

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт физической культуры, спорта и здоровья им. И.С. Ярыгина  
Выпускающая кафедра медико-биологических основ, физической культуры  
и безопасности жизнедеятельности

Шальнева Юлия Игоревна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Оценка физической работоспособности для контроля  
функционального состояния обучающихся на уроках физической  
культуры

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» (с двумя  
профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы  
«Физическая культура и безопасность жизнедеятельности»

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

И.о. зав. кафедрой: к.п.н., доцент Казакевич Н.Н.

10.06.19 Казакевич  
(дата, подпись)

Руководитель к.б.н., ст. преп. Трусей И.В.

Трусей  
(дата, подпись)

Дата защиты 27.06.2019

Обучающийся Шальнева Ю.И.

Шальнева  
(дата, подпись)

Оценка отлично  
(прописью)

Красноярск 2019 г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт физической культуры, спорта и здоровья им. И.С. Ярыгина

Выпускающая кафедра медико-биологических основ, физической культуры  
и безопасности жизнедеятельности

Шальнева Юлия Игоревна

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Тема: Оценка физической работоспособности для контроля  
функционального состояния обучающихся на уроках физической  
культуры**

Направление подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование»(с двумя  
профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы  
«Физическая культура и безопасность жизнедеятельности»

**ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ**

И.о. зав. кафедрой: к.п.н., доцент, Казакевич Н.Н.

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Руководитель к.б.н., ст. преп. Трусей И.В.

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Обучающийся Шальнева Ю.И.

\_\_\_\_\_ (дата, подпись)

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск 2019 г  
**Оглавление**

Оглавление.....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. Обзор литературы.....	6
1.1 Оценка функционального состояния обучающихся на уроках физической культуры.....	6
1.2 Регламентация нагрузки на уроке физической культуры с учетом группы здоровья.....	8
1.3 Оценка физической работоспособности обучающихся на уроках физической культуры.....	15
Глава 2. Объекты и методы исследования.....	23
2.1 Описание эксперимента.....	23
2.2. Методы исследования.....	25
3.1 Сравнительный анализ антропометрических показателей обучающихся.....	29
3.2 Сравнительный анализ показателей физической подготовленности обучающихся.....	30
3.3 Сравнительный анализ показателей физической работоспособности.....	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.....	39
Список информационных источников.....	41
Приложение А.....	46

## ВВЕДЕНИЕ

Здоровье детей и подростков сегодня становится все более актуальной темой. Расширение диагностических возможностей, становление школьной психологии позволяют выявлять особенности развития детского организма на всех этапах пребывания ребенка в школе. Поэтому большинство работ, посвященных состоянию здоровья современных школьников, начинаются с перечисления негативных показателей, иллюстрирующих динамику этого процесса. В соответствии с этими показателями ухудшение здоровья школьников происходит как от года к году, так и от класса к классу.

Комплексный педагогический контроль за функциональным состоянием организма школьников на уроках физической культуры является важной составляющей работы учителя [2]. Особую важность это приобретает в связи с ухудшением состояния здоровья обучающихся, увеличением доли детей, имеющих отклонения в физическом развитии или сопутствующие хронические заболевания [4]. В тоже время, развивающаяся инклюзивная система образования приводит к тому, что дети с разным уровнем физического здоровья находятся на уроке физической культуры одновременно, в связи с чем, учителю необходимо контролировать состояние каждого занимающегося. Однако, в настоящее время, в школьном процессе физического воспитания, система физиолого-педагогического контроля за состоянием детей разработана недостаточно [4]. Это требует поиска эффективных методов оценки и управления функциональным состоянием организма школьника в процессе занятий физической культуры.

Одним из эффективных показателей оценки функционального состояния организма является физическая работоспособность, которая отражает физическую подготовленность школьников, и степень напряжённости интегральных показателей систем организма (сердечно-

сосудистой и респираторной систем). Для исследования физической работоспособности используют прямые и косвенные методы исследования [1, 2]. Прямые методы исследования основаны на определении количества работы, которую может выполнить испытуемый. По мнению специалистов, прямые методы чаще применяются на практике, однако они не подходят для оценки функционального состояния организма школьников в связи с высокими физическими усилиями [2, 4]. Косвенные показатели физической работоспособности являются более простыми в определении, в тоже время ухудшаются значительно раньше, чем её прямые критерии, что позволяет своевременно менять уровень физической нагрузки. К косвенным показателям оценки физической работоспособности относят – контроль за частотой сердечных сокращений,  $PWC_{170}$ , максимальное потребление кислорода и др.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения уровня общей физической работоспособности у учащихся основной общеобразовательной школы с целью повышения устойчивости иммунной системы организма, а также адаптационного потенциала системы кровообращения школьников к условиям школьной среды.

**Объект исследования:** образовательный процесс по физической культуре.

**Предмет исследования:** функциональные пробы ( $PWC_{170}$ , максимальное потребление кислорода) в оценке физической работоспособности обучающихся.

**Цель работы** – оценить с помощью функциональных проб физическую работоспособность обучающихся 7-го класса на уроках физической культуры и разработать методические рекомендации.

**Задачи:**

1. Изучить особенности применения показателей физической работоспособности в образовательном процессе по физической культуре для оценки функционального состояния организма обучающихся.
2. Оценить с помощью функциональных проб физическую работоспособности обучающихся 7-го класса в основной и подготовительной группе в начале и конце учебного года.

**Гипотеза:** Предполагается что, использование функциональных проб для оценки физической работоспособности обучающихся 7-го класса позволит комплексно оценивать эффективность образовательного процесса физической культуры.

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1 Оценка функционального состояния обучающихся на уроках физической культуры

Функциональное состояние – это совокупность наличных характеристик физиологических и психофизиологических процессов, во многом определяющих уровень активности функциональных систем организма, особенности жизнедеятельности, работоспособность и поведение человека.

Поскольку функциональные состояния представляют собой сложные системные реакции на воздействие факторов внутренней и внешней среды, их оценка должна быть комплексной и динамичной. Наиболее существенными для выявления специфики того или иного состояния служат показатели деятельности тех физиологических систем, которые являются ведущими в процессе выполнения физической нагрузки.

При массовом обследовании занимающихся физическими упражнениями обычно исследуется функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Для изучения функционального состояния организма его исследуют в условиях покоя и в условиях проведения различных функциональных проб.

*Функциональные пробы* – определенный вид функциональной нагрузки, предъявляемый человеку с целью выявления функциональных резервов отдельных систем и всего организма, состояния здоровья, скрытых патологий [30].

Неправильно организованные занятия физической культурой и спортом могут привести к предпатологическим и даже патологическим состояниям, порой со смертельным исходом. Таким образом, занятия физическими упражнениями – это деятельность повышенного риска, а потому при ее организации надо соблюдать правила безопасности.

В процессе занятий физической культурой всегда стоит вопрос оптимизации и нормирования тренировочных нагрузок [32]. Правильный подбор нагрузок по характеру физических упражнений, по длительности и интенсивности в значительной степени обусловлен состоянием здоровья, физической подготовленностью занимающегося. В связи с этим при занятиях физическими упражнениями обязательно необходим врачебно-педагогический контроль. От него в значительной степени зависят успехи в занятиях физической культурой, их положительное влияние на здоровье и работоспособность. Врачебно-педагогический контроль дает возможность правильно оценить состояние здоровья и планировать физическую тренировочную нагрузку.

Сегодня значение врачебно-педагогического контроля за здоровьем занимающихся физкультурой и спортом еще более возросло [18]. Это обусловлено тем, что у многих желающих начать тренировку и уже приступивших к ней имеются те или иные отклонения в состоянии здоровья – нарушения опорно-двигательного аппарата (дефекты осанки, плоскостопие), низкий уровень развития отдельных физических качеств, функционального резерва, физической работоспособности и т. д. Кроме того, занятия оздоровительной физкультурой и спортом проводятся на фоне сложных социально-экономических и экологических условий, которые предъявляют к организму высокие требования. В этой ситуации нерационально организованная физическая тренировка в лучшем случае не приведет к формированию и развитию здоровья, а в худшем – может оказать противоположный эффект.

Индивидуально-типологические особенности организма играют большую роль в адаптации к физической нагрузке в физическом воспитании и при занятиях спортом [24]. Знания в области изучения функционального состояния организма при занятиях физической культурой и спортом имеют первостепенное значение для специалистов в области физической культуры и

спорта, так как позволяют решать вопросы профессиональной ориентации и отбора, допуска к оздоровительным и тренировочным занятиям, планировать режим двигательной нагрузки, исходя из уровня физической подготовленности и состояния здоровья организма.

