

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет
физико-математических
и естественных наук

Кафедра
«Общая биология и биохимия»

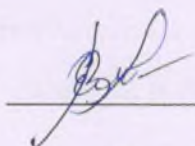
Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
Профили подготовки Биология. Химия
Форма обучения очная

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему:

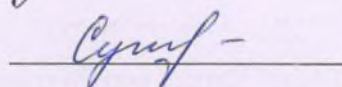
**«ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАРДИО-
РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ У ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗА»**

Студент



Гридасова Елизавета Васильевна

Руководитель



Сугрובה Г.А.

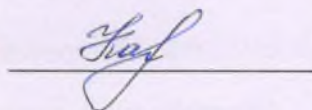
Нормоконтролер



Клыченков С.В.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 04.06.25 № 13а)

Заведующий кафедрой

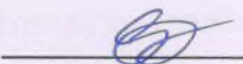


Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой

отлично
(протокол заседания ГЭК от 08.07.25 № 3)

Секретарь ГЭК



Клыченков С.В.

Пенза, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	6
1.1. Сердечно-сосудистая система как важная адаптационная структура организма.....	6
1.1.1. Анатомо-физиологические особенности кардиореспираторной системы.....	6
1.1.2 Роль ССС в механизме адаптации организма к физическим и умственным нагрузкам.....	9
1.2. Методы оценки функционального состояния кардиореспираторной системы.....	11
1.3. Применение «Кардиовизора-06» в исследовании функциональных возможностей кардиореспираторной системы студентов.....	12
1.4. Учёт особенностей кардиореспираторной системы при определении нагрузки.....	13
1.5. Влияние учебной и физической нагрузки на кардиореспираторную систему студентов.....	14
1.6. Нарушения работы кардиореспираторной системы.....	18
1.7. Формирование устойчивой адаптации к динамическим и статическим нагрузкам.....	19
1.7.1 Развитие устойчивого типа адаптации сердечно-сосудистой системы к динамическим физическим нагрузкам.....	22
1.7.2. Развитие устойчивого типа адаптации сердечно-сосудистой системы к статическим физическим нагрузкам.....	24
1.7.3. Обратимость процессов адаптации к физическим нагрузкам	26
1.8. Нормы контроля физических нагрузок студентов.....	28
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.....	32
2.1. Организация исследования.....	32

2.2. Используемые методы исследования.....	33
2.2.1. Методы математической обработки данных.....	34
2.3. Анкетирование участников исследования.....	34
2.4. «КардиоВизор-06с»	35
2.4.1 Описание метода работы с КардиоВизором.....	38
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.....	44
3.1 Анализ результатов адаптационных способностей (по баллам) ...	50
3.1.1. Обсуждение результатов исследования.....	56
3.1.2. Ограничения исследования.....	58
3.1.3. Качественная оценка (по Кардиовизору)	59
3.2. Рекомендации обучающимся, направленные на профилактику нарушений со стороны кардио-респираторной системы.....	60
3.3. Анализ результатов анкетирования по выявлению факторов, влияющих на состояние ССС.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	67
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	72

ВВЕДЕНИЕ

Исследование сердечно-сосудистой системы (ССС) имеет важное значение не только в медицине, поскольку функциональное состояние кровеносной системы выполняет большую роль в приспособлении организма к физическим нагрузкам и является одним из основных показателей функционального состояния организма человека. Значение различного вида нагрузок часто становится предметом исследований учёных и медицинских работников. Несмотря на это многие вопросы так и остаются нерешёнными до сих пор.

Здоровье молодёжи, особенно в период обучения в высших учебных заведениях, представляет собой одну из приоритетных задач современного общества. В период обучения в ВУЗе студенты сталкиваются с возрастающими умственными и эмоциональными нагрузками, часто в условиях гиподинамии и нарушенного режима дня. Это может оказывать существенное влияние на состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, которые играют ключевую роль в обеспечении организма кислородом и поддержании жизнедеятельности.

Кардио-респираторная система обеспечивает постоянную циркуляцию крови, доставку кислорода к тканям и удаление углекислого газа, а её функциональные возможности могут служить надёжным показателем общего состояния здоровья. Особое значение имеет своевременная оценка адаптационных возможностей организма к нагрузкам, что позволяет выявить как физиологические особенности, так и ранние признаки возможных нарушений.

В последние годы в медицинской и спортивной практике активно используются методы экспресс-диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, позволяющие визуализировать и анализировать параметры сердечной активности в покое и после нагрузки.

Актуальность выбранной темы обусловлена необходимостью мониторинга здоровья молодежи как важного резерва интеллектуального и трудового потенциала страны. Современные научные исследования подтверждают влияние физической активности, уровня стресса, режима сна и питания на состояние кардиореспираторной системы у студентов.

Цель исследования: оценка функциональных возможностей кардиореспираторной системы у студентов ВУЗа на основе данных, полученных в условиях покоя и после физической нагрузки.

Задачи исследования:

1. Изучить научную литературу об анатомо-физиологических особенностях кардио-респираторной системы обучающихся.
2. Проанализировать современные методы оценки функционального состояния.
3. Провести тестирование студентов в возрасте 20–22 лет с использованием «Кардиовизора-06».
4. Сравнить показатели до и после нагрузки (миокард, ритм, пульс) и выявить студентов с пониженной функциональной адаптацией.
5. Сформулировать выводы о состоянии кардио-респираторной системы исследуемых студентов.

Объект исследования: функциональное состояние кардиореспираторной системы студентов ВУЗа.

Предмет исследования: показатели ритма, пульса и миокардиальной активности, полученные с помощью прибора «Кардиовизор-06» в покое и после стандартной физической нагрузки.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Сердечно-сосудистая система как важнейшая адаптационная структура организма

1.1.1.Анатомо-физиологические особенности кардио-респираторной системы

Кардиореспираторная система объединяет функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Их скоординированная работа обеспечивает гомеостаз: поддержание уровня кислорода, углекислого газа и pH в тканях и крови. Регуляция осуществляется за счёт нейрогуморальных механизмов, включающих в себя работу симпатической и парасимпатической нервной системы, а также гуморальных факторов [20]. Каждая из этих систем имеет свои анатомические и физиологические механизмы, играющие ключевую роль в поддержании жизнедеятельности организма.

Сердечно-сосудистая система состоит из сердца и сосудов. Сердце – это мышечный орган, расположенный в грудной полости между лёгкими, и разделённый на четыре камеры: два предсердия и два желудочка. Правая половина сердца перекачивает венозную кровь в лёгкие (по малому кругу кровообращения), где происходит насыщение кислородом. Левая половина сердца получает уже насыщенную кислородом кровь и направляет её по большому кругу кровообращения ко всем органам и тканям. Сердце обладает свойством автоматии – способностью генерировать электрические импульсы без внешнего воздействия, благодаря чему оно ритмично сокращается. Внутри сердца находится проводящая система, включающая синусно-предсердный узел, атриовентрикулярный узел, пучок Гиса и волокна Пуркинье, обеспечивающие координированное возбуждение и сокращение сердца. Сосудистое русло включает артерии, вены и капилляры. Артерии транспортируют кровь от сердца, вены возвращают кровь обратно, а капилляры выполняют обмен газов и питательных веществ между кровью и тканями. Работа сердечно-сосудистой системы регулируется нервной

системой и гормонами, которые адаптируют её функции к изменяющимся условиям, таким как физическая нагрузка или стресс.

Дыхательная система обеспечивает поступление кислорода в организм и выведение углекислого газа. Она включает в себя воздухоносные пути (нос, гортань, трахея, бронхи), лёгкие и дыхательные мышцы, основными из которых являются диафрагма и межрёберные мышцы. Воздух поступает через носовую или ротовую полость, проходит по трахее и бронхиальному дереву, достигая лёгочных альвеол – мельчайших пузырьков, окружённых капиллярами. Именно в альвеолах происходит основной процесс газообмена: кислород из воздуха диффундирует через альвеолярную стенку в кровь, а углекислый газ – в обратном направлении. Лёгкие покрыты плеврой, обеспечивающей их скольжение при дыхании и защиту от механических повреждений. Процесс дыхания регулируется дыхательным центром, расположенным в продолговатом мозге. Он получает сигналы от хеморецепторов, чувствительных к уровню углекислого газа и кислорода в крови, и посылает команды дыхательным мышцам. При повышенной потребности организма в кислороде, например, при физической нагрузке, дыхательный центр активизируется, усиливая глубину и частоту дыхательных движений.

Обе системы тесно взаимодействуют: кровь, насыщенная кислородом в лёгких, доставляется сердцем к тканям, где кислород используется клетками для энергетического обмена. Продукты обмена, в том числе углекислый газ, возвращаются по венозной системе обратно к лёгким и выводятся наружу. Эта слаженная работа позволяет организму эффективно реагировать на изменения внешней среды, обеспечивать стабильность внутренней среды (гомеостаз) и поддерживать нормальное функционирование всех органов.

У молодых людей, особенно в возрасте 20–22 лет, обе системы достигают пика функционального развития. Сердце работает мощно и эффективно, сосуды обладают хорошей эластичностью и проходимостью, лёгкие отличаются высокой ёмкостью, а дыхательная мускулатура –

выносливостью. Это обеспечивает высокую работоспособность, быструю адаптацию к физическим и умственным нагрузкам и быстрое восстановление после утомления. Именно поэтому молодые люди представляют собой оптимальную группу для оценки функциональных возможностей кардио-респираторной системы в условиях воздействия различных факторов.

Вариабельность сердечного ритма (BCP), частота дыхания, жизненная ёмкость лёгких, минутный объём дыхания, индекс Робинсона – одни из ключевых параметров для оценки функционального состояния. Именно их применяют при проведении функциональной диагностики и тестов адаптации.

Кардио-респираторная система обеспечивает транспорт кислорода и питательных веществ к тканям, а также удаление продуктов обмена. Сердечно-сосудистая система состоит из сердца и сосудов, обеспечивая циркуляцию крови, тогда как дыхательная система отвечает за газообмен между организмом и внешней средой. Функциональное состояние этих систем является ключевым показателем общего здоровья и физической работоспособности человека.

Кардио-респираторная обеспечивает доставку кислорода и удаление углекислого газа, что имеет первостепенное значение для функционирования организма. Сердце, работающее как насос, прокачивает кровь по сосудам, а лёгкие участвуют в газообмене. Особенности адаптации этих систем у молодежи обуславливаются возрастными физиологическими изменениями, а также уровнем физической активности [27].

В студенческом возрасте, на фоне высоких интеллектуальных и психоэмоциональных нагрузок, отмечается рост числа функциональных нарушений со стороны этих систем, включая стресс-индуцированные тахикардии, лабильность артериального давления и снижение толерантности к физическим нагрузкам [28].

1.1.2. Роль ССС в механизме адаптации организма к физическим и умственным нагрузкам

ССС играет важнейшую роль в приспособлении организма к воздействию различных видов физических нагрузок. Её главная задача – обеспечить своевременное поступление необходимых ресурсов к рабочим органам и удаление продуктов обмена веществ от них.

В условиях покоя сердце и сосуды работают в устойчивом режиме, поддерживая стабильный уровень кровоснабжения. Однако при возрастании потребностей организма, например, при физической активности или умственном напряжении, работа сердечно-сосудистой системы мгновенно перестраивается, что позволяет организму поддерживать гомеостаз и сохранять работоспособность.

Во время физической нагрузки мышцы начинают потреблять больше кислорода, а обмен веществ ускоряется. В ответ на это сердце учащает ритм, увеличивается ударный и минутный объём кровообращения, а артериальное давление повышается до физиологической нормы. Эти изменения обеспечивают более быстрый приток крови к работающим мышцам и ускоряют выведение углекислого газа и молочной кислоты. Одновременно с этим происходит перераспределение кровотока: увеличивается кровоснабжение мышц, сердца и лёгких, в то время как в покоящихся органах (например, в желудочно-кишечном тракте) оно снижается. Такая регуляция осуществляется за счёт активации симпатической нервной системы и выброса гормонов стресса, таких как адреналин и норадреналин, которые усиливают работу сердца и повышают сосудистый тонус.

При умственной или эмоциональной нагрузке включаются схожие механизмы. Активность головного мозга требует повышения кровоснабжения, особенно в областях, отвечающих за когнитивные процессы, память, внимание и принятие решений. Сердечно-сосудистая система отвечает на это умеренным учащением сердечного ритма, незначительным повышением артериального давления и расширением сосудов мозга. Однако, если

умственное напряжение сопровождается стрессом, могут наблюдаться более выраженные реакции: тахикардия, повышение давления, ощущение сердцебиения и даже спазмы сосудов. Эти изменения являются частью общей адаптационной реакции организма и зависят от индивидуальных особенностей человека, уровня тренированности и устойчивости нервной системы.

У регулярно тренирующихся людей адаптационные механизмы сердечно-сосудистой системы работают более эффективно. Их сердце способно перекачивать больше крови за одно сокращение, частота пульса в покое снижается, а сосуды становятся более эластичными. Такие функциональные изменения являются результатом хронической адаптации и позволяют легче переносить как физические, так и умственные нагрузки. Кроме того, тренированная сердечно-сосудистая система быстрее восстанавливается после нагрузки, что также является важным показателем её функционального состояния.

Таким образом, сердечно-сосудистая система выступает как основной механизм, обеспечивающий быструю и адекватную адаптацию организма к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. Её реакция на физические и психоэмоциональные воздействия обеспечивает оптимальные условия для функционирования всех органов и систем, поддерживает энергетический баланс и способствует сохранению здоровья и работоспособности.

Физическая активность сопровождается увеличением потребностей организма в кислороде и энергии. Основными механизмами адаптации ССС, по мнению различных специалистов являются: увеличение ЧСС, повышение силы сердечных сокращений, расширение кровеносных сосудов, перераспределение кровотока, изменение артериального давления.

Повышение ЧСС и увеличение ударного объема сердца приводит к росту минутного объема кровообращения (МОК), который у подготовленных к физическим нагрузкам может увеличиваться вплоть до 5-6 раз [9].

Во время нагрузки кровообращение усиливается в активно работающих органах, таких как мышцы, сердце и легкие, и снижается в органах, временно не участвующих в данных процессах, например, пищеварительный тракт и почки, что приводит к расширению кровеносных сосудов и перераспределению кровотока [15].

Активные нагрузки также повышают разницу по уровню кислорода в артериях и венах за счет увеличения потребления кислорода большим количеством тканей в ускоренном темпе.

Эти адаптации считаются проявлением острой адаптации, направленной на поддержание кислородного и энергетического баланса в условиях возросших потребностей организма.

1.2. Методы оценки функционального состояния кардио-респираторной системы

Существует множество методов для оценки функционального состояния кардио-респираторной системы. Традиционные методы включают:

Пробу Руфье – оценку реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

Пробу Штанге и Генчи – оценивают устойчивость организма к гипоксии.

Спирометрию – используется для определения жизненной ёмкости лёгких и скорости воздушного потока.

Измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое и после нагрузки, Кардиоинтервалография, пульсометрия – позволяют судить о степени утомления и восстановлении после нагрузки.

Велоэргометрию – оценку работы сердца при возрастающей физической нагрузке.

