего числа представлено на рисунке 1. Здесь приведены и результаты аналогичного распределения случаев различной локализации гипертрофии миокарда по данным эхокардиографических исследований.

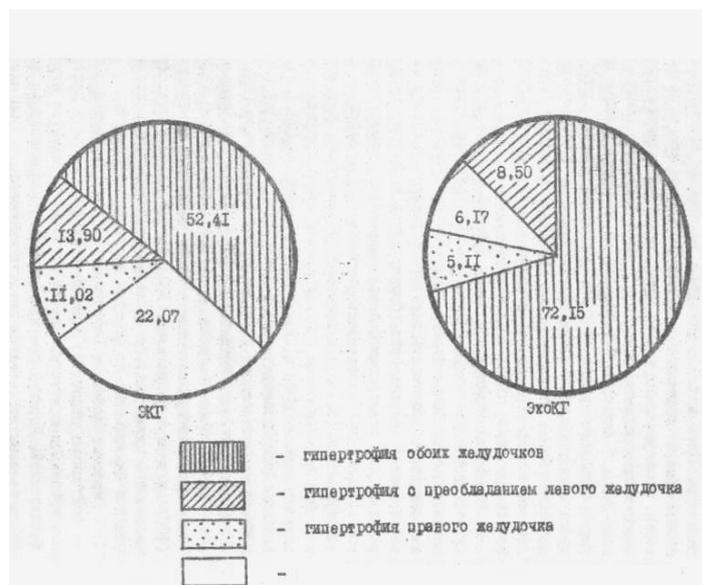


Рисунок 1 – Распределение случаев (%) гипертрофии миокарда у школьниц, развивающих выносливость в зависимости от ее локализации по данным ЭКГ и ЭхоКГ

Поликардиография (синхронная запись электрокардиограммы, фонокардиограммы и сфигмограммы) была проведена с определением фактических и расчетных показателей фазового анализа сердечных сокращений у тренированных и нетренированных школьниц. Полученные данные о продолжительности механической систолы и диастолы, а также отдельных фаз сердечного цикла проанализированы в сопоставлении с частотой сердцебиений, возрастом, уровнем полового созревания девочек и степенью тренированности на выносливость.

Исследованиями установлено, что метод поликардиографии позволяет в некоторой степени количественно анализировать *фазы сердечного цикла* вследствие наличия на *сфигмограмме сонной артерии* определенных опознавательных точек, в частности, по каротидной кривой можно получить представление об особенностях изгнания крови из левого желудочка.

Нам не удалось найти статистически достоверных различий в средней длительности анакроты и диакроты между девочками, регулярно занимающимися и не занимающимися спортом, хотя наблюдалось достоверное увеличение с возрастом длительности анакроты и фазы изгнания сонной артерии.

Изменения формы *сфигмограмм* в какой-то мере характеризуют качественное состояние сократительной способности миокарда девочек. Более полную качественную и количественную информацию об этом можно получить способом изучения *фазового анализа сердечной деятельности*. Определялись временные характеристики фазы асинхронного сокращения (ФАС), изометрического сокращения (ФИС), периодов напряжения (ПН)

и изгнания (ПИ), электрической (Х) и механической (МС) систолы, а также общей систолы желудочка (ОС).

Рассчитывались следующие показатели: механическая и электрическая диастолы (ВД и ЭД), разница между электрической и механической систолой (РЭМС) в процентном отношении по коэффициенту Блюмбергера (КБ), внутрисистолический показатель (ВСП) индекс напряжения миокарда (ИНМ). Время изгнания минутного объема крови определяли как произведение частоты сердечных сокращений (ЧСС) на период напряжения (ПН). Анализ фазовой структуры сердечного цикла девочек проведен на каждом этапе исследований в зависимости от степени полового созревания.

Обращает внимание наличие некоторых трудностей в анализе полученных данных по средним величинам, даже в параллельном сравнении с должными из-за большого количества изучаемых показателей. Поэтому для динамического наблюдения за изменениями фазовых компонентов сердечного сокращения мы использовали выделения фазовых синдромов.

Детальное изучение длительности как всей систолы левого желудочка у нетренированных школьниц, так и составляющих ее отдельных фаз не выявило существенных различий с должными величинами. Показатели ИНМ также не имели существенных различий с должными входящими в диапазон нормальных колебаний. Таким образом, существенных различий между показателями, полученными нами у нетренированных школьниц и нормативными данными при определении продолжительности механической систолы и ее отдельных фаз и других зависимых показателей сердца, не выявлено.

В то же время установлена определенная закономерность при анализе данных, полученных в сравнительной динамике различий фактических показателей и их должных величин у юных спортсменок. Как известно, методом поликардиографии оценивается фазовая структура сердечного цикла «по совокупности биоэлектрических, акустических и гемодинамических тестов, при недостаточно полном учете состояния самого миокарда» (Н.И. Аринчин, Ф.Я. Сенько, 1970). Установлено также, что «длительность» механической систолы является одной из констант кровообращения и ее продолжительность определяется инотропными влияниями. Инотропные агенты, меняя скорость укорочения сократительных элементов, изменяют время их активности. Иначе говоря, этот показатель *отражает истинную сократимость миокарда*.

Следовательно, механическая систола, отражающая длительность активного состояния сократительных элементов миокарда тесно связана с инотропным состоянием сердечной мышцы и может быть использована как информативный показатель в оценке адаптивных изменений функционального состояния миокарда. Инотропное состояние миокарда можно оценить и по частоте сердечных сокращений, так как хронотропное действие физической нагрузки устанавливает определенный уровень ино-

тропного состояния миокарда. В то же время функциональное состояние сократительных элементов под неадекватным влиянием инотропных агентов может не соответствовать их нормальному уровню.

Анализ сдвигов показателей продолжительности МС был однозначен: все величины выходили за пределы диапазона нормальных колебаний при значительном размахе средних. В то же время при более детальном исследовании выявлены некоторые закономерности адаптивных изменений фазовой структуры систолы юных спортсменов.

Так, при отсутствии у них существенной разницы в продолжительности механической систолы наблюдается статистически достоверное увеличение абсолютной длительности периода напряжения (ПН) при одновременном увеличении ВСП, что точно отражает какую часть МС выполняет полезную работу по изгнанию крови.

Итак, можно говорить об относительном укорочении ПИ крови, что соответствует отмеченному выше достоверно ($P < 0,05$) удлинению ФИС у юных спортсменок с начальными признаками и в стадии завершения полового созревания. *Такие соотношения фаз сердечного цикла, отражающие сниженную эффективность сердечного сокращения в условиях высокого тонуса блуждающего нерва, свидетельствуют о возникновении синдрома функциональной гиподинамии.*

Была проанализирована динамика показателя (отличие фактических величин механической систолы от ее должных показателей) у исследуемых. Выявлено достоверное увеличение у школьниц, находящихся в *стадии завершения полового созревания, развивающих выносливость, что свидетельствует о повышении инотропной функции миокарда.*

Количественная оценка фазовой структуры *механической деятельности правых отделов сердца произведена кардиографией.* Использование кардиографии правого желудочка для проведения фазового анализа позволяет довольно полно рассчитывать фазы систолы правого желудочка, а также проводить исследование диастолы [19; 20].

В то время как *сократительная* способность миокарда при систематической мышечной деятельности изучена сравнительно широко, *функции расслабления сердца* до настоящего времени еще не уделяется полного внимания, хотя установлено, что во время диастолы сердца происходит ряд процессов, определяющих последующее развитие систолы [21; 22].

Нами были проанализированы результаты, полученные при изучении фазовых сдвигов у школьниц, развивающих выносливость, по сравнению с нетренированными в состоянии покоя и после дозированной физической нагрузки. Изучались те же показатели, что при фазовом анализе систолы левого желудочка и специфические показатели, характерные для правожелудочковой кардиографии в сравнении с должными для данной частоты сердечных сокращений.

Из рассмотренных показателей фазовой структуры систолы и диастолы левого желудочка существенные различия между тренированными и нетренированными школьницами установлены по средним значениям. Характерно, что ФИС правого желудочка была длительнее ФИС левого желудочка в среднем на 0,01 сек. во всех группах тренированных и нетренированных школьниц, а ПИ оказался короче на 0,01 сек., это наблюдалось в старших возрастных группах.

Известно, что кардиография правого желудочка позволяет косвенно судить об уровне систолического и диастолического давления в легочной артерии. Для этого используется бескровный метод Беретика, основанный на существовании тесной корреляции между длительностью фазы изометрического расслабления (ФИР) правого желудочка и уровнем систолического давления в легочной артерии (СДЛА).

Большинство среднегрупповых значений у тренированных, так же как и у нетренированных школьниц находилось на верхней границе нормы при значительном размахе индивидуальных значений (от 20 мм рт.ст. до 55 мм рт.ст.), Наибольшие величины СДЛА получены у девочек в стадии завершения полового созревания, то есть в старшей возрастной группе.

Характерно, что в группе девочек, развивающих выносливость, независимо от степени их полового созревания наблюдается тенденция незначительного удлинения ФИР от первого к последнему этапу исследований при существенных различиях у них между группами с начальными признаками полового созревания.

Динамика данных показателей правого желудочка у девочек, развивающих выносливость, отличалась наличием достоверных различий между этапами исследований, особенно существенных при завершении полового созревания.

Электрокардиографические показатели отражают электрическую активность сердца и такие функции сердечной мышцы, как автоматизм, возбудимость и проводимость. При оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей и подростков широко используется метод электрокардиографии (ЭКГ).

Современные представления о функционировании сердечно-сосудистой системы во многом основываются на изучении электрической деятельности сердца. В настоящее время, несмотря на значительное количество имеющихся работ, вопрос о возможностях выявления гипертрофии миокарда и дилатации полостей сердца по ЭКГ-критериям остается не полностью ясным, что вызвало необходимость проведения исследований методикой электрокардиографии. Предложено множество электрокардиографических критериев гипертрофии миокарда отделов сердца. Для выявления гипертрофии миокарда в конечном счете используют одни и те же показатели, но в различном их сочетании.

В результате исследований частота выявления информативных признаков гипертрофии миокарда желудочков зависит от ее локализации. Так, нами получены данные наибольшего процента выявления *гипертрофии миокарда обоих желудочков с преобладанием левожелудочковой (34%)*. Распределение локализации ЭКГ – определяемой гипертрофии от общего числа случаев получено следующим образом. *Гипертрофия обоих желудочков составила наибольший процент – 52%*.