Для исследования физического развития занимающихся применяются [28]: антропометрические (измерение массы тела, длины тела, окружности груди, бедер, талии, плеча, предплечья, запястья и т.д.), физиометрические (кистевая и станковая динамометрия), соматоскопические (определение формы грудной клетки, спины, ног, состояния осанки и т.д.) антропометрические методы.

## **1.2 Регламентация нагрузки на уроке физической культуры с учетом группы здоровья**

От степени загруженности занимающихся зависит целесообразность проведения уроков[9]. Чем больше нагрузка, тем больше функциональных изменений происходит в организме, на основании которых повышается работоспособность, формируются умения и навыки. Любое упражнение может по-разному влиять на организм. Это зависит от объема и интенсивности. Объем определяется количественным показателем выполненной работы. Интенсивность характеризуется степенью напряжения при выполнении упражнений, а также выполнение работы в единицу времени.

Одно из важных условий правильного регулирования нагрузки – дифференцированный подход к учащимся [26]. При прохождении одинакового для всего класса программного материала учитель должен: видоизменять и уточнять задания применительно к особенностям отдельных групп учеников; варьировать скорость и продолжительность выполнения упражнений для мальчиков и девочек; учитывать подготовленность учеников; при освоении техники движений изменять объём и характер

упражнений, исходя из способностей учеников. Для того, чтобы более точно определить нагрузку на уроке, учителю надо учитывать состояние здоровья и функциональные возможности всех учащихся, их физическую подготовленность, индивидуальные особенности, а также степень предшествующих нагрузок при изучении ранее пройденного материала. Определяя заранее содержание урока, необходимо регламентировать величину нагрузки, ориентируясь на детей со средней физической подготовленностью. А затем, используя индивидуальный подход, корректируются задания для более сильных или слабых учеников.

В соответствии с изложенными критериями здоровья и методологическим подходом к их выявлению дети в зависимости от состояния здоровья могут быть отнесены к следующим группам здоровья [28] :

**1-я группа** – здоровые дети, имеющие нормальное физическое и психическое развитие, не имеющие анатомических дефектов, функциональных и морфофункциональных отклонений.

Исследования НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ГУ НЦЗД РАМН показали, что наполняемость этой группы здоровья в Российской Федерации не превышает 10 %, а в некоторых регионах страны составляет лишь 3-6 %, что, несомненно, говорит о санитарно-эпидемиологическом неблагополучии в стране.

**2-я группа** – здоровые, но имеющие функциональные и некоторые морфологические отклонения.

Следует отметить, что за последние 10 лет во всех возрастных группах произошел стремительный рост (в 1,5 раза) числа функциональных нарушений и наполняемость этой группы здоровья возросла в среднем с 20 до 35 %.

**3-я группа** – больные хроническими заболеваниями в состоянии компенсации со сниженными функциональными возможностями организма.

В РФ отмечается стойкая тенденция к росту числа хронических заболеваний среди детей и подростков. Наполняемость 3-й группы здоровья возрастает у детей в дошкольном возрасте и становится сильно выраженной в школьном возрасте, достигая 70 %.

**4-я группа** – больные хроническими заболеваниями в состоянии субкомпенсации со сниженными функциональными возможностями.

**5-я группа** – больные хроническими заболеваниями в состоянии декомпенсации со значительно сниженными функциональными возможностями организма, дети-инвалиды.

Дети 5-й группы, как правило, не посещают детские учреждения, поэтому они часто не охвачены массовыми профилактическими медицинскими осмотрами.

Предложенная классификация групп здоровья обращает внимание школьных врачей на детей 2-й группы. Имеющиеся у них незначительные функциональные отклонения в состоянии здоровья приводят к ошибкам в постановке диагноза, им не уделяется достаточного внимания. Вместе с тем неправильно дозированная учебная и физическая нагрузка может привести к перенапряжению функциональных систем организма и развитию патологического состояния.

Для определения группы здоровья детей врачу необходимо:

- Установить наличие или отсутствие хронического заболевания. При этом оценка состояния здоровья проводится на момент обследования. Острые заболевания, прошлые болезни, если они не приобрели хроническую форму, стадия реконвалесценции, вероятность возникновения заболевания, обусловленного наследственностью или условиями жизни, не учитываются. Наличие или отсутствие заболеваний определяется при врачебном осмотре с

участием специалистов. Группу здоровья определяет по своей специальности каждый участвующий в осмотре врач, окончательную оценку состояния здоровья на основании заключения специалистов дают педиатр, школьный врач. Оценка состояния здоровья при нескольких заболеваниях у обследуемого проводится по самому тяжелому из них. При одном и том же заболевании дети могут быть отнесены к разным группам в зависимости от тяжести заболевания и функциональных возможностей. Так, ко 2-й группе здоровья относят детей:

- с функциональными и морфологическими изменениями;
- с общей задержкой физического развития без эндокринной патологии;
- со значительным дефицитом или избытком массы тела;
- часто (4 раза и более в год) или длительно (более 25 календарных дней по одному заболеванию) болеющих;
- с функциональным шумом в сердце, тахикардией, экстрасистолией, пониженным артериальным давлением;
- с кариесом 6-8 зубов;
- с доброкачественной протеинурией;
- с увеличением щитовидной железы I-II степени;
- с аллергическими реакциями;
- с миопией слабой степени;
- с гипертрофией миндалин II степени;
- с плоскостопием I степени;
- с пониженным уровнем гемоглобина.

Выделение 3-й и 4-й групп здоровья детей проводят в зависимости от выраженности патологического процесса с учетом функциональных возможностей.

Отличительным и разграничительным признаком отнесения детей к 3-й или 4-й группе является распространение патологического процесса на

другие органы и системы при тяжести заболевания, характерной для 3-й группы здоровья.

- Определить функциональное состояние организма при медицинском осмотре по систолическому и диастолическому артериальному давлению, частоте сердечных сокращений, жизненной емкости легких и показателям кистевой динамометрии - мышечной силы рук.

- Определить биологический возраст и гармоничность развития по региональным стандартам физического развития детей.

- Оценить сопротивляемость организма по подверженности заболеваниям - числу острых заболеваний (включая обострение хронических) в течение года, предшествующего осмотру.

Выявленные хронические заболевания, отклонения в функциональном состоянии органов и систем, установленный уровень физического развития сравнивают с оценочными таблицами групп здоровья и на основании этого относят ребенка к той или иной группе здоровья. В дальнейшем школьный врач осуществляет разработку индивидуальных оздоровительных мероприятий в отношении обследованного ребенка.

Основным методом, позволяющим получить показатели, на основании которых дается комплексная оценка состояния здоровья, является профилактический медицинский осмотр.

Для оценки здоровья детей используют три группы показателей:

- Медицинские – заболеваемость по обращаемости, индекс здоровья, число часто болеющих детей, общая и детская смертность, физическое развитие, инвалидность.

- Социального благополучия – демографическая ситуация, показатели факторов окружающей среды, образ жизни, уровень медицинского обслуживания.

- Психического благополучия – заболеваемость психическими заболеваниями, частота невротических состояний и психопатий и др.

Подростковый возраст – период максимальных темпов роста всего организма человека и отдельных его звеньев. Он характеризуется усилением окислительных процессов, резко выраженными эндокринными сдвигами, усилением процесса полового созревания. Интенсивный рост и увеличение всех размеров тела получили название второго ростового скачка, или второго «вытягивания».

В подростковом возрасте имеются существенные отличия в ритме развития тела у девочек и мальчиков [9, 12]. Усиленно растут трубчатые, длинные кости конечностей и позвонки. При этом кости растут в длину, а в ширину их рост незначителен. При этом чрезмерные мышечные нагрузки, как факторы ускорения процесса окисления могут замедлить рост трубчатых костей. Заканчивается окостенение запястья и пястных костей, а межпозвоночных дисках только лишь появляются зоны окостенения. Позвоночный столб подростка по-прежнему очень подвижен.

В этом возрасте мышечная система развивается довольно быстрыми темпами, что особенно выражено в развитии мышц, сухожилий, суставно-связочного аппарата.

Существенные изменения происходят в сердечно-сосудистой системе [15]. Особенно заметно увеличение массы желудочков, преимущественно, быстро увеличивается объём сердца, несколько медленнее утолщаются стенки сердца.

Наибольшие размеры прибавки сердца у девочек отмечается в возрасте 12-14 лет. Изменяется и микроструктура миокарда, прежде всего размеры мышечных волокон и ядер. Сердце подростка по структурным показателям практически не отличается от сердца взрослого человека.

Разнонаправленные изменения происходят в строении лёгочной артерии, она шире аорты, а к концу периода устанавливаются обратные соотношения. Увеличение объёма сердца опережает рост ёмкости сосудистой сети, что служит повышению сосудистого тонуса как предпосылку к росту артериального давления.

