

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
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 имени И.С. Ярыгина  
Выпускающая кафедра теоретических основ физического воспитания

Иванова Виолетта Романовна

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Повышение функциональной подготовленности детей  
занимающихся легкой атлетикой через восстановление биомеханики  
дыхания

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя  
профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы: Физическая  
культура и дополнительное образование (спортивная подготовка)

### ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ

Зав. кафедрой: кандидат педагогических  
наук, доцент Ситничук С.С.

\_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

Научный руководитель: кандидат  
биологических наук, Трусей И. В.

\_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

Дата защиты \_\_\_\_\_

Обучающийся: Иванова В. Р.

\_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

Оценка \_\_\_\_\_  
(прописью)

Красноярск 2026



## Содержание

Введение.....	4
1. Теоретические основы повышения функциональной подготовленности детей при занятиях легкой атлетикой.....	7
1.1 Анатомо-физиологические особенности развития детей 11-12 лет.....	7
1.2 Особенности функционирования респираторной системы и биомеханики дыхания при занятиях двигательной активностью.....	9
1.3 Важность дыхания при занятиях лёгкой атлетикой.....	14
2. Организация и результаты педагогического эксперимента.....	18
2.1. Описание педагогического эксперимента.....	18
2.2 Методы исследования.....	20
3. Описание результатов педагогического эксперимента.....	28
3.1 Теоретико-методические подходы восстановления биомеханики дыхания для повышения функциональной подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся лёгкой атлетикой.....	28
3.2 Оценка взаимосвязи паттерна дыхания с функциональными показателями дыхательной системы при занятиях легкой атлетикой.....	37
3.3 Оценка взаимосвязи паттерна дыхания с физической подготовленностью детей.....	43
3.4 Результаты педагогического эксперимента.....	47
3.4.1 Изменение функциональных показателей дыхания.....	47
3.4.2 Изменение физической подготовленности у детей, занимающихся легкой атлетикой.....	49
Заключение и выводы.....	55
Список использованных источников.....	58
Приложение.....	64

## Введение

Лёгкая атлетика занимает важное место в системе физического воспитания детей и подростков. Она является одним из наиболее доступных и массовых видов спорта, способствующих развитию основных физических качеств – выносливости, силы, скорости и координации движений. Вместе с тем занятия лёгкой атлетикой, особенно беговыми упражнениями, предъявляют повышенные требования к функциональному состоянию организма, в первую очередь к дыхательной и сердечно-сосудистой системам [33].

Возраст 11-12 лет является одним из ключевых этапов онтогенеза, характеризующимся интенсивным ростом и развитием организма, формированием основных физиологических систем и совершенствованием двигательных навыков. В этот период происходит активное развитие сердечно-сосудистой и дыхательной систем, что создает благоприятные условия для целенаправленного воздействия на функциональные возможности организма. В то же время именно в этом возрасте нередко выявляются различные функциональные нарушения, в том числе нарушения дыхания, которые могут оказывать отрицательное влияние на функциональную подготовленность и спортивные результаты [1].

Эффективность тренировочного процесса во многом определяется уровнем функциональной подготовленности занимающихся, которая, в свою очередь, зависит от состояния и работы физиологических систем организма, прежде всего дыхательной.

Дыхательная система играет важнейшую роль в обеспечении мышечной деятельности, так как именно она отвечает за поступление кислорода и удаление углекислого газа [49]. При этом эффективность дыхания определяется не только физиологическими показателями, но и особенностями его биомеханики [39].

Биомеханика дыхания включает координацию движений диафрагмы, межреберных и вспомогательных дыхательных мышц, подвижность грудной клетки и синхронизацию дыхания с двигательными действиями.

На практике у детей 11-12 лет часто наблюдаются нарушения биомеханики дыхания: поверхностное дыхание, преобладание грудного типа дыхания, недостаточная активность диафрагмы, асимметрия дыхательных движений. Эти нарушения могут приводить к снижению эффективности вентиляции легких, ухудшению кислородного обеспечения организма, быстрому наступлению утомления и, как следствие, снижению результатов в легкой атлетике [47].

Несмотря на важность проблемы, в подготовке юных легкоатлетов формированию правильного дыхания уделяется недостаточное внимание, поскольку оно часто рассматривается как автоматический процесс. Вместе с тем исследования показывают, что целенаправленная работа по восстановлению биомеханики дыхания способствует повышению функциональной подготовленности.

Анализ методической литературы и практической деятельности показывает, что существует противоречие между необходимостью повышения функциональной подготовленности детей 11-12 лет и недостаточной разработанностью методик восстановления биомеханики дыхания в тренировочном процессе, что определяет актуальность исследования.

**Объект исследования:** учебно-тренировочный процесс по лёгкой атлетике.

**Предмет исследования:** теоретико-методические подходы к восстановлению биомеханики дыхания для повышения функциональной подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся лёгкой атлетикой.

**Цель:** обоснование и оценка эффективности теоретико-методических подходов, направленных на восстановление биомеханики дыхания и повышение функциональной подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся лёгкой атлетикой.

### **Задачи:**

1. Проанализировать информационные источники и изучить влияние биомеханики и паттерна дыхания на функциональное состояние человека, включая людей с высоким уровнем двигательной активности.
2. Оценить взаимосвязь между нарушением паттерна дыхания и функциональными показателями респираторной системы и физической подготовленностью детей 11-12 лет при занятиях лёгкой атлетикой.
3. Разработать и обосновать теоретико-методические подходы к восстановлению биомеханики дыхания, которые включают комплексы специальных средств, контроль за дыханием во время выполнения физической нагрузки для формирования новых динамических стереотипов.
4. Оценить эффективность предлагаемых теоретико-методических подходов в педагогическом эксперименте в рамках учебно-тренировочного процесса по лёгкой атлетике.

**Гипотеза:** предполагается, что учебно-тренировочный процесс по легкой атлетике будет более эффективным и позволит повысить уровень функциональной и физической подготовленности детей 11-12 лет, если:

- изучить взаимосвязь показателей, характеризующих паттерн дыхания и функциональное состояние респираторной системы, для учёта в учебно-тренировочном процессе;
- восстановить правильный паттерн дыхания с помощью комплекса специальных средств;
- контролировать правильную биомеханику основных и дополнительных мышц дыхания во время выполнения физической нагрузки для формирования новых динамических стереотипов.

**Методы исследования:** анализ литературных источников, методы оценки функционального состояния респираторной системы, оценка паттерна дыхания, методы оценки физической подготовленности, педагогический эксперимент, статистическая обработка данных.

# **1. Теоретические основы повышения функциональной подготовленности детей при занятиях легкой атлетикой**

## **1.1 Анатомо-физиологические особенности развития детей 11-12 лет**

Подростковый возраст (11-12 лет) представляет собой начальный этап пубертатного периода и характеризуется интенсивной перестройкой организма, затрагивающей все основные системы. Данный этап считается одним из наиболее значимых в онтогенезе, поскольку именно в это время закладываются основы дальнейшего физического и психического становления [1].

Физическое развитие подростков 11-12 лет отличается неравномерностью и ускоренными темпами роста организма. Наблюдается активное увеличение длины тела, преимущественно за счёт роста нижних конечностей, а также изменение пропорций тела. Из-за быстрого роста отдельные части тела могут быть непропорциональны, развиваться неодинаково, что нередко у подростков приводит к неловкости и нарушению координации движения. У девочек пик темпов роста приходится на 11-12 лет и связан с более ранним началом полового созревания. У мальчиков несколько позже наблюдается интенсивный рост, в возрасте 13-14 лет. Поэтому в 11-12 лет девочки часто опережают мальчиков по показателям роста, а также физического развития [4, 46].

В возрасте 11-12 лет происходит активное развитие мышц. Однако темпы роста мышечной массы отстают от роста костей и длины конечностей. Из-за этого происходит временная дискоординация движений, снижается точность, ловкость и плавность выполнения разнообразных двигательных действий. Мышцы в данном возрасте становятся более длинными, эластичными, увеличивается их сократительная способность, постепенно развивается мышечная сила. Регулярные физические упражнения способствуют гармоничному физическому развитию и укреплению мышечной системы, развитию координационных и двигательных возможностей детей [25].

В развитии дыхательной системы детей 11-12 лет прослеживается увеличение жизненной ёмкости лёгких, совершенствование дыхательной

функции. Происходит развитие грудной клетки, развитие дыхательных мышц, которые непосредственно участвуют в акте дыхания. Развитие диафрагмы и межреберных мышц способствует более эффективному выполнению вдоха и выдоха. Однако дыхание остаётся менее экономичным по сравнению со взрослыми, оно остается относительно поверхностным [1]. Кроме того, в данном возрасте отмечается повышенная потребность в кислороде в связи с активным ростом и развитием всех систем организма. Таким образом организованная физическая активность имеет большое значение в онтогенезе дыхательной системы. Необходимо включать дыхательные упражнения, которые будут направлены на развитие правильного ритма и паттерна дыхания, на глубину дыхания, а также на создание нервно-мышечных связей.

В возрасте 11-12 лет эндокринная система вступает в период активной перестройки, связанной с началом полового созревания. Активизируется деятельность желез внутренней секреции, особенно гипофиза, щитовидной железы и половых желез. Начало гормональной перестройки обуславливает развитие вторичных половых признаков и оказывает влияние на общее состояние организма и поведение подростка [1]. Гипофиз начинает более активно вырабатывать гормоны роста, что способствует ускоренному увеличению длины тела, развитию костной и мышечной систем, а также изменению пропорций тела подростка. Важную роль в этот период играет щитовидная железа, гормоны которой регулируют обмен веществ, уровень энергии и работу нервной системы. Повышенная активность эндокринных желез влияет на общее физическое развитие ребёнка, процессы созревания внутренних органов и функциональных систем организма. В результате организм подростка становится более чувствительным к физическим и эмоциональным нагрузкам. Начало гормональной перестройки сопровождается формированием вторичных половых признаков. У девочек этот процесс начинается раньше и проявляется более заметно уже в 11-12 лет, тогда как у мальчиков активные изменения чаще наблюдаются немного позже. Гормональные изменения оказывают влияние не только на физическое

состояние, но и на эмоциональную сферу подростков. В этот период могут отмечаться перепады настроения, повышенная раздражительность, эмоциональная неустойчивость и быстрая утомляемость [1].

## **1.2 Особенности функционирования респираторной системы и биомеханики дыхания при занятиях двигательной активностью**

Респираторная (дыхательная) система – совокупность органов, обеспечивающих снабжение организма кислородом, выведение углекислого газа и обеспечение организма энергией, необходимой для всех форм жизнедеятельности [11]. Основной функцией дыхательной системы является обеспечение внешнего дыхания и газообмена между организмом и внешней средой. Через дыхательную систему осуществляется поступление кислорода, который необходим для окислительно-восстановительных процессов и энергетического обеспечения мышечной деятельности, а также удаление конечного продукта газообмена – углекислого газа. Кроме того, респираторная система участвует в терморегуляции, очищении и увлажнении вдыхаемого воздуха, а также выполняет голосообразующую функцию. В условиях физических нагрузок и двигательной активности возрастает значение дыхательной системы, так как обеспечение работающих мышц кислородом является одним из главных факторов, которые определяют уровень работоспособности и функциональной подготовленности спортсмена [41].

В онтогенезе респираторной системы ряд ключевых этапов функционального совершенствования и формирования. В детском возрасте дыхательная система и органы дыхания характеризуются незрелостью, так как дыхательные пути имеют узкий просвет, легочная ткань и альвеолярный аппарат продолжают развиваться, а дыхательная мускулатура недостаточно вынослива. У детей 11-12 лет респираторная система не полностью сформирована, что проявляется в относительно небольшой ёмкости лёгких,

слабости дыхательной мускулатуры и склонности к частому поверхностному дыханию. Однако, наблюдается активное развитие грудной клетки, увеличение жизненной емкости легких по сравнению с детским возрастом [40].

При занятиях физической культурой и спортом происходит функциональное совершенствование респираторной системы, а именно увеличивается мобильность грудной клетки, улучшается вентиляция легких, повышается устойчивость организма к гипоксии. Оценка состояния дыхательной системы должна включать анализ основных показателей, чтобы обеспечить комплексную характеристику её функционального состояния: жизненную ёмкость легких (ЖЕЛ), частоту дыхания (ЧД), дыхательный объём (объём воздуха за один вдох) и минутный объём дыхания (общий объём воздуха, проходящий через лёгкие за минуту). Одним из информативных критериев является соотношение жизненного объема легких к массе тела – жизненный индекс, который характеризует уровень функционального развития дыхательной системы. Для оценки резервных возможностей организма применяются функциональные пробы Штанге, Генчи и Серкина [44]. Однако количественные показатели не дают полного объёма данных о функциональном состоянии дыхательной системы, важно учитывать качественные характеристики: диагностика мобильности мышц вдоха и выдоха.