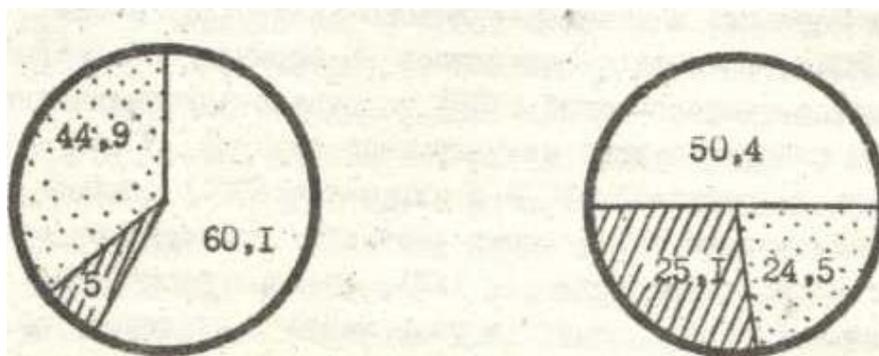
Существенную роль в изучении адаптационных процессов сыграли исследования, проведенные с помощью метода эхокардиографии на аппарате «Узкар-3», позволяющие дать количественную оценку размеров сердца и оценить характер адаптации сердца к гиперфункции. Изменения эхокардиографических показателей осуществлялись по общепринятой методике Feigenbaum (1975) с определением конечно-диастолического (ВДР) и конечно-систолического (КСР) размеров полости левого желудочка, толщины его задней стенки в систолу (ТЗС_с) и диастолу (ТЭС_д), а также диаметров левого предсердия (ДЛП), аорты (ДА) и правого желудочка (ПЖ).

На основании полученных фактических данных рассчитывали некоторые константы, характеризующие развитие гипертрофии миокарда и дилатации левого желудочка: масса миокарда (ММЛЖ), которая определялась по формуле *Тейхотц* (1976), конечно-систолический (КСО) и конечно-диастолический (КДО) объемы полости левого желудочка по формуле (1972), величины ударного (УОК) и минутного (МОК) объемов крови. Сократительная способность миокарда исследуемых оценивалась по показателям изгнания (ФИ), фракции укорочения левого желудочка (S%), скорости укорочения циркулярных волокон миокарда. Величина мощности, развиваемая миокардом, и систолическая работа левого желудочка рассчитывались по формулам. Полученные результаты исследований оценивались в сравнении с их должными величинами *для данного возраста и площади поверхности тела*.

С целью максимальной индивидуализации этих наиболее информативных показателей гемодинамики рассчитывали сердечный индекс (СИ), представляющий собой отношение МОК к единице поверхности тела и являющийся основным критерием разделения исследуемых на типы кровообращения. При разделении на группы в зависимости от типа кровообращения (ТК) нами был использован подход, в соответствии с которым по величине СИ формировались три однородные группы соответственно типам кровообращения.

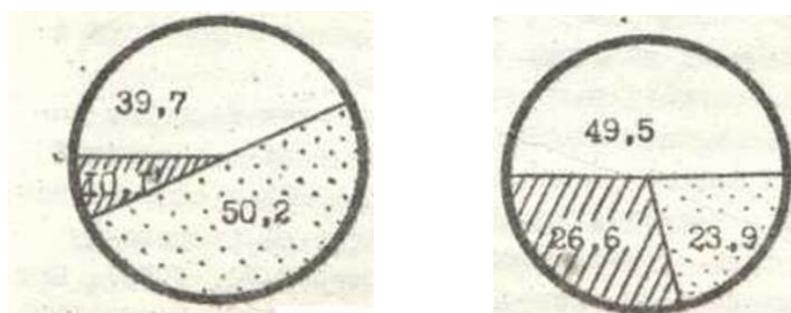
В каждой из них определялись средние величины СИ и других гемодинамических показателей. К группе с эукинетическим типом (ЭТК) были отнесены исследуемые со средней величиной СИ 3,1 л/мин/м². Распределение типов кровообращения у тренированных и нетренированных школьников в зависимости от уровня полового созревания отражено на рисунке 2.

Начальные признаки полового созревания



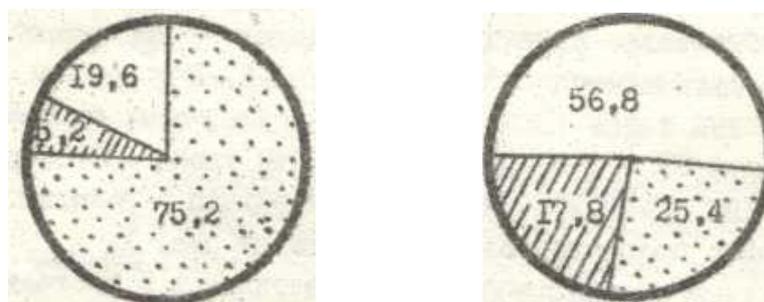
юные спортсменки нетренированные школьницы

Выраженные признаки полового созревания



юные спортсменки нетренированные школьницы

Завершение полового созревания



юные спортсменки нетренированные школьницы

Условные обозначения типов кровообращения

*Гипокинетический тип
Эукинетический тип
Гиперкинетический тип*

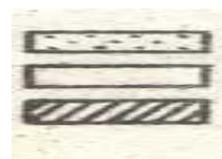


Рисунок 2 – Распределение типов кровообращения у школьниц, развивающих выносливость и нетренированных школьниц в зависимости от уровня полового созревания

Изменения центральной гемодинамики изучались в состоянии покоя и после 5-минутной дозированной физической нагрузки на велоэргометре, мощностью в 50% от предварительно полученных индивидуальных данных [51; 54].

Материал подвергали статистической обработке с использованием корреляционного анализа.

Существенный интерес для изучения адаптационных изменений в структурах сердца представляют расчетные показатели эхокардиографии. В частности, определение объемов левого желудочка (КДО и КСО) и массы его миокарда (ММЛЖ) является важной задачей для диагностики процессов дилатации и гипертрофии «спортивного сердца» (Н.Д. Граевская, Г.Е. Калугина, Г.А. Гончарова, 2015). У девочек, развивающих выносливость, во всех возрастных группах отмечается достоверное повышение величин вышеуказанных показателей. При изучении по группам отмечено преобладание процессов гипертрофии в первые годы занятий на выносливость. Полученные данные совпадают с результатами других исследований.

При этом важно обратить внимание, что как в наших, так и в других эхо КГ-исследованиях, масса миокарда и размеры левого желудочка (ММЛЖ) у значительной части спортсменов не выходили за пределы допустимых колебаний среднестатистических показателей, рассчитанных для нетренированных лиц.

По нашим данным, между группой нетренированных и спортсменками со средним уровнем тренированности, не было выявлено достоверных различий ни в величине КДО, ни в величине ММЛЖ.

В этой связи можно полагать, что среднестатистические показатели объемов камер и массы миокарда имеют весьма ограниченное значение в оценке индивидуальных данных о состоянии адаптации сердца к физическим нагрузкам. Поэтому нам представляется важным использовать для оценки состояния адаптации сердца к нагрузкам показатель соотношения величин КДО и ММЛЖ (Э.В. Земцовский, 2015).

Нами получены достоверные различия ($P < 0,05$) по показателю КДО/ММЛЖ в группе девочек с начальными признаками и в стадии завершения полового созревания при отсутствии таковых у исследуемых на различных этапах ($P < 0,05$) в зависимости от их типа кровообращения [26–29].

Как следует из результатов исследований, в процессе адаптации к спортивным нагрузкам преимущественно аэробной направленности у школьниц, независимо от возраста, увеличиваются конечный диастолический и в меньшей мере конечный систолический объем левого желудочка. В результате этого по мере увеличения спортивного стажа и уровня общей тренированности, а также, что не менее существенно, и степени полового созревания девочек, у них достоверно снижается фракция изгнания (ФИ) –

отношение ударного выброса крови к диастолическому объему левого желудочка, которая, как известно, является весьма чувствительным показателем насосной функции сердца. Такие изменения наблюдаются в данной группе школьниц при значительном по сравнению с их сверстницами, не занимающимися спортом [30].

Ударный объем крови изменяется разнонаправленно у разных лиц. Это обуславливается преимущественной мобилизацией различных компонентов регуляции сердечного выброса (длительность периода изгнания, сократительная способность миокарда, принадлежности к типу кровообращения). О существенных различиях кровообращения при наличии того или иного его типа свидетельствуют и полученные нами данные о существенной связи между УОК и ЧСС. Известно, что увеличение УОК вызывает реципроктное (взаимное) угнетение автоматизма синусового узла и приводит к уменьшению ЧСС. Этот механизм, работающий по принципу обратной связи, обеспечивает поддержание МОК на устойчивом уровне. Анализ УОК и ЧСС позволял установить, что связь между этими показателями проявляется при различных типах кровообращения не в одинаковой степени. Тесная обратная корреляция между УОК и ЧСС имеет место при ЭТК и ГрТК ($P < 0,05$) у школьниц, развивающих выносливость при ГТК достоверной связи между этими показателями не выявлено.

Следовательно, в состоянии покоя у девочек, развивающих выносливость, с ГТК инотропный механизм практически не участвует в обеспечении сердечного выброса, что хорошо согласуется с представлением об экономизации функций системы кровообращения. С другой стороны, тесная связь между УОК и ЧСС при ЭТК и ГрТК дает основание рассматривать исследуемых с этими типами кровообращения как недостаточно готовых к выполнению работы на выносливость.

Результаты исследования Эхо-показателей сократительной способности миокарда существенно дополняют вышеописанные механизмы адаптационной перестройки сердца.

Нами установлено, что спортсменки с наличием ЭКГ- и ЭХО-определяемой гипертрофией миокарда имели и лучшие показатели сократительной способности миокарда. Мощность, развиваемая миокардом, и систолическая работа левого желудочка были также выше в данной группе.

Таким образом, изучение текущих адаптационных реакций системы кровообращения в ответ на физические нагрузки является хорошим дополнением при *долговременном исследовании сердечно-сосудистой системы.*

В результате многочисленных исследований стало очевидным, что обязательное наличие гипертрофии миокарда, как показателя высокого уровня функционального состояния сердца спортсменов требует пересмотра. Подход к оценке гипертрофии должен быть изменен.

С появлением ЭхоКГ-метода исследования оказалось, что в ряде случаев определяемая по ЭКГ гипертрофия миокарда не подтверждается

при ЭхоКГ-исследовании. С другой стороны, бесспорная гипертрофия по ЭхоКГ может не выявиться на ЭКГ. Поэтому, хотя определение гипертрофии миокарда этим методом более точно, чем ЭКГ-исследование, для оценки гипертрофии миокарда все же практически широко пользуются уже апробированным ЭКГ-методом.