Современные технологии позволяют использовать неинвазивные методы, такие как дисперсионное картирование ЭКГ, реализованное в приборе «Кардиовизор-06». Этот метод позволяет выявлять микроальтернации ЭКГ,

отражающие электрофизиологическое состояние миокарда на протяжении всего кардиоцикла.

1.3. Применение «Кардиовизора-06» в функциональных возможностях кардиореспираторной системы студентов

«Кардиовизор-06» представляет собой компьютеризированную систему скрининга сердца, основанную на анализе микроамплитудных колебаний ЭКГ-сигнала. Исследования показали эффективность использования этого прибора для оценки функционального состояния сердца у студентов.

Так, в исследовании, проведенном на студентах Северного ВУЗа, с использованием «Кардиовизора-06с» была проведена оценка функционального состояния сердца с последующим дисперсионным анализом. Результаты показали, что у студентов с различным уровнем физической активности наблюдаются отличия в показателях дисперсионного картирования ЭКГ.

В другом исследовании была проведена оценка функционального состояния кардио-респираторной системы у студентов специального учебного отделения на факультетах физической культуры. Использование «Кардиовизора-06» позволило выявить особенности адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам у данной категории студентов.

«Кардиовизор-06» – неинвазивный диагностический комплекс, применяемый для визуализации биоэлектрических процессов миокарда. Метод основан на регистрации ЭКГ в трёх отведениях с последующим картированием активности миокарда и ритма. Он позволяет выявить скрытые изменения, включая микроальтернации ЭКГ, до появления клинических симптомов [16].

Исследования с использованием Кардиовизора на студентах показали его высокую эффективность в выявлении нарушений ритма и миокардиальной дисфункции [36].

По результатам анализа у студентов с различной физической активностью наблюдаются значимые различия в показателях миокардиальной активности и сердечного ритма после нагрузки. Увеличение пульса более чем на 20% указывает на ограниченные адаптационные возможности [32].

1.4. Учёт особенностей кардиореспираторной системы при определении нагрузки

Очень важно знать особенности функционального состояния Сердечно-сосудистой и дыхательной систем, так как это необходимо для правильного дозирования как физических, психических, так и умственных нагрузок. Например, студенты, у которых выявлены хронические заболевания, относят к специальной медицинской группе. Это не исключает их занятий в ВУЗе физической культурой. В отличие от здоровых людей они посещают пары физической культурой, но с учетом рекомендаций врачей, они занимаются по индивидуальным учебным программам под контролем преподавателя физической культуры.

В частности, для студентов, имеющих отклонения со стороны сердечно-сосудистой системы, противопоказаны упражнения, выполнение которых связано с задержкой дыхания и натуживанием, с резким ускорением темпа и статистическим напряжением.

Студентам с заболеваниями органов дыхания противопоказаны упражнения, вызывающие задержку дыхания, натуживания. Нужно больше уделять внимания дыхательным упражнениям, которые способствуют тренировке полного дыхания.

Поэтому при планировании и определении нагрузки необходимо учитывать особенности кардиореспираторной системы каждого человека.

Необходимо избегать резких увеличений интенсивности – постепенное наращивание нагрузки позволяет организму адаптироваться.

Типы рекомендуемых физических нагрузок:

Аэробные нагрузки. Упражнения (бег, плавание, танцы) являются наиболее эффективными для развития выносливости и общего состояния КРС. Необходимо постепенно увеличивать интенсивность и продолжительность занятий.

Силовые тренировки. Для подростков важно избегать чрезмерных нагрузок с высокими весами, так как это может негативно повлиять на растущие суставы и мышцы. Оптимально использовать собственный вес и низкие веса для развития силы.

Функциональные тренировки. Занятия, направленные на развитие координации, гибкости и равновесия, способствуют улучшению общей физической готовности и снижению риска травм.

После нагрузки обязательно должен быть период восстановления. Подростки требуют достаточного времени для восстановления между занятиями и тренировками.

Так же необходимо вводить регулярный контроль за показателями. Современные технологии (пульсометры, фитнес-трекеры) могут помочь отслеживать нагрузку и адаптацию КРС, а также контролировать уровень интенсивности тренировок.

1.5. Влияние учебной и физической нагрузки на кардио-респираторную систему студентов

Учебная деятельность в ВУЗе сопровождается умственными и эмоциональными нагрузками, которые могут оказывать влияние на функциональное состояние кардио-респираторной системы студентов. Исследования показывают, что у студентов функциональные возможности сердечно-сосудистой системы в среднем ниже, чем у работающей молодежи.

Кроме того, уровень физической активности студентов оказывает значительное влияние на состояние их кардио-респираторной системы. Так, у студентов с высоким уровнем физической активности наблюдаются лучшие

показатели функционального состояния сердца и дыхательной системы по сравнению с менее активными сверстниками. .

Учебный процесс в ВУЗе сопровождается гиподинамией, нарушением режима сна и питания, стрессами, что негативно сказывается на функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Особую тревогу вызывает снижение выносливости и увеличение случаев нарушений сердечного ритма у студентов старших курсов [40].

В то же время, регулярные занятия физической культурой и умеренная двигательная активность положительно влияют на показатели функционального состояния.

У студентов, как показали исследования, кардиореспираторная система в целом функционирует в пределах нормы. Однако при повышенных стрессах и недостатке физической активности выявляются признаки дезадаптации: учащённое дыхание, снижение ВСР, преобладание симпатической активности, повышенное АД.

Исследования, проведённые среди студентов медицинских вузов, показали, что около 5% обследованных имеют признаки нарушения регуляторных систем, что может указывать на риск развития патологий в будущем

Известно, что степень реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку зависит от её интенсивности, продолжительности и характера. В физиологии мышечную деятельность принято делить на два основных типа: динамическую, при которой мышцы совершают чередование напряжения и расслабления (например, бег, ходьба, плавание), и статическую, при которой мышцы длительно сохраняют напряжение без значительного изменения длины (например, удержание груза или поддержание позы). В реальной практике, особенно эти типы редко встречаются в чистом виде. Обычно наблюдается сочетание обоих режимов, хотя в различных видах спорта можно выделить преобладающий тип нагрузки.

Например, в тяжёлой атлетике доминируют статические усилия, и тренировка направлена главным образом на развитие силы. В противоположность этому, бег и другие циклические виды нагрузок относятся к деятельности в основном с динамической нагрузкой и развивают такие качества, как быстрота и выносливость. Формирование этих физических качеств напрямую связано с особенностями тренировочного процесса: его длительностью, интенсивностью и мощностью, от которой, в свою очередь, зависит механизм энергообеспечения.

Согласно различным научным классификациям, все виды физических нагрузок можно условно разделить на четыре группы в зависимости от степени выраженности статических и динамических компонентов нагрузки. К первой группе относятся виды с высокой интенсивностью как динамических, так и статических нагрузок – это, например, бокс или велоспорт. Во второй группе преобладают динамические усилия при умеренных статических нагрузках, сюда относятся лёгкая атлетика, теннис и баскетбол. В третью группу входят виды с выраженным статическим компонентом и малой долей динамики, например гимнастика или тяжёлая атлетика. Четвёртую группу составляют виды с низкой интенсивностью обоих типов нагрузки – такие как гольф или стрельба.

Когда речь идёт о физиологических механизмах срочной адаптации сердца к физическим нагрузкам, важно понимать, что эта адаптация происходит на уровне всего организма. Основным стимулом к включению регуляторных систем служит «запрос» со стороны двигательного аппарата. В ответ происходит активизация функций сердечно-сосудистой и дыхательной систем, которые обеспечивают транспорт кислорода и питательных веществ к работающим мышцам. В начальный период адаптации организм использует врождённые, филогенетически сформированные механизмы. Эти механизмы ограничены по своему количеству и соответствуют типу нагрузки. Принципиальное отличие физиологической адаптации к физической нагрузке от компенсаторной гиперфункции при патологиях (например, при пороке

сердца) заключается в её цикличности: нагрузка чередуется с периодами восстановления. Это позволяет организму развивать адаптационные резервы без риска структурных нарушений.

Цикличность физических нагрузок играет ключевую роль в безопасном и эффективном увеличении функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы. Однако при чрезмерной интенсивности тренировок, особенно в профессиональном спорте, нагрузка может приближаться к уровню, характерному для патологической гиперфункции. Если тренировки построены неправильно, возрастает риск нарушения адаптационных процессов и развития перегрузки.

Различные виды физических упражнений по-разному влияют на сердечно-сосудистую систему. Одним из важнейших механизмов, регулирующих силу сердечных сокращений, является закон Франка-Старлинга: чем больше объём крови, поступающий в сердце в фазе наполнения, тем сильнее оно сокращается. Это обусловлено растяжением сердечной мышцы – чем больше она растянута до сокращения, тем мощнее сокращение. Однако этот механизм имеет предел – при чрезмерном растяжении эффективность сокращения снижается. Второй механизм усиления сердечной деятельности связан с повышением давления в полостях сердца, что также активизирует его сократительную способность.

Физиологическая разница между динамическими и статическими упражнениями состоит в характере работы мышц. При динамической нагрузке мышцы чередуют сокращения и расслабления при стабильном напряжении. При статической нагрузке, наоборот, изменяется напряжение при минимальном изменении длины мышц. В жизни чаще всего встречаются смешанные типы нагрузок, в которых преобладает тот или иной компонент. Динамическая нагрузка развивает выносливость и быстроту, тогда как статическая способствует росту силы.

Хотя оба типа нагрузок активизируют сердечно-сосудистую систему, характер их вегетативного обеспечения различен. При многократных

повторениях динамических или статических упражнений, особенно с участием крупных мышечных групп, уже на ранних этапах (в фазе срочной адаптации) наблюдаются различные гемодинамические ответы. Это говорит о том, что адаптация сердечно-сосудистой системы к различным видам нагрузок носит специфический характер и зависит от характера двигательной активности.

1.6 Нарушения работы кардиореспираторной системы

В настоящее время у большинства людей всё чаще отмечаются нарушения со стороны кардиореспираторной системы.

Современные проблемы кардиореспираторной системы у молодёжи варьируются от хронических заболеваний, таких как астма, до проблем, связанных с образом жизни, таких как гипертония (синдром, характеризующийся регулярным или периодическим повышением артериального давления выше нормальных значений).

Болезни сердца и сосудов – проблема не только людей в преклонном возрасте. Они часто возникают и у совсем маленьких детей и подростков. Недуги могут быть как врожденными, так и приобретенными.

В пубертатном периоде родители должны уделить здоровью ребенка особое внимание. Именно в это время его организм активно растет, сердце быстро увеличивается в размерах. Такие изменения могут вызвать сердечно-сосудистые заболевания подростков, которые чаще всего возникают в возрасте 14-16 лет, впоследствии оказывая неудовлетворительное воздействие на организм.

Среди самых распространенных заболеваний со стороны ССС в подростковом возрасте выделяются гипертония или гипотония, тахикардия или брадикардия, которые связаны соответственно с повышением или понижением артериального давления и ЧСС. Все они могут приводить к сердечно-сосудистым заболеваниям, головокружению и обморокам.

Зачастую расстройства в функционировании ССС могут быть обусловлены нарушениями функции клапана в виде пролапса двустворчатого клапана, нейроциркулярной и вегетососудистой дистонии. Это происходит в случае, когда создается общий комплекс проблем, связанных с вегетативной, сердечно-сосудистой и респираторной систем, возникающих часто из-за возрастной перестройки организма. Тело подростков быстро растет, а ССС не успевает за ним. Поэтому такие диагнозы можно поставить практически каждому третьему в возрасте от 13 до 16, а то и 22 лет. Внутренние органы недополучают кислород, наблюдается тахикардия и головные боли, плохо переносят стрессы и физические нагрузки.

Так же часто встречаются и различного рода проблемы с дыхательной системой у молодых людей, такие как: бронхиальная астма, обструкция, психогенный кашель, нарушение в функциях внешнего дыхания.

Бронхиальная астма является наиболее распространённым хроническим заболеванием органов дыхания у молодежи. Симптомы могут включать удушье, затруднение дыхания, чувство стеснения в груди и кашель.

Бронхиальная обструкция подразумевает под собой нарушение проходимости бронхов и часто сопровождается спазмом их гладкой мускулатуры. Для обструктивного синдрома характерен свистящий звук при выдохе и кашле.

Психогенный кашель представляет собой сухой и частый кашель, который беспокоит постоянно – во сне, в транспорте, в школе, на улице. При этом чувствуется щекотание или першение в горле.

К нарушениям функций внешнего дыхания. относятся, например, снижение жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) и увеличение концентрации углекислого газа в выдыхаемом воздухе.

Любое из этих состояний требует тщательного контроля и обследования. Правильное лечение и советы врача помогут побороть недуг на ранней стадии. В противном случае возрастные изменения могут стать причиной серьезных сердечно-сосудистых заболеваний.

1.7 Формирование устойчивой адаптации к динамическим и статическим нагрузкам

При физических нагрузках чёткое разграничение между этапами адаптации к ним оказывается затруднительным, так как гиперфункция, возникающая в ответ на физическую активность, имеет временный, строго дозируемый характер и регулируется в соответствии с уровнем подготовки спортсмена. Это принципиально отличает её от компенсаторной гиперфункции, связанной с патологическими состояниями, когда усиленная работа органов постоянна и не контролируется произвольно. Повторяющиеся физические нагрузки – как динамического, так и статического характера – активизируют те функциональные системы, которые играют ключевую роль в обеспечении адаптивных процессов организма.

Исследования, проведённые на здоровых добровольцах, убедительно показали, что даже относительно короткий цикл тренировок, длительностью около десяти недель, способен вызывать значительные сдвиги в работе сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем. Эти изменения сопровождаются ростом общей физической работоспособности, улучшением переносимости нагрузок и ускорением восстановления после усилий. Центральную роль в этом процессе играет координация между различными органами и системами: формируются устойчивые нейрофизиологические связи между скелетной мускулатурой, сердцем и лёгкими, обеспечивающие согласованную работу всего организма при физической активности.

Длительность периода, необходимого для достижения устойчивой адаптации, определяется не только характером и интенсивностью тренировочного воздействия, но и индивидуальными особенностями организма, включая возраст, уровень физической подготовки, генетическую предрасположенность и исходное состояние здоровья. Постепенное вовлечение различных звеньев физиологических регуляторных механизмов

позволяет организму перейти от фазы начальной перестройки к стадии сформированной, долговременной адаптации, когда функциональные системы работают экономично и эффективно.

Наиболее отчётливо различия между адаптированным и неадаптированным сердечно-сосудистым аппаратом проявляются именно на стадии устойчивой адаптации. У тренированного человека сердце отличается увеличенной массой за счёт физиологической гипертрофии миокарда, повышенной сократительной способностью, а также сниженной частотой сердечных сокращений в покое, что свидетельствует об экономизации его работы. Это состояние сопровождается расширением функциональных резервов сердечно-сосудистой системы, то есть способностью к широкому диапазону изменений интенсивности её деятельности – от экономичного покоя до предельной нагрузки. Условно функциональный резерв можно рассматривать как отношение максимальной мощности системы к её покоему состоянию.

Совершенствование этого резерва происходит в двух направлениях. Во-первых, за счёт экономизации – снижения энергозатрат при выполнении умеренных и привычных нагрузок. Во-вторых, за счёт повышения пиковой работоспособности – способности организма справляться с экстремальными усилиями. Такая двойная адаптация возможна благодаря сложной перестройке механизмов регуляции: центральной и вегетативной нервной системы, гуморальных факторов, локальных реакций в тканях и органах.