В настоящее время всё большее внимание уделяется биомеханике и паттерну дыхания как факторам, определяющим и влияющим на функциональное состояние организма и эффективность двигательной деятельности. Паттерн или стереотип дыхания – устойчивая индивидуальная организация дыхательного цикла, включающая определенное включение различных групп дыхательных мышц [45]. Нормальный паттерн дыхания предполагает, что в покое работают основные мышцы – диафрагма и наружные межрёберные, которые обеспечивают вдох и расширение грудной клетки. Вспомогательные мышцы вдоха (грудино-ключично-сосцевидная,

лестничные, большая и малая грудные, передняя зубчатая, мышцы брюшной стенки) в норме подключаются при форсированном (усиленном) дыхании, например при активизации двигательной активности (рис. 1) [14]. В норме во время вдоха живот выпячивается наружу, при выдохе – сокращается, делая живот плоским. На этапе выдоха ключевую роль играют мышцы кора [31].

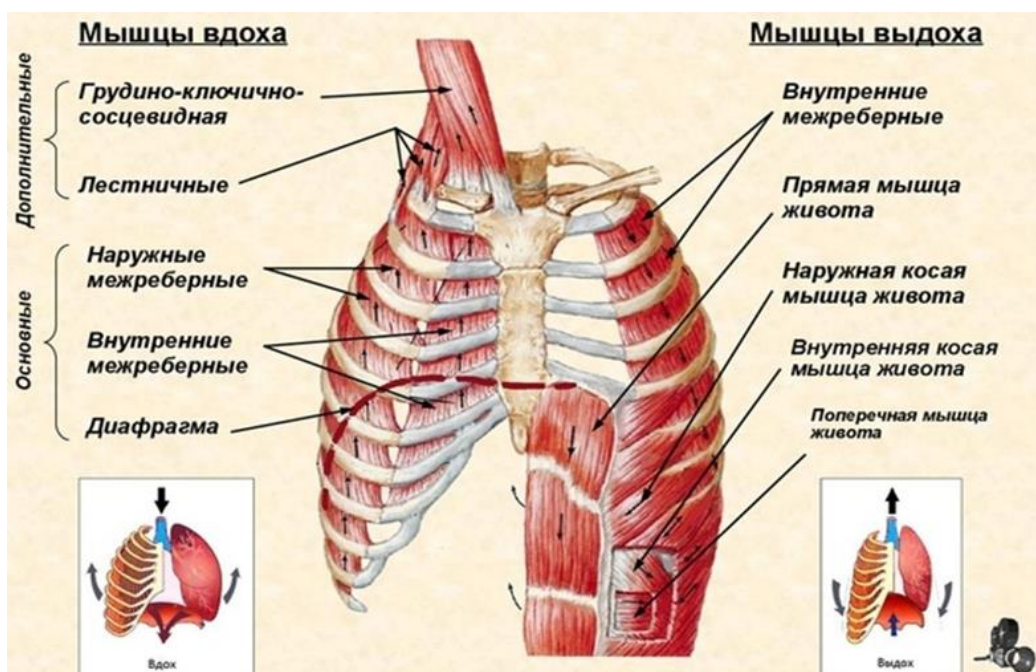


Рис.1. Мышцы, обеспечивающие биомеханику дыхания

Ведущую роль среди дыхательных мышц играет диафрагма. Она имеет куполообразную форму и выступает в полость грудной клетки. В норме вентиляция легких более чем на 2/3 осуществляется за счет её движений. Во время работы, диафрагма соприкасается с внутренней поверхностью грудной клетки примерно на уровне трех ребер. Диафрагма принимает участие в обеспечении кашлевой реакции, рвоты, натуживании, икоты и т. д. При вдохе происходит сокращение мышечных волокон диафрагмы, вследствие чего её купол уплощается и смещается книзу, отходя от внутренней поверхности грудной клетки. При этом открываются пространства, называемые реберно-диафрагмальными синусами, благодаря чему участки легких, расположенные в области этих синусов, расширяются и особенно хорошо вентилируются. При

спокойном вдохе купол диафрагмы опускается книзу примерно на 2 сантиметра, однако как при глубоком вдохе величина движения может достигать 10 сантиметров. Помимо дыхания движение диафрагмы ускоряет отток лимфы и венозный отток от внутренних органов, что крайне важно для поддержания здоровья. Также движение диафрагмы обеспечивает желчеотток и определяет хорошее пищеварение.

Рёбра соединяются с позвоночником посредством подвижных сочленений. Через эти точки фиксации проходит ось, вокруг которой рёбра могут выполнять вращательные движения. При сокращении мышц вдоха рёбра поднимаются, в результате чего грудная клетка увеличивается как в переднезаднем, так и в боковых направлениях. Верхние рёбра движутся преимущественно вперед и вверх, имитируя движения рычага водяного насоса, в то время как нижние рёбра смещаются главным образом в стороны, подобно ручке ведра. Такое различие объясняется особенностями расположения осей вращения рёбер. Так как у верхних рёбер ось имеет более поперечное направление, а у нижних – более сагиттальное.

Существенное значение в механизме вдоха имеют наружные межреберные мышцы. При сокращении они должны были сближать рёбра, но волокна этих мышц ориентированы так, что точка прикрепления к нижележащему ребру расположена дальше от центра вращения, чем точка прикрепления к вышележащему ребру. Вследствие этого, на нижнее ребро действует больший момент силы, что приводит к его подтягиванию к верхнему ребру. Итого грудная клетка приподнимается и расширяется.

Механизм вдоха, таким образом, представляет собой последовательную цепь протекающих процессов. Сначала сокращаются мышцы вдоха, вследствие чего грудная клетка поднимается и расширяется вперед-вверх, что приводит к увеличению объема грудной полости и растяжению париетального листка плевры. Далее увеличивается объем плевральной полости, сопровождающееся снижением давления в ней. Висцеральная плевра подтягивается к париетальной, объем легких увеличивается за счет

расширения альвеол, давление внутри альвеол уменьшается и воздух поступает из атмосферы в легкие.

Спокойный выдох является преимущественно пассивным процессом. После расслабления мышц вдоха растянутые эластические элементы легких начинают сжиматься. Объем грудной полости уменьшается, париетальный лепесток плевры, стягиваясь возвращается в исходное положение, вследствие чего снижается объем плевральной полости и повышается внутриплевральное давление. Под действием этого давления висцеральная плевра сдавливается, объем легких уменьшается, альвеолы сжимаются, давление в них возрастает, и воздух выходит в атмосферу. При форсированном выдохе дополнительно в работу включаются мышцы выдоха, к которым относятся внутренние межреберные, межхрящевые мышцы, а также мышцы передней брюшной стенки.

Выделяют три основных типа дыхания: грудной, брюшной и смешанный. В тех случаях, когда дыхательные движения осуществляются преимущественно за счет работы межреберных мышц, речь идет о грудном, или реберном, типе дыхания. Если основную роль в процессе дыхания играет диафрагма, такой тип дыхания называют брюшным, или диафрагмальным. При смешанном типе дыхания участвуют как нижних отделов грудной клетки, так и верхней части живота. Наиболее часто он наблюдается у людей пожилого возраста, а также при состояниях, сопровождающихся снижением эластичности легочной ткани и ригидности грудной клетки. Тип дыхания не является постоянной характеристикой, он может изменяться под влиянием различных факторов: положения тела, телосложения, пола, физической активности и состояния человека [11]. Нарушенный паттерн дыхания проявляется подъёмом плеч во время вдоха, отсутствием выпячивания живота, частичном или полном отсутствии мобильности рёбер, отсутствием подвижности поясницы.

Таким образом, при оценке состояния дыхательной системы необходимо учитывать не только физиологические показатели, но и

особенности биомеханики и паттерна дыхания, которые не отражаются в количественных показателях, но влияют на общую оценку состояния дыхательной системы. Отсутствие физиологически правильного функционирования дыхательной системы в условиях физической нагрузки приводит к быстрому утомлению организма и снижает его функциональную подготовленность, что подчёркивает значимость роли дыхания в лёгкой атлетике.

### **1.3 Важность дыхания при занятиях лёгкой атлетикой**

Функциональная подготовленность – это уровень готовности ведущих систем организма (сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной) к эффективному выполнению физической нагрузки. Она отражает работу биологических резервов, обеспечивающих работоспособность, выносливость и способность к быстрому восстановлению [33]. Под функциональной подготовленностью также подразумевается адаптация организма к мышечной деятельности различного уровня интенсивности. Которая характеризуется возможностями организма поддерживать необходимый уровень энергообеспечения, выносливости, экономичности расходов запасов и скоростью восстановительных процессов.

При занятиях лёгкой атлетикой у детей 11-12 лет повышение функциональной подготовленности приобретает особую значимость, так как данный возраст характеризуется активным ростом, перестройкой организма и повышенной чувствительностью к физическим нагрузкам. Именно в этом возрасте формируется выносливость, повышается уровень адаптации к физическому воздействию и эффективность работы кардиореспираторной системы [21]. Систематическая физическая нагрузка способствует совершенствованию всех систем организма. Совершенствованию механизмов регуляции дыхания и кровообращения, повышению функциональных резервов, формированию адаптационных реакций организма к физическим нагрузкам и скорость восстановительных процессов [10].

Лёгкая атлетика является одним из базовых видов спорта так как она включает в себя естественные для человека движения – бег, прыжки и метание, однако предъявляет высокие требования к уровню физической и функциональной подготовленности организма [32, 36]. Данный вид спорта требует эффективной работы всех систем организма, прежде всего дыхательной и сердечно-сосудистой, так как именно они обеспечивают транспортировку кислорода к работающим мышцам. В процессе выполнения физических упражнений энергия вырабатывается за счёт окислительных процессов, где ключевую роль играет кислород, так как аэробные механизмы обеспечивают основную часть ресинтеза энергии (АТФ) при длительной работе [36].

Для детей, занимающихся легкой атлетикой, особое значение имеет развитие аэробных возможностей организма, так как большая часть легкоатлетических упражнений связана с продолжительной циклической работой, которая требует эффективного обеспечения мышц кислородом. Чем выше эффективность работы и функционирования респираторной и сердечно-сосудистой систем, тем дольше организм способен поддерживать необходимый уровень физической активности, без наступления утомления [36]. В возрасте 11-12 лет происходит активное развитие аэробных механизмов энергообеспечения, поэтому необходимо направить тренировочный процесс на совершенствование дыхательной системы, её механизмов и функций.

При выполнении физической нагрузки, особенно которая проявляется в циклическом характере (бег на средние и длинные дистанции) организм преимущественно функционирует в аэробном режиме, при котором кислород выступает как основной источник энергообеспечения мышечной деятельности. Поэтому эффективность тренировочного процесса по лёгкой атлетике определяется способностью дыхательной системы обеспечивать достаточное поступление кислорода к работающим мышцам [23]. В этом процессе ключевую роль играет дыхание, так как оно обеспечивает

вентиляцию лёгких, газообмен, насыщение крови кислородом и удаление углекислого газа [7].

При регулярных занятиях легкой атлетикой происходит адаптация дыхательной системы к физическим нагрузкам, при этом увеличивается жизненная ёмкость легких (ЖЕЛ), улучшается мобильность грудной клетки, возрастает выносливость и силы дыхательных мышц [38]. Кроме того, физические упражнения способствуют повышению эффективности газообмена и рост выносливости и экономичности потребления ресурсов (запасов) организма. Экономичность дыхательной системы проявляется в снижении потребления запасов кислорода, снижении частоты дыхания, как в покое, так и при форсированном дыхании, увеличение глубины дыхания и рациональном использовании мышц вдоха и выдоха.

Эффективность работы дыхательной системы определяется не только функциональными показателями, но и биомеханикой дыхания. Биомеханика дыхания обеспечивает согласованную работу диафрагмы, межреберных мышц, способствует расширению грудной клетки и обеспечение необходимой вентиляции легких. Физиологически правильная биомеханика дыхания создаёт условия для эффективного газообмена, поддержание внутрибрюшного давления и оптимизации работы опорно-двигательного аппарата в покое и во время выполнения физической нагрузки.