Существенную роль в изучении адаптационных процессов, возникающих в сердце в ответ на спортивные тренировки, сыграли исследования, проведенные с помощью метода эхокардиографии, позволившего дать количественную оценку размеров сердца и определить пути адаптации сердца к гиперфункции, под которыми мы понимаем процессы развития адаптации. Определяли размеры полостей различных камер сердца, толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка.

Основной метод диагностики ПМК – двухмерная эхокардиография (ЭхоКГ). Чувствительность данного исследования составляет до 90%, специфичность 90–100%.

Использовались М- и В- режимы всех торакальных доступов (рисунки 3–5).

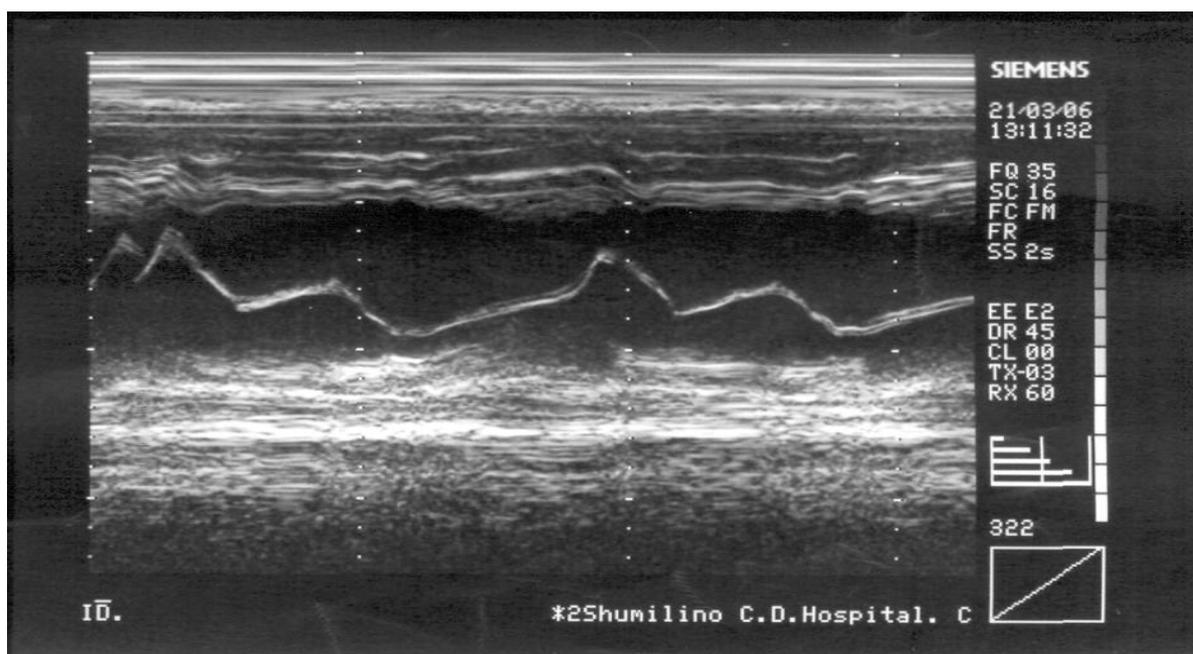


Рисунок 3 – Эхокардиография в «М»-режиме (норма)

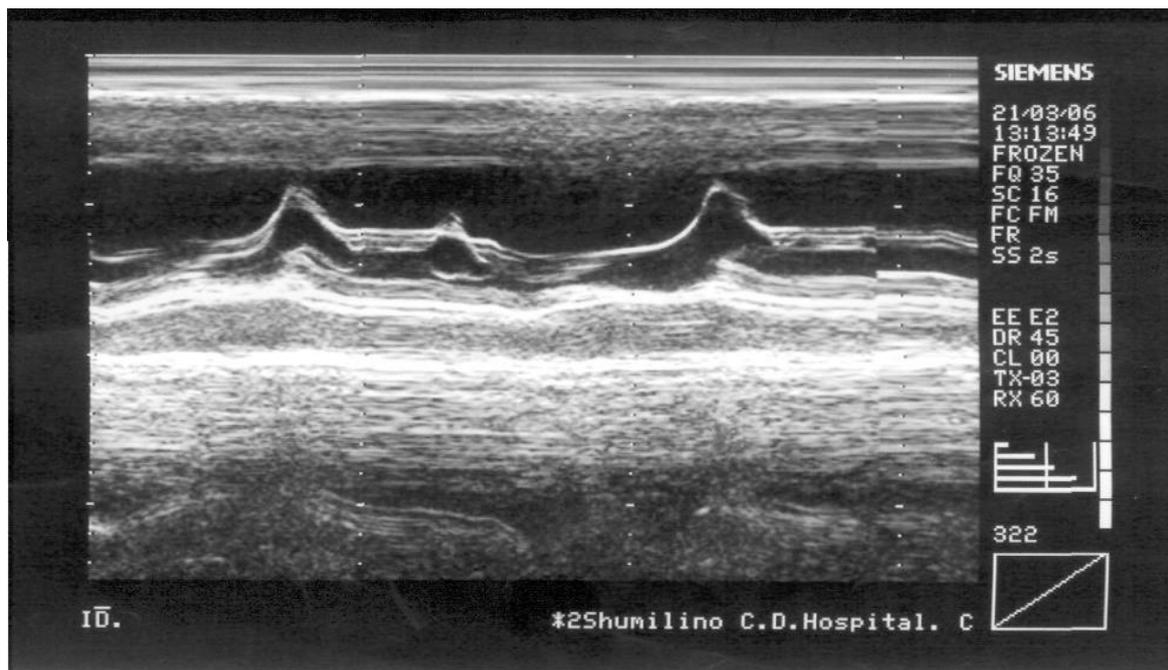


Рисунок 4 – Эхокардиография в «М»-режиме (ПМК – 1–2 степени)

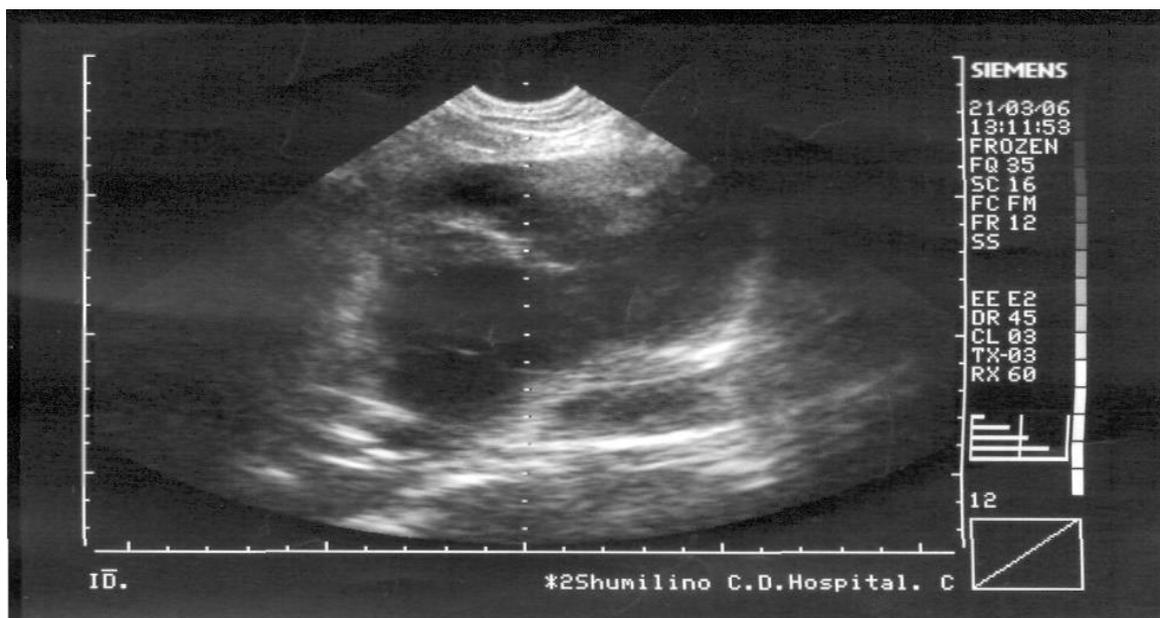


Рисунок 5 – Эхокардиография в «В»-режиме (ПМК – 1–2 степени)

Ударный объем крови и минутный объем кровообращения определяли с помощью эхокардиографии по общепринятой методике Feigenbaum с определением конечно-диастолического и конечно-систолического размеров полости левого желудочка, толщины его задней стенки в систолу и диастолу, а также диаметров левого предсердия, аорты и правого желудочка.

На основании полученных фактических данных рассчитывали *некоторые константы*, характеризующие развитие гипертрофии миокарда и дилатации левого желудочка. Сократительная способность миокарда исследуемых оценивалась по показателям изгнания, фракции укорочения левого желудочка, скорости укорочения циркулярных волокон миокарда. Величина мощности, развиваемая миокардом, и систолическая работа левого желудочка рассчитывались по формулам.

Полученные результаты исследования оценивались в сравнении с должными величинами для данного возраста и площади поверхности тела. Существенный интерес для изучения адаптационных изменений в структурах сердца представляют расчетные показатели эхокардиографии. В частности, определение объемов левого желудочка и массы его миокарда является важной задачей для диагностики процессов дилатации и гипертрофии.

Обращает внимание, что как в этом, так и в других многочисленных эхо-исследованиях масса миокарда и размеры левого желудочка у значительной части спортсменов не выходили за пределы допустимых колебаний среднестатистических показателей, рассчитанных для нетренированных лиц, и, что особенно важно, между группой нетренированных лиц и спортсменками со средним уровнем тренированности не было выявлено достоверных различий ($P > 0,05$) ни в величине КДО, ни в величине ММЛЖ, в то время как у высоко тренированных спортсменов представленные показатели были достоверно выше.

Подход к оценке гипертрофии должен быть изменен [21–23].

Необходимо сразу же указать, что речь идет только о той гипертрофии миокарда, которая может быть выявлена современными клиническими методами исследования, в частности, электрокардиографическим.

Наиболее интересным и перспективным методом исследования, с этой точки зрения, является эхокардиография [24; 25; 32]. Данный метод внес полную ясность в этот вопрос и окончательно подтвердил правильность представлений о гипертрофии миокарда у спортсменов.