С точки зрения теории функциональных систем П. К. Анохина, устойчивые формы адаптации возникают как результат многократного повторения специфических нагрузок. В ответ на систематическую физическую активность формируется функциональная система, имеющая устойчивую архитектуру и обладающая так называемым «системным следом» – структурно-функциональной основой, обеспечивающей более эффективную реакцию организма на повторяющиеся воздействия. Это проявляется как в морфологических изменениях (увеличение капиллярной сети, утолщение

стенок сосудов, развитие миокарда), так и в регуляторных процессах (снижение активности симпатической нервной системы в покое, улучшение барорефлексов и т. д.).

Устойчивое приспособление организма к физическим нагрузкам, независимо от их характера, представляет собой результат комплексной перестройки всех звеньев сердечно-сосудистой системы. Оно позволяет не только повысить эффективность её работы в условиях тренировки, но и обеспечивает надёжную защиту от перегрузок, улучшает общее состояние здоровья и повышает толерантность к стрессу, как физическому, так и психоэмоциональному.

1.7.1 Развитие устойчивого типа адаптации сердечно-сосудистой системы к динамическим физическим нагрузкам

Согласно исследованиям Ф.З. Меерсона [26], регулярные физические тренировки динамического характера способствуют развитию умеренной гипертрофии миокарда, сопровождающейся повышением адренореактивности, улучшением коронарного кровотока, увеличением концентрации миоглобина и активности ферментных систем. Эти адаптационные изменения усиливают механизмы транспорта ионов кальция и способствуют более эффективному расслаблению сердечной мышцы. Также улучшается энергетическое обеспечение миокарда, что повышает эффективность использования кислорода и увеличивает способность к выполнению нагрузки на единицу массы миокарда.

На этапе устойчивой адаптации сердечно-сосудистая система демонстрирует как увеличение функциональной мощности, так и экономичность работы в состоянии покоя и при умеренных нагрузках. Ранее было принято считать, что ключевыми признаками высокого уровня адаптации сердца к нагрузкам служат брадикардия, артериальная гипотензия и гипертрофия миокарда [12]. Однако в современной научной литературе подчеркивается, что наличие этих признаков не всегда свидетельствует о

высоком уровне тренированности, так как каждый из них может быть проявлением патологического состояния.

Брадикардия наиболее часто встречается у спортсменов, занимающихся выносливыми видами спорта, особенно у мужчин. Она рассматривается как показатель экономной работы сердца: за счёт удлинения диастолы снижается потребность миокарда в кислороде и уменьшается его нагрузка. Этот эффект обусловлен преобладанием парасимпатической активности вегетативной нервной системы [45]. Однако связь между выраженностью брадикардии и уровнем тренированности не всегда прямая [7, 30]. У части спортсменов с выраженной брадикардией (<40 уд/мин) отмечаются сниженная работоспособность, быстрая утомляемость и другие негативные симптомы. Такие состояния могут быть связаны с переутомлением или хронической инфекцией [44]. В отдельных случаях выраженная брадикардия может указывать на дисфункцию синусового узла или блокаду проводящей системы сердца и требует обязательного кардиологического обследования.

Некоторые исследования показывают, что выраженная брадикардия у тренированных лиц может быть не только адаптационным механизмом, но и маркером патологических процессов. Так, у 21 из 26 бывших спортсменов с брадикардией в анамнезе наблюдались инсульты, что связывают с возможной дисфункцией синусового узла и склонностью к тромбообразованию [15]. Поэтому при выраженной брадикардии покоя необходима дифференциальная диагностика для исключения патологий.

Гипотензия также может быть проявлением нейроциркуляторной дистонии по гипотензивному типу с сопутствующими нарушениями со стороны ЦНС и сердца. В связи с этим спортсменам с пониженным АД рекомендуется прохождение углубленного медицинского обследования, так как гипотензия не может считаться типичным проявлением «спортивного сердца».

Что касается гипертрофии миокарда, её наблюдали ещё в конце XIX века, одновременно с умеренным расширением полостей сердца. При высоких физических нагрузках у тренированных людей наблюдается увеличение

минутного объема крови в 5–7 раз, тогда как у нетренированных лиц – только в 3–4 раза. По Ф.З. Меерсону повышенная растяжимость миокарда у тренированных лиц связана с более совершенной работой кальциевого насоса.

Современные данные показывают, что основным механизмом адаптации к динамическим нагрузкам является тоногенная дилатация (умеренное расширение полостей), в то время как гипертрофия выражена слабо или отсутствует. Исследования ударного объема у спортсменов дают противоречивые результаты: от его снижения до значительного увеличения, в то время как по другим данным существенных различий между тренированными и нетренированными лицами не выявлено.

1.7.2. Развитие устойчивого типа адаптации сердечно-сосудистой системы к статическим физическим нагрузкам

Характер адаптации организма к статическим нагрузкам существенно отличается от адаптации к динамическим. При статической работе мышцы не совершают значительных движений, но при этом происходит их продолжительное напряжение. Такое напряжение сопровождается сдавлением кровеносных сосудов, что вызывает ограничение кровотока в работающих мышцах. Это ведёт к активации симпатoadреналовой системы, вызывающей выраженные сосудосуживающие реакции.

В ответ на статическую нагрузку наблюдается повышение общего периферического сопротивления сосудов, а также значительный рост артериального давления – как систолического, так и диастолического. Частота сердечных сокращений возрастает умеренно. При этом наиболее выраженными оказываются колебания давления, что связано с усилением прессорных механизмов, призванных обеспечить кровоснабжение сдавленных мышц.

Длительная адаптация к статическим нагрузкам приводит к специфическим изменениям в сердечно-сосудистой системе. Характерным является развитие концентрической гипертрофии миокарда: толщина стенки

левого желудочка увеличивается, тогда как размеры его полости не изменяются либо уменьшаются. Такое утолщение стенки обусловлено необходимостью противостоять возросшему посленагрузочному давлению. В отличие от адаптации к динамическим нагрузкам, где преобладает эксцентрическая гипертрофия, обусловленная объемной нагрузкой, при статической работе сердце приспосабливается к давлению.

Тем не менее, установлено, что даже в силовых видах спорта сердечная мышца сохраняет признаки тренированности: повышенную эластичность, улучшенное кровоснабжение, повышенную энергетическую обеспеченность. Однако такие формы адаптации чаще сопровождаются повышением артериального давления, особенно у спортсменов с высоким уровнем соревновательной активности. Так, по данным Л.А. Бутченко, у атлетов, систематически выполняющих силовые упражнения, возможно формирование устойчивой артериальной гипертензии, связанной с постоянным напряжением сосудистой стенки.

Особое внимание при оценке адаптации к статическим нагрузкам уделяется состоянию сердечного ритма. В отличие от выносливых спортсменов, у представителей силовых видов спорта брадикардия выражена значительно слабее или отсутствует вовсе. Частота сердечных сокращений в покое у них обычно находится в пределах нормы или может быть несколько повышенной. Это объясняется преобладанием симпатического влияния и меньшим вкладом парасимпатической регуляции.

Следует учитывать, что чрезмерная выраженность гипертрофических изменений у спортсменов, практикующих статические нагрузки, может затруднять дифференциацию между физиологической адаптацией и патологической гипертрофией, например при гипертонической болезни. Поэтому важной задачей спортивной медицины остаётся проведение регулярного кардиологического мониторинга, включая эхокардиографию, для своевременного выявления потенциально неблагоприятных изменений.

1.7.3. Обратимость процессов адаптации к физическим нагрузкам

Физическая активность оказывает системное воздействие на организм человека, вызывая целый спектр адаптационных изменений в сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и других системах. Однако прекращение или резкое снижение физической нагрузки приводит к постепенной утрате этих функциональных и морфологических адаптаций – явлению, известному в физиологии как «детренинг» или обратимость адаптации.

Прежде всего, адаптация к физическим нагрузкам проявляется в изменениях со стороны сердечно-сосудистой системы. В ответ на регулярные тренировки развивается физиологическая гипертрофия миокарда, увеличивается ударный и минутный объём крови, снижается частота сердечных сокращений в покое, повышается эффективность работы сердца. Однако уже через 2–3 недели после прекращения занятий физической активностью наблюдается снижение массы левого желудочка на 12–25%, уменьшается его диаметр и толщина стенок. Согласно данным эхокардиографических исследований, гипертрофия миокарда у бывших спортсменов подвергается обратному развитию, особенно при полном отсутствии физической активности.

Функциональные изменения происходят даже быстрее. Так, одним из первых показателей, подвергающихся изменению при детренинге, является максимальное потребление кислорода – ключевой критерий аэробной выносливости. Уже через 10–14 дней после прекращения тренировок оно может снизиться на 6–8%, а спустя 6–8 недель – на 15% и более. Это связано с уменьшением объёма циркулирующей крови, снижением ударного объёма сердца, ухудшением кислородной доставки к работающим мышцам.

Изменения затрагивают и мышечную систему. Регулярные физические нагрузки способствуют росту митохондриальной плотности в мышечных клетках, улучшению капилляризации и увеличению активности окислительных ферментов. При детренинге наблюдается значительное снижение этих параметров. В частности, плотность митохондрий может

уменьшиться на 40–50% уже через 2–3 недели без тренировок, что негативно сказывается на способности мышц к аэробному энергообеспечению. Нарушается обмен веществ, возрастает утомляемость, снижается чувствительность к инсулину, ухудшается липидный профиль крови.

Важно отметить, что степень и скорость утраты адаптации зависят от ряда факторов. Наиболее значимыми из них являются длительность и интенсивность предшествующей тренировочной активности, возраст индивидуума и скорость снижения физической нагрузки. Спортсмены с многолетним опытом высокоинтенсивных тренировок сохраняют часть адаптационных изменений дольше, чем люди с коротким периодом физической активности. Вместе с тем, у пожилых лиц процессы деадаптации протекают быстрее и с выраженными последствиями для здоровья. Исследования показывают, что резкое прекращение занятий спортом в пожилом возрасте увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний, включая ишемическую болезнь сердца, артериальную гипертензию и атеросклероз [33].

Особую роль играет характер снижения физической активности. Резкое прекращение тренировок приводит к более выраженному детренингу по сравнению с постепенным снижением нагрузок. Кроме того, отсутствие поддерживающей физической активности способствует быстрому прогрессированию физиологической деадаптации, которая в ряде случаев может переходить в патологическую форму. Наиболее уязвимыми в этом отношении являются бывшие профессиональные спортсмены, особенно если завершение спортивной карьеры произошло в возрасте старше 35 лет. Наблюдаются случаи стойкой гипертрофии миокарда и дилатации левого желудочка у бывших футболистов и боксёров, даже спустя 10–15 лет после завершения спортивной карьеры.

В литературе существует и другая точка зрения, согласно которой структурные изменения, возникшие под влиянием тренировок, могут быть полностью обратимы. Так, [45] утверждает, что гипертрофия сердца,

развившаяся на фоне тренировок, может полностью исчезнуть при условии отсутствия сопутствующих патологий, таких как артериальная гипертензия или ишемическая болезнь сердца. Авторы полагают, что у некоторых бывших спортсменов сохраняющаяся гипертрофия является не результатом адаптации, а следствием раннего старения или латентной патологии.

С практической точки зрения, понимание механизмов обратимости адаптации к физическим нагрузкам имеет большое значение для профилактики неблагоприятных последствий прекращения тренировок. Оптимальной стратегией считается постепенное снижение физической нагрузки с сохранением умеренной физической активности в форме ходьбы, плавания, йоги или других аэробных упражнений. Такой подход позволяет частично сохранить приобретённые адаптации и снизить риск развития заболеваний сердечно-сосудистой системы и ускоренного старения организма.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что обратимость адаптации к физическим нагрузкам представляет собой естественный, но потенциально опасный процесс, особенно при резком и полном прекращении тренировок. Его течение зависит от множества факторов и требует учёта индивидуальных особенностей, возраста и характера предшествующей физической активности. Дальнейшие исследования в этой области необходимы для разработки персонализированных программ поддержки функционального состояния у лиц, прекращающих регулярные тренировки, особенно в зрелом и пожилом возрасте.

1.8 Нормы контроля физических нагрузок студентов

Для эффективного планирования и регулирования занятий физической культурой среди молодежи требуется комплексный физиолого-гигиенический контроль. Он позволяет объективно оценить, как организм реагирует на физические нагрузки, и определить его текущее функциональное состояние.

На основе полученных данных сопоставляются количественные и качественные характеристики нагрузки и разрабатываются индивидуальные рекомендации по организации занятий.

Существуют три основных типа контроля: оперативный, текущий и этапный.

Оперативный контроль используется для оценки сиюминутной реакции организма на нагрузку в ходе одного занятия. При этом анализируется взаимосвязь между «дозой» (объем и длительность физической нагрузки) и «эффектом» (физиологические сдвиги, вызванные этой нагрузкой). Установлено, что наилучшие адаптационные изменения происходят при умеренных нагрузках: слишком слабые не вызывают необходимого эффекта, а чрезмерные могут привести к переутомлению, снижению выносливости и уменьшению резервных возможностей организма.

При выборе объема и интенсивности нагрузки важно учитывать краткосрочные эффекты различных упражнений и корректно распределять их в течение тренировки. Это особенно важно, если используется разнообразный комплекс упражнений – их воздействие нужно оценивать индивидуально, чтобы оптимизировать порядок выполнения и избежать перенапряжения.

Текущий контроль проводится на протяжении нескольких занятий и позволяет определить, насколько организм успевает восстанавливаться после физической активности. На его основе корректируется нагрузка с учетом того, что разные физиологические функции восстанавливаются в разное время. Для устойчивого прогресса в физическом развитии занятия с одинаковой направленностью должны повторяться только после полного восстановления ведущих функций.

Этапный контроль ориентирован на более длительные временные отрезки – от нескольких месяцев до нескольких лет. Он учитывает индивидуальные особенности подростков и студентов (возраст, уровень физической подготовки и пол) и помогает отслеживать изменения в физическом развитии, состоянии организма и результатах физической

активности. Важной частью этапного контроля является оценка накопленного эффекта нагрузок, для чего используются показатели энерготрат, физической работоспособности и другие.

Оценка энерготрат осуществляется с использованием расчетных формул, позволяющих определить, сколько энергии организм расходует в состоянии покоя и при физической нагрузке.

Для оценки работоспособности молодежи применяются как прямые (время, дистанция, вес) показатели, так и косвенные – физиологические реакции организма на нагрузку: частота пульса, артериальное давление, утомляемость и восстановление. Косвенные показатели часто изменяются раньше, чем заметны изменения в спортивных результатах, поэтому они важны для своевременной корректировки режима занятий.

Особое значение придается частоте сердечных сокращений после нагрузки. Подсчет пульса в течение 10 секунд в трех временных интервалах (0–10 с, 30–40 с, 60–70 с) позволяет оценить не только реактивность организма, но и эффективность восстановительных процессов. Расчет индексов восстановления пульса (ИВП1 и ИВП2) помогает судить о том, насколько быстро сердечно-сосудистая система возвращается к исходному состоянию. Чем выше эти показатели, тем лучше восстановление организма и тем выше его устойчивость к нагрузкам.