При нарушении биомеханики дыхания или паттерна дыхания снижается эффективность вентиляции лёгких, что приводит к недостаточному насыщению мышц кислородом и замедлению удаления углекислого газа. При этом происходит снижение аэробных возможностей организма легкоатлетов, быстрое наступление утомления, снижение работоспособности. В условиях недостаточного обеспечения мышц кислородом может возникнуть состояние «кислородного долга», что связано с несоответствием между потребностью организма в кислороде и его возможностям доставки [39].

Кроме того, нарушение дыхания негативно влияет на восстановительные процессы. Недостаточное поступление кислорода

замедляет выведение продуктов обмена, что снижает скорость восстановления энергетических ресурсов и приводит к утомлению, снижению адаптационных возможностей организма и увеличению риска перетренированности [7].

Таким образом, дыхание является одним из ключевых факторов, определяющих уровень функциональной подготовленности детей, эффективность занятий по лёгкой атлетике. Физиологически правильный паттерн дыхания и биомеханика способствуют более эффективному газообмену, повышению аэробных возможностей, улучшению работоспособности. В связи с этим формирование правильного дыхательного стереотипа является важным условием повышения функциональной подготовленности и эффективности тренировочного процесса детей при занятиях лёгкой атлетикой [32].

## **2. Организация и результаты педагогического эксперимента**

### **2.1. Описание педагогического эксперимента**

Настоящее исследование проводили на базе муниципального бюджетного учреждения «Спортивная школа» г. Боготола Красноярского края. В исследовании приняли участие занимающиеся в секции по лёгкой атлетике 11-12 лет в количестве 10 человек (8 мальчиков, 2 девочки).

Тренировочный процесс имеет оздоровительную и развивающую направленность, строится на основе возрастных и индивидуальных особенностей обучающихся. Занятия проводятся 3 раза в неделю продолжительностью 90 минут. Основной задачей тренировочного процесса в данном возрасте является формирование устойчивого интереса к занятиям, гармоничное физическое развитие и освоение базовых двигательных навыков. В течении недели нагрузка распределяется равномерно с акцентом на развитие физических качеств, применяемые в легкой атлетике в разные дни, что способствует всестороннему развитию обучающихся и эффективному восстановлению.

Структура каждого занятия состоит из подготовительной, основной и заключительной частей. В подготовительной части используются общеразвивающие, специальные беговые упражнения, что способствует разогреву, включению и подготовки организма к основной нагрузке. Основная часть направлена на обучение и совершенствование элементов—техники легкоатлетических упражнений, которые включают в себя: бег на короткие дистанции, прыжковые упражнения, метание, развитие физических качеств, прежде всего быстроты, координации, гибкости. Заключительная часть включает упражнения на растяжку, координацию, подвижные игры с низкой интенсивностью, что способствуют восстановлению организма после физической нагрузки.

Учебно-тренировочный процесс строится на основе программ спортивной подготовки для детско-юношеских спортивных школ, а также

требований образовательных стандартов в области физической культуры и спортивной подготовки.

Теоретико-методические подходы восстановления биомеханики дыхания включали:

- комплексы специальных средств – дыхательные упражнения для восстановления мобильности мышц дыхания;
- контроль за дыханием во время выполнения физической нагрузки для формирования новых динамических стереотипов применялись.

Данные подходы применялись на каждой тренировке по лёгкой атлетике в подготовительной и основных частях занятия.

Исследование проводило в несколько этапов:

1. *На первом этапе* проводили анализ информационных источников, разработку теоретико-методических подходов к восстановлению биомеханики дыхания для занимающихся лёгкой атлетикой.

2. *На втором этапе* проводили снятие функциональных проб у обучающихся и оценку функциональной подготовленности занимающихся.

3. *На третьем этапе* внедряли методические подходы восстановления биомеханики дыхания в тренировочный процесс. Применяли комплекс упражнений 3 раза в неделю на занятиях по лёгкой атлетике в подготовительной части занятия.

4. *На четвертом этапе* проводили итоговые функциональные пробы, которое позволили определить изменение показателей, характеризующих функциональную и физическую подготовленность, восстановление биомеханики дыхания. После проведения итоговых замеров следовала обработка полученных данных, анализ и описание результатов исследования, оформление выводов по проделанной работе. Статистическая обработка данных проводилась стандартными методами.

## 2.2 Методы исследования

Для решения поставленных задач исследования применялись теоретические и эмпирические методы.

*Анализ научно-методической литературы.* Анализ научной литературы относится к методам, с помощью которых происходит формирование вектора научно-исследовательской работы, выбор и определение задач исследования, постановку цели, а также поиск методов и способов решения этих задач. При анализе информационных источников использованы традиционные методы теоретического исследования (анализ и синтез и др.), анализ нормативных документов и электронных информационных ресурсов в области физической культуры и спорта.

Для оценки функционального состояния респираторной системы определяли стандартные показатели: частота дыхания, экскурсия грудной клетки, а также проводили функциональные пробы Штанге, Генчи и Серкина. Помимо традиционных показателей также анализировали биомеханику мышц вдоха и выдоха, характеризующих паттерн (стереотип) дыхания.

*Методы оценки функционального состояния респираторной системы.*

– Измерение частоты дыхания. Во время измерения испытуемый должен быть спокоен и не быть в состоянии после физической нагрузки. Измерение производится без ведома испытуемого (можно отвлечь внимание, измерив, например, пульс). При измерении наблюдаем движение грудной клетки, либо кладём ладонь на грудную клетку испытуемого (рис. 2) в течение 15 секунд производим подсчет вдохов. Затем полученный результат умножаем на 4, в результате чего получаем число вдохов в минуту [15]. В норме у детей 11-12 лет частота дыхания равна 18-20 дыхательных актов в минуту [43].

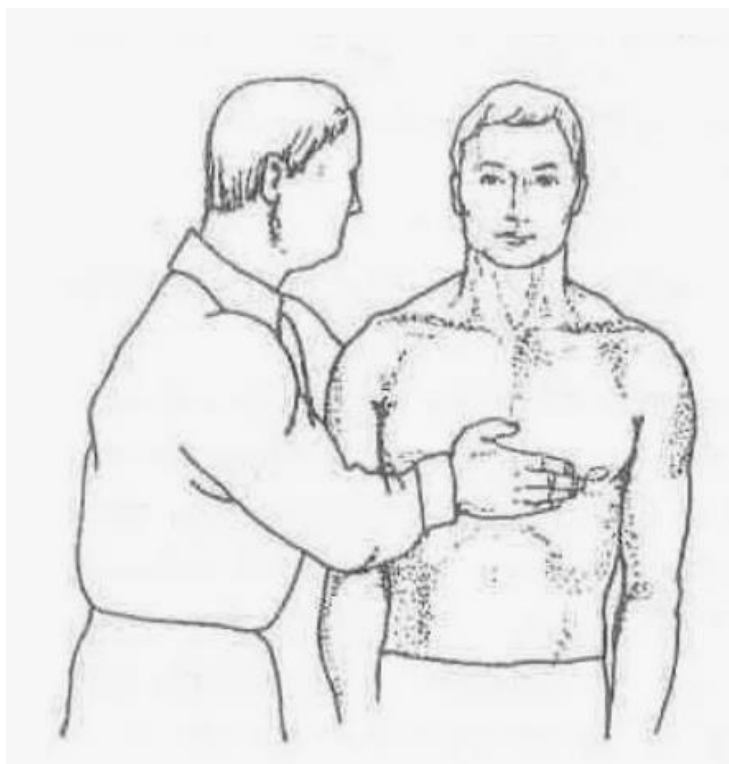


Рис. 2. Измерение частоты дыхания

– Экскурсия грудной клетки. Экскурсия грудной клетки – это разница между величинами окружностей на вдохе и выдохе. Во время измерения испытуемый находится в положении стоя. Сантиметровую ленту накладываем на грудную клетку: спереди по 4-му ребру, сзади под углами лопаток, свободные концы соединяем на середине грудины (рис. 3). Испытуемый делает максимальный вдох, грудная клетка увеличивается в объёме, производим замеры окружности грудной клетки, фиксируем. Далее испытуемый делает максимальный выдох, фиксируем замеры. Для определения экскурсии грудной клетки необходимо рассчитать разницу окружности на максимальном вдохе и максимальном выдохе [17]. Норма для детей 11-12 лет 5-10 см [43].

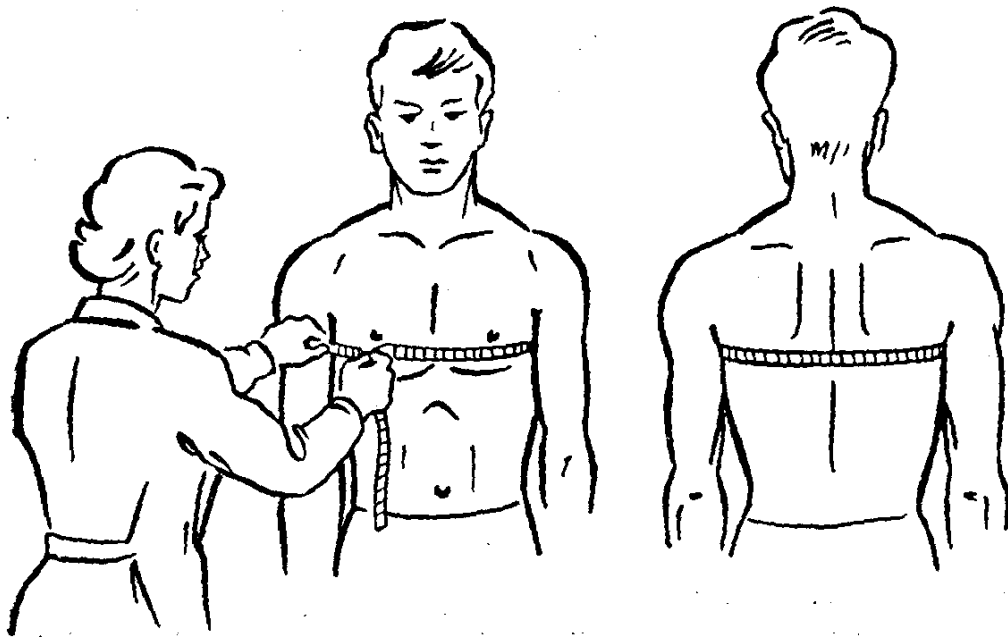


Рис. 3. Измерение окружности грудной клетки

– Проба Штанге (максимальная задержка дыхания на вдохе). После 5 мин отдыха сидя испытуемый делает 2-3 глубоких вдоха и выдоха, а затем, сделав глубокий вдох (80-90% максимального), задерживает дыхание, закрывая рот, а большим и указательным пальцами зажимая крылья носа. Отмечается время от момента задержки дыхания до его возобновления [29]. В норме у девочек 11-12 лет проба Штанге равна 25-39 секунд, у мальчиков – 30-49 секунд [12].

– Проба Генчи (максимальная задержка дыхания на выдохе). Испытуемый делает 2-3 глубоких вдоха и выдоха, а затем, сделав полный выдох, задерживает дыхание, закрывая рот, а большим и указательным пальцами зажимая крылья носа. Отмечается время от момента задержки дыхания до его возобновления. В норме у детей 11-12 лет проба Генчи составляет 12-13 секунд [29].

– Проба Серкина. Тест проходит в 3 фазы:

1. В положении сидя, испытуемый делает 2-3 глубоких вдоха и выдоха, а затем, сделав глубокий вдох, задерживает дыхание. Отмечается время от момента задержки дыхания до его возобновления.

2. Испытуемый выполняет физическую нагрузку в виде 20 приседаний за 30 секунд, после чего сразу делает глубокий вдох и задерживает дыхание. Отмечается время от момента задержки дыхания до его возобновления.

3. Спустя 1 минуту отдыха, в положении сидя, испытуемый делает глубокий вдох и задерживает дыхание. Отмечается время от момента задержки дыхания до его возобновления [24].

*Оценка паттерна дыхания:*

– Подвижность плечевого пояса. Испытуемый находится в положении стоя, в расслабленном состоянии, выполняя естественный акт дыхания. Наблюдаем поднятие плеч при вдохе, насколько активно подключаются мышцы плечевого пояса, имеется ли асимметрия (поднятие одного плеча) (рис. 4). В таблице фиксируется отсутствие подвижности плеч знаком «+», присутствие подвижности – «-», при частичной подвижности записывается сторона, которая поднимается [8, 28].