В результате исследований выявлено, что

- достижение достаточных высоких спортивных результатов возможно и без развития выраженной гипертрофии миокарда;
- среднестатистические показатели объемов камер и массы миокарда имеют весьма ограниченное значение в оценке индивидуальных данных о состоянии адаптации сердца к физическим нагрузкам;
- частота выявления информативных признаков гипертрофии миокарда желудочков зависит от ее локализации. Так, нами получены данные наибольшего процента выявления гипертрофии миокарда обоих желудочков с преобладанием левожелудочковой (34%);
- распределение локализации ЭКГ – определяемой гипертрофии от общего числа случаев получено следующим образом. Гипертрофия обоих желудочков составила наибольший процент – 52%.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 1

1. Под влиянием многолетнего развития выносливости у школьников формируется истинная гипертрофия миокарда, проявляющаяся в умеренном увеличении толщины задней стенки левого желудочка и дилатации полостей сердца. В первые годы занятий наиболее выражены процессы гипертрофии миокарда, по мере увеличения спортивного стажа и степени полового созревания девочек наблюдается преобладание дилатации.

2. Амплитудные параметры электрической деятельности сердца зависят от объема его полостей, а не от наличия гипертрофии стенок миокарда.

3. У девочек, развивающих выносливость, в покое по сравнению с нетренированными школьницами на фоне закономерного уменьшения частоты сердечных сокращений происходит увеличение продолжительности периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения механической и общей систолы, а также удлинение диастолы и укорочение периода изгнания крови. При этом уменьшается внутрисистолический показатель изгнания и увеличивается индекс напряжения миокарда, *что свидетельствует об экономичности сердечной деятельности.*

4. В процессе адаптации к тренировочным нагрузкам плаванием, у школьников увеличиваются конечный диастолический и в меньшей степени конечный систолический объемы левого желудочка.

5. Этот факт говорит о том, что у спортсменок ударный объем крови увеличивается за счет расширения полости левого желудочка при его расслаблении во время диастолы и относительно меньшей скорости сокращения миокарда во время систолы, что является *следствием работы органов кровообращения в горизонтальном положении.*

6. Показатели центральной гемодинамики в покое и при физической нагрузке находятся в зависимости от величины сердечного индекса. Полученные данные свидетельствуют о наличии у исследуемых гипокинетического типа при физической нагрузке.

7. Наиболее экономичным, характеризующимся низким сердечным индексом, относительно малыми величинами систолического артериального давления, ударного и минутного объемов крови при высокой производительности сердца, является гипокинетический тип кровообращения. Такие показатели чаще отмечались у школьниц, развивающих выносливость и находящихся *в стадии завершения полового созревания.*

8. Изучение закономерностей системы кровообращения девочек к физическим нагрузкам показало, что в стадии завершения их полового созревания наблюдался наиболее благоприятный тип адаптации при бивентрикулярной гиперфункции, преимущественно левого желудочка сердца, работающего в режиме гипокинетического типа гемодинамики.

Долговременная адаптация сердечно-сосудистой системы у школьниц, занимающихся плаванием, развивается по рациональному пути в начальный период и в стадии завершения их полового созревания.

ГЛАВА 2

НАУЧНО-МЕДИЦИНСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ЗДОРОВЬЕМ СПОРТСМЕНОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ В УНИВЕРСИТЕТЕ

Цель данной работы – исследовать и научно обосновать адаптационную перестройку структур сердца студентов при систематической мышечной деятельности [53].

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

- выявить направленность формирования адаптационной перестройки сердечно-сосудистой системы спортсменов;
- оценить и дать заключение о состоянии здоровья и функциональном состоянии студентов, систематически занимающихся физическими нагрузками при занятиях спортивной деятельностью.

Проведены ежегодные исследования студентов факультета физической культуры и спорта на базе Витебского областного диспансера спортивной медицины с использованием современных и достаточно информативных методик электрокардиографии и эхокардиографии [55; 56].

Спортивная специализация – легкая атлетика (студенты с высокой квалификацией – 15 человек). Студенты занимались специальными физическими нагрузками по учебным программам на факультете и повышали спортивное мастерство после обучения в университете в спортивных залах и на стадионе. Их средний возраст составляет 19–20 лет, стаж занятий в спортивных секциях – 10 лет. При этом важно обратить внимание, что как в этом, так и в других многочисленных эхо-исследованиях масса миокарда и размеры левого желудочка у значительной части спортсменов не выходили за пределы допустимых колебаний среднестатистических показателей, рассчитанных для нетренированных лиц, и, что особенно важно, между группой нетренированных лиц и спортсменками со средним уровнем тренированности не было выявлено достоверных различий ($P > 0,05$) ни в величине КДО, ни в величине ММЛЖ, в то время как у высокотренированных спортсменов эти показатели были достоверно выше.

В покое ЭКГ регистрировали в положении лежа в 12 отведениях: трех стандартных (I, II и III), трех усиленных однополюсных отведений от конечностей и шести однополюсных грудных. Этот комплекс отведений дает наиболее полную информацию об электрической активности сердца [31].

По общепринятой методике определяли размеры полостей различных камер сердца, толщину межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка [33].

На основании полученных данных исследований методикой эхокардиографии рассчитали групповые величины показателей морфометрии и центральной гемодинамики у мужчин и женщин [34; 35].

Результаты исследований подтверждают, что у спортсменов имеется небольшое симметричное утолщение стенки левого желудочка в сочетании

с увеличенными конечно-диастолическими размерами и конечно-диастолическими объемами (КДО) и, в меньшей степени, конечно-систолическими объемами (КСО) у мужчин и у женщин. Конечно-диастолический объем (КДО) как мера дилатации «спортивного» сердца, колеблется у спортсменов в широких пределах. Он изменяется в пределах 95 мл у женщин и 140 мл у мужчин в зависимости от степени тренированности, в то время как у нетренированных мужчин – в пределах 80–110 мл. Характерно, что некоторой критической величины (160 мл), превышение которой свидетельствует о наличии выраженной дилатации желудочка, не наблюдалось.

Известно, что систолическая и диастолическая функции «спортивного сердца» улучшаются по мере прогрессирования гипертрофии левого желудочка и увеличения объема его полости, но до определенного предела. Когда эти величины доходят до выраженной степени, появляются изменения в сократительной функции [40–43].

Как подтвердили полученные данные электрокардиографии, в состоянии покоя почти у всех спортсменов определялся правильный синусовый ритм (в 80%), в ряде случаев (15%) – синусовая аритмия, обусловленная актом дыхания. Отмечено наличие миграции источника ритма в 5% случаев. Длительность предсердно-желудочковой проводимости (интервал P – Q) – время от начала возбуждения предсердий до начала возбуждения желудочков – находилась в пределах нормальных границ, установленных для здоровых людей, и при нарастании уровня тренированности имеет место тенденция к удлинению интервала, не превышающему верхней границы нормы. Эта тенденция проявляется, как правило, наряду с замедлением ритма сердечных сокращений [44; 45].

На основании полученных данных исследований методикой эхокардиографии рассчитали групповые величины показателей морфометрии и центральной гемодинамики у мужчин и женщин [5].

Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели центральной гемодинамики (ЦГД) у студентов

| Группы | Показатели | | | | | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|-------|
| | КДО, мл | КСО, мл | УО, мл | ФВ, % | МО, л/мин | ФУ, % | СИ, л/мин/м ² | P |
| Мужчины (n=20) | 125,15 (±18,34) | 42,7 (±6,77) | 81,95 (±6,92) | 69,20 (±6,01) | 6,20 (±1,24) | 37,75 (±3,92) | 3,64 (±0,49) | <0,05 |

| | | | | | | | | |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|
| Женщины (n=20) | 95,70 (±8,07) | 32,45 (±7,08) | 66,80 (±7,18) | 70,60 (±3,55) | 3,89 (±1,01) | 40,85 (±3,25) | 2,91 (±0,43) | <0,05 |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------|

Изучались показатели ЦГД: ударный объем крови – УО (мл); минутный объем кровообращения – МОК (мл/мин); сердечный индекс – СИ (л/мин/м²); фракция изгнания – ФИ (отношение ударного объема крови к диастолическому объему левого желудочка) и средняя скорость укорочения волокон миокарда – (ФУ) в процентах (показатели насосной функции сердца) [47; 49; 50].

Известно, что систолическая и диастолическая функции «спортивного сердца» улучшаются по мере прогрессирования гипертрофии левого желудочка и увеличения объема его полости, но до определенного предела. Когда эти величины доходят до выраженной степени, появляются изменения в сократительной функции.

Проведен анализ относительных показателей величины массы миокарда и размеров полости левого желудочка, который наглядно отражает преобладание процессов гипертрофии миокарда (ММЛЖ) над расширением полостей сердца (КДО) (таблица 2).

Таблица 2 – Соотношения величины массы миокарда и объемов левого желудочка

| Группы | Показатели | | | |
|-------------------|--------------------|-----------------------|-----------------|-------|
| | ММЛЖ, г | ИМ, г/см ² | КДО/ММЛЖ, мл/г | P |
| Мужчины (n=20) | 151,40 (±10,84) | 89,21 (±6,98) | 0,98 (±0,04) | <0,05 |
| Женщины (n=20) | 127,15 (±7,04) | 77,92 (±4,52) | 0,86 (±0,02) | <0,05 |

Анализ показателей центральной гемодинамики методикой эхокардиографии у студентов, систематически выполняющих физические нагрузки во время обучения в университете и повышающих свое спортивное мастерство, способствует выявлению у них как индивидуальных критериев адаптации, так и групповых закономерностей. Сущность морфологических изменений сердца, связанных с воздействием спорта, сводилась в большей степени к умеренной гипертрофии и расширению полостей сердца.

Таким образом, многолетняя спортивная тренировка влияет на функциональное состояние спортсмена, в частности на *сердечно-сосудистую систему, вызывая при этом адаптацию к ней (формирование физиологически «спортивного сердца»)*, что и было представлено в наших исследованиях.

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 2

1. У здоровых подростков развитие сердечно-сосудистой системы и становление гемодинамики происходит неравномерно. Максимальные темпы увеличения линейных параметров, центральной гемодинамики, увеличение длины и массы тела у юношей приходятся на период от 14 до 15 лет, далее происходит снижение темпов роста. У девушек в период от 14 до 16 лет происходит незначительное увеличение, а в период от 17 до 18 лет стабилизация морфологических и функциональных параметров сердечно-сосудистой системы.

2. Возрастная эволюция показателей центральной гемодинамики юношей 18 лет характеризуется нарастанием уровня ударного, минутного объемов и снижением общего периферического и удельного периферического сопротивления сосудов. У девушек также наблюдается тенденция к росту вышеуказанных параметров, в 17–18 лет указанные параметры не изменяются.