Также большое значение имеют параметры, отражающие процессы метаболизма: уровень кислорода, молочной кислоты, кислотно-щелочного баланса. Хотя их определение требует специального оборудования, они применяются в научных исследованиях и могут быть полезны при углубленном изучении индивидуальной адаптации.

Во время физических занятий в организме происходят сложные процессы: затраты энергии (катаболизм) преобладают, но после занятий усиливаются восстановительные процессы (анаболизм), компенсирующие эти потери. Полноценное восстановление особенно важно для поддержания здоровья, развития силы, выносливости и координации.

Современные исследования [25]. показывают, что восстановление происходит в несколько фаз, в разной последовательности и с разной скоростью для различных функций организма. При регулярных занятиях происходит не просто восстановление, но и «сверхвосстановление» – усиленное возвращение функций, что способствует росту резервных возможностей организма.

Таким образом, знание физиологических особенностей реакции организма молодежи на физическую нагрузку, а также механизмов восстановления, позволяет выстраивать занятия рационально, обеспечивать прогресс в физическом развитии и предотвращать перегрузки. Это особенно актуально в возрасте 16–22 лет – периоде формирования устойчивой физической работоспособности, укрепления здоровья и создания основ для активного образа жизни в будущем.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Организация исследования

Исследование проводилось на базе Педагогического института им. В.Г. Белинского, на кафедре Общая биология и биохимия. В исследовании приняли участие 19 студентов в возрасте от 20 до 22 лет, обучающихся на 3–5 курсах ВУЗа. Все участники прошли добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Среди обучающихся, участвующих в исследовании, были 17 человек без патологии ССС 2 студентки с диагнозом: функциональные нарушения ССС. Все они не принимали на момент исследования медикаментозные препараты, способные повлиять на сердечный ритм и сосудистый тонус.

Обследование проводилось в первой половине дня в стандартных условиях. На 1 этапе осуществлялась запись ЭКГ в состоянии покоя. На 2 этапе – после физической нагрузки в виде 25 приседаний.

В качестве стандартной физической нагрузки использовалось выполнение 20–30 глубоких приседаний за 30 секунд. Методика проста, не требует оборудования и широко применяется для оценки работоспособности и адаптации сердечно-сосудистой системы.

После приседаний участник сразу занимал положение сидя, и через 60–90 секунд проводилась повторная регистрация показателей с помощью «Кардиовизора-06». Такой подход позволяет судить о скорости адаптационно-восстановительных процессов, вовлечённых в реакцию на кратковременную нагрузку.

Для оценки функционального состояния кардио-респираторной системы применялась методика дисперсионного картирования ЭКГ с использованием прибора «Кардиовизор-06», позволяющего проводить визуализацию электрической активности миокарда и ритма сердечных сокращений.

2.2. Используемые методы исследования

Для достижения поставленных целей использовался комплекс методов:

Теоретические методы:

- а) Анализ научной литературы по теме (физиология, кардиология, спортивная медицина);
- б) Обзор современных методов диагностики функционального состояния сердца;
- в) Сравнительный анализ полученных данных с нормативными значениями.

Эмпирические методы:

- а) Анкетирование и сбор анамнестических данных

Участники заполняли анкету, включающую:

- возраст, пол, курс;
- уровень физической активности (низкий, средний, высокий);
- наличие жалоб на здоровье;
- сведения о вредных привычках (курение, алкоголь).

- б) Исследование с использованием прибора «Кардиовизор-06»

«Кардиовизор-06» – аппарат, осуществляющий неинвазивную регистрацию и визуализацию электрической активности миокарда на основе снятия ЭКГ в трёх ортогональных отведениях.

Полученные данные обрабатываются с использованием специализированного программного обеспечения и представляются в виде:

- Индекса миокардиальной активности (ИМА);
- Показателя ритмичности (в процентах);
- Частоты сердечных сокращений (ЧСС, в ударах в минуту);
- Заключение в виде цветной схемы (зеленая, жёлтая, красная зона – условная визуализация нормальных, пограничных и патологических изменений).

Каждому студенту проводилось два обследования:

1. В состоянии покоя, спустя 10 минут отдыха в положении сидя;

2. После дозированной физической нагрузки – стандартная нагрузка в виде 20–30 приседаний в течение 30 секунд.

Через 1–2 минуты после нагрузки проводилась повторная регистрация параметров. Изменение показателей ритма, пульса и миокарда анализировалось на предмет уровня адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузке.

в) Критерии оценки:

Пульс: Нормой считается увеличение не более чем на 25–30% от исходного значения.

Ритм: Снижение ритма более чем на 10% после нагрузки считается признаком утомления.

Миокард: Визуальные изменения (цветовые сдвиги) позволяют судить о напряжении регуляторных систем сердца.

2.2.1. Методы математической обработки данных

Анализ данных проводился с использованием табличного процессора Excel и описательной статистики: вычислялись средние значения, проценты, отклонения. Сравнивались данные до и после нагрузки. Также проводился групповой анализ (по полу, по курсу, по уровню физической активности – если анкеты позволяют это сделать).

Полученные результаты визуализировались в виде таблиц и графиков, представленных в главе Результаты и Приложении.

2.3. Анкетирование участников исследования

Для уточнения анамнестических и поведенческих данных, потенциально влияющих на состояние кардио-респираторной системы, всем участникам предлагалось заполнить анкету, включающую следующие разделы:

I. Общие сведения

- Фамилия, имя (шифровались при обработке);

- Возраст;
- Курс обучения;
- Пол.

II. Физическая активность

Уровень физической активности:

- низкий (меньше 2-х занятий спортом в неделю);
- средний (2–3 раза в неделю умеренные нагрузки);
- высокий (профессиональный или интенсивный спорт).

Характер двигательной активности в быту (ходьба, транспорт, активный отдых и т.д.).

III. Образ жизни

- Продолжительность ночного сна (норма: 7–8 часов);
- Курение (да/нет);
- Употребление алкоголя (частота, количество);
- Уровень стресса (субъективная самооценка по шкале 0–10).

IV. Жалобы на здоровье

Жалобы на сердцебиение, перебои в работе сердца, одышку, головокружение, повышенную утомляемость; известные диагнозы или случаи потери сознания.

Цель анкетирования – выявить фоновые факторы риска и сопоставить их с результатами инструментального исследования. В дальнейшем возможна корреляционная связь между самочувствием, образом жизни и функциональным состоянием кардио-респираторной системы.

2.4 «КардиоВизор-06с»

Для проведения исследования оценки изменения параметров сердечно-сосудистой системы можно использовать такой прибор, как «КардиоВизор-06с», дающий фиксированные результаты:

«КардиоВизор-06с» (рис.1) – это прибор (скрининг-анализатор) для комплексной экспресс-оценки функционального состояния сердца. Это первый серийный прибор на рынке современных компьютерных анализаторов ЭКГ, основанный не на анализе общепринятых ЭКГ-характеристик, а на технологии расчета и трехмерной визуализации электромагнитного излучения миокарда по параметрам амплитудной дисперсии стандартного ЭКГ-сигнала от конечностей (4 электрода, патент DE 199 33 277 A1).



Рисунок 1. Прибор «КардиоВизор-06с»

Достоинства прибора:

- среднее время обследования одного пациента не превышает 1...3 минут, включая время наложения электродов;
- процедура обследования может быть выполнена без снятия одежды в положении сидя;
- в портативной комплектации прибора обследование может быть выполнено непосредственно на месте госпитализации или на рабочем месте при скрининговых обследованиях;
- чувствительность прибора к ишемическим изменениям миокарда не менее 80; чувствительность прибора к патологическим изменениям при контроле динамики не менее 95.

Области применения:

- кардиология
- авиационная, космическая и морская медицина

- профилактическая медицина
- спортивная медицина
- восстановительная медицина и курортология
- военная медицина

Прибор «КардиоВизор-06с» формирует выходные данные в автоматическом режиме, т.е. не требует от пользователя каких-либо интерактивных настроечных операций. Достаточно наложить электроды, ввести имя пациента и нажать кнопку «Старт».

Выходная информация выводится на экран дисплея и включает две группы данных: так называемый «портрет сердца» и текстовые сообщения.

Портрет сердца

Портрет сердца представляет собой «моментальный снимок», получаемый на экране дисплея в результате визуализации рассчитанных характеристик зарегистрированной ЭКГ. Выраженность изменений определяется по изменению цвета «квазиэпикарда», который в норме имеет ровный зеленый цвет. При различных отклонениях от нормы цвет в области изменений меняется до желтого или красного. Чем больше площадь «квазиэпикарда», окрашенная красным цветом, тем больше выраженность отклонения (рис.2).

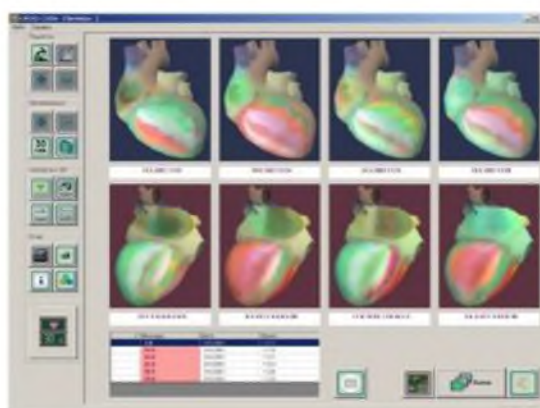


Рисунок 2. Примеры портретов сердца.

Текстовые сообщения включают три основные группы данных: интегральные индикаторы, заключение, детализацию. Текст заключения содержит заключение о наличии патологических изменений и рекомендации по дальнейшим действиям (целесообразность или необходимость полного кардиологического обследования, контроль динамики и т.д.). Текст детализации дает информацию о виде вероятных патологий, которые могут быть обнаружены при последующем полном обследовании. Указанные выходные данные даже при небольшом опыте работы с прибором воспринимаются врачом за 1...2 минуты.

С помощью прибора «КардиоВизор-06с» при выполнении работы будут регистрироваться следующие показатели:

1. «Миокард» – интегральный индекс отклонения от нормы дисперсионных характеристик низкоамплитудных вариаций ЭКГ (или индекс электрофизиологических изменений миокарда. Он определяется по данным электрокардиограммы (ЭКГ) и изменяется в относительном диапазоне от 0 до 100%. Чем больше значение индикатора, тем больше отклонение от нормы)
2. «ЧСС» – частота сердечных сокращений
3. «Ритм» – суммарное отклонение от нормы статистических показателей вариабельности ритма.

Прибор дает «визуальные портреты сердца», при сравнении которых можно проследить динамику изменения сердечной деятельности во время нагрузки.

2.4.1 Описание метода работы с КардиоВизором

Проведение экспресс-оценки состояния сердца по ЭКГ-сигналам от конечностей (скрининговых исследований сердца) при помощи КардиоВизора дает возможность создания карты дисперсионных изменений миокарда – “портрета сердца”.

Для проведения исследования на испытуемого накладываются электроды в соответствии со стандартной схемой ЭКГ-отведений от

конечностей, предварительно смазав точки наложения гелем: красный электрод (R) на правой руке, желтый электрод (L) на левой руке, зеленый электрод (F) на голени левой ноги, черный электрод (N) на голени правой ноги (рис. 3). Если применение геля по каким-то причинам нежелательно, можно ограничиться смачиванием точек контакта водой. Убедитесь, что электроды наложены без ошибки по указанному цветовому соответствию. При слабом сигнале желательно предварительно обезжирить кожу смесью Никифорова (спирт и эфир в соотношении 1:1). Обратите особое внимание на качество контакта электрода N, от которого зависит качество ЭКГ в остальных каналах R, L, F.



Рисунок 3. Схема установки электродов

Важнейшим фактором, гарантирующим точность портрета, является состояние покоя пациента при вводе ЭКГ. Если пациент находится в положении сидя, он должен принять удобное расслабленное положение, максимально исключающее мышечный тремор. Дыхание во время ввода ЭКГ должно быть обычным, желательно без глубоких вдохов или выдохов. Если пациент находится в состоянии нервного возбуждения, можно порекомендовать ему закрыть глаза. Во время ввода ЭКГ недопустимы разговор или повороты головы, во избежание помех при считывании значений показателей.

По завершении ввода ЭКГ на экране появится индикатор процесса генерации портрета («песочные часы»). Через 10 ~ 40 сек (в зависимости от быстродействия компьютера) процесс завершится выводом на экран дисплея портрета сердца в крупном масштабе. Одновременно с портретом в этом же окне выводятся интегральные индикаторы и текстовое заключение. Таким образом, через ~ 1 мин от момента нажатия кнопки К17 при экспозиции 30 секунд пользователь получает портрет сердца пациента. Если в процессе ввода ЭКГ возникли какие-либо помехи, вызвавшие резкие изменения изолинии ЭКГ, целесообразно повторить обследование (некондиционное обследование в этом случае необходимо удалить из базы обследований).

Процедуру просмотра выходных данных программы КардиоВизор–Обс целесообразно выполнять в следующем порядке:

- Просмотр портрета
- Просмотр интегральных индикаторов
- Просмотр заключения
- Просмотр детализации.

На портрете видны малейшие изменения дисперсионных характеристик электрического возбуждения. Цветовая картина изменений цвета при наличии отклонений имеет характерные индивидуальные признаки, поэтому портрет сердца на протяжении продолжительного времени сохраняет эти индивидуальные признаки (аналогично индивидуальным признакам портрета лица отдельного человека). Эти индивидуальные вариации бывают достаточно значительными, но все они подчиняются единому принципу:

Чем больше выраженность красного цвета, и чем больше площадь, на которой возникло изменение зеленого цвета в сторону красного, тем больше отклонения.

Слева от портретов расположены два вспомогательных прямоугольных графических индикатора. На нижнем индицируется направление электрической оси сердца во фронтальной плоскости (угол QRS). Сектор нормы выделен зеленым цветом. Верхний индикатор дублирует цветовую

настройку индикатора «Миокард»: насыщенность красного цвета увеличивается по мере нарастания отклонений

Индикаторы расположены в верхней части окна портретов (рис.4).

Миокард	Ритм	Пульс	Код детализации
18%	75%	61	I-0-S-7-S-S-2-S-4

Рисунок 4. Расположение окна портретов

Главным индикатором является индикатор «Миокард», дающий суммарную оценку дисперсионных отклонений от нормы в шкале 0 ... 100%. Цвет фона этого индикатора информирует врача о выраженности выявленных отклонений в соответствии со следующей таблицей 1:

Таблица 1 – Значения состояния миокарда

Величина индикатора «Миокард»	Цвет индикатора	Состояние
< 16%	Зеленый	Значимых отклонений нет. Если на портрете небольшие изменения – индивидуальные особенности, вариант нормы.
16% ... 19%	Желтый	Пограничное состояние (преходящий эпизод кратковременного увеличения дисперсионных характеристик) или начальные стадии вероятной патологии.
20% ... 23%	Желтый	Возможна невыраженная патология.
24% ... 47%	Коричневый	Вероятна патология.
> 47%	Красный	Вероятна выраженная патология

Величина индикатора «**Миокард**» может колебаться в небольших пределах (до 8%) при последовательных обследованиях. Колебания этого индикатора с разностью между смежными обследованиями, превышающей 8%, и с одновременной сменой цвета на портрете сердца свидетельствуют о нестабильности миокарда и необходимости контроля динамики с повышенной частотой обследований (если эти колебания не вызваны артефактами ЭКГ, например – плохим контактом электродов с кожей или мышечным тремором во время ввода ЭКГ).