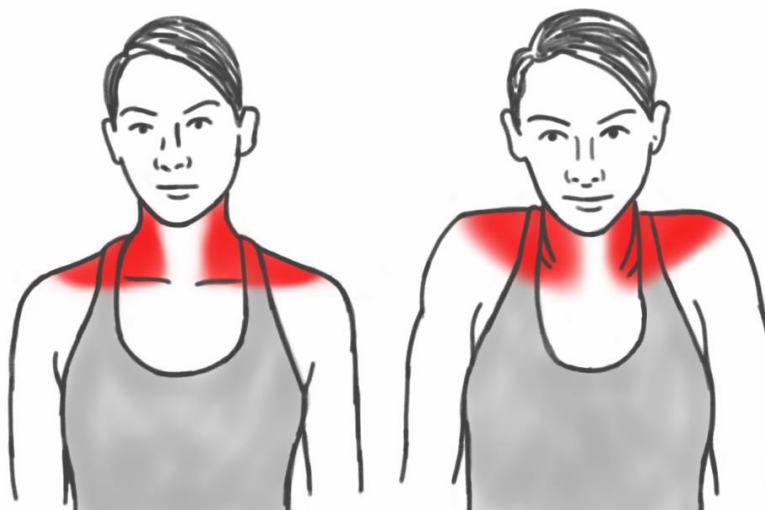


Рис. 4. Мобильность плечевого пояса при нарушенном паттерне дыхания

– Мобильность рёберной дуги. Испытуемый находится в положении стоя, в расслабленном состоянии, выполняя естественный акт дыхания.

Оцениваем расширение рёберной дуги при вдохе (движение рёбер в стороны – «ручка ведра»), симметричность экскурсии правой и левой сторон. В таблице фиксируется наличие подвижности знаком «+», отсутствие подвижности рёберной дуги – «-», при частичной мобильности пишем сторону, в которой ребро не мобильно [40, 28].

– Выпячивание передней брюшной стенки (рис. 5). Испытуемый находится в положении стоя, в расслабленном состоянии, выполняя спокойное дыхание. Наблюдаем движение вперёд (выпячивание) передней брюшной стенки при вдохе, степень её участия в дыхательном акте. В таблице фиксируется: наличие достаточного выпячивания живота знаком «+», отсутствие выпячивания (наличие втягивания живота при вдохе) – «-» [13, 28].



Рис. 5. Мобильность передней брюшной стенки при физиологически правильном паттерне дыхания

– Подвижность поясничного отдела. Испытуемый находится в положении стоя, выполняя естественный акт дыхания. Оценка проводится визуально, наблюдаем наличие минимальных движений в области поясничного отдела позвоночника при вдохе и выдохе, связанные с работой диафрагмы и изменением внутрибрюшного давления. Фиксируется в таблице

подвижность поясничного отдела знаком «+», отсутствие подвижности – «-» [13, 28].

*Методы оценки физической подготовленности.*

– Шестиминутный бег. Бег выполняется в спортивном зале, по кругу. Исходное положение: высокий старт. На каждого бегущего распределяется, не участвующий в забеге, обучающийся, который будет считать количество пройденных первым кругов. По команде «На старт!» участник занимает своё положение на старте, по команде «Внимание!» – исходное положение, «Марш!» – начинает движение. За минуту до окончания времени подаётся команда «Пошла завершающая минута», по завершению шести минут подаётся команда «Стоп! Время!», участники забега останавливаются на месте. Не участвующий обучающийся умножает количество пройденных кругов на метров в одном круге и оглашает результат, который фиксирует тренер [3]. В норме для детей 11-12 лет шестиминутный бег для девочек равен 650-850 метров, для мальчиков – 950-1150 метров (приложение 1).

– Бег на 1000 метров. Бег на выносливость проводится по беговой дорожке стадиона или любой ровной местности. Исходное положение: высокий старт. По команде «На старт!» участник занимает своё положение на старте, по команде «Внимание!» – исходное положение, «Марш!» – начинает движение. Линию финиша необходимо пересекать быстро, не замедляться. Результат фиксируется хронометром в минутах и секундах, когда любая часть туловища пересечёт линию [3]. В норме для детей 11-12 лет бег на 1000 метров для девочек равен 360-410 секунд, для мальчиков – 310-380 секунд (приложение 1).

– Челночный бег (3\*10м). Испытание выполняется на ровной площадке с твёрдым покрытием, с размеченными линиями старта и финиша. По команде «На старт» участник становится перед стартовой линией, так, чтобы толчковая нога находилась у стартовой линии, а другая была бы отставлена на полшага назад. По команде «Внимание!», немного согнув ноги,

тестируемый наклоняет корпус вперёд, основная масса тела переносится на переднюю ногу. По команде «Марш!» участник бежит 10 метров до финишной линии, пересекает ее, касается любой частью тела, возвращается, пробегая 10 метров, к линии старта, пересекает ее, касается любой частью тела и преодолевает последний отрезок в 10 метров, финишируя, на максимальной скорости преодолевая линию финиша (рис. 6) [3]. В норме для детей 11-12 лет челночный бег для девочек равен 10,5-11,7 секунд, для мальчиков – 10,2-11,7 секунд (приложение 1).

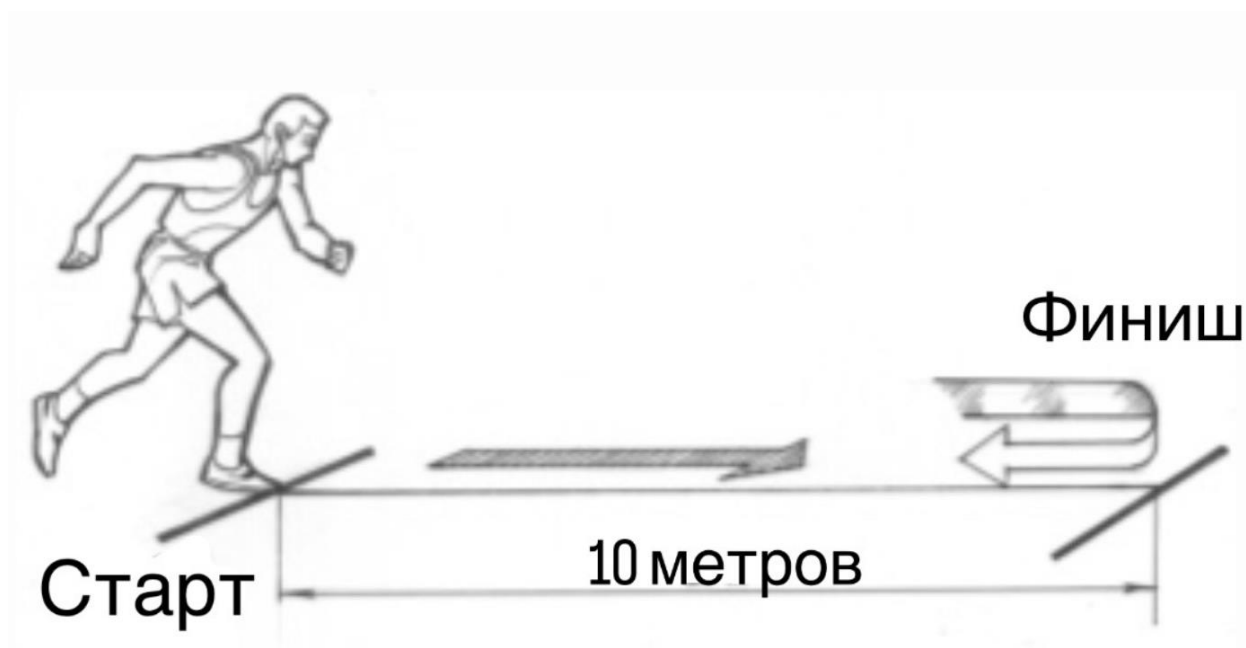


Рис. 6. Техника выполнения теста «Челночный бег 3\*10 метров»

– Сгибание разгибание рук в упоре лежа. Исходное положение: упор лежа на полу, руки на ширине плеч, кисти смотрят вперед на уровне груди, ноги вместе, на носках, голова находится в нейтральном положении, взгляд направлен вниз (рис. 7). На вдохе сгибание рук в локтях, опуская грудь к полу, но не касаясь его, локти вдоль корпуса. На выдохе разгибание рук в локтях, возвращаясь в и. п [52]. В норме для детей 11-12 лет сгибание разгибание рук в упоре лёжа для девочек – 5-11 повторений, для мальчиков – 8-16 повторений (приложение 1).



Рис. 7. Техника выполнения теста «Сгибание разгибание рук в упоре лежа»

*Методы математической обработки данных.* Обработку данных проводили, используя методы описательной статистики с помощью надстройки MS Excel «Анализ данных» [19]. Для характеристики параметров показателей результативности применяли метод описательной статистики. Для сравнения двух параметров на этапах входного и итогового тестирования применяли t-критерий Стьюдента для парных выборок при пороге доверительной вероятности ( $p < 0,05$ ). Для сравнения параметров в группах с нормальным и нарушенным паттерном применяли t-критерий Стьюдента для несвязанных выборок при пороге доверительной вероятности ( $p < 0,05$ ). Для определения типа дисперсии в несвязанных выборках применяли критерий Фишера (F – критерий).

### **3. Описание результатов педагогического эксперимента**

#### **3.1 Теоретико-методические подходы восстановления биомеханики дыхания для повышения функциональной подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся лёгкой атлетикой**

При физиологически правильной биомеханике дыхания, занятия по лёгкой атлетике проходят эффективнее, после занятий обучающийся быстрее восстанавливается, что помогает повысить функциональную подготовленность, добиться наилучших результатов в спортивной деятельности и снизить утомляемость учебно-тренировочного процесса.

Занятия по лёгкой атлетике оказывают положительное воздействие на двигательную и эмоциональную сферу ребенка. В процессе тренировочного процесса дети нередко испытывают физические и эмоциональные нагрузки, которые требуют весьма значительного напряжения. Очень важно после каждой интенсивной нагрузки, предусмотреть отдых детей, научить их правильно восстанавливать свое дыхание [31, 32].

Процесс дыхания осуществляется благодаря согласованной работе дыхательных мышц. Их развитие позволяет увеличить силу и выносливость дыхательного аппарата, что является важным фактором в спортивной подготовке. Физиологически правильное дыхание положительно сказывается на всех функциях человеческого организма, а его тренировка может применяться для восстановления и укрепления здоровья.

Дыхательные упражнения необходимо проводить на свежем воздухе или в проветриваемом помещении, чтобы эффект от их применения максимально воздействовал на организм занимающихся. Однако нельзя злоупотреблять дыхательными упражнениями на фоне их полезности, так как чрезмерное углубление и учащение дыхания может повлечь за собой головокружение, слабость, обморок.

Предлагаемые теоретико-методические подходы включают комплексы специальных упражнений, которые можно выполнять на любом этапе

подготовки, вне зависимости от уровня нарушения паттерна дыхания, а также для профилактики и совершенствования дыхательного аппарата. Было разработано 8 комплексов дыхательных упражнений, применяемые по одному комплексу на каждую неделю педагогического эксперимента. Комплексы направлены на развитие дыхательной системы и восстановление паттерна дыхания, различаются сложностью упражнений, включаются по принципу «от простого к сложному». Комплекс проводится на каждом занятии по лёгкой атлетике (3 раза в неделю) в подготовительной части занятия.

Комплекс дыхательных упражнений для внедрения в тренировочный процесс на занятиях по лёгкой атлетике представлен ниже.