Морфологическая и функциональная незрелость отдельных элементов сердца и сосудистой системы снижает адаптационные возможности системы кровообращения и повышает функциональную напряжённость при небольших физических нагрузках [15].

Период полового созревания отличается наиболее высоким темпом развития дыхательной системы. Объём лёгких увеличивается почти в два раза с 11-14 лет. В этом возрасте увеличивается показатель гемоглобина в крови, эритроцитов, приближается к показателям взрослого человека. Аэробные возможности улучшаются быстрее, чем анаэробные. У мальчиков этого возраста МПК увеличивается на 28%, а кислородный пульс на 24%.

Экономичность кислородных режимов подростков при физических нагрузках ещё значительно ниже, чем у взрослых, но выше чем у детей младшего возраста. В тоже время ликвидация кислородного долга у подростка происходит с высокой интенсивностью.

Период полового созревания отличается наиболее высоким темпом развития дыхательной системы. Объем лёгких увеличивается почти в два раза с 11-14 лет. В этом возрасте увеличивается показатель гемоглобина в крови, эритроцитов, приближается к показателям взрослого человека. Аэробные возможности улучшаются быстрее, чем анаэробные. У мальчиков этого возраста МПК увеличивается на 28%, а кислородный пульс на 24%.

Экономичность кислородных режимов подростков при физических нагрузках ещё значительно ниже, чем у взрослых, но выше чем у детей младшего возраста. В тоже время ликвидация кислородного долга у подростка происходит с высокой интенсивностью. В подростковом возрасте глубокая перестройка происходит в эндокринной системе. В этот период начинается усиленный рост половых желез, повышается активность надпочечников и щитовидной железы. Активизация гормональной функции увеличивает количество хромоаффинных клеток.

Обучающиеся, занимающиеся по государственным программам физического воспитания, проходят медицинское обследование по установленной форме не реже одного раза в течение учебного года у врачей, обслуживающих учебные заведения [30]. Обследуемые распределяются на пять медицинских групп: основная медицинская, подготовительная медицинская, специальная медицинская, которую рекомендуется разделять на подгруппы «А» и «Б» для дифференцирования физической нагрузки. К подгруппе «А» относятся обучающиеся, которые имеют отклонения в состоянии здоровья обратимого характера или ослабленные различными заболеваниями. Для данной подгруппы ограничиваются подъем и интенсивность физической нагрузки на начальном этапе подготовки в течение одной, двух недель, которая должна выполняться при частоте

сердечных сокращений(ЧСС) 120-130 уд/мин. с постепенным увеличением(по самочувствию) до 140-150 уд/мин. к концу учебного года. К подгруппе «Б» относятся обучающиеся, имеющие значительные необратимые изменения в деятельности органов и систем (органические поражения сердечно-сосудистой, дыхательной систем, печени, высокую степень миопии и др.). Физическая нагрузка в течение всего учебного года выполняется при низкой интенсивности, контроль осуществляется по частоте сердечных сокращений (110-120 уд/мин.); лечебная (ЛФК) – специальная программа по назначению врача.

### **1.3 Оценка физической работоспособности обучающихся на уроках физической культуры**

Под

работоспособностью понимается способность человека выполнять в заданных параметрах и конкретных условиях профессиональную деятельность, сопровождающуюся обратимыми в сроки регламентированного отдыха функциональными изменениями в организме.

Физическая работоспособность является выражением жизнедеятельности человека, имеющим в своей основе движение [5, 7]. Она проявляется в различных формах мышечной активности и зависит от способности и готовности человека к физической работе. Физическая работоспособность является одной из важнейших составляющих спортивного успеха.

С одной стороны, работоспособность отражает возможности биологической природы человека, служит показателем его дееспособности, с другой — выражает его социальную сущность, являясь показателем успешности овладения требованиями какой-то конкретной деятельности.

В процессе учебной, трудовой деятельности работоспособность определяется воздействием разнообразных внешних и внутренних факторов не только по отдельности, но и в их сочетании. Эти факторы можно разделить на следующие группы [21]:

1) физиологического характера — состояние здоровья студента, состояние сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и других систем;

2) физического характера — степень и характер освещенности помещения, температура воздуха, уровень шума и другие;

3) психического характера — самочувствие, настроение, мотивация и др.;

4) социального характера — условия мест занятий, условия проживания, питания и др.

Работоспособность следует оценивать по критериям профессиональной деятельности и состоянию функций организма, другими словами, с помощью прямых и косвенных ее показателей.

Прямые показатели позволяют оценивать спортивную деятельность как с количественной (метры, секунды, килограммы, очки и т. д.), так и с качественной (надежность и точность выполнения конкретных физических упражнений) стороны.

К косвенным критериям работоспособности относят различные физиологические, биохимические и психофизиологические показатели, характеризующие изменения функций организма в процессе работы [5]. Другими словами, косвенные показатели представляют собой реакции организма на определенную нагрузку и указывают на то, какой физиологической ценой для человека обходится эта работа, т.е. чем, например, организм спортсмена расплачивается за достигнутые секунды, метры, килограммы и т.д. Установлено, что косвенные показатели работоспособности в процессе труда ухудшаются значительно раньше, чем прямые критерии. Это дает основание использовать различные физиологические методики для прогнозирования работоспособности человека, а также для выяснения механизмов адаптации.

**Для оценки физической работоспособности используются следующие методы:**

*Тест физической работоспособности PWC<sub>170</sub>.* Ряд физиологических тестов основан на измерении частоты пульса [26]. Научные подходы к использованию частоты пульса для количественной оценки работоспособности были сформулированы более 50 лет назад шведскими исследователями Съэстрандом и Валундом, изучавшими условия труда шахтеров. Еще раньше крупнейший английский физиолог, лауреат Нобелевской премии А.Хилл доказал, что в довольно широком диапазоне нагрузок частота пульса линейно зависит от мощности (интенсивности) работы.

Это значит, что увеличение частоты пульса при работе пропорционально увеличению мощности работы [20]. Шведы же выяснили, что чем тренированнее, работоспособнее человек, тем стабильнее у него будет частота пульса при увеличении мощности. За такую стандартную величину было предложено принять 170 уд./мин., потому что при большей частоте пульса линейность его зависимости от мощности нарушается.

Позднее российским ученым профессором В.Л. Карпманом и его сотрудниками было показано, что у молодого тренированного человека при пульсе 170 уд./мин. сердце работает с наибольшей отдачей, а при увеличении мощности производительность сердца падает. Поэтому В.Л. Карпман также рекомендовал измерять физическую работоспособность при пульсе 170 уд./мин [2]. Он же предложил сравнительно простой способ измерения этого показателя, воспользовавшись тем, что зависимость частоты пульса от мощности линейна.

Карпман Виктор Львович – известный ученый в области физиологии человека и спортивной медицины, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой спортивной медицины Российской государственной академии физической культуры, руководитель группы патофизиологии спорта Института общей патологии и патофизиологии РАМН, профессор, доктор медицинских наук.

Одной из наиболее актуальных проблем спортивной медицины В.Л. Карпман считал тестирование функционального состояния спортсменов. Этому вопросу

посвящены две монографии: "Исследование физической работоспособности спортсменов" (1974 г.) и "Тестирование в спортивной медицине" (1988 г.), - ставшие настольными книгами многих специалистов. В функциональной диагностике широко применяется тест  $PWC_{170}$ . Наряду с велоэргометрическим вариантом этого теста на кафедре В.Л.Карпмана были разработаны модификации для различных видов спорта: легкоатлетический бег, лыжные гонки, тяжелая атлетика, фигурное катание на коньках и др. В.Л.Карпман предложил вариант этого теста для массовой физической культуры, использующий в качестве нагрузочной процедуры дозированную ходьбу.

Если измерять частоту пульса при двух последовательных нагрузках, предлагаемых человеку, то несложно дальше рассчитать и ту мощность, при которой пульс достигает 170 уд./мин.

Величина этой мощности называется  $PWC_{170}$  – по первым буквам английских слов Physical Working Capacity – физическая работоспособность.

То есть тест  $PWC_{170}$  основан на закономерности, заключающейся в том, что между частотой сердечных сокращений (ЧСС) и мощностью физической нагрузки существует линейная зависимость [26]. Это позволяет определить величину механической работы, при которой ЧСС достигает 170, путем построения графика и линейной экстраполяции данных, либо путем расчета по формуле, предложенной В. Л. Карпманом и соотр. ЧСС, равная 170 ударам в минуту, соответствует началу зоны

оптимального функционирования кардиореспираторной системы.