3. Структурное и функциональное развитие сердечно-сосудистой системы у подростков 18 лет находится в тесной взаимосвязи с *физическим развитием* (с длиной тела, массой тела и площадью поверхности тела).

4. Допплеркардиографические показатели трансклапанного кровотока у подростков в этот период характеризуются снижением скоростных параметров и градиентов давления.

5. *Линейные размеры сердца зависят от типа телосложения* подростка, что выражается в более высоких величинах диаметра аорты, размеров левых отделов сердца в систолу и диастолу, толщины миокарда и массы миокарда левого желудочка у подростков с гиперстеническим типом телосложения и более низких величинах у подростков с астеническим типом телосложения. Установлена зависимость между показателями центральной гемодинамики и типом телосложения подростка. У подростков с гиперстеническим типом телосложения параметры АД, УО и МО выше чем у подростков с другими типами телосложения [57; 58].

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Данные, полученные в исследовании, могут быть использованы как нормативные в работе врачей кабинетов ультразвуковой диагностики, а также при принятии экспертных решений во время медицинского освидетельствования подростков и призывников.

2. При оценке морфофункционального состояния сердечно-сосудистой системы у подростков целесообразно учитывать тип телосложения подростка. Следует обращать внимание, что подросткам с астеническим типом телосложения свойственны меньшие линейные параметры сердца по сравнению с подростками, имеющими другие типы телосложения, а подросткам с гиперстеническим типом телосложения свойственны большие линейные параметры сердца, а также большие величины УО и МО. Им также характерны более высокие скоростные параметры потоков крови.

ГЛАВА 3

СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ С МАЛЫМИ АНОМАЛИЯМИ РАЗВИТИЯ СЕРДЦА

В настоящее время известно более 200 видов наследственной патологии, связанной с нарушениями соединительной ткани.

Их принято разделять на две группы дисплазий – *дифференцированные и недифференцированные соединительнотканые дисплазии*.

К первой группе относятся заболевания соединительной ткани, имеющие определенный тип наследования и четкие клинические признаки (синдром Марфана, Элерса–Данлоса, синдром вялой кожи, не совершенного остеогенеза и др.).

Вторая группа включает в себя множество вариантов аномалий соединительной ткани без четко очерченной симптоматики и носит название недифференцированной дисплазии соединительной ткани (НДСТ) [3].

Наиболее часто в практике исследований сердца у занимающихся физической культурой и спортом диагностируется пролапс митрального клапана (ПМК). Вопрос о том, считать ли данное нарушение в нормальной структуре нормой, предпатологией или патологией, остается без однозначного ответа.

Проведены эхокардиографические исследования на отечественном аппарате «Узкар-3» и на эхокардиографе *SONOSCAPE(SS1-6000)*.

Существует мнение, что *синдром пролабирования митрального клапана* (ПМК) может выявляться как у здоровых людей (например, в результате врожденного удлинения хорды одной из створок клапана).

Пролапс митрального клапана – провисание створок клапана в полость левого предсердия – явление, к которому не все врачи относятся однозначно, так как до сих пор не оценена его степень риска и диагностическая значимость.

Диагностика ПМК, главным образом у молодых лиц, осуществляется по четырем основным причинам:

- случайное обнаружение у лиц, не имеющих субъективных жалоб, при плановом обследовании отдельных групп населения;
- исследование в связи с обнаружением аускультативных признаков митральной регургитации;
- исследование по поводу субъективных жалоб, главным образом нарушений ритма, кардиалгий, синкопального (обморочное) состояния;
- обнаружение ПМК в ходе диагностического поиска при любых других сердечно-сосудистых заболеваниях.

Частота ПМК у детей колеблется от 2 до 16% и зависит от метода его выявления (аускультация, фонокардиография (ФКГ), эхокардиография (ЭхоКГ)). Частота ПМК увеличивается с возрастом. Чаще всего он выявля-

ется в возрасте 7–15 лет. У детей до 10 лет пролапс МК встречается примерно одинаково часто у мальчиков и девочек, старше 10 лет – значительно чаще обнаруживается у девочек в соотношении 2:1. У детей с различной кардиальной патологией ПМК обнаруживается в 10–23% случаев, достигает высоких значений при наследственных заболеваниях соединительной ткани. Частота ПМК во взрослой популяции – 5–10%. У взрослых пациентов синдром ПМК чаще встречается у женщин (66–75%), причем пик приходится на 35–40 лет.

Различают *первичный (идиопатический) ПМК* и *вторичный*, возникший на фоне других заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца (ИБС), инфаркт миокарда, кардиомиопатии, кальцификация митрального кольца, дисфункция сосочковых мышц, застойная сердечная недостаточность.

Первичный ПМК не считается не только грубой патологией сердца, но чаще всего патологией вообще. Однако, если в силу миксоматозных изменений ПМК сопровождается выраженными кардиальными нарушениями, преимущественно нарушением ритма и проводимости или значительной митральной регургитацией, он привлекает к себе внимание в лечебном и прогностическом аспектах.

Клиническая картина при ПМК весьма многообразна и может быть условно поделена на 4 больших синдрома: 1 – вегетативной дистонии, 2 – сосудистых нарушений, 3 – геморрагический и 4 – психопатологический.

Синдром вегетативной дистонии (СВД) включает в себя боли в левой половине грудной клетки.

Гипервентиляционный синдром (центральный симптом – чувство нехватки воздуха, желание сделать глубокий, полноценный вдох).

Нарушение вегетативной регуляции деятельности сердца (жалобы на сердцебиение, чувство редкого биения сердца, ощущение неровного биения, «замирания» сердца), нарушения терморегуляции. Естественно, в такой ситуации должны быть исключены все возможные органические причины, которые могут вызывать сходную симптоматику.

Синдром сосудистых нарушений включает синкопальные состояния: обмороки в душных помещениях, при длительном стоянии и др.

Геморрагический синдром объединяет жалобы на легкое образование синяков, частые носовые кровотечения.

Синдром психопатологических расстройств включает неврастению, тревожно-фобические расстройства, расстройства настроения (чаще всего в виде его неустойчивости). Интересен тот факт, что выраженность клинической симптоматики напрямую коррелирует с количеством фенотипических признаков «слабости» соединительной ткани со стороны других систем органов и с выраженностью морфологических изменений кожи.

Изменения ЭКГ при ПМК чаще всего выявляются при холтеровском мониторинге. Наличие таких тяжелых осложнений, как разрыв хорд, сердечная недостаточность, инфекционный эндокардит и тромбоэмболии

выделяют данную патологию в представляющую интерес для дальнейших исследований.

Ежегодно в наших исследованиях методикой эхокардиографии достоверно выявляется только 15–20 случаев наличия пролапсов митрального клапана. Все они отнесены к первой степени пролабирования (прогибания) передней створки (до 6 мм). Несмотря на то, что значительная степень пролапса обычно сопровождается регургитацией (обратный ток) из ЛЖ в ЛП, в исследованиях выявлено наличие у 3 студентов только *1-й степени митральной регургитации*.

Такой *существенной патологии как аортальная регургитация (на аортальном клапане) не наблюдалось*.

Спортсмены жалоб не предъявляли, регулярно занимались физическими нагрузками в секциях и участвовали в соревнованиях, что дает возможность рассматривать данную патологию как не истинную. Характерно, что наибольший процент наличия ПМК выявлен у мужчин.

Пролапсами клапанов называются состояния, когда створки клапанов в момент сокращения сердца начинают прогибаться в сторону камеры с меньшим давлением, что для нормального сердца не характерно. В принципе, пролапс может развиваться на любом клапане, но в подавляющем большинстве случаев, выявляется именно пролапс митрального клапана, так как этот клапан физиологически испытывает наибольшую нагрузку (он расположен между левым желудочком и левым предсердием).

При *регургитации 1-й степени* кровоток возникает только на клапанах. Фактически это завихрение крови при самом минимальном расхождении створок, и такая регургитация считается вариантом нормы. При *регургитации 2-й степени* струя обратного тока крови может достигать до середины предсердия (это хорошо видно на ЭхоКС), а при третьей – практически до задней стенки предсердия. Понятно, что для того чтобы сформировалась такая мощная струя обратного тока, требуется достаточно выраженный дефект клапана, поэтому некоторыми авторами *митральная регургитация третьей степени* приравнивается к пороку сердца. В настоящее время ПМК считается одним из проявлений более общего синдрома, который *называется синдромом соединительнотканной дисплазии (СТД)*.

В исследованиях методикой эхокардиографии пролабирование митрального клапана (ПМК) – это систематическое выбухание створок клапана в полость левого предсердия, что является одной из самых распространенных патологий клапанного аппарата.

Нами установлено, что значительно чаще, чем пролабирование створок встречается такое нарушение в строение сердца, как *добавочная (дополнительная) хорда левого желудочка*.

В имеющейся научной литературе есть и другие определения данного термина: ложная, ныряющая, аномально расположенная [33–35]. Данные образования – это геометрические хорды, пересекающие полость левого желу-

дочка в продольном или поперечном направлениях. По результатам исследований у 8 студентов диагностированы единичные и у 3 – множественные аномально расположенные хорды, которые клинически не проявлялись.

Дополнительная хорда в сердце – это ни что иное, как дополнительное соединительнотканное образование, встречающееся в полости чаши левого желудочка, и в большинстве случаев не несущее значимой гемодинамической нагрузки (то есть не нарушающее функцию сердца) (рисунок 6). Относится к малым аномалиям развития сердца [36–38].