### 1 комплекс дыхательных упражнений (1 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – стойка ноги врозь, руки вниз Вдох 3 секунды, спокойный, без усилия, осуществляется через нос Задержка дыхания на 5 секунд Выдох 8 секунд, плавный, медленных, осуществляется через рот	Упражнение направлено на формирование правильного дыхательного ритма, развитие контроля дыхания, успокоение нервной системы	5 раз
2	И.п. – стойка ноги врозь, плечи расслаблены, ладони на живот Медленный вдох через нос на 3 секунды, при этом передняя брюшная стенка выпячивается, а воздух как будто набирается животом Задержка дыхания на 5 секунд, не напрягая шею и плечи Медленный выдох через рот на 8 секунд, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом с полным мышечным расслаблением	Упражнение направлено на развитие диафрагмального дыхания, контроль дыхания, улучшение газообмена, снижение мышечного напряжения	6 раз
3	И.п. – узкая стойка, правая ладонь на правые нижние ребра 1-2 – вдох медленный, через нос, раздвигаем ребра в ладонь 3-4 – выдох через рот, ребра плавно возвращаются, опускаются, и.п.	Упражнение направлено на развитие реберного (грудного) дыхания, улучшение подвижности грудной клетки, осознанное дыхание, симметрия дыхания	6 раз

	5-8 – тоже левой		
4	И.п. – упор на колени («на четвереньках») 1-2 – вдох, округление спины, грудная клетка расширяется, живот немного надувается 3-4 – выдох, живот втягивается, грудная клетка в и.п.	Упражнение направлено на развитие заднего (дорсального) дыхания и подвижности позвоночника, с акцентом на грудной отдел, формирование нейромышечной связи (связь дыхания и движения)	5 раз

## 2 комплекс дыхательных упражнений (2 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – основная стойка, руки на разноименные плечи, голова наклонена вперёд 1-2 – вдох через нос в спину, живот надувается, грудная клетка расширяется, плечи расслаблены, поднимаются за счёт расширения диафрагмы 3-4 – выдох осуществляется через рот, живот втягивается, грудная клетка опускается и.п.	Упражнение направлено на развитие заднего (дорсального) дыхания в верхней части грудной клетки, с акцентом в зону между лопаток и ближе к шее, формирование нейромышечной связи	5 раз
2	И.п. – узкая стойка 1-2 – руки вверх через стороны, вдох осуществляется через нос, максимально растягивая грудную клетку 3-4 – руки вниз через стороны, выдох, живот втягивается, грудная клетка опускается	Упражнение направлено на растяжение и развитие мышц грудного отдела участвующих в дыхании	6 раз
3	И.п. – узкая стойка, руки вперёд согнуты перед грудью 1-2 – разведение локтей назад, вдох через нос, этом передняя брюшная стенка выпячивается, расширяется диафрагма 3-4 – и.п., выдох через рот, диафрагма сжимается, живот втягивается	Упражнение направлено на развитие диафрагмального дыхания, увеличение объёма легких, контроль дыхания	5 раз
4	И.п. – широкая стойка 1-2 – наклон влево, правая рука вверх, вдох в правое ребро 3-4 – выдох, и.п. 5-6 - наклон вправо, левая рука вверх, вдох в левое ребро При вдохе выпячивается передняя брюшная стенка, расширяется грудная клетка, при выдохе – сокращение	Упражнение направлено на включение мышц брюшного отдела в дыхательный акт, а также развитие межрёберных мышц	6 раз

	передней брюшной стенки, опускание грудной клетки		
--	--	--	--

### 3 комплекс дыхательных упражнений (3 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – узкая стойка, наклон туловища вперёд, спина округлена, руки на бёдра Вдох 4 секунды, спокойный, без усилия, осуществляется через нос, вдох в спину для расширения задних отделов корпуса Выдох 6 секунд медленный, через рот, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом с полным мышечным расслаблением	Упражнение направлено на расширение задних отделов корпуса (дыхание в спину), улучшение подвижности рёбер сзади, тренировка полного выдоха	5 раз
2	В шаге, руки на пояс, вдох на 3 шага (выполняем три шага в это время делаем медленный вдох), выдох на 3 шага (время выполнения: 1 минута) Вдох на 2 шага, выдох на 2 шага (время выполнения: 1 минута) Медленный вдох через нос, передняя брюшная стенка выпячивается, воздух как будто набирается животом Медленный выдох через рот на, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом	Упражнение направлено на развитие ритмичного дыхания при ходьбе, включение мышц брюшного отдела в дыхательный акт	6 раз
3	И.п. – стойка ноги врозь, руки к плечам Вдох на 3 секунды через нос, наполняя полные легкие воздухом передняя брюшная стенка выпячивается Выдох медленный в течении 7 секунд, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом	Упражнение направлено на развитие удлинённый выдоха (подготовка к бегу), включение мышц брюшного отдела в дыхательный акт	5 раз
4	И.п. – узкая стойка 1 - вдох в правое ребро 2 – выдох 3 – вдох в левое ребро 4 – выдох 5 – вдох в спину 6 – выдох	Упражнение направлено на контроль диафрагмы и рёбер – формирование нейромышечных связей в мышцах вдоха и выдоха	4 раза

	7 – вдох грудью 8 – выдох		
--	------------------------------	--	--

#### 4 комплекс дыхательных упражнений (4 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – узкая стойка, левая рука на животе, правая на груди, волнообразное дыхание Вдох спокойный, медленный, через нос, сначала выпячивается живот (включается брюшная область) затем грудной отдел Выдох выполняется в обратном порядке	Упражнение направлено на развитие координации дыхания, на освоение полного дыхания (брюшное + грудное), увеличение эффективности дыхания, снятие поверхностного дыхания	8 раз
2	И.п. – лёжа, ноги согнуты, на животе блок для фитнеса Вдох спокойный, медленный, через нос, сначала выпячивается живот (включается брюшная область) затем грудной отдел, предмет поднимается Выдох выполняется в обратном порядке предмет опускается, выдох осуществляется через рот	Упражнение направлено на развитие координации дыхания, укрепление диафрагмального дыхания с внешним сопротивлением, увеличение эффективности дыхания, снятие поверхностного дыхания	6 раз
3	И.п. – лёжа, ноги согнуты, на животе блок для фитнеса Вдох 3 секунды через нос Выдох 7 секунд через рот	Упражнение направлено на развитие координации дыхания, регуляцию дыхательного ритма, увеличение эффективности дыхания, снятие поверхностного дыхания	4 раза
4	И.п. – лёжа, ноги согнуты, на животе блок для фитнеса Глубокий, медленный вдох через нос, при этом передняя брюшная стенка выпячивается, а воздух как будто набирается животом Медленный выдох через рот на 8 секунд, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом с полным мышечным расслаблением	Упражнение направлено на укрепление диафрагмального дыхания с внешним сопротивлением и развитие контроля вдоха, углубление дыхания	6 раз

#### 5 комплекс дыхательных упражнений (5 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
-------	----------	------------	------------

1	И.п. – основная стойка, руки за голову 1 – вдох, подняться на носки, максимально растягивая грудную клетку 2 – выдох 3 – вдох, присед 4 – вдох, и.п.	Упражнение направлено на растяжение и развитие мышц грудного отдела участвующих в дыхании	5 раз
2	И.п. – основная стойка 1 – руки в стороны, вдох через нос, раскрывается грудной отдел 2-3 – наклон туловища влево, выдох, сокращаются основные мышцы дыхания 4- и.п, выдох, руки в стороны 5-8 – тоже вправо	Упражнение направлено на контроль диафрагмы и рёбер – формирование нейромышечных связей в мышцах вдоха и выдоха	8 раз
3	И.п. – стойка ноги врозь, руки к плечам Вдох на 3 секунды через нос, наполняя полные легкие воздухом передняя брюшная стенка выпячивается Выдох медленный в течении 7 секунд, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом	Упражнение направлено на развитие удлинённый выдоха (подготовка к бегу), включение мышц брюшного отдела в дыхательный акт	5 раз
4	И.п. – стойка ноги врозь, плечи расслаблены, ладони на живот Медленный вдох через нос на 3 секунды, при этом передняя брюшная стенка выпячивается, а воздух как будто набирается животом Задержка дыхания на 5 секунд, не напрягая шею и плечи Медленный выдох через рот на 8 секунд, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом с полным мышечным расслаблением	Упражнение направлено на развитие диафрагмального дыхания, контроль дыхания, улучшение газообмена, снижение мышечного напряжения	6 раз

**6 комплекс дыхательных упражнений (6 неделя)**

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – узкая стойка 1 - вдох в правое ребро 2 – выдох 3 – вдох в левое ребро 4 – выдох 5 – вдох в спину	Упражнение направлено на контроль диафрагмы и рёбер – формирование нейромышечных связей в мышцах вдоха и выдоха	4 раза

	6 – выдох 7 – вдох грудью 8 – выдох		
2	В шаге, руки на пояс, вдох на 3 шага (выполняем три шага в это время делаем медленный вдох), выдох на 3 шага (время выполнения: 1 минута) Вдох на 2 шага, выдох на 2 шага (время выполнения: 1 минута) Медленный вдох через нос, передняя брюшная стенка выпячивается, воздух как будто набирается животом Медленный выдох через рот на, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом	Упражнение направлено на развитие ритмичного дыхания при ходьбе, включение мышц брюшного отдела в дыхательный акт	6 раз
3	И.п. – лежа на спине, руки вдоль туловища 1 – вдох, осуществляется через нос 2 – выдох, сед, при этом ноги прямые, руки вперёд к носкам 3 – вдох, спокойный, без усилия, осуществляется через нос, вдох в спину для расширения задних отделов корпуса 4 – выдох через рот, опустошая легкие, брюшная стенка втягивается, а воздух выталкивается животом с полным мышечным расслаблением, и.п.	Упражнение направлено на включение мышц брюшного отдела в дыхательный акт, формирование нейромышечных связей в мышцах вдоха и выдоха	5 раз
4	И.п. – стойка ноги врозь, руки вниз Вдох 3 секунды, спокойный, без усилия, осуществляется через нос Задержка дыхания на 5 секунд Выдох 8 секунд, плавный, медленных, осуществляется через рот	Упражнение направлено на формирование правильного дыхательного ритма, развитие контроля дыхания, успокоение нервной системы	5 раз

### 7 комплекс дыхательных упражнений (7 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – стойка ноги врозь, руки вниз	Упражнение направлено на формирование правильного дыхательного ритма, развитие контроля дыхания,	5 раз

	Вдох 4 секунды, спокойный, без усилия, осуществляется через нос Задержка дыхания на 6 секунд Выдох 10 секунд, плавный, медленных, осуществляется через рот	успокоение нервной системы	
2	И.п. – стойка ноги врозь, руки вниз, расслаблены 1-2 – малый вдох носом, задержка дыхания 3-4 – большой вдох носом, задержка дыхания 5-6 – малый выдох ртом, задержка дыхания 7-8 – большой выдох ртом, задержка дыхания	Упражнение направлено на развитие диафрагмального дыхания, контроль дыхания, улучшение газообмена, снижение мышечного напряжения	4 раза
3	И. п. – стоя, правая нога впереди, левая сзади на носке, вес тела равномерно распределен на две ноги 1 – полуприсед, вдох через нос, основной вес тела на впереди стоящей ноге 2 – выдох, и.п. 3 – вдох, спокойный, без усилия, осуществляется через нос 4 – выдох, плавный, медленных, осуществляется через рот 5-8 – тоже, правая нога впереди, левая сзади на носке, вес тела равномерно распределен на две ноги	Упражнение направлено на формирование нейромышечных связей в мышцах вдоха и выдоха, при выполнении физических упражнений, в которых важен контроль дыхания, для достижения цели выполняемого упражнения	8 раз
4	И.п. – узкая стойка, левая рука на животе, правая на груди, волнообразное дыхание Вдох спокойный, медленный, через нос, сначала выпячивается живот (включается брюшная область) затем грудной отдел Выдох выполняется в обратном порядке	Упражнение направлено на развитие координации дыхания, на освоение полного дыхания (брюшное + грудное), увеличение эффективности дыхания, снятие поверхностного дыхания	8 раз

### 8 комплекс дыхательных упражнений (8 неделя)

№ п/п	Описание	Назначение	Количество
1	И.п. – стойка ноги врозь, руки вниз	Упражнение направлено на формирование правильного дыхательного ритма, развитие контроля дыхания,	5 раз

	Вдох 3 секунды, спокойный, без усилия, осуществляется через нос Задержка дыхания на 7 секунд Выдох 10 секунд, плавный, медленных, осуществляется через рот	успокоение нервной системы	
2	И.п. – узкая стойка, левая рука на животе, правая на груди, волнообразное дыхание Вдох спокойный, медленный, через нос, сначала выпячивается живот (включается брюшная область) затем грудной отдел Выдох выполняется в обратном порядке	Упражнение направлено на развитие координации дыхания, на освоение полного дыхания (брюшное + грудное), увеличение эффективности дыхания, снятие поверхностного дыхания	8 раз
3	И.п. – упор на колени («на четвереньках») 1-2 – вдох, округление спины, грудная клетка расширяется, живот немного надувается 3-4 – выдох, живот втягивается, грудная клетка в и.п.	Упражнение направлено на развитие заднего (дорсального) дыхания и подвижности позвоночника, с акцентом на грудной отдел, формирование нейромышечной связи (связь дыхания и движения)	5 раз
4	И.п. – сед, ноги врозь 1 – вдох, медленный через нос, передняя брюшная стенка выпячивается, грудная клетка расширяется 2 – выдох, ноги вместе, наклон туловища вперёд, ладони к носкам 3 – вдох, спокойный, без усилия, осуществляется через нос, вдох в спину для расширения задних отделов корпуса 4 – выдох, и.п.	Упражнение направлено на формирование правильного дыхательного ритма, развитие заднего (дорсального) дыхания и подвижности позвоночника, с акцентом на грудной отдел, формирование нейромышечной связи (связь дыхания и движения)	6 раз

Разработаны теоретико-методические подходы восстановления биомеханики дыхания для повышения функциональной подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся лёгкой атлетикой:

- Акцент на диафрагмальном дыхании (движение рёберной дуги и живота).
- Развитие мобильности грудной клетки и диафрагмы.