Кроме того с этой ЧСС нарушается линейный характер взаимосвязи ЧСС и мощности физической работы. Согласно современным представлениям смысл теста  $PWC_{170}$  значительно шире, чем просто характеристика аэробных возможностей. Всякое увеличение возможностей энергетических систем организма приводит к увеличению  $PWC_{170}$ , к этому же приводит и улучшение регуляции деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Нагрузка может быть выполнена на велоэргометре, на ступеньке (степ-тест), а также в любой доступной форме. Но тест  $PWC_{170}$  имеет и свои недостатки. Главный из них – этот тест не характеризует тот объем работы, который может быть выполнен при определенном напряжении физиологических систем.

Большая величина  $PWC_{170}$  еще не означает, что соответствующую мощность нагрузки человек может поддерживать дольше [20]. Кроме того, результаты теста  $PWC_{170}$  характеризуют аэробную, но ничего не говорят о величине анаэробной мощности (скорости), то есть не характеризуют работоспособность в зонах максимальной и субмаксимальной интенсивности. Поэтому у самых сильных людей – штангистов и борцов – величина  $PWC_{170}$  обычно совсем не велика. Величина физической работоспособности определяет на сколько большой объём нагрузки может выдержать человек в ограниченный (малый) интервал времени.

*Изменение максимального потребления кислорода (МПК).* Из физиологии известно, что основным показателем аэробных

возможностей организма является величина потребляемого кислорода в единицу времени (максимальное потребление кислорода – МПК) [7].

Так как доля аэробной (с участием кислорода) энергопродукции является преобладающей в общей сумме энергетического обмена, то именно максимальная величина аэробных возможностей организма является основным критерием физического здоровья человека и жизнеспособности.

Максимальное потребление кислорода (МПК) выражает предельную для данного человека "пропускную" способность системы транспорта кислорода и зависит от пола, возраста, физической подготовленности и состояния организма [34].

Максимальное потребление кислорода (МПК) – это такое количество кислорода, которое организм способен усвоить (потребить) в единицу времени (берется за 1 минуту).

Не надо путать с тем количеством кислорода, которое человек вдыхает легкими, т.к. только часть этого кислорода, в конечном счете, поступает к органам. Понятно, что чем больше организм способен усвоить кислорода, тем больше у него вырабатывается энергии, которая расходуется как на поддержание внутренних потребностей организма, так и на совершение внешней работы [33].

Возникает вопрос, неужели именно количество кислорода усвояемого организмом в единицу времени является фактором, лимитирующим нашу работоспособность и определяющим уровень физического здоровья человека. Как

это не странно может показаться на первый взгляд, но это именно так.

Поскольку механизм этого процесса заключается в поглощении кислорода из окружающей среды, доставки его к органам и потреблении кислорода самими органами (в основном скелетными мышцами), то зависит максимальное потребление кислорода (МПК) будет в основном от двух факторов: функции кислородтранспортной системы и способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород.

В свою очередь, кислородтранспортная система включает систему внешнего дыхания, систему крови и сердечно-сосудистую систему. Каждая из этих систем вносит свой вклад в величину максимального потребления кислорода (МПК), а нарушение какого-нибудь звена в этой цепочке может сразу отрицательно сказаться на всем процессе [7].

Связь между величиной МПК и состоянием здоровья впервые была обнаружена американским врачом Купером. Он показал, что люди имеющие уровень максимального потребления кислорода 42 мл/мин/кг и выше, не страдают хроническими заболеваниями и имеют показатели артериального давления в пределах нормы.

Способы определения МПК: прямой и непрямой. Прямой метод определения МПК основан на выполнении человеком нагрузки, интенсивность которой равна или больше его критической мощности. Он небезопасен для обследуемого, так как связан с предельным напряжением функций организма. Чаще пользуются

непрямыми методами определения, основанными на косвенных расчетах, использовании небольшой мощности нагрузки. К косвенным методам определения МПК относятся метод Астранда; определение по формуле Добельна; по величине  $PWC_{170}$  с помощью формул, предложенных В. Л. Карпманом и др.

## Глава 2. Объекты и методы исследования

### 2.1 Описание эксперимента

Исследование проводилось на базе муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Средней школы №149» г. Красноярска в спортивном зале в период с сентября 2018 года по апрель 2019 года. Исследуемый контингент – юноши 7-го класса, возраст испытуемых – 13 лет. Все испытуемые были разделены на две группы, в соответствии с медицинской группой:

Основная группа – 6 человек;

Подготовительная группа – 6 человек.

Данные о распределении детей в медицинских группах предоставлены медицинскими работниками образовательной организации [28].

*Характеристика медицинских групп [17]:*

**Основная медицинская группа** для физически здоровых детей, не имеющих никаких отклонений и обучающихся с некоторыми функциональными нарушениями. Однако, по заключению медиков, эти нарушения не в состоянии за собой повлечь каких-либо последствий. При осмотре у ребенка не было зафиксировано отставаний в физическом развитии.

Основная группа подразумевает занятия по обычной программе. Обучающиеся сдают нормы и тесты индивидуальной физической подготовки, могут заниматься в секциях, принимать участие в соревнованиях.

**Подготовительная медицинская группа**

В таких группах занимаются:

- ослабленные дети;
- обучающиеся, состоящие в группе риска по заболеваемости;

— дети, имеющие хронические заболевания, но эти заболевания находятся в стадии длительной ремиссии.

Подготовительная группа предполагает строгое дозирование любых физических нагрузок, а также полное исключение некоторых движений (например, резких наклонов, прыжков).

Школьники, занимающиеся по программе подготовительной группы, не могут принимать участие в спортивных соревнованиях, сдавать нормы и тесты по физической подготовке.

Им также рекомендуются дополнительные занятия по индивидуальным программам на дому под родительским контролем.

*Исследование проводилось в четыре этапа:*

I этап – теоретический анализ информационных источников по теме исследования.

II этап – отбор групп испытуемых (основной и подготовительной медицинских групп) Проведение вводного исследования:

- антропометрических показателей обучающихся основной и подготовительной медицинских групп;
- показателей физической подготовленности обучающихся основной и подготовительной медицинских групп;
- показателей физической работоспособности обучающихся основной и подготовительной медицинских групп;

III этап – оценка показателей физической работоспособности обучающихся основной и подготовительной медицинских групп в период после заболевания.

IV этап – сравнительная оценка показателей физической работоспособности обучающихся основной и подготовительной медицинских групп в конце учебного года.

## 2.2. Методы исследования

*Методика оценки антропометрических показателей.* В работе исследовали следующие показатели: длина тела, масса тела, окружность груди, сила правой и левой кистей. Антропометрическое измерение проводили по стандартным методикам [25]. Все измерения проводились в медицинском кабинете, при оптимальной температуре помещения. Длину тела измеряли при помощи ростомера, вес тела – весы, окружность груди – сантиметровой лентой и силы кистей – динамометром. Данные показатели использовались для сравнительной характеристики обучающихся, относящихся к КГ и ЭГ. На основе антропометрических данных – массы тела (МТ) и длины тела (ДТ), рассчитывался индекс Кетле (ИК) по формуле:  $ИК = МТ, кг \div ДТ, м^2$ .

*Методика оценки физической подготовленности обучающихся.* Основным средством определения уровня развития качеств являются физические упражнения (тесты).

Тесты, применяемые для контроля, можно разделить на 2 группы:

- 1) физические упражнения, входящие в содержание программы и поддающиеся стандартизации;
- 2) физические упражнения для контроля тех физических качеств, которые не могут быть определены упражнениями 1-й группы (прыжок в длину или в высоту с места).

Проверка проводится в одинаковых условиях для всех учеников. Для повышения объективности оценки данного

качества лучше использовать одно физическое упражнение. Чаще следует проверять те физические качества, которые в большей мере изменяются. В течение четверти целесообразно ежемесячно контролировать неспецифические физические качества для раздела, а специфические - на стыке с последующим разделом.

Требования к тестам [30]:

- простота (по биомеханической структуре);
- оперативность (минимум времени на выполнение и обработку);
- надежность (высокая степень совпадения результатов при повторном тестировании)
- информативность ("валидность" - достаточная степень точности измеряемого качества);
- стабильность (воспроизводимость результатов через некоторое время).

Тесты, как правило, органически связаны с содержанием урока. Методика контроля обеспечивает объективность результатов. Основным методом контроля физических упражнений у учеников - соревновательный (проведение контрольных испытаний). Могут применяться и другие методы (динамометрия, градуирование) [22].

Сравнение результатов тестирования предварительного, текущего, этапного и итогового контроля с нормативами школьной программы позволяет судить о степени решения учебных задач в соответствующем периоде.

Для оценки физической подготовленности обучающихся были проведены тесты на основе рабочей программы обучающихся [18].

1) Бег 60 метров на время – для оценки скоростных качеств обучающихся.