Изменения индикатора «**Ритм**» обусловлены аритмией или стрессом, или совместным действием указанных причин. Цвет фона этого индикатора определяется следующими условиями:

Таблица 2 – Значения состояния ритма

Величина индикатора «Ритм»	Цвет индикатора	Состояние
< 15%	Зеленый	Значимых отклонений нет
15% ... 50%	Желтый	Небольшие отклонения.
51% ... 80%	Желтый	Пограничное состояние или отклонения средней величины
> 80%	Красный	Выраженные отклонения ритма от нормы.

Изменение цвета индикатора «**Пульс**» соответствует общепринятым границам нормокардии, брадикардии и тахикардии для взрослого человека (**Error! Reference source not found.**). Границы брадикардии и тахикардии в данном приборе не разделяют синусовый ритм и явные аритмии. Отклонение ритма от синусового индицируется отдельными дополнительными сообщениями в разделе «Ритм» заключения (см. далее).

Индикатор **Заключение**

Содержит общую скрининг-оценку, которая определяется сходством данного портрета и портретов патологий. Текст заключения содержит скрининг-оценку, а также дополнительную информацию о выраженности и виде вероятной патологии, которая является рекомендательной для принятия последующих решений. Скрининг-оценка отличается от дополнительной информации цветовой кодировкой: текст скрининг-оценки является цветным, а дополнительный текст является черно-белым.

Индикатор «Код детализации» информирует врача о похожих патологических отклонениях. Их наименования можно просмотреть по кнопке K14 – *Детализация*. Кроме того, эти наименования можно посмотреть без выхода из окна просмотр портрета. Для этого необходимо совместить курсор мыши с индикатором «Код детализации» (курсор при этом меняет пиктограмму) и нажать левую клавишу мыши. Возникнет окно закладок «Классификация отклонений». Код по каждой группе соответствует номеру в открывшемся списке типовых отклонений

Все полученные в ходе исследования результаты были занесены в таблицу и подвергнуты статистической обработке с помощью ПО IBM SPSS statistics 17.

Дальнейшая обработка полученных результатов заключалась в использовании статистических методов анализа: расчёт средних величин по группам, определение достоверности различий с помощью t-критерия Стьюдента. С целью сопоставления представленности отдельных показателей между группами учащихся использовался критерий Манна-Уитни (U) для независимых выборок при сравнении интегральных показателей

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Одной из задач экспериментальной работы стало проведение исследования функционального состояния ССС студентов. С помощью прибора Кардиовизор были получены индивидуальные показатели работы сердца до и после физической нагрузки (Приложение 1).

Статистический анализ одного из важнейших показателей состояния ССС – частоты сердечных сокращений, выявил значительное преобладание среди студентов лиц с нормальными параметрами ЧСС.

Таблица 3 – Средние значения показателей работы сердца

Измерения	ЧСС
до	$86,37 \pm 3,23$
после	$97,79 \pm 3,53$

Несмотря на это, как видно из таблицы 3, до тренировки у студентов ЧСС составляла $86,37 \pm 3,23$ уд/мин, а после – закономерно повысилась до $97,79 \pm 3,53$ уд/мин.

Такое высокое значение ЧСС (более 80 уд/мин) свидетельствует о плохой тренированности и о низком функциональном состоянии сердца, либо о каком-то заболевании и требует тщательного врачебного контроля.

Нами было выявлено, что после активности показатели у всех испытуемых увеличивались у многих вплоть до критических значений.

Испытуемые №6, 13 и 16 сказали, что у них ранее были выявлены проблемы со стороны сердечно-сосудистой системы.

Миокард: показатели после нагрузки увеличивались, что свидетельствовало о напряжении сердечной мышцы. Однако у нескольких человек (№16,17) резкий рост значений (с 17 до 31 и с 23 до 26) сочетался с признаками ишемии, что говорит о необходимости более глубокого обследования.

Ритм: у большинства студентов значения ритма сохранялось в пределах нормы, но у ряда испытуемых (№ 2, 5, 4) были выявлены умеренные отклонения: тахикардия или гипоксия.

Пульс: у всех студентов наблюдалось увеличение значений после нагрузки (в среднем на 10-20 ударов в минуту), что соответствует физиологической норме. Однако у некоторых (№ 6 и 12) пульс превышал 120 ударов в минуту, что указывает на выраженную тахикардию.

Тахикардия (как умеренная, так и выраженная) была выявлена у 14 из 19 испытуемых.

Гипоксия миокарда упоминалась у 9 студентов. Эта патология связана с недостатком кислорода в сердечной мышце и часто сопровождается деполяризацией (возбуждение) или реполяризацией (восстановление), или и тем и другим.

Перегрузка желудочков или предсердий выявлена у 7 обучающихся. Это может указывать на гипертрофию или функциональное напряжение.

Ишемические изменения были выявлены у троих (№6,12,17) и требуют исключения коронарной патологии.

Электрическая ось сердца у большинства находилась в нормальном положении. Отклонения вертикальные или горизонтальные были отмечены у №10,11,17.

Умеренные отклонения, связанные с функциональными изменениями (гипоксия, тахикардия) были выявлены у 10 студентов и требуют дальнейшего наблюдения для предотвращения ухудшения состояний. Выраженные патологии были обнаружены у 6 студентов, что может быть следствием признаков ишемии, гипертрофии, электрической нестабильности. Им показано углубленное кардиологическое обследование.

Это говорит о том, что даже при отсутствии выявленных патологий, студенты имеют нарушения, проявляющиеся при перенапряжении организма как в следствие умственной, так и физической нагрузок.

Для оценки показателей состояния ССС было проведено ранжирование их значений: показатель нормы – ранг 1, ниже нормы – ранг 2, показатель выше нормы – ранг 3 (таблица 4).

Для этого мы определили диапазон, указывающий на нормальную реакцию организма. Так, для показателя “Миокард” значения до 16 являются нормой, для “Ритм” – до 15, для “Пульс” от 65 до 80.

Таблица 4 – Ранжирование показателей состояния ССС по уровням

	Миокард	М 1	Ритм	Р 1	Пульс	П 1	Миокард2	М 2	Ритм2	Р 2	Пульс2	П 2
1.	8	1	7	1	75	1	13	1	10	1	96	3
2.	16	1	15	1	80	1	20	3	22	3	100	3
3.	15	1	27	3	64	2	17	3	33	3	78	1
4.	14	1	32	3	76	1	16	1	36	3	82	3
5.	16	1	12	1	80	1	18	3	14	1	88	3
6.	18	3	72	3	87	3	25	3	76	3	127	3
7.	17	3	39	3	100	3	18	3	42	3	106	3
8.	12	1	38	3	78	1	14	1	42	3	86	3
9.	13	1	20	3	96	3	14	1	23	3	98	3
10.	13	1	14	1	70	1	15	1	16	3	71	1
11.	16	1	90	3	110	3	19	3	100	3	115	3
12.	19	3	33	3	109	3	26	3	42	3	114	3
13.	14	1	36	3	95	3	14	1	34	3	97	3
14.	7	1	5	1	78	1	6	1	14	1	86	3
15.	14	1	18	3	77	1	14	1	40	3	97	3
16.	23	3	39	3	112	3	26	3	31	3	120	3
17.	17	3	22	3	95	1	31	3	97	3	118	3
18.	14	1	24	3	80	1	16	1	26	3	88	3
19.	14	1	27	3	79	1	15	1	27	3	91	3

Благодаря ранговой оценке параметров, был проведен процентный обзор и распределение студентов по изменению показателей работы сердца (таблица 5).

Таблица 5 – Распределение студентов по изменению показателей работы сердца (%)

		До нагрузки	После нагрузки
ЧСС	Брадикардия	5,26	0
	Норма	57,89	10,53
	Тахикардия	36,84	89,47
Ритм	Ниже нормы	0	0
	Норма	73,68	52,63
	Выше нормы	26,32	47,37
Миокард	Ниже нормы	0	0
	Норма	26,32	15,79
	Выше нормы	73,68	84,21

Таблица 6 – Результаты статистического сравнения представленности показателей работы сердца по рангам

	Результаты сравнения					
	M1	R1	P1	M2	R2	P2
Хи-квадрат	4,263	4,263	8,000	0,053	8,895	11,842
Асимпт. з.нч.	,039*	,039*	,018*	,819	,003*	,001*

* – $p < 0,05$

Анализ параметров пульса в исследуемой группе (таблица 4,5,6, рис. 5) позволил выявить, что в покое среди студентов были замечены значительные различия в работе сердца: тахикардия наблюдалась в 36,84% случаев, брадикардия была у одного человека (5,26%) ($p=0,018$). Эти результаты свидетельствуют о большой нагрузке на ССС данных студентов уже в состоянии покоя. При этом обучающихся с нормой по ЧСС было большинство – 57,89%.



Рисунок 5. Распределение студентов по изменению ЧСС (%)

Нагрузка в виде 25-30 приседаний выявила значимые различия в реакции на неё. Наблюдалось резкое увеличение случаев тахикардии до 89,47% ($p=0,001$). Это говорит о том, что уровень физической подготовки современной молодежи очень низок, что может привести к негативным последствиям для здоровья и быть признаками наличия заболеваний, связанных с сердечно-сосудистой системой.

Анализ Ритма (таблица 4,5,6, рис.6) так же показал значимые различия в распределении ($p=0,039$), так процент студентов с нормальными параметрами отклонения от нормы статистических показателей вариабельности ритмом был выше (73,68 %), относительно студентов с высоким значением данного критерия (26,32%).

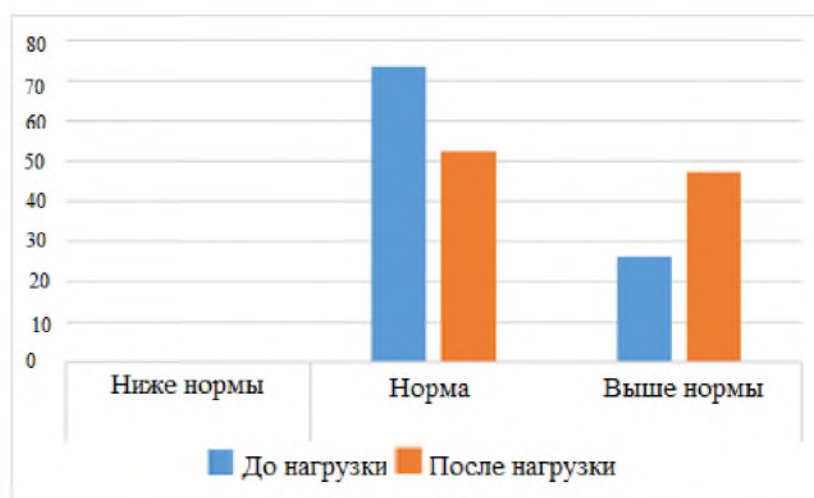


Рисунок 6. Распределение студентов по изменению Ритма (%)

После нагрузки произошли изменения в распределении студентов по Ритму ($p=0,003$), показывающие существенное ухудшение состояния ССС, доля студентов со значением выше нормы выросла до 47,37%, что может указывать на повышенную склонность к аритмиям или нерегулярной работе сердца именно под нагрузкой.

Результаты оценки состояния Миокарда (таблица 4,5,6, рис.7), который является критически важным показателем, оказались довольно тревожными, поскольку в исследуемой группе преобладали те, у кого Миокард был существенно выше нормы, относительно студентов с нормальным значением показателя – 73,68% до и 84,21% после выполнения приседаний соответственно ($p<0,05$). Это главный сигнал риска, отражающий обычно наличие гипертрофии, перегрузки, ишемических изменений или дистрофических процессов в сердечной мышце.

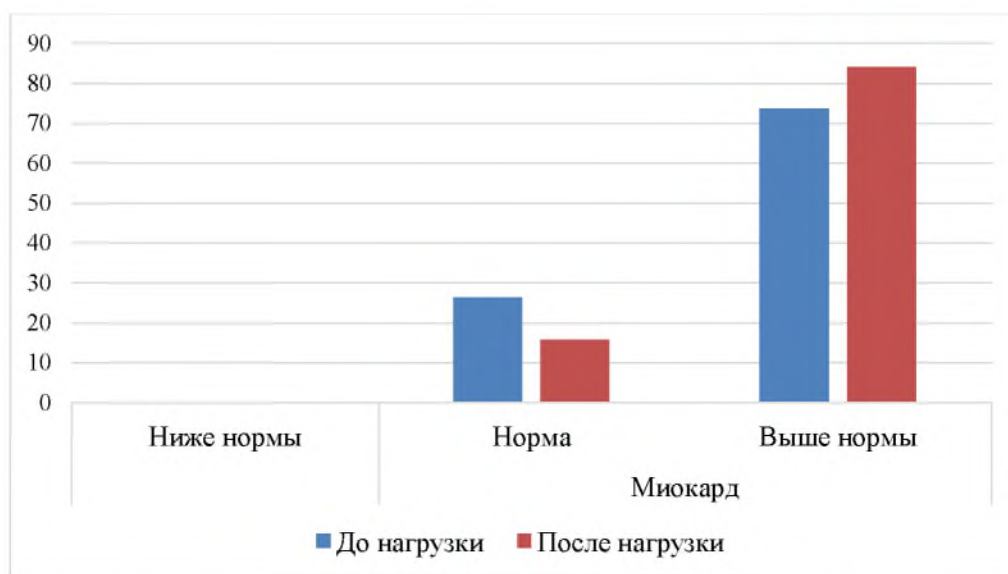


Рисунок 7. Распределение студентов по изменению Миокарда (%)

Высокие значения до нагрузки говорят о наличии проблемы в состоянии покоя, а после – свидетельствуют о неадекватной реакции миокарда на физическую нагрузку и стресс, его недостаточных резервах или ишемии. Такая же реакция со стороны миокарда может быть вызвана действием стрессорного фактора

Корреляционный анализ выявил взаимосвязь всех исследуемых показателей.

3.1 Анализ результатов адаптационных способностей (по баллам)

Система оценки адаптационных способностей (по баллам)

Для упрощения анализа результатов использовалась условная шкала оценки адаптационных возможностей, основанная на трёх ключевых параметрах (таблица 7):

Таблица 7 – Оценка адаптации показателей

Показатель	Критерий (после нагрузки)	Баллы
Частота пульса	<25% прироста от исходного – хорошая адаптация	2
	25–40% прирост – удовлетворительная	1
	>40% прирост – низкая адаптация	0
Ритм	Увеличение/незначительное снижение – норма	2
	Снижение более 10% – напряжение регуляции	1
	Нестабильный ритм, аритмия – дисфункция	0
Миокард (цветовая зона)	Зелёная зона – норма (цветовая зона)	2
	Жёлтая зона – компенсированное напряжение	1
	Красная зона – риск дезадаптации	0

6 баллов – хорошая адаптация

4-5 – средняя адаптация

Ниже или равно 3 – низкая адаптация

Полученные результаты (таблица 8) свидетельствуют о том, что у большинства студентов третьего-пятого курсов (возраст 20–22 года) уровень адаптации сердечно-сосудистой и респираторной систем к кратковременной физической нагрузке оценивается как хороший. Это означает, что в условиях учебной и бытовой активности физиологические системы функционируют эффективно и с достаточными резервами.