– Выполнение специальных дыхательных упражнений для восстановления нервно-мышечных связей и формирования физиологических рефлексов.

– Осознанный контроль дыхания при выполнении упражнений

Таким образом, комплексы дыхательных упражнений, направленные на восстановление биомеханики и паттерна дыхания для повышения функциональной подготовленности проводятся на каждом занятии по лёгкой атлетике (3 раза в неделю), включаются в подготовительную часть занятия наряду с общеразвивающими и специально беговыми упражнениями.

### **3.2 Оценка взаимосвязи паттерна дыхания с функциональными показателями дыхательной системы при занятиях легкой атлетикой**

У спортсменов, занимающихся легкой атлетикой, эффективность тренировочного процесса во многом определяется функциональным состоянием дыхательной системы, так как именно она обеспечивает поступление кислорода в организм при физической нагрузке. В настоящее время помимо традиционной диагностики дыхательной системы уделяют внимание биомеханике дыхания, паттерну дыхания [18].

Паттерн или стереотип дыхания предполагает устойчивую индивидуальную организацию дыхательного цикла, включающую соотношение вдоха и выдоха, частоту и глубину дыхания, участие различных групп дыхательных мышц [1]. Физиологически правильный паттерн дыхания предполагает, что в покое работают основные мышцы дыхания – диафрагма и наружные межрёберные, обеспечивающих эффективное расширение грудной клетки и вентиляцию лёгких. Вспомогательные мышцы вдоха (грудиноключично-сосцевидная, лестничные, большая и малая грудные, передняя зубчатая, мышцы брюшной стенки) в норме подключаются при форсированном (усиленном) дыхании, например, при активизации

двигательной активности. Нарушение паттерна дыхания у детей, занимающихся лёгкой атлетикой, проявляется подъёме плечевого пояса во время вдоха, не выпячивается живот, отсутствует или частично отсутствует мобильность рёбер, отсутствует подвижность в поясничном отделе, отмечается снижение функциональности дыхания, кардиореспираторного резерва. Включение в дыхание вспомогательных мышц свидетельствует о недостаточной функциональности диафрагмы и снижении эффективности дыхания [24].

Общий анализ показал, что у всех детей параметры дыхания соответствуют половозрастной норме. Частота дыхания  $16,5 \pm 0,8$  акт/мин. По пробам Штанге и Генчи выявлен хороший кардиореспираторный резерв, максимальная задержка дыхания составила  $37,2 \pm 2$  с, и  $25,3 \pm 1,4$  с соответственно. Однако исследование в группе с нарушением паттерна дыхания выявило снижение параметров по отношению к группе с физиологически правильным типом дыхания. Доля спортсменов, у которых дыхательный паттерн соответствует норме составляет 70%, у 30% – выявлены отклонения (рис. 8). Нарушения паттерна дыхания, которые фиксировали: во время вдоха поднимаются плечи, не выпячивается живот, отсутствует или частично отсутствует мобильность рёбер, отсутствует подвижность в поясничном отделе [30].

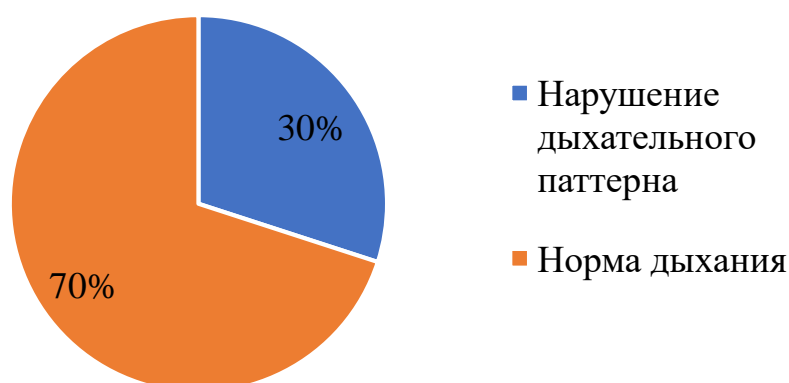


Рис. 8. Процентное соотношение детей с нарушением дыхательного паттерна по соотношению к детям с нормой дыхания

Анализ показателей, характеризующих функциональное состояние респираторной системы у испытуемых, выявил отличия. В частности, у лиц с нарушением дыхательного стереотипа отмечено увеличение частоты дыхания на 1,2 дых/акта (рис. 9).

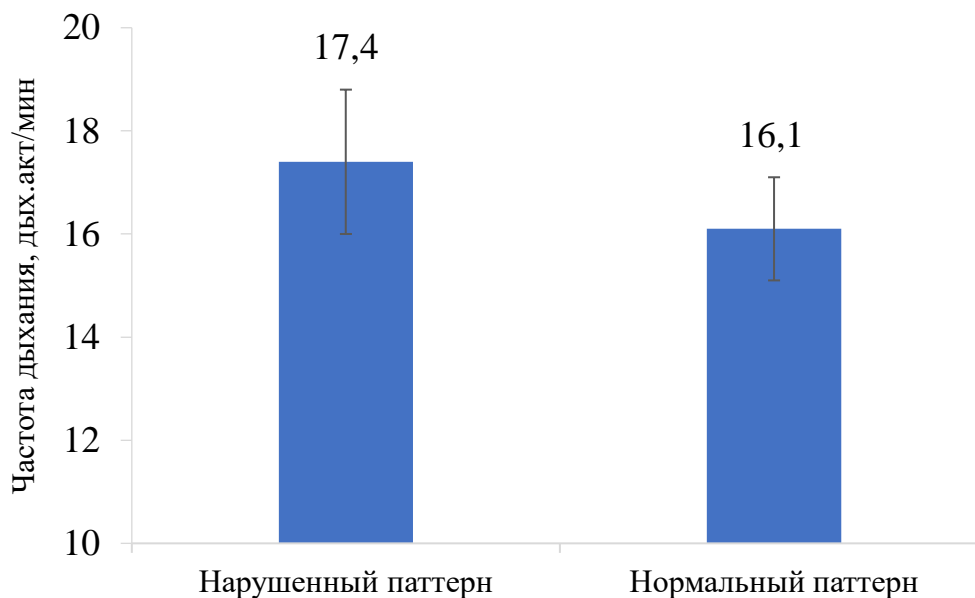


Рис. 9. Частота дыхания в группах с нормальным и нарушенным паттерном дыхания

Также фиксировали снижение значений, характеризующих экскурсию грудной клетки. Окружность грудной клетки в состоянии покоя у детей с нарушенным паттерном дыхания составляет  $78,3 \pm 5,2$  см, у детей с нормой дыхания –  $82,1 \pm 3,2$  см. Экскурсия у детей с нарушенным паттерном дыхания составляет  $5,7 \pm 1,4$  см, у детей с нормой дыхания –  $6,6 \pm 0,7$  см (рис. 10).

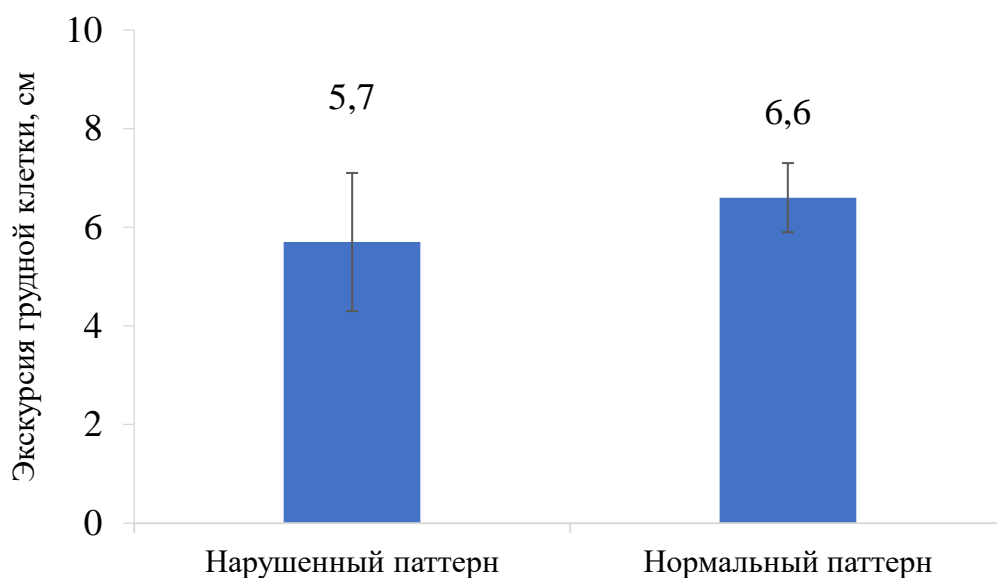


Рис. 10. Экскурсия грудной клетки в группах с нормальным и нарушенным паттерном дыхания

Анализ показателей у лиц с нарушением дыхательного стереотипа по пробам Генчи, Штанге и Серкина также выявил снижение показателей. Максимальная задержка дыхания (МЗД) по пробе Штанге у испытуемых с нарушением дыхательного стереотипа составил  $34,5 \pm 4,5$  с, у лиц с физиологически правильным паттерном дыхания –  $38,3 \pm 2,8$  с (рис. 11).

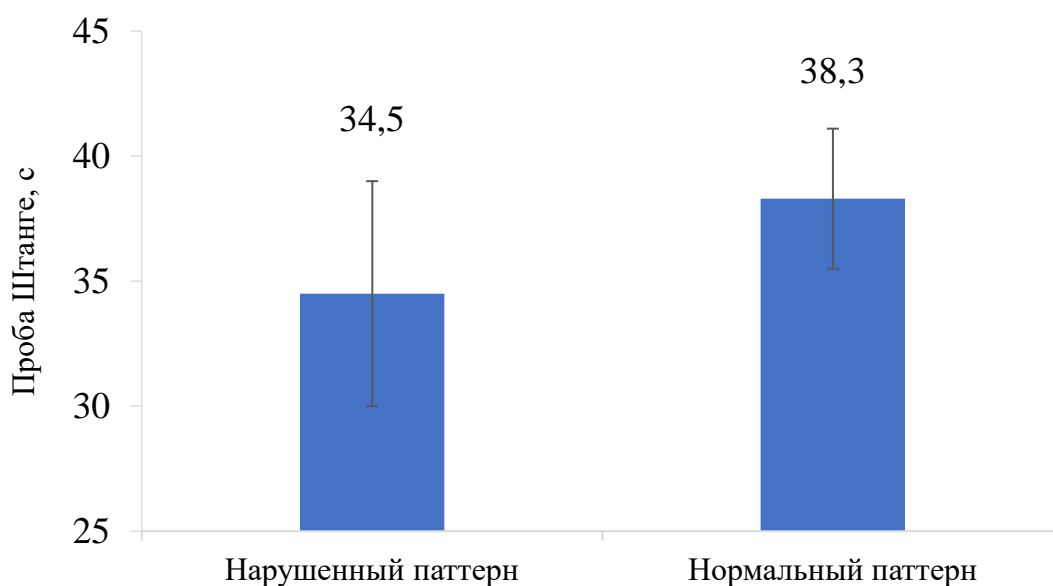


Рис.11. Результаты пробы Штанге

Анализ пробы Генчи у детей с нарушением дыхательного стереотипа составляет  $25,09 \pm 3,4$  с, у лиц с нормой дыхания –  $25,3 \pm 2,3$  с (рис. 12).