2) Прыжок в длину с места – для оценки скоростно-силовые качества обучающихся.

3) Прыжки через скакалку за определенное время – для оценки ловкости. Измерения проводились за 20 секунд.

*Методика определения физической работоспособности по тесту PWC<sub>170</sub>.* Тест PWC<sub>170</sub> – типичный пример пробы с субмаксимальными нагрузками [20]. Физическую работоспособность выражают в величине мощности нагрузки при PWC<sub>170</sub> в минуту, основываясь на представлении о линейной зависимости между ЧСС и мощностью выполненной работы до 170 уд/мин. Нагрузку выполняют без предварительной разминки

Физиологической предпосылкой определения PWC<sub>170</sub> является наличие линейной зависимости между ЧСС и мощностью выполненной работы [26]. При более высоких величинах ЧСС прямолинейный характер связи прерывается. ЧСС 170 является оптимальной для работы сердца здорового молодого человека, при этом отмечаются максимальные значения сердечной производительности. Дальнейшее учащение приводит к снижению ударного объема крови. Преимущество этого метода состоит в том, что он довольно прост и позволяет при выполнении двух нагрузок умеренной мощности определить работоспособность (PWC<sub>170</sub>).

*Методика:* обучающиеся выполняют восхождения на тумбу, высота которой составляет 30 см, со скоростью 20 шагов в мин (первая нагрузка) и со скоростью 30 шагов в мин (вторая

нагрузка) под метроном. Подъем и спуск выполняется на 4 такта. Каждая нагрузка продолжается 3 мин. Пауза между нагрузками – 1 минута. После каждой нагрузки считают частота сердечных сокращений (ЧСС) за 10 секунд. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) определяли пальпаторно. Расчет  $PWC_{170}$  производили по формуле В.Л. Карпмана [4]:

$$PWC_{170} = N1 + (N2 - N1) \times (170 - f1) / (f2 - f1)$$

$$N = 1,5 \times p \times h \times n$$

где N - мощность нагрузки, f1 - пульс после 1-й нагрузки за минуту, f2 - пульс после 2-ой нагрузки за минуту, p - масса испытуемого, h - высота степа (0,3м), n - число восхождений (20 или 30 шагов в мин).

*Принципы оценки относительных значений показателя  $PWC_{170}$  (по Н. Д. Граевской, 2004)*

Общая физическая работоспособность	$PWC_{170}$ (кгм/мин/кг)
Низкая	14 и меньше
Ниже средней	15-16
Средняя	17-18
Выше средней	19-20
Высокая	21-22

Очень высокая	32 и больше
---------------	-------------

Определение максимального потребления кислорода – МПК. Физические возможности организма, его мышечная работоспособность в значительной мере зависят от потребления кислорода. Чем выше способность организма использовать кислород, тем при определенных условиях, выше физические возможности организма, его здоровье и устойчивость по отношению к неблагоприятным факторам среды. МПК позволяет составить объективное суждение о функциональном состоянии кардиореспираторной системы и физической работоспособности.

Профессор В.Л.Карпман предложил рассчитывать аэробные способности по нижеприведенным формулам [4]:

$$\text{МПК} = 1,7 * \text{PWC}_{170} + 1240 \text{ (для физкультурников);}$$

$$\text{МПК} = 2,2 * \text{PWC}_{170} + 1070 \text{ (для спортсменов, которые тренируются на выносливость), где МПК выражается в мл/мин, а PWC}_{170} \text{ – в кгм/мин.}$$

Измерение показателей физической работоспособности проводили в начале и конце учебного года для оценки эффективности образовательного процесса по физической культуре. А также в период после болезни, для того чтобы оценить влияние разных видов заболеваний на показатели физической работоспособности.

## Глава 3. Результаты исследования

### 3.1 Сравнительный анализ антропометрических показателей обучающихся

На начальном этапе исследования провели сравнительный анализ антропометрических показателей обучающихся в основной и подготовительной медицинских группах. Выявили, что у испытуемых обеих групп имеются достоверные различия ( $p < 0,05$ ) между следующими показателями: вес, объем груди и индекс Кетле (табл. 1).

Таблица 1

Антропометрические показатели обучающихся в основной и подготовительной медицинских группах на 2018-2019 учебный год

Медицинская группа	Антропометрические показатели					
	Длина тела, см	Масса тела, кг	Сила левой кисти, кг	Сила правой кисти, кг	Окружность груди, см	Индекс Кетле, кг/м <sup>2</sup>
Основная	156,3±8,8	47±7,1*	24,2±2,0	26,3±2,1	66,7±3,5*	19,2±2,1*
Подготовительная	166±7,5	65,3±16,3	25,6±3,0	28,4±3,5	83,0±18,7	24,2±4,4

Примечание: \* – достоверное различие по отношению к сравниваемой группе ( $p < 0,05$ ).

Средняя масса тела детей в основной составляла 47±7,1 кг, в подготовительной – 65,3±16,3 кг, окружность груди – 66,7±3,5 см и 83,0±18,7 см, соответственно (табл. 1). Индекс Кетле также был выше в подготовительной группе и составлял 24,2±4,4 кг/м<sup>2</sup>, в то время как в основной – 19,2±2,1 кг/м<sup>2</sup>. Между

остальными исследуемыми антропометрическими показателями достоверных различий не установлено. Таким образом, можно отметить, что физическое развитие обучающихся основной и подготовительной групп отличается. Обучающиеся подготовительной группы отличаются более плотным телосложением, что вероятно является следствием имеющихся отклонений в состоянии здоровья.

### 3.2 Сравнительный анализ показателей физической подготовленности обучающихся

Физическая подготовленность – это результат физической подготовки, достигнутый при выполнении двигательных действий, характеризующийся уровнем функциональных возможностей различных систем организма (сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной) и развития основных физических качеств (силы, выносливости, быстроты, ловкости, гибкости) [3].

Анализ показателей физической подготовленности обучающихся показал достоверные отличия ( $p < 0,05$ ) между исследуемыми группами. Обучающиеся основной группы обладают более высокой физической подготовленностью, чем подготовительной группы, об этом свидетельствуют данные таблицы (табл. 2).

Таблица 2

Показатели физической подготовленности в основной и подготовительной медицинских группах на начало 2018-2019 учебного года

Медицинская группа	Бег 30м., сек.	Прыжок в длину с места,	Прыжки через скакалку за
--------------------	----------------	-------------------------	--------------------------

		см	20 сек., раз
Основная	10,15±0,42 *	191,5±13,17*	49,1±5,1*
Подготовительная	10,82±0,52	162,5±19,9	41,3±5,7

Примечание: \* – достоверное различие по отношению к сравниваемой группе ( $p < 0,05$ ).

Так, средний показатель времени бега 30 м в основной составлял 10,15±0,42 сек в то время как в подготовительной был ниже и составлял 10,82±0,52 сек (табл. 1). Средний результат прыжка в длину с места в основной составлял 191,5±13,17 см, а в подготовительной 162,5±19,9 см. Среднее значение прыжков через скакалку за 20 сек в основной группе также выше и составлял 49,1±5,1 раз, а в подготовительной 41,3±5,7 раз.

Таким образом, можно отметить, что обучающиеся основной медицинской группы имеют более высокую физическую подготовленность, чем подготовительной медицинской группы.

В конце учебного года также оценивали физическую подготовленность обучающихся. Результаты испытания представлены в таблице 3.

Таблица 3

Показатели физической подготовленности в основной и подготовительной медицинских группах на конец 2018-2019 учебного года.

Медицинская группа	Бег 30м., сек.	Прыжок в длину с места, см	Прыжки через скакалку за 20 сек., раз
Основная	10,20±0,51	192,3±12,13*	50,2±4,7
Подготовительная	10,80±0,56	162,3±17,7	42,1±6,3

я			
---	--	--	--

В целом можно отметить, что показатели немного стали выше, однако эти различия не достоверны (табл. 2 и 3). Т.е. можно сказать, что исследуемые показатели практически не изменились, т.е. физическая подготовленность у испытуемых основной и подготовительной медицинских групп к концу учебного года осталась на том же уровне. Следует отметить, что в большинстве случаев, показатели физической подготовленности не являются точными в оценке эффективности занятий по физической культуре, поскольку имеется множество факторов, которые влияют на данный результаты испытаний.

### **3.3 Сравнительный анализ показателей физической работоспособности**

Физическая работоспособность – это способность человека к выполнению физической работы, о чем судят прежде всего на основании реакций его физиологических систем. При этом определяющими факторами, являются тренированность и врожденные способности. Кроме этого, на работоспособность влияют возраст, пол, общее состояние здоровья, конституция и мышечная масса, а также влияние окружающей среды [14].