Таблица 8 – Индивидуальные данные изменения ССС и уровня адаптации

Студент	Δ Пульс, %	Ранг	Δ Ритм, %	Ранг	Δ Мио-кард	Ранг	Баллы	Уровень адаптации
1.	+28	2	+43	2	+5	1	4	Средняя адаптация
2.	+25	2	+47	2	+4	1	5	Хорошая адаптация
3.	+21.9	2	+22	1	+2	2	6	Хорошая адаптация
4.	+7.9	1	+12.5	1	+2	2	6	Хорошая адаптация
5.	+10	1	+16.7	1	+2	2	6	Хорошая адаптация
6.	+46	3	+5.6	1	+7	1	2	Низкая адаптация
7.	+6	1	+7.7	1	+1	2	6	Хорошая адаптация
8.	+10.3	1	+10.5	1	+2	2	6	Хорошая адаптация
9.	+2.1	1	+15	1	+1	2	6	Хорошая адаптация

Таблица 8. Продолжение

10.	+1.4	1	+14.3	1	+2	2	6	Хорошая адаптация
11.	+ 4.5	1	+11.1	1	+3	1	5	Хорошая адаптация
12.	+4.6	1	+27.3	2	+7	1	3	Средняя адаптация
13.	+2.1	1	-5.6	3	0	3	4	Средняя адаптация
14.	+10.3	1	+180	3	-1	3	3	Средняя адаптация
15.	+26.0	2	+122.2	3	0	3	3	Средняя адаптация
16.	+7.1	1	-20.5	3	+3	1	2	Низкая адаптация
17.	+24.2	2	+340.9	3	+14	1	2	Низкая адаптация
18.	+10.0	1	+8.3	1	+2	2	6	Хорошая адаптация
19.	+15.2	1	+0.0	1	+1	2	6	Хорошая адаптация

1 – хорошее функциональное состояние (фс).

2 – среднее функциональное состояние

3 – низкое функциональное состояние

Таблица 9 – Распределение по характеру изменения показателей ССС (%)

	Хорошее фс %	Среднее фс %	Низкое фс %
Пульс	68,4	26,3	5,3
Ритм	57,9	15,8	26,3
Миокард	36,8	43,4	15,8

В ходе анализа распределения по характеру изменения показателей и установления для них ранга состояния функциональной системы, было выявлено, что по показателю пульса хорошее функциональное состояние (68,4%) существенно превышало среднее (26,3%) и низкое (5,3%) (таблица 9, рис.8).

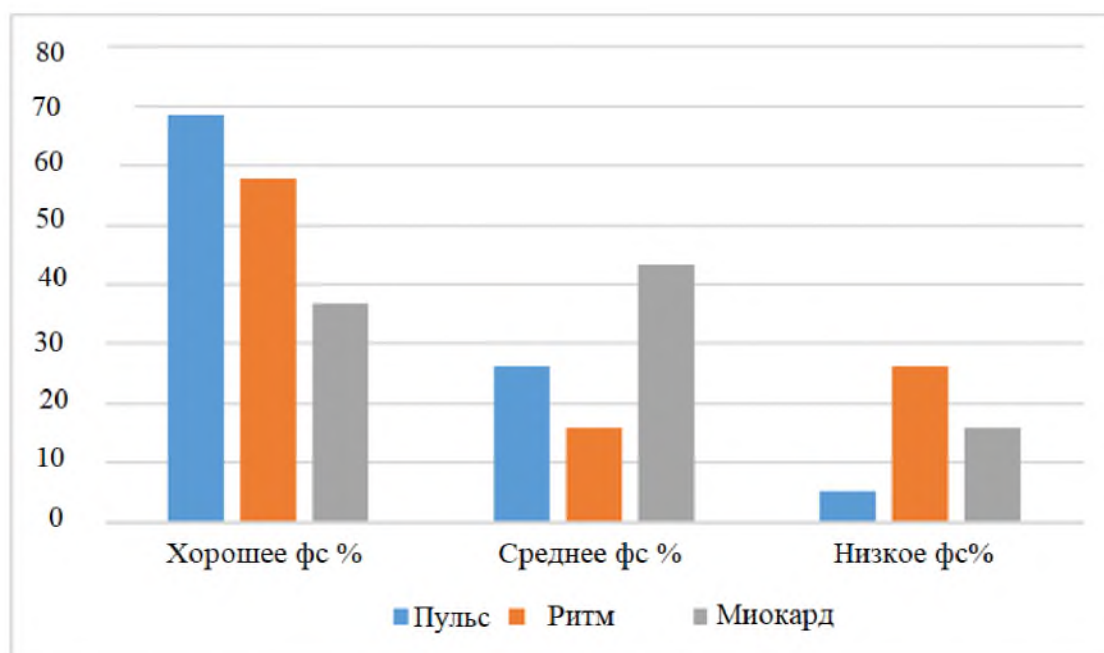


Рисунок 8. Распределение студентов по характеру изменения показателей CCC (%)

Параметр ритма тоже имеет большее процентное число в отношении хорошего функционального состояния (57,9%), низкое (26,3%) же в свою очередь здесь превалирует над числом среднего (15,8%).

Что касается миокарда, то здесь большее количество имеет средний уровень функционального состояния (43,4%), высокого (36,4%) в свою очередь все же выше, чем низкого (15,8%).

Таблица 10 – Распределение студентов по уровням адаптации

Уровень адаптации	Количество студентов	Процент (%)
Хорошая адаптация	14	73.7%

Таблица 10. Продолжение

Средняя адаптация	4	21.1%
Низкая адаптация	1	5.2%

В ходе исследования была выявлена группа студентов с хорошим уровнем адаптационных механизмов (14 студентов), у которых наблюдался небольшой прирост пульса после нагрузки (в пределах 25%), при этом у них показатели ритма оставались стабильными или даже улучшались (таблица 10, рис.8).



Рисунок 9. График распределения студентов по уровням адаптации (%).

Со стороны миокарда для них были характерны незначительные изменения показателя (до 2–3 условных единиц).

Такие показатели соответствуют физиологической норме для молодых людей без выраженной гиподинамии или перегрузок. Это также может свидетельствовать об адекватной вегетативной регуляции, нормальной тонусной активности и хорошем уровне физической подготовки [23, 27, 41].

Также были определены студенты со средним уровнем адаптации (4 студента). У них в свою очередь чаще всего наблюдался пограничный прирост

пульса (25–30%). Показатели ритма и миокарда продемонстрировали умеренные изменения значений. Таким образом в ходе исследований можно было проследить снижение как минимум одного из параметров ниже оптимального уровня.

Это может свидетельствовать о напряжении адаптационных механизмов или наличии фоновых факторов (стресс, недосып, малоподвижный образ жизни), что подтверждается анкетными данными. Такие случаи требуют внимания, но не считаются критическими.

Кроме того, результаты мониторинга состояния группы выявили и наличие 1 студента с низким уровнем адаптационных механизмов. Во время эксперимента у него можно было отметить резкое увеличение показателя пульса (вплоть до +46%), а показатель миокарда повысился на 7 условных единиц. В свою очередь параметр ритма продемонстрировал сохранение стабильного значения. Но для общей картины результатов этого оказалось недостаточно.

Это всё может указывать на снижение резервных возможностей сердечно-сосудистой системы организма. Возможными причинами таких эффектов могут быть как образ жизни, влекущий за собой перенапряжение, стресс, переутомление, так и более опасные причины в виде скрытой гиподинамии или вегетативных нарушений, и латентные функциональные нарушения, требующие наблюдения и в дальнейшем возможного обращения в медицинские учреждения.

Следующий график (рис.10) наглядно демонстрирует реакцию кардиореспираторной системы студентов всей группы.

На основании диаграммы (рис.10) можно сделать вывод, что показатель пульса в среднем увеличился с 92 до 107 уд/мин, значение параметра ритма (кардиореспираторный ритм) – поднялся с 32 до 44. Миокард в свою очередь тоже продемонстрировал повышение значений от 15.4 до 19.2 условных единиц.

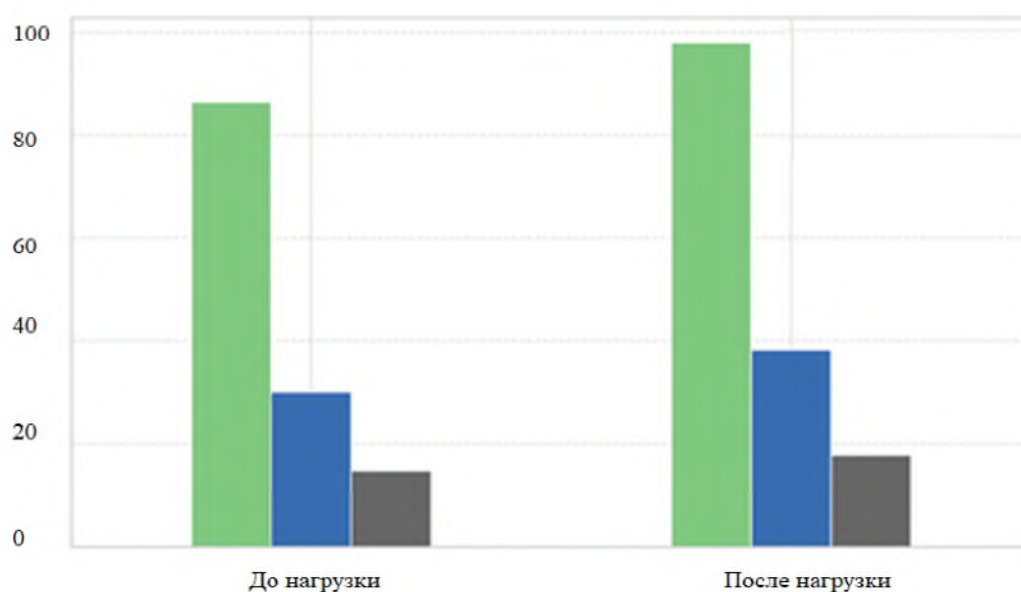


Рисунок 10. Изменения средних значений физиологических показателей (пульс, ритм, миокард) до и после нагрузки по всей выборке.

Это соответствует физиологической реакции на нагрузку: увеличение частоты сердечных сокращений, активация дыхания и повышение напряжённости работы миокарда (при сохранении адаптационного резерва у большинства).

3.1.1. Обсуждение результатов исследования

Проведённая оценка функциональных возможностей кардиореспираторной системы студентов ВУЗа в возрасте 20–22 лет (3–5 курс) позволила выявить важные особенности адаптационных реакций молодого организма на физическую нагрузку с использованием аппаратно-программного комплекса «Кардиовизор-06».

На основании анализа данных 19 испытуемых было установлено:

73,7% студентов (14 человек) продемонстрировали высокий уровень адаптационных способностей, что выражалось в небольшом повышении ЧСС (в среднем на 15–20%). О хорошей адаптации свидетельствовала и стабильность ритмической активности. Кроме того, у студентов наблюдалось незначительное увеличение миокардиального индекса;

21,1% студентов (4 человека) имели средний уровень адаптации, что может указывать на наличие скрытого напряжения регуляторных систем;

Лишь один студент (5,2%) показал низкий уровень адаптации, что свидетельствует о значительном напряжении функциональных резервов.

Эти результаты согласуются с данными исследований о высокой адаптационной способности большинства студентов младшего возраста [38]. Подобные физиологические реакции на нагрузку можно расценивать как показатель нормального функционирования вегетативной нервной системы и кардиореспираторного обеспечения.

По мнению Герасимова П.М. [9], эффективная адаптация проявляется в умеренном повышении ЧСС и дыхательной активности с быстрым восстановлением. В нашем исследовании это подтверждается для основной группы студентов.

Согласно данным Фролова А.А. [27], учащиеся с низкой физической активностью и высокой психоэмоциональной нагрузкой демонстрируют выраженное увеличение пульса ($>40\%$) и напряжение миокарда. Именно такой результат зафиксирован у одной студентки – возможно, на фоне гиподинамии или психофизиологического истощения.

Наши результаты не согласуются с данными Баженовой И.Л. [5], где у студентов медицинских специальностей частота низкой адаптации достигала 20-25% в период сессий. В нашем случае показатель значительно ниже – 5,2%, что может говорить о более стабильной работе кардио-респираторной системы в момент тестирования у студентов.

Также, согласно результатам исследования Чернышёвой А.В. [43], на уровень адаптации может существенно влиять режим сна и наличие регулярной физической активности. Это подтверждается нашими анкетными данными.

Было интересно выявить факторы, влияющие на вариабельность полученных результатов. С этой целью было проведено анкетирование студентов, где они отвечали на вопросы касательного своего состояния, образа

жизни, наличие или отсутствие физических нагрузок, их отношение к вредным привычкам, есть ли какие-либо выявленные ранее особенности здоровья, в особенности состояния кардио-респираторной системы.

Анализ полученных анкетных данных и сопоставление их с результатами исследования показал, что у студентов с высокой адаптацией в 100% случаев наблюдается регулярная двигательная активность (не менее 3 раз в неделю).

Участник же с низкой адаптацией, в своем анамнезе отметил, что у него нерегулярный сон, отсутствует физическая активность и наблюдается повышенная тревожность, что подтверждает значимость образа жизни в формировании функционального статуса [17].

3.1.2. Ограничения исследования

Так же необходимо уточнить, что наше исследование имело некоторые ограничения, что в свою очередь так же могло повлиять на полученные результаты.

Была взята относительно небольшая выборка испытуемых ($n=19$), ограничивающая статистическую значимость.

Не были учтены фазы менструального цикла у девушек, что могло влиять на вегетативные показатели.

Не проводился повторный тест спустя 24–48 часов для оценки устойчивости адаптационного ответа.

Не проводился контроль за питанием, сном и уровнем тревожности непосредственно перед исследованием.

Миокард: увеличение активности после нагрузки указывает на активацию сердечной мышцы. Повышение на 20% соответствует нормальной физиологической реакции.

Ритм: увеличение процента синусового ритма после нагрузки может отражать улучшение модуляции сердечного ритма у адаптированных лиц.

Частота сердечных сокращений: увеличение на 13.2% также соответствует норме [18] однако у ряда студентов сохранялись признаки тахикардии.

3.1.3. Качественная оценка (по Кардиовизору)

Анализ текстовых заключений позволил выявить, что у 12 студентов синусовый ритм, без значимых отклонений, у 5 студентов наблюдались умеренные нарушения ритма (тахикардия, снижение вариабельности), у 2 студентов были отмечены умеренные признаки функциональной перегрузки миокарда

Это может быть связано с образом жизни студентов, наличием стрессов и уровнем физической активности.

Таким образом, в результате исследования были получены данные, свидетельствующие о том, что функциональные возможности кардиореспираторной системы у большинства студентов находятся в пределах возрастной нормы.

Однако даже у здоровых на вид студентов наблюдались различные по выраженности отклонения после физической нагрузки, выявленные с помощью Кардиовизора-06.

После стандартной нагрузки (приседания в течение 25-30 секунд) в группе было отмечено увеличение среднего показателя активности миокарда на 20,4%, повышение доли синусового ритма на 27,3%, увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) на 13,2%.