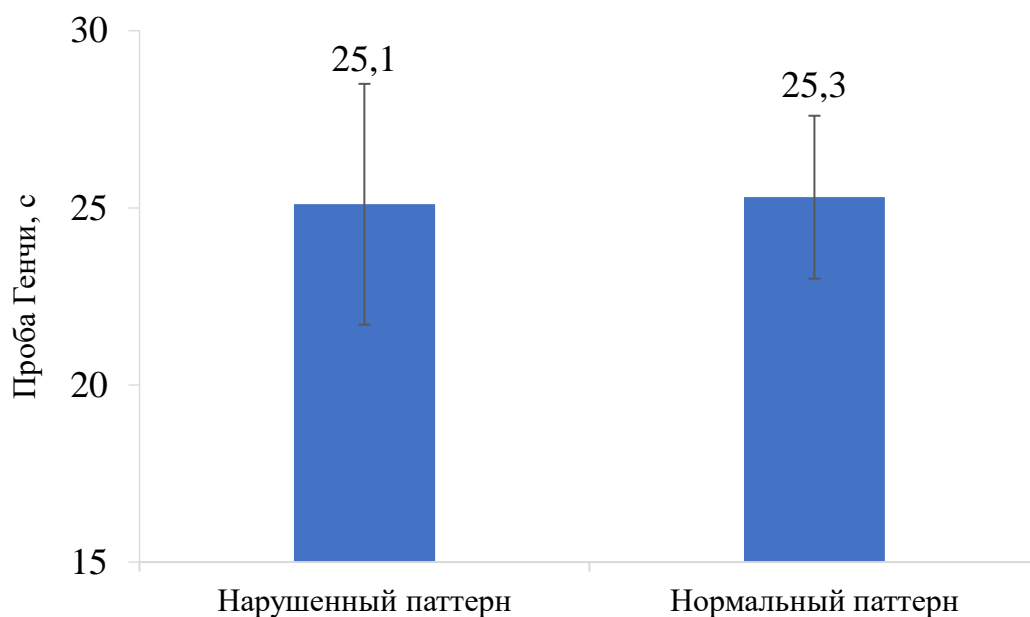


Рис. 12. Результаты пробы Генчи

В группе с нарушением дыхательного стереотипа во всех фазах пробы Серкина прослеживались сниженные показатели. МЗД в пробе Серкина после нагрузки у детей с нарушением дыхательного паттерна была больше на 3,2 с; в фазе МЗД через 1 минуту – 3 с (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты пробы Серкина

Группа	Максимальная задержка дыхания (МЗД) в пробе Серкина, с		
	МЗД в покое	МЗД после нагрузки	МЗД через 1 минуту
Нарушение дыхательного паттерна	$34,5 \pm 4,5$	$19,8 \pm 4,2$	$31,0 \pm 6,4$
Норма дыхания	$38,3 \pm 2,8$	$23,0 \pm 2,1$	$34,0 \pm 3,5$

Также оценивали взаимосвязь между показателями функционального состояния организма и паттерном дыхания. Выявили наличие средних по силе взаимодействия положительных корреляционных связей между паттерном и максимальной задержкой дыхания в пробах Штанге и Серкина. Коэффициент корреляции (r) изменялся в пределах 0,57 до 0,60 (табл. 2). Данные корреляции

указывают на наличие закономерности: ухудшение паттерна дыхания приводит к снижению максимальной задержки дыхания. Выявлена отрицательная корреляция между паттерном и частотой дыхания ( $r=-0,53$ ), что свидетельствует о том, что при ухудшении паттерна дыхания увеличивается частота дыхания (табл. 2).

По результатам корреляционного анализа выявлена сильная отрицательная взаимосвязь между максимальной задержкой и частотой дыхания. Коэффициент корреляции ( $r$ ) изменялся в пределах  $-0,56$  до  $-0,88$  (табл. 2). Полученные данные корреляции указывают о закономерности: увеличение частоты дыхания сопровождается снижением максимальной задержки дыхания.

Таблица 2 – Матрица корреляций параметров функционального состояния респираторной системы

	Частота дыхания, дых. акт/мин	МЗД в пробе Генчи, с	МЗД в пробе Штанге, с	МЗД после нагрузки, с	МЗД через 1 мин, с	ОГК на вдохе, см	ОГК на выдохе, см	Экскурия грудной клетки, см
Частота дыхания, дых. акт/мин	1,00							
МЗД в пробе Генчи, с	-0,56	1,00						
МЗД в пробе Штанге, с	-0,88	0,71	1,00					
МЗД после нагрузки, с	-0,83	0,70	0,97	1,00				
МЗД через 1 мин, с	-0,85	0,68	0,95	0,88	1,00			
ОГК на вдохе, см	-0,91	0,69	0,96	0,94	0,92	1,00		
ОГК на выдохе, см	-0,88	0,70	0,94	0,92	0,91	0,99	1,00	
Экскурия грудной клетки, см	-0,94	0,58	0,93	0,90	0,87	0,93	0,88	1,00
Паттерн дыхания	<b>-0,53</b>	0,07	<b>0,57</b>	<b>0,60</b>	0,40	<b>0,53</b>	<b>0,51</b>	<b>0,53</b>

Таким образом, между характером паттерна дыхания и традиционными функциональными показателями дыхательной системы прослеживается взаимосвязь. При нарушении паттерна дыхания, которое проявляется в том, что во время вдоха поднимаются плечи, не выпячивается живот, отсутствует или частично отсутствует мобильность рёбер, отсутствует подвижность в поясничном отделе, отмечается снижение функциональных возможностей дыхательной системы и кардиореспираторного резерва. А именно, увеличивается частота дыхания, уменьшается максимальная задержка дыхания на вдохе и выдохе.

### **3.3 Оценка взаимосвязи паттерна дыхания с физической подготовленностью детей**

Анализ физической подготовленности показал, что все параметры соответствуют половозрастной норме, что свидетельствует о гармоничном физическом развитии. Количество сгибаний и разгибаний рук в упоре лёжа составило  $12,5 \pm 1,8$  повторений. Результат бега на 6 мин –  $1080 \pm 49,4$  м. Показатели челночного бега и бега на 1000 м составили  $9,58 \pm 0,2$  и  $304,4 \pm 12,8$  секунд соответственно.

Однако при сравнении групп с нарушенным и физиологически правильным паттерном дыхания были выявлены различия. Исследование в группе с нарушением паттерна дыхания показало снижение показателей физической подготовленности по отношению к группе с физиологически правильным типом дыхания. В частности, у лиц с нарушением дыхательного стереотипа фиксировали снижение показателей, характеризующих аэробную выносливость. Результат бега на 6 минут у детей с нарушенным паттерном дыхания составляет  $1026,0 \pm 125,0$  м, у детей с нормой дыхания –  $1102,9 \pm 60,6$  м (рис. 13) ( $p > 0,05$ ).

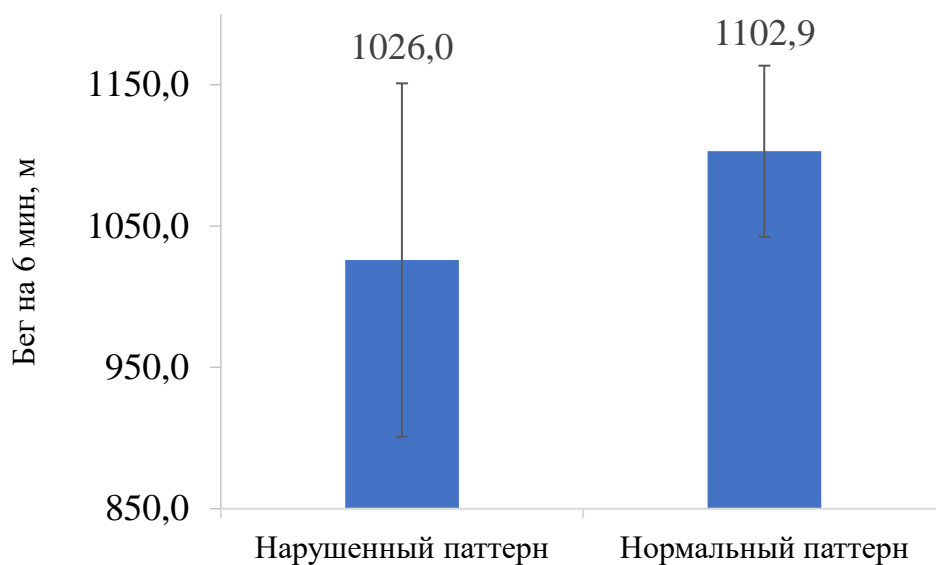


Рис. 13. Результаты бега на 6 минут в группах с нормальным и нарушенным паттерном дыхания

Анализ результатов бега на 1000 м также выявил снижение показателей: у лиц с нарушенным паттерном дыхания время выполнения дистанции было больше на 35,1 с (рис. 14) ( $p < 0,05$ ).

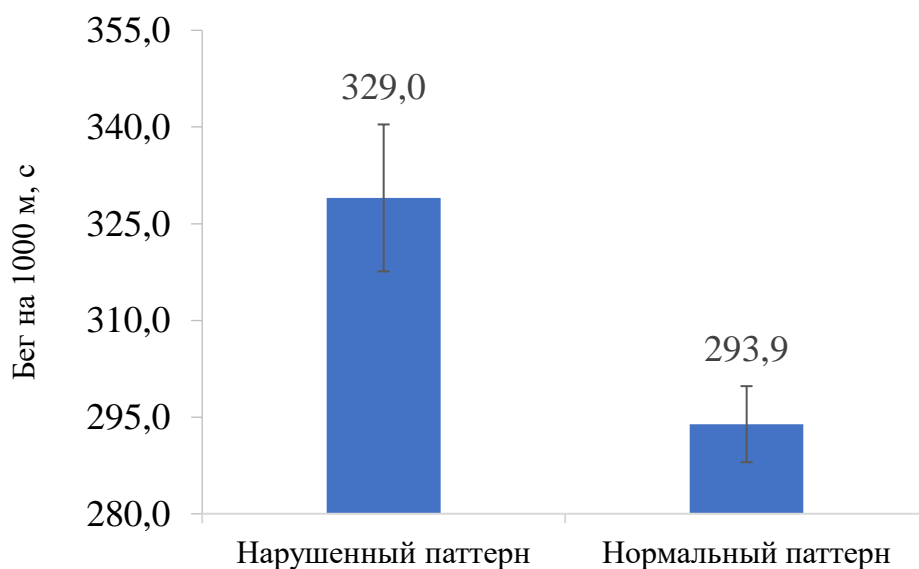


Рис. 14. Результаты бега на 1000 м в группах с нормальным и нарушенным паттерном дыхания

Анализ показателей, характеризующих анаэробную выносливость, выявил различия. В частности, у лиц с нарушением дыхательного стереотипа в челночном беге отмечено увеличение времени. Результат детей с нарушением паттерна дыхания равен  $9,9 \pm 0,4$  с, с физиологически правильным паттерном дыхания –  $9,4 \pm 0,2$  с (рис. 15) ( $p > 0,05$ ).

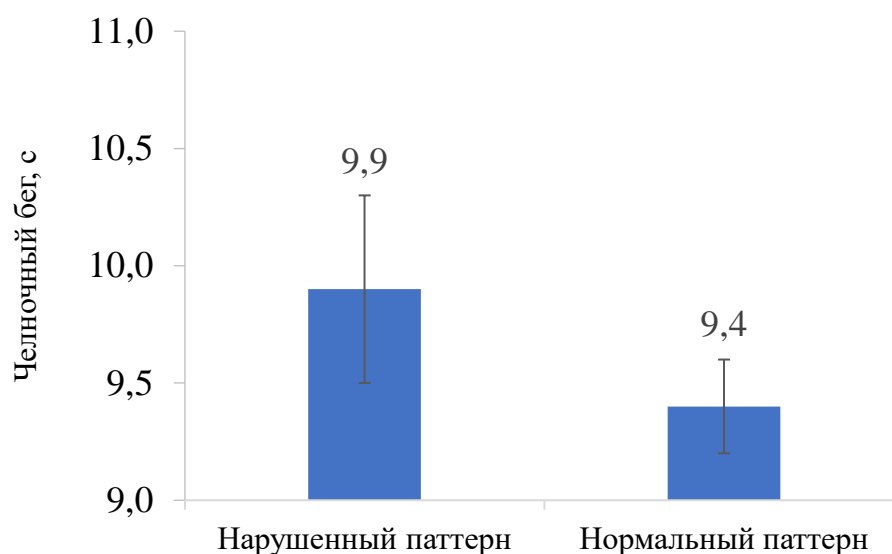


Рис. 15. Результаты челночного бега в группах с нормальным и нарушенным паттерном дыхания

Кроме того, у детей с нарушением дыхательного стереотипа отмечено снижение количества повторений сгибания и разгибания рук в упоре лёжа на 2,1 повторения (рис. 16) ( $p > 0,05$ ).