Физическая работоспособность, в первую очередь, позволяет оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой и респираторной систем [23].

При анализе показателей сердечно-сосудистой системы, выявили, что имеются достоверные различия ( $p < 0,05$ ) в значениях ЧСС (в состоянии покоя) у испытуемых основной и подготовительной медицинских групп (табл. 4). У

испытуемых основной группы ЧСС была в пределах половозрастной нормы (55-95 уд/мин) и составляла  $89,3 \pm 7,4$  уд/мин, в подготовительной группе ЧСС была выше нормы –  $96 \pm 6,9$  уд/мин.

Таблица 4

Показатели сердечно-сосудистой системы обучающихся основной и подготовительной медицинских групп

Медицинская группа	ЧСС в покое, уд/мин	Относительный $PWC_{170}$ , кгм/мин/кг	МПК, л/мин
Основная	$89,3 \pm 7,4^*$	$23,2 \pm 4,8^*$	$3,1 \pm 0,6$
Подготовительная	$96 \pm 6,9$	$15,4 \pm 5,7$	$2,9 \pm 0,7$

Примечание: \* – достоверное различие по отношению к сравниваемой группе ( $p < 0,05$ ).

Физическую работоспособность оценивали, используя относительный показатель  $PWC_{170}$ . Выявили, что в основной группе среднее значение  $PWC_{170}$  составляет  $23,2 \pm 4,8$  кгм/мин/кг, что соответствует высокой работоспособности. В подготовительной группе среднее значение  $PWC_{170}$  достоверно было ниже ( $p < 0,05$ ) и составляло  $15,4 \pm 5,7$  кгм/мин/кг, что соответствует уровню работоспособности ниже средней (табл. 4). В целом, в подготовительной группе 33,3% обучающихся имели низкую работоспособность (менее 9 кгм/мин/кг), у остальных относительный  $PWC_{170}$  был на среднем уровне и выше. Таким образом показатель  $PWC_{170}$  адекватно оценивает функциональное состояние организма ребенка.

Еще один показатель, применяемый для оценки физической работоспособности – величина МПК. Это интегральный показатель, характеризующий суммарную мощность аэробных и анаэробных систем энергообеспечения во время

максимальной физической нагрузки. Величина МПК зависит от пола, возраста, физической подготовленности и других характеристик [7, 33]. Чем выше значения данного показателя, тем выше функциональные возможности организма и его физическая работоспособность. Можно отметить, что среди испытуемых показатель МПК был несколько выше в основной –  $3,1 \pm 0,6$  л/мин, в подготовительной –  $2,9 \pm 0,7$  л/мин, однако эти различия были не достоверны ( $p > 0,05$ ) (табл. 4).

Анализ  $PWC_{170}$  и МПК в период после заболевания показал снижение значений (табл. 5, 6). В основной группе показатель  $PWC_{170}$  снизился на 11,4 кгм/мин/кг, в подготовительной – на 6,5 кгм/мин/кг. МПК в обеих группах уменьшился на 0,95 л/мин.

В целом, не было отмечено связи между длительностью заболевания и степенью снижения показателей физической работоспособности. Например, наибольшее снижение изучаемых показателей было зафиксировано после ОРВИ (респондент 3), разность в  $PWC_{170}$  и МПК составила 4,2 кгм/мин/кг и 1,8 л/мин, соответственно, и перелома руки (респондент 6) – 4,1 кгм/мин/кг и 1,3 л/мин (табл. 5, 6).

Таблица 5

Относительный показатель PWC<sub>170</sub>

Номер респондента	Медицинская группа	Относительный PWC <sub>170</sub> , кгм/мин/кг (начало уч. года)	Относительный PWC <sub>170</sub> , кгм/мин/кг (после заболевания)	Вид болезни	Относительный PWC <sub>170</sub> , кгм/мин/кг (конец уч. года)	Разница(начало и конец уч. г.)
Респондент 1	Основная	21,84	13,65	ОРВИ	22,10	0,26
Респондент 2		24,5	-*	-*	25,3	0,8
Респондент 3		18,3	-*	-*	18,4	0,1
Респондент 4		22,6	-*	-*	21,9	-0,7
Респондент 5		31,6	14,25	ОРВИ	30,7	-0,9
Респондент 6		20,6	12,37	ОРВИ	20,9	0,3
Респондент 7	Подготовительная	16,8	10,58	Перелом руки	17,5	0,7
Респондент 8		8,9	-*	-*	10,3	1,4
Респондент 9		8,4	4,87	ОРВИ	9,4	1
Респондент 10		19,8	-*	-*	19,5	-0,3
Респондент 11		20,7	10,83	Растяжение связок	21,4	0,7
Респондент 12		17,9	-*	-*	19,3	1,4

Примечание: \* – прочерк – не измеряли.

Таблица 6

Номер респондента	Медицинская группа	Максимальное потребление кислорода		Вид болезни	МПК л/мин (конец уч. года)	Разница (начало и конец уч. года)
		МПК л/мин (начало уч. года)	МПК л/мин (после заболевания)			
Респондент 1	Основная	2,72	2,16	ОРВИ	3,18	0,46
Респондент 2		2,99	-*	-*	3,57	0,58
Респондент 3		2,89	-*	-*	3,38	0,49
Респондент 4		3,2	-*	-*	3,69	0,49
Респондент 5		4,19	2,47	ОРВИ	4,95	0,76
Респондент 6		2,68	2,39	ОРВИ	3,12	0,44
Респондент 7	Подготовительная	2,83	1,97	Перелом руки	3,39	0,56
Респондент 8		2,49	-*	-*	3,09	0,6
Респондент 9		2,18	1,91	ОРВИ	2,6	0,42
Респондент 10		4,14	-*	-*	4,92	0,78
Респондент 11		2,98	2,82	Растяжение связок	3,59	0,61
Респондент 12		2,82	-*	-*	3,44	0,62

*Примечание:  $\mu$  прочерк – не  $\mu$  измеряли.*

Также анализировали изменение показателей  $PWC_{170}$  и МПК в конце учебного года, для того чтобы оценить изменения функциональной работоспособности обучающихся за исследуемый период обучения. И, таким образом оценить эффективность образовательного процесса по физической культуре, одной из важнейших задач которой является повышение функциональных возможностей организма. Статистическая обработка результатов представлена в приложении А. Выявили, что изменения исследуемых показателей были в сторону увеличения, однако изменения были не значительны, достоверность  $P > 0,05$ .

В основной медицинской группе показатель  $PWC_{170}$  увеличился у 4 обучающихся, в среднем на 0,37 кгм/мин/кг (табл. 4). У двух детей данный показатель был ниже относительно начала учебного года, вероятно, это связано частой заболеваемостью обучающихся. В целом по группе среднее значение показателя  $PWC_{170}$  не изменилось (рис. 1).

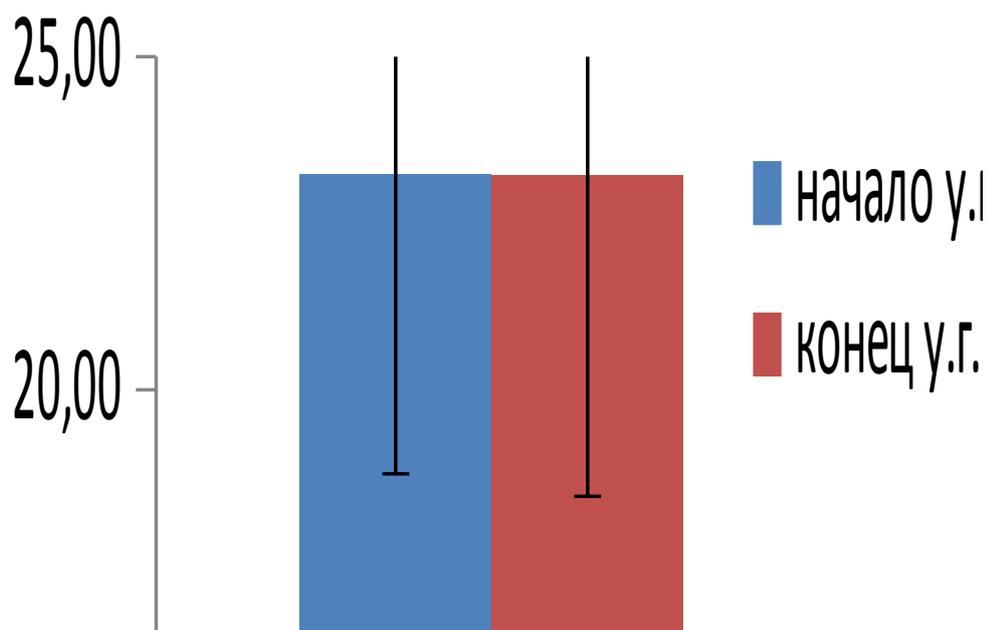


Рисунок 1 – Средние значения показателей  $PWC_{170}$  и МПК в основной медицинской группе в начале и конце учебного года.