Эти изменения свидетельствуют о нормальной адаптационной реакции организма на физическую нагрузку, характерной для молодых лиц.

У части студентов (26%) обнаружены функциональные нарушения, в том числе признаки тахикардии, снижения вариабельности ритма и перегрузки миокарда – особенно у тех испытуемых, которые ведут малоподвижный образ жизни, испытывают хронический стресс, имеют вредные привычки, страдают от недостатка сна и неправильного распорядка дня.

Анкетные данные подтвердили связь между образом жизни студентов и функциональными показателями.

Так, студенты, регулярно занимающиеся спортом или как минимум имеющие периодическую физическую активность, показали лучшую реакцию на нагрузку.

Обучающиеся, у которых есть вредные привычки (курение, алкоголь), часто испытывающие стресс, и имеющие проблемы со здоровьем показали более выраженные отклонения по результатам диагностики.

Метод Кардиовизор-06 зарекомендовал себя как удобное, информативное и неинвазивное средство оценки состояния сердечно-сосудистой системы. Его можно рекомендовать для массового скрининга студентов и раннего выявления функциональных нарушений вне больничных условий.

3.2. Рекомендации обучающимся, направленные на профилактику нарушений со стороны кардио-респираторной системы

На основании исследования и соотнесения его результатов с анкетными данными можно дать рекомендации по улучшению состояния кардио-респираторной системы.

Испытуемым с умеренными отклонениями рекомендовано проведение регулярного динамического исследования, с выраженными изменениями – полное обследование и испытуемым №12 и № 17 необходимо прохождение немедленного обследования из-за риска ишемии и удлинения Q-T интервала.

Q-T интервал – это показатель на электрокардиограмме, который отражает общую продолжительность джеполяризации и реполяризации желудочков сердца.

Студентам с выраженными отклонениями необходимо провести ЭКГ, ЭхоКГ и нагрузочные тесты.

Желательно организовать контроль пульса и АД при физических нагрузках.

Необходимо исключить факторы риска (стресс, гиподинамия, курение).

Обязательно необходимо исключить избыток кофеина, соответственно свести к минимуму потребление кофе и энергетиков, так как они провоцируют тахикардию. И исключить алкоголь и курение, если они употреблялись ранее, поскольку повышается риск аритмии.

Для студентов с гипоксией рекомендуется кислородотерапия и коррекция физической активности, питания, сна.

Дозированные аэробные нагрузки (ходьба, плавание, велоспорт) 3-4 раза в неделю по 30-40 минут; избегать резких высокоинтенсивных нагрузок (кроссфит, спринт) при выраженной тахикардии или ишемии; дыхательная гимнастика для улучшения оксигенации крови.

В питании увеличить потребление магния и калия, находящиеся в бананах, орехах, гречке, для стабилизации ритма; омега-3 в рыбе и льняном масле для противовоспалительного эффекта; антиоксидантов в ягодах, зелени и цитрусовых для защиты миокарда от гипоксии.

Сон должен длиться от 7 до 9 часов, поскольку недостаток сна повышает уровень кортизола, что ухудшает работу сердца.

Можно попробовать техники релаксации, такие как медитация и йога для снижения симпатической нагрузки.

Необходима индивидуальная работа с каждым случаем для профилактики осложнений.

Также можно дать рекомендации и для администрации ВУЗа и медицинским работникам, для поддержания хорошего адаптационного потенциала.

Рекомендуется внедрить профилактические программы по укреплению здоровья студентов.

Организовать ежегодные скрининговые обследования с оценкой функциональных резервов.

Внедрить анкетирование и консультирование студентов по вопросам ЗОЖ.

Использовать данные функционального мониторинга для персонализированных рекомендаций.

3.3 Анализ результатов анкетирования по выявлению факторов, влияющих на состояние ССС

С целью дополнения данных функционального состояния ССС, было проведено анкетирование студентов (Приложение), оценивающее факторы, влияющие на кардио-респираторную систему.

Это помогло установить возможные корреляции между образом жизни студентов и результатами обследования (например, уровень физической активности, сон, стресс, наличие вредных привычек).

Для комплексной оценки функционального состояния кардиореспираторной системы была использована анонимная анкета, предложенная участникам исследования. Цель анкетирования – выявить поведенческие и жизненные факторы, которые могут оказывать влияние на здоровье сердечно-сосудистой и дыхательной систем студентов.

Таблица 11 – Результаты анкетирования по выявлению факторов, влияющих на состояние ССС(%)

	есть(%)	нет(%)	иногда(%)
Хронические заболевания	15	85	0
Курение	16	84	0
Алкоголь	26	58	16
Стресс в период обучения	42	47	11

По уровню физической активности следует отметить, что обучающиеся, регулярно занимающиеся спортом (47%), имели меньшие изменения ЧСС и миокарда после нагрузки, что свидетельствует об их лучшей адаптации к физической нагрузке (рис.11).

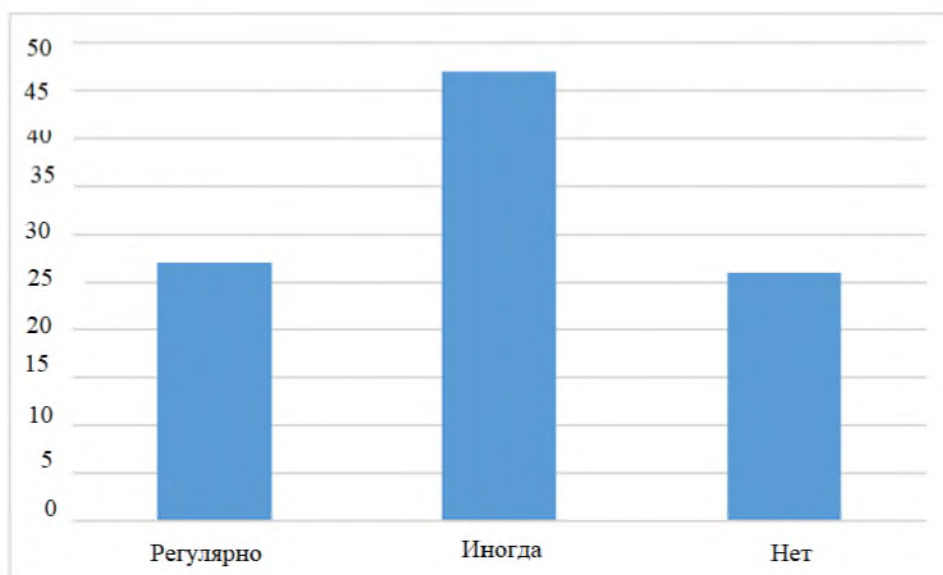


Рисунок 11. Распределение студентов по уровню физической активности (%)

Это соответствует данным литературы, согласно которым тренировочный режим улучшает вариабельность сердечного ритма и повышает устойчивость к нагрузкам.

Среди факторов, негативно сказывающихся на функциональном состоянии ССС выделяются недостаток сна и систематический стресс.

У 47% студентов продолжительность сна составляла менее 7 часов (рис.12). Студенты с хроническим недосыпом чаще демонстрировали сниженную активность миокарда и выраженную тахикардию даже в покое.

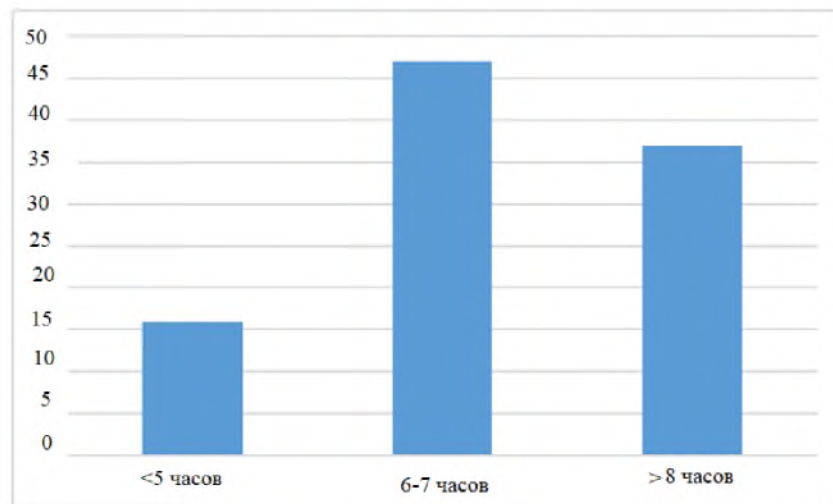


Рисунок 12. Распределение студентов по продолжительности сна (%)

Это согласуется с работами о негативном влиянии стресса и нарушения сна на сердечно-сосудистую систему.

Последний вопрос в анкете касался оценки самочувствия студентов. Большинство обучающихся (53%) отметили у себя хорошее самочувствие и отсутствие каких-либо жалоб на него.

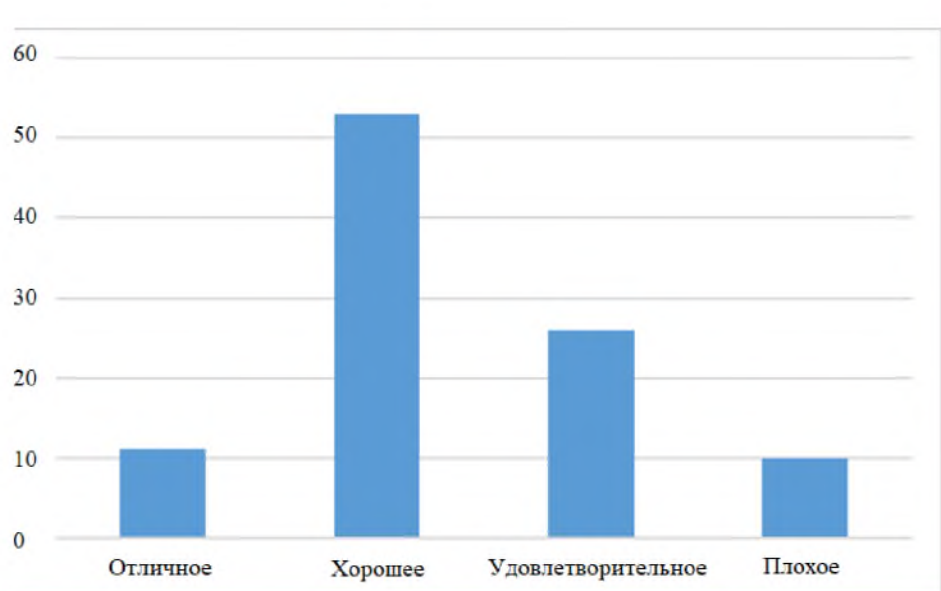


Рисунок 13 – Распределение студентов по уровню самочувствия (%)

Меньше всего студентов (10%) выявили у себя признаки плохого самочувствия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональное состояние кардио-респираторной системы играет ключевую роль в обеспечении физиологической устойчивости студентов в условиях учебной нагрузки. Проведённое исследование на базе аппаратно-программного комплекса «Кардиовизор-06» позволило объективно оценить реакцию сердечно-сосудистой системы на кратковременную нагрузку у студентов 3–5 курсов в возрасте 20–22 лет.

В результате анализа полученных данных 19 студентов было установлено:

Большинство студентов (73,7%) продемонстрировали хороший уровень адаптации, характеризующийся адекватным приростом ЧСС и ритма, а также умеренной нагрузкой на миокард. Это говорит о том, что физиологическая реакция большинства студентов на кратковременную нагрузку соответствует норме, что свидетельствует об адекватности процессов регуляции сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

У 21,1% студентов наблюдалась адаптация среднего уровня, что может быть признаком скрытого напряжения регуляторных механизмов и требует дальнейшего наблюдения и коррекции образа жизни.

Только у одного испытуемого (5,2%) была отмечена низкая адаптация, свидетельствующая о значительном напряжении физиологических резервов, возможно, вследствие гиподинамии или психоэмоциональных перегрузок.

Данные анкетирования подтвердили, что адаптационные возможности организма напрямую связаны с образом жизни студента – регулярная физическая активность, качественный сон и отсутствие психоэмоциональных перегрузок способствуют сохранению функционального резерва организма.

Оценка функционального состояния с помощью комплекса «Кардиовизор-06» позволяет не только зафиксировать физиологическую реакцию, но и количественно оценить уровень адаптации организма.

Анализ индивидуальных показателей выявил группы риска (средняя и низкая адаптация), что позволяет целенаправленно рекомендовать им профилактические мероприятия по оздоровлению образа жизни.

Результаты подтверждают целесообразность внедрения скрининговых методов оценки функционального состояния в практику вузовской медицины и образовательного процесса.

Таким образом, использование «Кардиовизора-06» оказалось эффективным методом оценки функционального резерва организма и может применяться в рамках первичной профилактики функциональных расстройств у студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. . Агаджанян Н. А., Рушенкова И. В., Ермакова Н. В. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма // Физиология человека. 1997. Т. 26, № 4. С. 83-87.
2. Аскарова З. А., Сраилова Г. Т. К вопросу о функциональном состоянии кардиореспираторной системы студентов младших курсов // Вестник КазНУ. Серия биологическая. 2011. № 3(48).
3. Аскарова З. А. К вопросу о функциональном состоянии кардиореспираторной системы студентов при адаптации к учебному процессу // Вестник КазНУ. Серия биологическая. 2011. Т. 49, № 3. С. 30-32.
4. Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма. Москва: Медицина, 2001. 256 с.
5. Баженова И. Л. Физическая культура и здоровье студентов. Екатеринбург : Уральский университет, 2021. 290 с.
6. Баранова Е. А. Физиологическая адаптация системы внешнего дыхания и регионарного кровотока спортсменов к интенсивным физическим нагрузкам. Томск, 2014. 28 с.
7. Борейко А. П. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы после перенесенной инфекции COVID-19 // Современные вопросы биомедицины. 2023. № 4. С. 45-50.
8. Волкова Н. И. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов БГТУ, отнесенных к специальному учебному отделению по физической культуре // Общественные и гуманитарные науки. Минск : БГТУ, 2022. С. 290-292.
9. Герасимов П. М. Физиология человека: учебник. Москва: Академия, 2020. 432 с.
10. Елаева Е. Е., Якимова Е. А., Мамаев А. Р. Мониторинговые показатели кардиореспираторной системы студентов как индикатор

адаптационных реакций организма на физическую нагрузку // Теория и практика физической культуры. 2021. № 2. С. 43-45.

11. Жетписбаева Г. Д. Абишева З. С. Айхожаева М. Т. Функциональное состояние кардио респираторной системы студентов младших курсов КазНМУ в условиях адаптации к учебному процессу // Экспериментальное образование. 2021. № 3. С. 58-62.

12. Земцовский Э. В., Тимофеев Е. В., Малев Э. Г. Наследственные нарушения (дисплазии) соединительной ткани // Педиатрия. 2017. Т. 8, № 4. С. 6-18.

13. Иванов Г. Г., Сула А. С. Дисперсионное картирование электрокардиограмм: метод дальнейшего развития клинической электрокардиографии // Медицинский журнал. Москва: Техносфера, 2009. 196 с.

14. Иванов С. В. Исследование особенностей реакции кардиореспираторной систем студентов с разными ростовесовыми характеристиками на физическую нагрузку: автореф. дис. канд. биол. наук., 2011. 128 с.