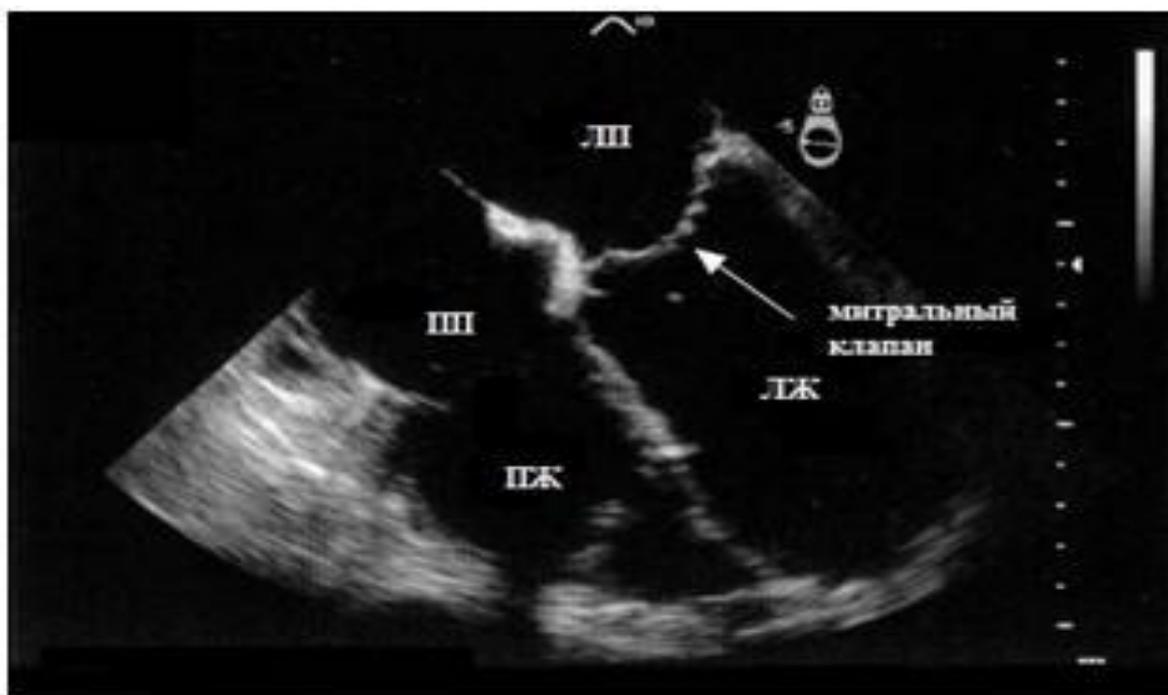


Рисунок 6 – ЭхоКГ (УЗИ сердца) – «золотой стандарт» в диагностике дополнительной хорды сердца

В зависимости от расположения в желудочке различают *продольные, диагональные и поперечные хорды* (последние встречаются реже). Продольные и диагональные *не мешают продвижению крови по камерам сердца (это гемодинамически незначимые хорды), поперечные же могут оказаться гемодинамически значимыми – создавать препятствие потоку крови, что сказывается на работе сердечной мышцы в целом. Также поперечные хорды в очень редких случаях могут быть отнесены к провоцирующим факторам, то есть способны вызывать в более взрослом возрасте нарушения сердечного ритма.*

В исследованиях сердца студентов методикой эхокардиографии выявлено наличие 15 случаев нарушения морфологии в виде пролапсов митрального клапана. Все они отнесены к 1-й степени пролабирования передней створки (до 6 мм). Спортсмены жалоб не предъявляли, регулярно занимались физическими нагрузками в секциях и участвовали в соревнованиях.

В то же время у обследованных спортсменов с наличием ПМК при электрокардиографии наиболее часто отмечались нарушения проводимости и блокады в виде ножки пучка Гиса, экстрасистолии, ранней реполяризации желудочков, инверсии зубцов Т в III стандартном отведении и грудных. Данные нарушений проводимости представлены в таблицах 3–5.

Таблица 3 – Распределение нарушений проводимости у спортсменов ФФКиС, %

| Показатели | Экстрасистолы | Блокада | СРРЖ** | МСВР*** |
|------------|---------------|---------|--------|---------|
| ПМК | 20 | 35 | 20 | 11 |
| ПМК+АРХ* | 25 | 40 | 25 | 13 |

Таблица 4 – Распределение нарушений проводимости у спортсменов ВГУОР, %

| Показатели | Экстрасистолы | Блокада | СРРЖ** | МСВР*** |
|------------|---------------|---------|--------|---------|
| ПМК | 25 | 35 | 20 | 11 |
| ПМК+АРХ* | 30 | 37 | 15 | 13 |

* – аномально расположена хорда;

** – синдром ранней реполяризации желудочков;

*** – миграция суправодителей ритма.

Таблица 5 – Распределение нарушений проводимости у обследованных, %

| Показатели | Экстрасистолы | Блокады | СРРЖ** | МСВР*** |
|------------|---------------|---------|--------|---------|
| ПМК | 10 | 25 | 20 | 11 |
| ПМК+АРХ* | 18 | 33 | 22 | 13 |

* – аномально расположена хорда;

** – синдром ранней реполяризации желудочков;

*** – миграция суправодителей ритма.

По нашим данным, частота артериальной гипертензии достоверно не отличалась у лиц с наличием или отсутствием ПМК и, наоборот, артериальная гипотензия выявлена нами примерно у 1/3 обследованных молодых лиц с ПМК, что свидетельствует в пользу наличия у них экономичного «спортивного сердца».

Представляет научный и практический интерес факт выявления во время проведения наших исследований эхокардиографией врожденного порока сердца (двухстворчатый аортальный клапан вместо трехстворчатого) у спортсмена с высокими разрядами (многолетние занятия).

Нами получен факт значительного присутствия (у 15% обследованных) аномально расположенных «дополнительных» хорд, которые, по мнению кардиологов, не влияют на функциональное состояние сердца спортсменов и не явились причиной для отстранения спортсменов от физических нагрузок.

При необходимости назначаются пробы с нагрузкой (тредмил тест-ходьба на беговой дорожке, велоэргометрия).

Относительно службы в армии можно сказать, что согласно приказам, годность к военной службе решается индивидуально для каждого пациента на военно-врачебной комиссии. Так, если у юноши пролапс митрального клапана без регургитации или с *регургитацией 1-й степени*, то пациент годен к службе.

Если имеется *регургитация 2-й степени*, то пациент годен условно (в мирное время его не призывают).

При наличии *регургитации 3-й степени, нарушениях ритма или сердечной недостаточности 2-го функционального класса* и выше служба в армии противопоказана. Таким образом, чаще всего пациент с пролапсом митрального клапана с благоприятным течением и при отсутствии осложнений, может служить в армии.

Проводится систематический медицинский контроль с углубленным обследованием студентов, что позволяет оценивать их текущее состояние здоровья.

Таким образом, многолетняя спортивная тренировка влияет на функциональное состояние спортсмена, в частности на сердечно-сосудистую систему, вызывая при этом адаптацию к ней (формирование «физиологически спортивного сердца»), что и было представлено в наших исследованиях.

Анализ показателей центральной гемодинамики методикой эхокардиографии у студентов, систематически выполняющих физические нагрузки во время обучения в университете и повышающих свое спортивное мастерство, способствует выявлению у них как индивидуальных критериев адаптации, так и групповых закономерностей.

Сущность морфологических изменений сердца, связанных с воздействием спорта, сводилась в большей степени к *умеренной гипертрофии и расширению полостей сердца.*

В то же время представляет научный и практический интерес факт выявления по размеру (4 мм) аневризмы (выпячивание) межпредсердной перегородки врожденного порока сердца (двухстворчатый аортальный клапан вместо трехстворчатого) у спортсмена с высоким разрядом (многолетние занятия), что не отражается на здоровье и тренировочном процессе

(мастер спорта по единоборству). Проводится систематический медицинский контроль с углубленным обследованием студентов, что позволяет оценивать их текущее состояние здоровья.

Допплерэхокардиография позволяет измерить все вышеперечисленные параметры, которые очень важны при оценке сердечной патологии (врожденные пороки) без использования инвазивной процедуры – катетеризации сердца. Помимо этого, назначение эхокардиографии с доплеровским анализом не несет никакой угрозы по сравнению с компьютерной томографией.

Вместе с тем не отмечается прямой зависимости глубины провисания и наличия или выраженности степени регургитации (обратный ток крови), которая является более диагностически значимой.

Нами получен факт значительного присутствия (у 15% обследованных) аномально расположенных «дополнительных» хорд, которые, по мнению кардиологов, не влияют на функциональное состояние сердца спортсменов и не явились причиной для отстранения спортсменов от физических нагрузок. Имеет значение и расположение хорд в полости левого желудочка (косые и поперечные прогностически менее благоприятные), на что следует обращать более пристальное внимание. При необходимости назначаются пробы с нагрузкой (тредмил, тест-ходьба на беговой дорожке, велоэргометрия). Для более точной диагностики функционального состояния в необходимых случаях проводится скрининг-диагностика, которая может дать заключение о функциональном состоянии спортсмена (рисунки 7, 8) [6].

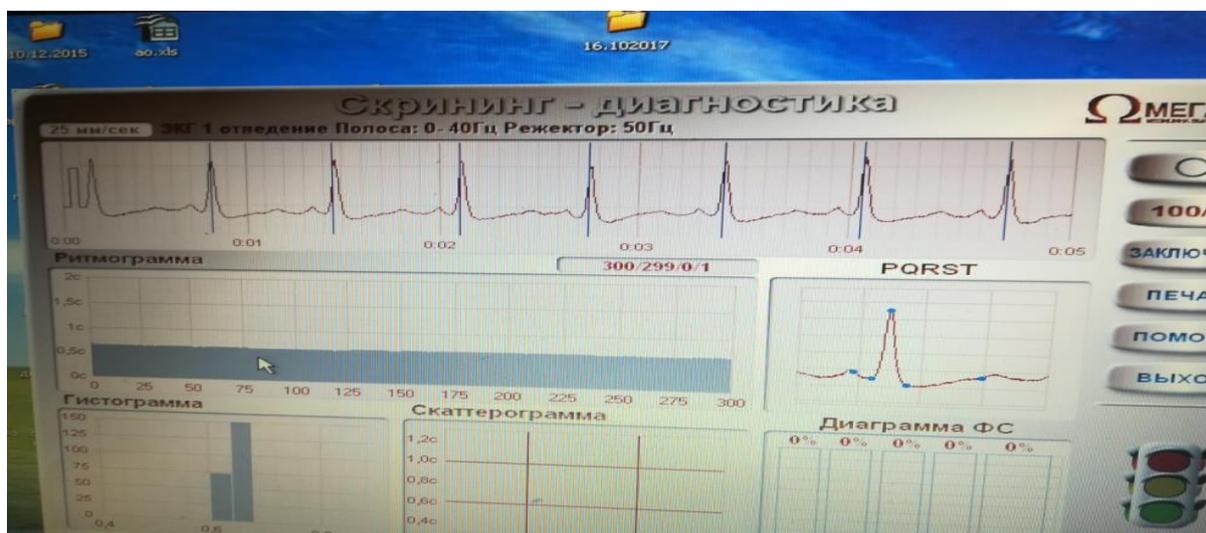


Рисунок 7 – Данные скрининг-диагностики (Омега-3)