В подготовительной группе динамика  $PWC_{170}$  в течение учебного года была более положительная. Средние значения  $PWC_{170}$  в группе увеличились с 15,4 кгм/мин/кг до 16,2 кгм/мин/кг (рис. 2). У 5 обучающихся отмечалось увеличение  $PWC_{170}$ , в среднем на 1,04 кгм/мин/кг, и только у одного обучающегося наблюдалось снижение показателя  $PWC_{170}$  на 0,3 кгм/мин/кг (табл. 4).

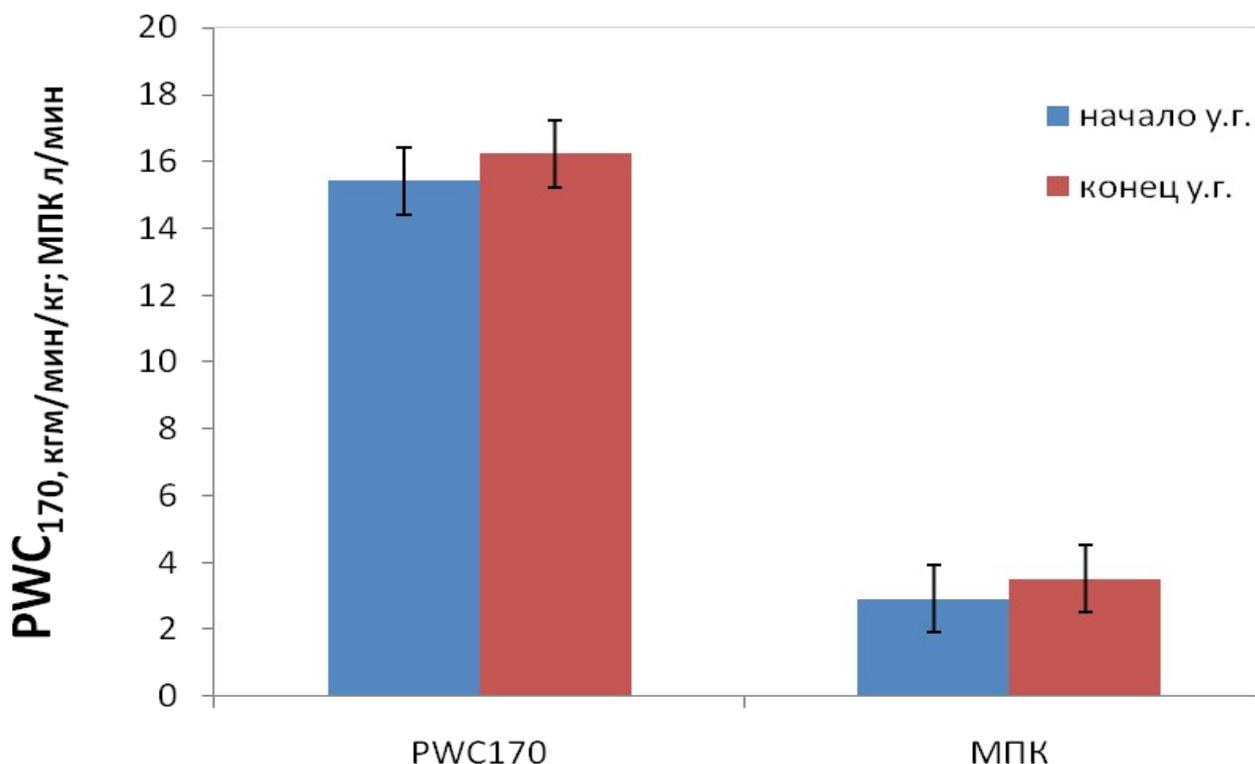


Рисунок 2 – Средние значения показателей PWC<sub>170</sub> и МПК в подготовительной медицинской группе в начале и конце учебного года.

Показатель МПК в этой группе заметно увеличился. Если в начале года средний показатель МПК составлял 2,9 л/мин, то к концу года он увеличился на 0,6 л/мин и составил 3,5 л/мин (рис. 2). Повышение наблюдалось у всех обучающихся подготовительной медицинской группы. У основной группы показатель МПК также увеличился. В начале года среднее значение показателя МПК составляло 3,1 л/мин, в течение года он увеличился на 0,5 л/мин и составил 3,6 л/мин.

Таким образом, в большинстве случаев показатели физической работоспособности у обучающихся увеличивались, что свидетельствует об эффективности образовательного процесса по физической культуре. У часто болеющих детей остались без изменений. В дальнейшем, анализ показателей PWC<sub>170</sub> и

МПК позволяет корректировать нагрузку каждому обучающимся, в соответствии с его функциональным состоянием.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Таким образом, для контроля функционального состояния организма школьников на уроке физической культуры можно использовать различные функциональные пробы для оценки их физической работоспособности. Показатель  $PWC_{170}$  достоверно отличается у детей, относящихся к разным медицинским группам. Установлено, что у обучающихся подготовительной группы показатель  $PWC_{170}$  был значительно ниже, чем у обучающихся основной медицинской группы. Данные показатели точно отражают функциональное состояние организма и в тоже время быстро изменяются в период после заболевания. В период после заболевания у обучающихся основной группы показатель  $PWC_{170}$  был более низкий, чем в подготовительной группе. Использование данного показателя в качестве контроля, позволяет регламентировать индивидуальную физическую нагрузку и оценивать эффективность занятий по физической культуре.

Определение МПК позволяет определить освоение кислорода организмом в единицу времени. Показатель максимального потребления кислорода также был выше у испытуемых основной медицинской группы, что может являться следствием отклонений здоровья у испытуемых подготовительной группы.

В результате работы были сделаны следующие выводы:

1. Для контроля функционального состояния организма школьников на уроке физической культуры можно

эффективно использовать показатели физической работоспособности, однако на практике данные методы используются редко.

2. Выявили, что показатель  $PWC_{170}$  в основной медицинской группе составляет  $23,2 \pm 4,8$  кгм/мин/кг, что соответствует высокой работоспособности, в подготовительной группе –  $15,4 \pm 5,7$  кгм/мин/кг ( $p < 0,05$ ), что соответствует уровню работоспособности ниже средней; показатель МПК был в основной группе составлял  $3,1 \pm 0,6$  л/мин, в 3-й –  $2,9 \pm 0,7$  л/мин.

3. В период после заболевания отмечалось уменьшение исследуемых показателей физической работоспособности у всех обучающихся, так показатель  $PWC_{170}$  снизился на  $6,5-11,4$  кгм/мин/кг, МПК – на  $0,95$  л/мин.

4. В конце учебного отмечалось у испытуемых увеличились некоторые показатели физической работоспособности, что свидетельствует об эффективности образовательного процесса по физической культуре: показатель  $PWC_{170}$  в подготовительной группе увеличился на  $0,8$  кгм/мин/кг, в основной группе не изменился; МПК в основной группе увеличился на  $0,5$  л/мин, в подготовительной – на  $0,6$  л/мин.

## Список информационных источников

1. Белкин, А. С. Основы возрастной педагогики : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / А. С. Белкин. — М. : Академия, 2000. — 192 с.
2. Белоусова, Н.А. Факторы, влияющие на физическую подготовленность детей / Белоусова, Н.А. //Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 10. – С 68.
3. Бордуков, М.И. Возрастные особенностями регламентации физических нагрузок при воспитании физических качеств учащихся: учебно-методическое пособие Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2018. – 327 с.
4. Бордуков, М.И. Лабораторный практикум по физиологии физического воспитания и спорта. – 2019. – 200с.
5. Васильева, Р.М. Оценка физической работоспособности и функциональных возможностей организма школьников для физиологического обоснования нормирования физических нагрузок // В сборнике: Современное общество, образование и наука сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 9 частях. – 2014. – С 19-21.
6. Вахитов, И. Х. Изменения частоты сердечных сокращений и ударного объема крови у юных спортсменов после выполнения мышечной нагрузки малой интенсивности / И. Х. Вахитов, Б. И. Вахитов // Теория и практика физ. культуры. — 2009. — С. 23—24.
7. Гравицкая, Е.Г. Сравнение физической работоспособности мальчиков разного возраста и степени тренированности по показателю максимального потребления кислорода // В сборнике: тенденции развития науки и

образования сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 2-х частях. – 2016. – С 11-13.

8. Дмитриев Д.А., Карпенко Ю.Д. Возрастные особенности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников / Дмитриев Д.А., Карпенко Ю.Д // Филология и культура. – 2011. – № 2 (24). – С 42-46.