15. Калугина Г. Е. Изменение эхокардиограммы спортсмена под влиянием физических нагрузок // Теория и практика физической культуры. 1984. № 7. С. 18-19.

16. Капланов А. Б. Здоровье и образ жизни студентов: монография. Казань: Казанский университет, 2023. 275 с.

17. Каташинская И. В. Функциональные показатели кардиореспираторной системы и физическая работоспособность студентов специальной медицинской группы // Вестник Тюменского гос. ун-та. Серия: Экология и природопользование. 2015. Т. 1, № 2(2). С. 85-90.

18. Княжев И. С., Караулова Л. В., Резцов О. В., Спицин А. П. Эконометрическая прогностическая модель оценки адаптационного потенциала сердечно сосудистой системы студентов в период

экзаменационной сессии // Известия Казанского государственного медицинского университета. 2024. № 2. С. 115-120.

19. Козлова Т. В. Оценка функционального состояния кардиореспираторной системы у студентов специального учебного отделения // Высшее техническое образование. Минск: БГТУ, 2019. Т. 3, № 1. С. 72-75.

20. Коротков Н. С. Метод измерения артериального давления // Журнал физиологии. 1905. Т. 18. С. 365-367.

21. Куклина К. А. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы студентов в период экзаменационной сессии. Красноярск: СФУ, 2023. 85 с. Электронный архив СФУ.

22. Личагина С. А., Кабанов С. А., Леонтьева А. Б. Полипараметрическая оценка показателей кардиореспираторной системы студентов // Валеопедагогические аспекты здоровьесформирования в образовательных учреждениях. Екатеринбург, 2004. С. 188-191. Электронный архив РГППУ.

23. Луговцев В. П., Волков В. М., Солодков А. С. [и др.]. Особенности утомления и восстановления спортсменов // Инфоурок: Восстановление спортсменов после утомления. 2021. С. 1-15

24. Макарова В. И., Краева Н. В. Скрининг диагностика функционального состояния миокарда у подростков с использованием прибора «Кардиовизор 06С» // Экспериментальное образование. 2018. № 2. С. 41-45.

25. Мартинэ А. Функциональные пробы в физиологии. Париж: Медицинское издательство, 1950. – 198 с.

26. Меерсон Ф. З. Основные закономерности индивидуальной адаптации // Физиология адаптивных процессов. Москва: Наука, 1986. С. 10-76.

27. Новые методики диагностики в SwissMed: использование Кардиовизора 6 С. Описание уникального метода неинвазивного экспресс

контроля [Электронный ресурс] // SwissMed.
[<https://swissmed.ru/medcenter/diagnostics.html>]

28. Павлова О. Н., Громова Д. С., Макарова-Горбачёва Е. В., Будаев А. И. Анализ адаптационного потенциала сердечно сосудистой системы студентов, обучающихся на медицинских специальностях // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2023. Т. 13, № 6. С. 34-37

29. Руднев С. Г., Романюха А. А. О принципах адаптации иммунной системы // Успехи современной биологии. 2008. Т. 128, № 3. С. 260-270.

30. Рябыкина Г. В. Вклад в разработку Кардиовизора 06С // Журнал «Медицина» № 2. 2019. С. 106-108

31. Рябыкина Г. В. Кардиовизор 06С: методика и применение // Медицинская техника. 2010. № 5. С. 25–29.

32. Рябыкина Г. В., Авдеева М. В., Щеглова Л. В., Григорьева О. М. Комплексная оценка факторов кардиоваскулярного риска с использованием «Кардиовизора 06С» // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2012. Т. 4, № 2. С. 28-33

33. Рябыкина Г. В., Вишнякова Н. А., Блинова Е. В., Кожемякина Е. Ш. КардиоВизор 06С: неинвазивный контроль функционального состояния сердца. Описание методики и возможностей прибора // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2010. № 3. С. 98-105

34. Рябыкина Г. В., Соболев А. В., Гришин В. Г. Кардиовизор – медицинские компьютерные системы: описание прибора и его возможностей // В сборнике: Новые методы электрокардиографии / под ред. Грачева С. В. и др. Москва: Техносфера, 2007. С. 365-425.

35. Рябыкина Г. В. Кардиовизор 06С: диагностика ишемии миокарда за 5 минут // Томская областная клиническая больница.
[<https://tobolsk.bolnitsa.ru/cardiovisor-06s/diagnostika-ischemii>].

36. Рябыкина Г. В., Вишнякова Н. А. Кардиовизор 06С: неинвазивный контроль функционального состояния сердца. Описание методики и возможностей прибора // Функциональная диагностика. 2008. № 3. С. 3-9.
37. Садыков С. С., Беякова А. С. Методика расширения диагностических возможностей программно технического комплекса «Кардиовизор 06С» // Надёжность и качество сложных систем. 2014. № 3 (7). С. 79-85.
38. Судаков К. В. Адаптивный результат в функциональных системах организма // Успехи современной биологии. 2009. Т. 129, № 1. С. 3-9.
39. Тятенкова Н. Н., Аминова О. С. Оценка функциональных возможностей кардиореспираторной системы у средней молодежи в зависимости от социального статуса и уровня образования // Журнал научных исследований. 2021. № 2 (34). С. 120-125.
40. Фарфель В. С., Яхонтов Б. О., Артыков М. А. Тренировки в условиях дыхания через дополнительное «мертвое» пространство // Теория и практика физической культуры. 2006. № 9. С. 22.
41. Фролов А. А. Основы спортивной физиологии. СПб: Питер, 2022. 368 с.
42. Хайруллин Р. Р. Влияние физической нагрузки повышающейся мощности на показатели кардиореспираторной системы спортсменов с различными типологическими особенностями кровообращения. Казань, 2009. 145 с
43. Чернышёва А. В. Психофизиологические аспекты адаптации студентов. Новосибирск: Сибирское университетское издательство. 2022. 310 с.
44. Шепынева Е. В. Особенности адаптации сердечно сосудистой системы слабовидящих детей к физической нагрузке статического и динамического характера // Наука и спорт: современное состояние и пути развития. 2022. № 2. С. 88-92.
45. Zeppilli P. ECG in medicina dello sport. Cesena : CESI, 2009. 114 s.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица – 1. Результаты исследования Кард

№	Результаты
1	Норма-синусовый ритм, значительных отклонений вариабельности ритма нет; Значимых дисперсионных отклонений от нормы не обнаружено; Умеренные отклонения - деполяризация предсердий; нормальное положение электрической оси сердца
2	Умеренная тахикардия, значительных отклонений вариабельности ритма нет; значимые дисперсионные отклонения от нормы; нормальное положение электрической оси сердца; Изменения в миокарде желудочков могут быть обусловлены умеренной гипоксией; значительных изменений миокарда предсердий не обнаружено. Возможна перегрузка левого желудочка
3	Пульс - норма, но имеются умеренные отклонения вариабельности ритма от нормы; необходим контроль динамики; нормальное положение электрической оси сердца; электрическая нестабильность деполяризации предсердий; умеренные неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков нет. Умеренные изменения процесса деполяризации желудочков: признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Целесообразно динамическое наблюдение.
4	Норма- синусовый ритм, значимых отклонений вариабельности ритма нет; нормальное положение электрической оси сердца; имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий, изменения реполяризации предсердий, характерные для гипоксии миокарда; признаки перегрузки левого предсердия; умеренные неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Умеренные изменения процесса деполяризации желудочков: признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Имеются изменения в процессе деполяризации предсердий. Целесообразно динамическое наблюдение.
5	Умеренная тахикардия, значимых отклонений вариабельности ритма нет; нормальное положение электрической оси сердца; вероятные признаки миграции главного ритма, имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий; пограничные изменения, похожие на гипоксию миокарда, изменения в миокарде желудочков могут быть обусловлены умеренной гипоксией; признаки значимой асимметрии деполяризации желудочков в сравнении с нормой; не исключается перегрузка левого желудочка; признаки перенапряжения миокарда желудочков, не исключается гипертрофия левого желудочка. Признаки гипоксии, изменения миокарда желудочков, похожие на ишемические изменения. Целесообразен контроль динамики и полное обследование.
6	Выраженная тахикардия, увеличенный индикатор ритма обусловлен повышенным СТРЕССОМ: явных признаков аритмии не выявлено, пониженные показатели вариабельности ритма - признак ВЫРАЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ систем регуляции ритма.; нормальное положение электрической оси сердца; умеренные отклонения деполяризации предсердий; признаки гипоксии, вероятны ИШЕМИЧЕСКИЕ изменения миокарда желудочков - необходим контроль повторяемости этого признака; возможны давние ОЧАГОВЫЕ изменения миокарда или временная переходящая ишемия миокарда; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено; признаки повышенной стресс-реакции организма. Целесообразно полное исследование

7	Умеренная тахикардия, вероятное отклонение variability ритма от нормы, пониженные показатели variability вида-признак выраженного напряжения систем регуляции ритма; нормальное положение электрической оси сердца; значимых изменений миокарда предсердий не обнаружено; признаки умеренной гипоксии миокарда, изменения в миокарде желудочков могут быть обусловлены умеренной гипоксией; небольшая асимметрия деполяризации левого желудочка в сравнении с нормой, возможные признаки перегрузки или начальные признаки гипертрофии левого желудочка. Умеренные изменения процессы деполяризации желудочков признаки временной функциональной нестабильности. Целесообразно динамическое наблюдение
8	Умеренная тахикардия, имеются признаки нарушения возникновения или проведения возбуждения; нормальное положение электрической оси сердца; умеренные отклонения деполяризации предсердий; умеренные неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Целесообразно динамическое наблюдение
9	Умеренная тахикардия, значимых отклонений в реальности ритма от нормы нет; нормальное положение электрической оси сердца; имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий, изменение реполяризации предсердий характерной для гипоксии миокарда, признаки перегрузки левого предсердия, вероятность замедление АВ-проведения; умеренные и неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Целесообразно динамическое наблюдение
10	Пульс – норма, но имеются умеренные отклонения variability ритм от нормы; отклонение электрической оси сердца вправо; а значимых изменений миокарда предсердий не обнаружено; неспецифические изменения могут быть обусловлены умеренной гипоксией миокарда; признаки значимой асимметрии деполяризации желудочков в сравнении с нормой не исключается перегрузка левого желудочка; неспецифические изменения асимметрии деполяризации желудочков. Признаки гипоксии; изменение карты желудочков похожие на ишемические изменения точка целесообразный контроль динамики и полное обследование
11	Выраженная тахикардия, имеются признаки нарушений возникновения или проведения возбуждения; электрическая ось в горизонтальном положении, умеренный поворот сердце вокруг поперечной оси верхушкой кзади; умеренное отклонение до поляризации предсердий; пограничные изменения похожие на гипоксию миокарда; значимых признаков электрической симметрии деполяризации желудочков не обнаружена. Признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Целесообразные динамическое наблюдение
12	Выраженная тахикардия; увеличенный индикатор ритма обусловлен повышенным стрессом: явных признаков аритмии не выявлено; вертикальное положение электрической оси сердца; имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий; изменение реполяризации предсердий характерной для гипоксии миокарда, признаки перегрузки левого предсердия; изменение процесса деполяризации желудочков, вероятно гипоксия миокарда; небольшая симметрия деполяризации левого желудочка в сравнении с нормой, возможно признаки перегрузки или начальные признаки гипертрофия левого желудочка; признаки повышенной стресс реакции организма. Значимые дисперсионные отклонения от нормы. Необходимо немедленное обследование
13	Умеренная тахикардия, вероятное отклонения variability ритма от нормы; нормальное положение электрической оси сердца; удлинение P-Q, необходимо обследование и динамическое наблюдение, умеренные отклонения деполяризации

	предсердий; умеренные неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Целесообразно динамическое наблюдение
14	Норма-синусовый ритм, умеренная тахикардия, значимых отклонений в вариабельности ритма от нормы нет; горизонтальное положение электрической оси сердца; вероятные признаки миграции главного ритма; значимых изменений миокарда желудочков не обнаружено; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Имеется изменения в процессе деполяризации предсердий. Целесообразно динамическое наблюдение
15	Норма-синусовый ритм, умеренная тахикардия значительных отклонений в реальности ритм от нормы нет; нормальное положение электрической оси сердца; имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий, изменения реполяризации предсердий характерные для гипоксии миокарда. Признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Целесообразность динамическое наблюдение
16	Выраженная тахикардия, значимых отклонений вариабельности ритма от нормы нет; вертикальное положение электрической оси сердца, умеренный поворот сердца вокруг поперечной оси верхушкой кзади; вероятность замедление АВ проведения, умеренное отклонение для поляризации предсердий; изменение процесса деполяризации желудочков по типу гипоксии; необходимо динамическое наблюдение так как это может быть переходящим эпизодом кратковременной ишемии или началом устойчивых изменений точка с запятой небольшая симметрия деполяризация левого желудочка в сравнении с нормой, возможные признаки перегрузки или начальные признаки гипертрофии или желудочка; реакции организма. . Выраженные дисперсионные отклонения от нормы: вероятный патологические изменения-необходимо немедленное обследование
17	Выраженная тахикардия, имеются признаки нарушения возникновения или проведения возбуждения; вертикальное положение электрической оси сердца, укороченный интервал R-Q, умеренное отклонение деполяризации предсердий; изменение миокарда желудочков-признаки возможных ишемических изменений; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Умеренные отклонения деполяризации предсердий, значимые дисперсионные отклонения от нормы, удлинение Q-T интервала. Необходимо немедленное обследование
18	Норма – синусовый ритм, значимых отклонений вариабельности ритма от нормы нет; нормальное положение электрической оси сердца точка с запятой имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий, изменение реполяризации предсердий характерные для гипоксии миокарда, признаки перегрузки левого предсердия; пограничные изменения похожие на гипоксию миокарда, умеренные и неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено точка целесообразные динамическое наблюдение
19	Умеренная тахикардия, значимых отклонений вариабельности ритма от нормы нет; нормальное положение электрической оси сердца; имеются отклонения в процессе деполяризации предсердий, изменение реполяризации предсердий характерные для гипоксии миокарда; умеренные неспецифические изменения миокарда желудочков; значимых признаков электрической асимметрии деполяризации желудочков не обнаружено. Признаки временной функциональной нестабильности миокарда. Целесообразно полное обследование

АНКЕТА ДЛЯ СТУДЕНТОВ (анонимная, добровольное участие)

1. Возраст: _____ лет

2. Курс обучения: ____

3. Пол: М Ж

4. Имеете ли вы хронические заболевания (сердечно-сосудистые, дыхательные)?

Да Нет Если да, то какие: _____

5. Занимаетесь ли вы регулярно физической активностью (спорт, фитнес, пробежки и т.д.)?

Да, более 3 раз в неделю

Да, 1–2 раза в неделю

Нет

6. Сколько часов в среднем вы спите в сутки?

Менее 5 часов

6–7 часов

8 и более часов

7. Часто ли вы испытываете стресс в период обучения?

Очень часто

Иногда

Редко

8. Курите ли вы?

Да Нет

9. Употребляете ли вы алкоголь?

Регулярно

Иногда

Никогда

10. Как вы оцениваете своё общее самочувствие в последнее время?

Отличное

Хорошее

Удовлетворительное

Плохое