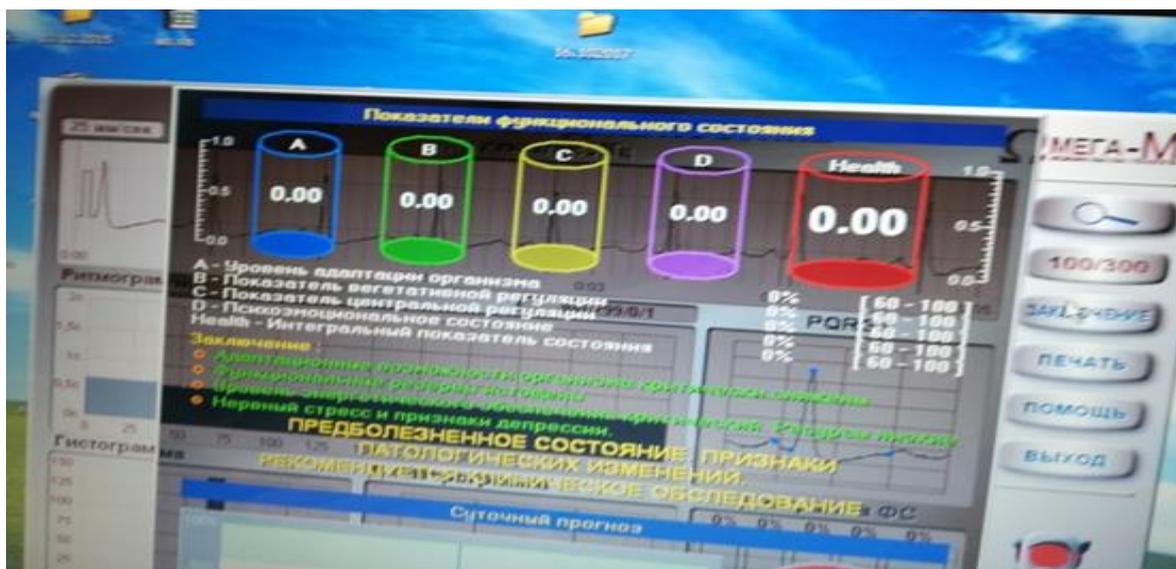


Рисунок 8 – Показатели функционального состояния (норма или патология)

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать заключение, что двухмерная эхокардиография является достаточно информативным методом выявления патологии клапанного аппарата сердца в сочетании с клиническими наблюдениями и электрокардиографией [7].

Такие исследуемые не нуждаются в ограничениях физической активности, однако им следует рекомендовать динамическое клиническое и ЭхоКГ-наблюдение [8].

Обследование должно быть комплексным и проводиться согласно алгоритму, предложенному А.А. Бова (2001) [27]:

1. Жалобы, преимущественно как проявление дисфункции вегетативной нервной системы.
2. Определение внешних «малых» аномалий развития (астенический тип, долихостеномия, кифосколиоз, экскавация грудины и др.).
3. Аускультативные признаки («клик», шум над областью сердца, аритмии).
4. Мониторинг ЭКГ.
5. ЭхоКГ.
6. Дозированная физическая нагрузка, неинвазивное электрофизиологическое исследование сердца.
7. Исследования органов и систем для выявления внутренних «малых» аномалий (рентгенологическое, ультразвуковое, определение психологического статуса и др.).
8. Общеизвестным является применение немедикаментозных и медикаментозных методов лечения, включающих применение препаратов магния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спортивная тренировка, а именно физическая нагрузка во время нее, заметно влияет на функциональное состояние спортсмена, в частности на сердечно-сосудистую систему. Вызывая, при этом либо адаптацию к ней (формирование «физиологически спортивного сердца»), либо нарушения работы сердца спортсменов.

Как подтвердили результаты проведенных исследований, интенсивные физические нагрузки предъявляют к сердечно-сосудистой системе весьма серьезные требования, поскольку происходит увеличение производительности работы сердца. Установлено, что физиологическому сердцу спортсмена свойственны высокие функциональные возможности и способность переносить интенсивные физические нагрузки. Переход от физиологического состояния сердечно-сосудистой системы у спортсменов к «пограничному», происходит постепенно и тренеру необходимо хорошо знать структурно-функциональные особенности «спортивного сердца», понимать важность систематического врачебного контроля для предупреждения и профилактики нарушений функционального состояния и повреждений миокарда [39].

Сущность морфологических изменений сердца, связанных с воздействием спорта, сводится к умеренной гипертрофии и дилатации (расширение) полостей сердца, что обуславливает увеличение его объемов и массы миокарда. По мере увеличения спортивного стажа и уровня тренированности изменяются показатели, характеризующие толщину миокарда, увеличивается ударный объем за счет расширения полости левого желудочка, увеличивается амплитуда и скорости сокращения волокон миокарда во время систолы. Характер тренировочных и соревновательных нагрузок определяет особенности морфологических и функциональных изменений сердца. Так, у занимающихся борьбой отмечается большая толщина и масса миокарда, а у занимающихся плаванием толщина и масса миокарда увеличены больше, чем у борцов.

В годичном тренировочном цикле в процессе нарастания тренированности происходит достоверное увеличение толщины миокарда и полости левого желудочка, причем на этапе спортивного совершенствования изменения более выражены, затрагивают другие отделы сердца, в частности, полость левого предсердия и правого желудочка. Изменение показателей, характеризующих сократительную способность миокарда, говорит о наступающей экономизации сердечной деятельности при переходе от подготовительного к соревновательному периоду. На основании изучения морфологических особенностей сердца, основных гемодинамических параметров можно судить об эффективности подготовки спортсменов. Полученные результаты могут быть использованы при проведении углубленных медосмотров не только в системе специализированной службы (врачебно-

физкультурные диспансеры, кабинеты врачебного контроля), но и в широкой сети детских лечебно-профилактических учреждений.

Для повышения их эффективности в процессе наблюдений за подготовкой спортсменов и предупреждения отклонений в состоянии здоровья необходимы регулярные исследования с применением электрокардиографии и эхокардиографии и своевременным учетом тренерами полученных результатов. В последних современных научных исследованиях доказано, что в большей степени структурные и функциональные изменения миокарда у спортсменов зависят от их варианта генетического полиморфизма.

К сожалению тренеров и спортивных врачей, отсутствие возможности проведения генетического исследования и тестирования в Витебском областном диспансере спортивной медицины к отбору лиц для занятий профессиональным спортом является негативным фактором мониторинга функционального состояния здоровья спортсменов. Поскольку большинство ученых-генетиков считают, что в развитии сердечно-сосудистых осложнений у спортсменов играют так называемые гены АПФ и NO-синтазы. Тренеру необходимо хорошо знать структурно-функциональные особенности «спортивного сердца», понимать важность систематического врачебного контроля для предупреждения и профилактики нарушений функционального состояния и повреждений миокарда.

Практическая значимость полученных результатов обусловлена возможностями их использования в тренировочном процессе, для планирования и проведения рациональной и эффективной тренировки, а также при подготовке методических рекомендаций и пособий [59; 60].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Функциональная готовность спортсмена / П.А. Фомкин [и др.] // Саратов. науч.-мед. журн. – 2017. – Т. 13, № 4. – С. 929–940.
2. Серженко, Е.В. Медико-биологическое сопровождение физической культуры и спорта / Е.В. Серженко, О.А. Братухина // Наука-2020. – № 3(19). – С. 129–132.
3. Кудря, О.Н. Физиологические особенности вегетативного обеспечения мышечной деятельности у спортсменов: дис. ... д-ра биол. наук: 03.03.01 / О.Н. Кудря; Сиб. гос. мед. ун-т МЗ РФ. – Томск, 2012. – 320 л.
4. Медвецкая, Н.М. Медико-биологические аспекты здоровья спортсменов в современных условиях / Н. М. Медвецкая // Организация физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях: материалы регион. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию УО «ВГУ им. П. М. Машерова» и 25-летию фак. физкультуры и спорта, Витебск, 18–19 нояб. 2003 г. – Витебск, 2003. – С. 107–108.
5. Венкович, Д.А. Оценка индекса здоровья студенток Витебского государственного университета имени П.М. Машерова / Д.А. Венкович // XXV открытая научная сессия профессорско-преподавательского состава: сб. докл. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2022. – С. 45–47.
6. Медвецкая, Н.М. Оценка состояния здоровья подростков в условиях систематической мышечной деятельности / Н.М. Медвецкая // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы V Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию фак. физкультуры, Гомель, 2–3 окт. 2003 г. – Гомель, 2003. – С. 192–194.
7. Методы контроля функционального состояния организма тренирующихся спортсменов по показателям кислотно-основного состояния крови В.Д. Кряжев [и др.] // ACTUALSCIENCE. – 2016. – Т. 2, № 9. – С. 14–15.
8. Ванюшин, Ю.С. Кардиореспираторная система в онтогенезе при адаптации к функциональным нагрузкам / Ю.С. Ванюшин, Р.Р. Хайруллин. – Казань: Отечество, 2016. – 200 с.
9. Рябчук, А.В. Адаптационные изменения функционального состояния при занятиях гиревым спортом у курсантов военного института: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / А.В. Рябчук. – Тюмень, 2012. – 123 л.
10. Смоленский, А.В. Спортивное сердце – мифы и реальность / А.В. Смоленский, А.В. Михайлова // Медицина и спорт. – М., 2005. – № 3. – С. 32–33.
11. Городниченко, Э.А. Приспособительные реакции физиологических систем в оценке функциональных резервов организма / Э.А. Городниченко // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 9. – С. 8–9.
12. Меерсон, Ф.З. Миокард при гиперфункции, гипертрофии и недостаточности сердца / Ф.З. Меерсон. – М.: Медицина, 1978. – С. 119.
13. Агаджанян, Н.А. Сравнительная характеристика особенностей реакций организма на воздействие различных экстремальных факторов / Н.А. Агаджанян, А.В. Блытов, Т.Е. Батоцыренова // Экология человека. – 2004. – № 2. – С. 3–7.