9. Драндров, Г.Л. Возрастная динамика показателей здоровья и физкультурно-спортивной активности школьников 12-17 лет // В сборнике: Психологическое здоровье человека: жизненный ресурс и жизненный потенциал. Материалы III-й Международной научно-практической конференции. гл. ред. И. О. Логинова. – 2016. – С 58-63.

10. Журавлева, А. И. Спортивная медицина и лечебная физкультура : руководство для врачей / А. И. Журавлева, Н. Д. Граевская. – М. : Медицина, 1993. – 432 с.

11. Журнал «Биологические науки». Автор: Д.А. Дмитриев, Ю.Д.Карпенко «Возрастные способности функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников»

12. Казакова В.А., Тимченко Т.В. Мониторинг функционального состояния организма школьников // В сборнике: актуальные проблемы физической культуры, спорта и туризма Материалы XI международной научно-практической конференции. – 2017. – С 79-80.

13. Карпман В.Л., Любина Б.Г. Гемодинамика при разных режимах мощности физической нагрузки // Кардиология, 1973. - № 12. – С. 83-87.

14. Карпман, В. Л. Тестирование в спортивной медицине / З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. — М. : ФиС, 1988. — С. 4, 135—155.

15. Каташинская Л.И., Губанова Л.В. Исследование показателей сердечно-сосудистой системы, физической работоспособности школьников разного возраста и уровня здоровья // Вестник Ишимского государственного педагогического института им. П.П. Ершова. – 2013. – №6 (12). – С 23-27.

16. Криволапчук И.А., Баранцев С.А., Герасимова А.А. Определение допустимой и оптимальной продолжительности циклических нагрузок с учетом возраста и физического состояния школьников // Новые исследования. – 2015. – № 3 (44). – С 58-69.
17. Криволапчук И.А., Чернова М.Б. Особенности функционального состояния школьников в начальный период адаптации к обучению // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – № 10-3. – С 63-66.
18. Лях, В. И. Комплексная программа физического воспитания учащихся 1—11-х классов / В. И. Лях, А. А. Зданевич. — М. : Просвещение, 2008.
19. Майфат, С. П. Индивидуальные особенности физической подготовленности школьников Среднего Урала по данным функционального тестирования : моногр. / С. П. Майфат, С. Н. Малафеева. — Екатеринбург : АМБ, 2009. — 122 с.
20. Майфат, С. П. К разработке специфической беговой пробы. PWC170 у юных спортсменов / С. П. Майфат, В. В. Розенблат // Теория и практика физ. культуры. — 1985. — № 5. — С. 28—30.
21. Майфат, С. П. Оценка физической работоспособности школьников : учеб. пособие / С. П. Майфат, С. Н. Малафеева. — Екатеринбург, 2015. — 235 с.
22. Майфат, С. П. Теория и практика оценки физической работоспособности школьников / С. П. Майфат // Проблемы физкультурного образования: содержание, направление, методика, организация : Междунар. науч. конгр. — Челябинск, 2015. — Т. 1. — С. 346—348.
23. Майфат, С.П. Оценка реакции организма школьников на физическую нагрузку в контексте физической работоспособности // Специальное образование, 2016 – № 4. – С. 30-36.
24. Мартиросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. Технологии и методы определения состава тела человека, Москва: Наука, 2006. – 248 с.

25. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. - М. : Наука, - 2006. – 248 с.
26. Марчик Л.А., Мартыненко О.С. Использование вариантов теста PWC170 при определении общей физической работоспособности детей / Марчик Л.А., Мартыненко О.С. // Научное мнение. – 2014. – № 7. – С 194-197.
27. Матвеев, Л. П. Что же это такое — «оздоровительная физическая культура»? / Л. П. Матвеев // Теория и практика физ. культуры. — 2005. — № 11. — С. 21—24.
28. Министерство здравоохранения РФ. Приказ от 30.12.2003г. «О комплексной оценке состояния здоровья детей». – 2003. – № 621.
29. Мишагина И.В., Медведева А.С., Калинова С.В. Физическая культура в общеобразовательных учреждениях // В сборнике: молодой исследователь: вызовы и перспективы сборник статей по материалам с международной научно-практической конференции. – 2018. – С 50-55.
30. Московченко О.Н., Захарова Л.В. Показания распределения людей для занятий физической культурой / Московченко О.Н., Захарова Л.В // Валеологические аспекты оздоровительной физической культуры в вопросах и ответах. – 2019. – С 149-151.
31. Мутаева, И.Ш. Показатели максимального потребления кислорода мальчиков 10-12 лет, занимающихся борьбой, дзюдо и не занимающихся спортом, в течение учебного года // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2009. – №1. – С. 110-117.
32. Мякинченко, Е. Б. Развитие локальной мышечной выносливости в циклических видах спорта / Е. Б. Мякинченко, В. Н. Селуянов. — М. : ТВТ Дивизион. – 2005. — 338 с.
33. Николенко О.В., Серегин В.Н., Адарова Н.Г., Соколов А.С. Оценка уровня физической работоспособности у школьников // В сборнике:

Современные проблемы курортной реабилитации и двигательной рекреации  
сборник научных трудов по материалам Крымской региональной научно-  
практической конференции посвященной 15-летию образования кафедры  
теории и методики адаптивной физической культуры, физической  
реабилитации и оздоровительных технологий Таврической академии. – 2016.  
– С 173-177.

34. Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Серeda А.П., Назаренко А.С.  
Зависимость уровня максимального потребления кислорода от вида  
физической нагрузки / Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Серeda А.П.,  
Назаренко А.С // Наука и спорт: современные тенденции. – 2016. Т. 13. – № 4  
(13). – С 35-40.

35. Чучкина Р.Ф., Шибкова Д.З. Методические рекомендации по изучению  
функционального состояния организма школьников. / Чучкина Р.Ф.,  
Шибкова Д.З // Для руководителей кружков, секций НОУ и факультативов по  
анатомии, физиологии и гигиене человека. Челябинск. – 1985.

36. Юречко, О.В. Физическое развитие и физическая подготовленность в  
системе мониторинга состояния физического здоровья школьников /  
Юречко, О.В // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3-2. – С 324-327.

37. Яковлев Д.С., Володин В.Н. Физическая подготовленность как критерий  
эффективности физической подготовки // В сборнике: приоритетные научные  
исследования и разработки. Сборник статей Международной научно-  
практической конференции. Ответственный редактор: Сукиасян Асатур  
Альбертович. – 2016. – С 192-195.

38. Cardiorespiratory power across adolescence in male soccer players. Nikolaïdis  
P.T. Human Physiology. – 2011. Т. 37. – № 5. – С. 636-641.

39. Research Quarterly for Exercise and Sport. McMurray R.G., Harrell J.S.,  
Bradley Ch.B., Deng Sh., Bangdiwala Sh.I. – 2003. Т. 74. – № 2. – С. 143.

40. The effects of beta-alanine supplementation on physical working capacity at  
heart rate threshold. Smith-Ryan A.E., Melvin M.N., Wingfield H.L., Hackney

## Приложение А

Таблица 1.

Двухвыборочный t-тест PWC<sub>170</sub> в основной медицинской группе в начале и конце учебного года

	PWC <sub>170</sub> начало уч. года	PWC <sub>170</sub> конец уч. года
Среднее	23,24	23,21667
Дисперсия	21,044	18,37767
Наблюдения	6	6
P(T<=t) двухстороннее	<b>0,992915994</b>	
t критическое двухстороннее	2,228138842	

Таблица 2.

Двухвыборочный t-тест МПК в основной медицинской группе в начале и конце учебного года

	МПК начало уч. года	МПК конец уч. года
Среднее	3,111666667	3,648333
Дисперсия	0,314856667	0,454537
Наблюдения	6	6
P(T<=t) двухстороннее	<b>0,164846613</b>	
t критическое двухстороннее	2,228138842	

Таблица 3.

Двухвыборочный t-тест PWC<sub>170</sub> в подготовительной медицинской группе в начале и конце учебного года

	PWC <sub>170</sub> начало уч. года	PWC <sub>170</sub> конец уч. года
Среднее	15,41666667	16,23333
Дисперсия	29,38166667	26,05467
Наблюдения	6	6
P(T<=t) двухстороннее	<b>0,793643124</b>	
t критическое двухстороннее	2,228138842	

Таблица 4.

Двухвыборочный t-тест МПК в подготовительной медицинской группе в начале и конце учебного года

	МПК начало уч. года	МПК конец уч. года
Среднее	2,906666667	3,505
Дисперсия	0,448306667	0,60363
Наблюдения	6	6
P(T<=t) двухстороннее	<b>0,18349622</b>	
t критическое двухстороннее	2,228138842	