14. Баевский, Р.М. Проблема здоровья и нормы: точка зрения физиолога / Р.М. Баевский // Клиническая медицина. – 2000. – № 4. – С. 59–64.
15. Герасевич, А.Н. Спортивная медицина: учеб.-метод. указания для студентов факультета физического воспитания / А.Н. Герасевич, В.К. Куприяк. – Брест: БрГУ им. А.С. Пушкина, 2001. – 61 с.
16. Дембо, А.Г. Спортивная кардиология. Руководство для врачей / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.
17. Медвецкая, Н.М. Систематические физические нагрузки и сердце спортсменов / Н.М. Медвецкая, А.А. Герасимова // Фундаментальные и прикладные проблемы стресса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Витебск, 16–17 апр. 2013 г. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2013. – С. 70–73.
18. Граевская, Н.Д. Исследование сердца спортсменов с помощью эхокардиографии / Н.Д. Граевская, Г.А. Гончарова, Г.Е. Калугина // Кардиология. – 1988. – Т. 18, № 2. – С. 140–143.
19. Гаврилова, Е.А. Использование variability ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности / Е.А. Гаврилова // Практическая медицина. – 2015. – Т. 1. – С. 52–57.
20. Шубик, Ю.В. Суточное мониторирование ЭКГ при нарушениях ритма и проводимости сердца / Ю.В. Шубик. – СПб.: ИНКАРТ, 2001. – 216 с.
21. Иорданская, Ф.А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования): монография / Ф.А. Иорданская. – М.: Совет. спорт, 2011. – 142 с.
22. Шлык, Н.И. Оценка качества тренировочного процесса у спортсменов на основе экспресс-анализа variability сердечного ритма с учетом индивидуального типа регуляции / Н.И. Шлык, Е.С. Лебедев, О.С. Вершинина // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 2. – С. 18–20.
23. Типологические особенности функционального состояния регуляторных систем у школьников и юных спортсменов (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н.И. Шлык [и др.] // Физиология человека. – 2009. – № 6. – С. 85–93.
24. Тишутин, Н.А. Возможности и ограничения в применении сверхкоротких записей variability сердечного ритма / Н.А. Тишутин, И.Н. Рубченя // Науч. вестн. акад. физкультуры и спорта. – 2021. – Т. 3, № 4. – С. 42–49.
25. Чуян, Е.Н. Комплексный подход к оценке функционального состояния организма студентов / Е.Н. Чуян, Е.А. Бирюкова, М.Ю. Раваева // Учен. записки Таврич. нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер.: Биология, химия. – 2008. – Т. 21(60), № 1. – С. 123–140.
26. Гречкина, Л.И. Донозологическая характеристика показателей гемодинамики у мальчиков-уроженцев города Магадана с разным типом саморегуляции кровообращения / Л.И. Гречкина // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 1(274). – С. 22–26.
27. Бова, А.А. Малые аномалии сердца (клиническое значение, диагностика, осложнения): инструкция по применению / А.А. Бова. – Минск: БГМУ, 2001. – 17 с.

28. Земцовский, Э.В. Диагностика наследственных нарушений соединительной тканей / Э.В. Земцовский [и др.] // Трансляционная медицина. – 2015. – № 2(5). – С. 73–82.

29. Малах, О.Н. Особенности влияния направленности тренировочного процесса на динамику показателей морфометрии левого желудочка сердца конькобежцев / О.Н. Малах, К.В. Голощапова // Теория и практика физического воспитания, спортивного совершенствования, оздоровительной и адаптивной физической культуры студенческой молодежи в современных условиях: материалы II науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию кафедры физического воспитания, Луганск, 26 мая 2022 г. – Луганск: ЛГУ им. В. Даля, 2022. – С. 193–196.

30. Richard B Devereux. Normal limits in relation to age, body size and gender of two-dimensional echocardiographic aortic root dimensions in persons ≥ 15 years of age. / Richard B Devereux, Giovanni de Simone, Donna K Arnett [et al.] // *Am J Cardiol.* – 2012. – Oct. 15. – № 110(8). – P. 1189–1194.

31. Malev, E. Cardiomyopathy in young adults with classic mitral valve prolapse. / E. Malev, S. Reeva, L. Vasina [et al.] // *Cardiol Young.* – 2014. – Aug. № 24(4). – P. 694–701.

32. Kaye, H.H. Validity of echocardiography estimates of left ventricular size and performance in infants and children / H.H. Kaye, M. Tynan, S. Hunter // *Br Heart J.* – 1975. – Apr. № 37(4). – P. 371–375.

33. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Академия, 2000. – 480 с.

34. Додонова, Е.А. Возрастные особенности начального этапа в современном пятиборье / Е.А. Додонова // Инновационные формы и практический опыт физического воспитания детей и учащейся молодежи: сб. науч. ст. / Витеб. гос. ун-т; редкол.: О.Н. Малах (гл. ред.) [и др.]. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2021. – С. 295–300.

35. Аксенов, М.О. Теоретико-методические основы построения тренировочного процесса в тяжелоатлетических видах спорта с учетом генетических особенностей: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04; 30.08.17 / М.О. Аксенов; Бурят. гос. ун-т. – Улан-Удэ, 2017. – 44 с.

36. Пономарева, О.В. Генетика в современном спорте: научные технологии для новых достижений / О.В. Пономарева // Наука молодых. *Eruditio Juvenium.* – 2018. – № 4. – С. 569–581.

37. Bradykinin receptor gene variant and human physical performance / A.G. Williams [et al.] // *J. Appl. Physiol.* – 2004. – V. 96. – P. 938–942.

38. Масальгин, Н.А. Математико-статистические методы в спорте: учеб. пособие / Н.А. Масальгин. – М.: Физкультура и спорт, 2015. – 151 с.

39. Курбанова, И.М. Функциональное состояние вегетативной нервной и сердечно-сосудистой систем у юных спортсменов: дис. ... канд. мед. наук: 14.00.09 / И.М. Курбанова. – Иваново: Иванов. гос. мед. акад., 2002. – 115 л.

40. Braunwald, E. Heart disease: a textbook of cardiovascular medicine / ed. E. Braunwald. – 4th ed. – Philadelphia: Saunders, 1992. – 1874, XIV p.

41. Abergel, E. Serial left ventricular adaptations in world-class professional cyclists: implications for disease screening and follow-up / E. Abergel, G. Chatellier, A. Hagege [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2004. – № 44. – P. 144–149.
42. Corrado, D. 12-lead ECG in the athlete: physiological versus pathological abnormalities / D. Corrado, A. Biffi, C. Basso [et al.] // *Br. J. Sports Med.* – 2009. – № 43(9). – P. 669–676.
43. Huston, T. The athletic heart syndrome / T. Huston, J. Puffer, W. Rodney // *New England Journal of Medicine.* – 1985. – № 313. – P. 24–32.
44. Kasikcioglu, E. Echocardiographic limits of left ventricular remodeling in athletes / E. Kasikcioglu, H. Akhan // *J Am Coll Cardiol.* – 2004. – № 44(2). – P. 469–470.
45. Levine, B. Left ventricular pressure-volume and Frank-Starling relations in endurance athletes. Implications for orthostatic tolerance and exercise performance / B. Levine, L. Lane, J. Buckey [et al.] // *Circulation.* – 1991. – № 84. – P. 1016–1023.
46. Maron, B. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death / B. Maron, A. Pelliccia // *Circulation.* – 2006. – № 114. – P. 1633–1644.
47. Pelliccia, A. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes / A. Pelliccia, F. Culasso, FM Di Paolo [et al.] // *Ann Intern Med.* – 1999. – № 130(1). – P. 23–31.
48. Pelliccia, A. Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes / A. Pelliccia, B. Maron, F. Di Paolo [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2005. – № 46. – P. 690–696.
49. Rawlins, J. Left ventricular hypertrophy in athletes / J. Rawlins, A. Bhan, S. Sharma // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* – 2009. – № 10(3). – P. 350–356.
50. Scharhag, J. Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic resonance imaging / J. Scharhag, G. Schneider, A. Urhausen [et al.] // *J Am Coll Cardiol.* – 2002. – № 410. – P. 1856–1863.
51. Мельник, С.Н. Особенности показателей сердечно-сосудистой системы студентов с различными типами саморегуляции кровообращения / С.Н. Мельник, В.В. Мельник // *Проблемы здоровья и экологии.* – 2019. – № 2(60). – С. 80–85.
52. Медвецкая, Н.М. Научно-медицинский контроль за здоровьем спортсменов, обучающихся в университете / Н.М. Медвецкая // *Весн. Віцеб. дзярж. ўн-та імя П.М. Машэрава.* – 2018. – № 2. – С. 50–55.
53. Медвецкая, Н.М. Мониторинг здоровья спортсменов по данным исследований сердца / Н.М. Медвецкая, Е.А. Кухновец // *Здоровье для всех.* – 2023. – № 1. – С. 77–82.
54. Медвецкая, Н.М. Типы кровообращения в оценке индивидуального уровня здоровья / Н.М. Медвецкая // *Здоровье человека–4 = Human Health–4: материалы IV Междунар. конгр. валеологов, Санкт-Петербург, 19–21 апр., 2005 г. – Санкт-Петербург, 2005. – С. 193–194.*
55. Медвецкая, Н.М. Исследования функционального состояния спортсменов современными методиками / Н.М. Медвецкая // *Олимпийский спорт, физическая культура, здоровье нации в современных условиях: материалы*

XVI Междунар. науч.-практ. конф., Луганск, 17–18 апр. 2019 г. – Луганск: Книта, 2019. – С. 306–313.

56. Медвецкая, Н.М. Современные технологии исследования функционального состояния и здоровья спортсменов / Н.М. Медвецкая // Физическая культура и спорт в системе высшего образования: инновации и перспективы развития, Москва, 28 июня 2022 г. – Москва: Моск. политехн. ун-т, 2022. – С. 200–204.

57. Медвецкая, Н.М. Современное медико-педагогическое отношение к оценке нормы и патологии у спортсменов / Н.М. Медвецкая, Е.А. Кухновец // Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни: сб. науч. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф., Воронеж, 27–28 апр. 2023 г. – Воронеж: Науч. книга, 2023. – С. 58–63.

58. Функциональное состояние спортсмена: метод. рекомендации и тесты / Н.М. Медвецкая, П.К. Гулидин. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2006. – 34 с.

59. Макарова, Г.А. Спортивная медицина: учебник для студ. высш. учеб. заведений, осуществляющих образов. деятельность по напр. 521900 – Физическая культура и спец. 022300 – Физическая культура и спорт / Г.А. Макарова. – 2-е изд., стер. – Москва: Совет. спорт, 2006. – 480 с.

60. Медико-биологические аспекты физической культуры и спорта: курс лекций / Т.Ю. Крестьянинова; М-во образования Респ. Беларусь, Учреждение образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», Каф. теории и методики физической культуры и спортивной медицины. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2020. – 49, [1] с.

Научное издание

МЕДВЕЦКАЯ Наталья Михайловна

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНОВ**

Монография

Технический редактор

Г.В. Разбоева

Корректор

Т.В. Образова

Компьютерный дизайн

Е.А. Барышева

Подписано в печать 21.02.2024. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 2,31. Тираж 9. Заказ 25.

Издатель и полиграфическое исполнение – учреждение образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

Свидетельство о государственной регистрации в качестве издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий

№ 1/255 от 31.03.2014.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова».

210038, г. Витебск, Московский проспект, 33.