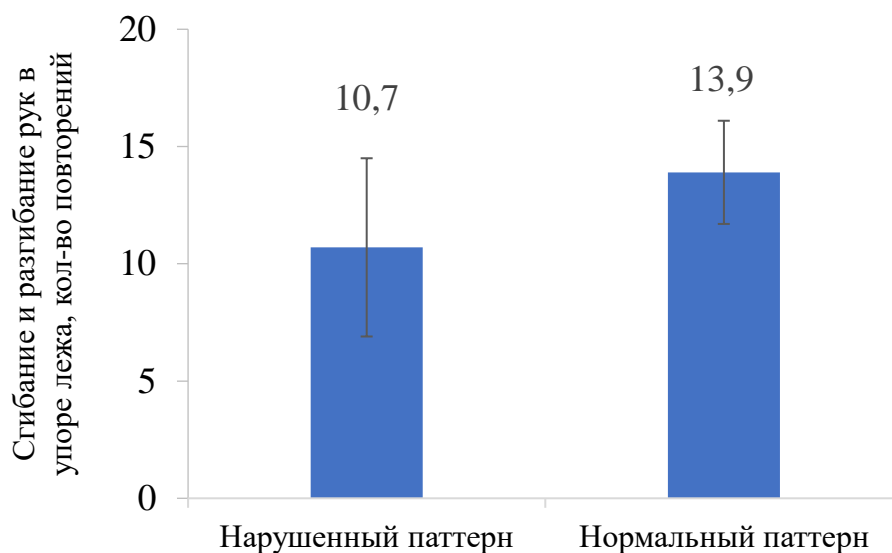


Рис. 16. Сгибание и разгибание рук в упоре лёжа в группах с нормальным и нарушенным паттерном дыхания

Таким образом, между характером паттерна дыхания и показателями физической подготовленностью прослеживается взаимосвязь. При нарушении паттерна дыхания, отмечается снижение уровня развития физических качеств. В наибольшей степени это проявляется в ухудшении показателей аэробной, а также скоростно-силовых способностей. Анализ позволяет предположить, что эффективность дыхательной функции оказывает существенное влияние на функциональное состояние организма и уровень физической работоспособности. Нарушение дыхательного паттерна может приводить к менее эффективному обеспечению организма кислородом, снижению адаптационных возможностей и быстрому утомлению при активизации физической деятельности. Следовательно, дыхательный паттерн стоит рассматривать как один из факторов, который влияет на уровень физической подготовленности и функциональные возможности организма.

### 3.4 Результаты педагогического эксперимента

#### 3.4.1 Изменение функциональных показателей дыхания

Оценка эффективности комплекса упражнений для повышения функциональной подготовленности занимающихся через восстановление биомеханики и паттерна дыхания проводилась с помощью измерений частоты дыхания, экскурсии грудной клетки, функциональных проб Штанге, Генчи и Серкина.

Исследование частоты дыхания и экскурсии грудной клетки позволяет судить об интенсивности работы дыхательной системы и подвижности грудной клетки соответственно. В норме у детей 11-12 лет частота дыхания равна 18-20 дыхательных актов в минуту, экскурсия грудной клетки – 5-10 см [43].

Во время входного тестирования частота дыхания у детей 11-12 лет составила  $16,5 \pm 0,8$  дыхательных актов в минуту, что соответствует норме исследуемого возраста, экскурсия грудной клетки –  $6,3 \pm 0,6$  см – соответствует нормативным значениям (табл. 3) [43].

Исследование проб Штанге, Генчи и Серкина позволяют судить о функциональном состоянии дыхательной системы, устойчивости к недостатку кислорода и уровне адаптации к физическим нагрузкам. Во время входного тестирования пробы Штанге и Генчи составила  $37,2 \pm 2,0$  и  $25,3 \pm 1,4$  секунд соответственно, что является нормой в исследуемой возрастной группе [15, 16]. Показатели пробы Серкина во всех фазах соответствуют норме данного возраста. Результат входного тестирования пробы Серкина: 1 фаза (МЗД в покое) –  $37,2 \pm 2,0$  с, 2 фаза (МЗД после нагрузки) –  $22,0 \pm 1,8$  с, 3 фаза (МЗД через 1 мин) –  $33,1 \pm 2,6$  с (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты оценки показателей дыхательной системы на входном и контрольном этапах

Группа	Частота дыхания, дых. акт/мин	Экскурия грудной клетки, см	Проба Штанге, с	Проба Генчи, с	Максимальная задержка дыхания (МЗД) в пробе Серкина, с		
					МЗД в покое	МЗД после нагрузки	МЗД через 1 мин
Входное тестирование	16,5±0,8	6,3±0,6	37,2±2,0	25,3±1,4	37,2±2,0	22,0±1,8	33,1±2,6
Итоговое тестирование	15,9±0,7	6,8±0,6	39,7±2,6	27,0±2,6	39,7±2,6	25,9±1,8	35,9±2,6

Средние показатели частоты дыхания снизились с 16,5±0,8 до 15,9±0,7 дыхательных актов в минуту. Экскурия грудной клетки возросла с 6,3±0,6 см до 6,8±0,6 см. Пробы Штанге и Генчи увеличились с 37,2±2,0 секунд до 39,7±2,6 с и с 25,3±1,4 с до 27,0±2,6 с соответственно. В пробе Серкина также прослеживается увеличение показателей во всех фазах: 1 фаза – с 37,2±2,0 с до 39,7±2,6 с, 2 фаза – с 22,0±1,8 с до 25,9±1,8 с, 3 фаза – с 33,1±2,6 с до 35,9±2,6 секунд (табл. 3). Показатели вышеперечисленных проб на входном и итоговом тестировании находятся на уровне нормы для детей 11-12 лет.

После проведения формирующего этапа эксперимента произошли достоверно значимые изменения ( $p > 0,05$ ) в показателях проб Штанге и во всех фазах проб Серкина. Достоверно значимых изменений ( $p > 0,05$ ) в показателях частоты дыхания, экскурсии грудной клетки и пробе Генчи не было выявлено.

Для дальнейшей оценки было проведено исследование в группе детей 11-12 лет с нарушенным паттерном дыхания. У детей с паталогическим типом дыхания во время входного тестирования частота дыхания составила 17,4±1,4 дыхательных актов в минуту, экскурсия грудной клетки – 5,7±1,4 см – соответствует нормативным значениям. В пробах Штанге и Генчи на входном тестировании – 34,5±4,5 с и 25,0±3,4 с соответственно, что является нормой в исследуемой возрастной группе. Показатели пробы Серкина во всех фазах соответствуют норме данного возраста. Результат входного тестирования детей 11-12 лет в пробе Серкина составил: 1 фаза (МЗД в покое) – 34,5±4,5 с,

2 фаза (МЗД после нагрузки) –  $18,9 \pm 4,2$  с, 3 фаза (МЗД через 1 мин) –  $31,0 \pm 6,4$  с (табл. 4).

Таблица 4 – Результаты оценки показателей дыхательной системы на входном и контрольном этапах у детей с нарушенным паттерном дыхания

Группа	Частота дыхания, дых. акт/мин	Экursionsия грудной клетки, см	Проба Штанге, с	Проба Генчи, с	Максимальная задержка дыхания (МЗД) в пробе Серкина, с		
					МЗД в покое	МЗД после нагрузки	МЗД через 1 мин
Входное тестирование	$17,4 \pm 1,4$	$5,7 \pm 1,4$	$34,5 \pm 4,5$	$25,0 \pm 3,4$	$34,5 \pm 4,5$	$18,9 \pm 4,2$	$31,0 \pm 6,4$
Итоговое тестирование	$16,7 \pm 1,4$	$6,7 \pm 1,4$	$37,0 \pm 3,8$	$24,0 \pm 9,0$	$37,0 \pm 3,8$	$24,0 \pm 4,0$	$34,0 \pm 6,1$

После проведения контрольных тестирований были получены следующие результаты: частота дыхания –  $16,7 \pm 1,4$  с, экскурсия грудной клетки –  $6,7 \pm 1,4$  см. Показатели в пробе Штанге увеличились с  $34,5 \pm 4,5$  с до  $37,0 \pm 3,8$  с, в пробе Генчи с  $25,0 \pm 3,4$  с до  $24,0 \pm 9,0$  с. После проведения итогового тестирования отмечается улучшение показателей во всех фазах пробы Серкина: 1 фаза –  $37,0 \pm 3,8$  с, 2 фаза –  $24,0 \pm 4,0$  с, 3 фаза –  $34,0 \pm 6,1$  с. Показатели вышеперечисленных проб на входном и итоговом тестировании находятся на уровне нормы для детей 11-12 лет. После проведения формирующего этапа эксперимента достоверно значимых изменений ( $p > 0,05$ ) в исследуемых показателях не было выявлено.

### 3.4.2 Изменение физической подготовленности у детей, занимающихся легкой атлетикой

Также оценивали изменение физической подготовленности детей 11-12 лет после применения в тренировочном процессе комплекса упражнений, направленного на повышение функциональной подготовленности занимающихся через восстановление биомеханики дыхания. Оценка

проводилась с помощью двигательных тестов: шестиминутный бег, бег на 1000 метров, челночный бег (3\*10м), сгибание разгибание рук в упоре лёжа.

Исследование результатов шестиминутного бега позволяют оценить уровень общей выносливости и функциональное состояние кардиореспираторной системы. В норме у девушек 11-12 лет бег на 6 минут равен 650-850 метров, у мальчиков – 950-1150 метров (приложение 1). Во время входного тестирования результат шестиминутного бега у детей 11-12 лет в среднем составил  $1080 \pm 49,4$  м, что соответствует норме исследуемого возраста (табл. 5). Исследование теста: бег на 1000 метров направлено на оценку аэробной выносливости и способности организма поддерживать интенсивную нагрузку. Во входном тесте результат составил  $304,4 \pm 12,8$  секунд – соответствует нормам показателей детей 11-12 лет.

Таблица 5 – Результаты оценки физической подготовленности на входном этапе тестирования

№ Респондента	Бег на 6 мин, м	Бег на 1000 м, с	Челночный бег, с	Сгибание разгибание рук в упоре, кол-во повторений
1	1060	305	9,6	12
2	1020	288	9,8	9
3	980	325	10,1	9
4	1150	292	9,2	15
5	1080	328	9,9	11
6	1180	287	9,1	16
7	1030	294	9,6	12
8	1120	294	9,3	14
9	1020	334	9,8	12
10	1160	293	9,4	15
Среднее значение	$1080 \pm 49,4$	$304,4 \pm 12,8$	$9,6 \pm 0,2$	$12,5 \pm 1,8$

Исследование результатов челночного бега и сгибания разгибания рук в упоре лежа позволяют оценить скоростно-силовые качества и силовую выносливость мышц верхнего плечевого пояса соответственно. В норме у девочек 11-12 лет челночный бег равен 9,1-10,4 секунд, у мальчиков – 8,6-9,9 секунд. Сгибание разгибание рук в упоре лежа у девочек данного возраста – 5-11 повторений, у мальчиков – 8-16 повторений (приложение 1). На входном этапе тестирования были выявлены следующие результаты: челночный бег –  $9,6 \pm 0,2$  секунд, сгибание разгибание рук в упоре лежа –  $12,5 \pm 1,8$  повторений (табл. 5). Все показатели соответствуют возрастной норме.

После применения комплекса теоретико-методических подходов, направленных на восстановление паттерна дыхания, фиксировали увеличение уровня физической подготовленности (табл. 6).

Таблица 6 – Результаты оценки физической подготовленности на этапе итогового тестирования

№ Респондента	Бег на 6 мин, м	Бег на 1000 м, с	Челночный бег, с	Сгибание разгибание рук в упоре, кол-во повторений
1	1150	285	9,5	15
2	1100	275	9,6	12
3	1080	308	9,8	13
4	1250	282	9,0	16
5	1200	311	9,5	14
6	1280	277	8,9	18
7	1120	291	9,4	15
8	1200	286	9,1	16
9	1150	316	9,6	15
10	1250	287	9,2	18
Среднее значение	$1178 \pm 49,0$	$291,8 \pm 10,4$	$9,36 \pm 0,2$	$15,2 \pm 1,4$

Средние показатели шестиминутного бега увеличились с  $1080 \pm 49,4$  до  $1178 \pm 49,0$  метров (табл. 6). Прирост составил 8,32% (рис. 17). Результаты бега на 1000 метров увеличился на 13 секунд. Прирост данного показателя равен 4,31%. Показатели челночного бега уменьшились с  $9,6 \pm 0,2$  секунд до  $9,36 \pm 0,2$ . Прирост составил 2,35%. Количество повторений в тесте сгибание разгибание рук в упоре лежа увеличилось с  $12,5 \pm 1,8$  до  $15,2 \pm 1,4$ . Прирост показателей составил 17,76%.

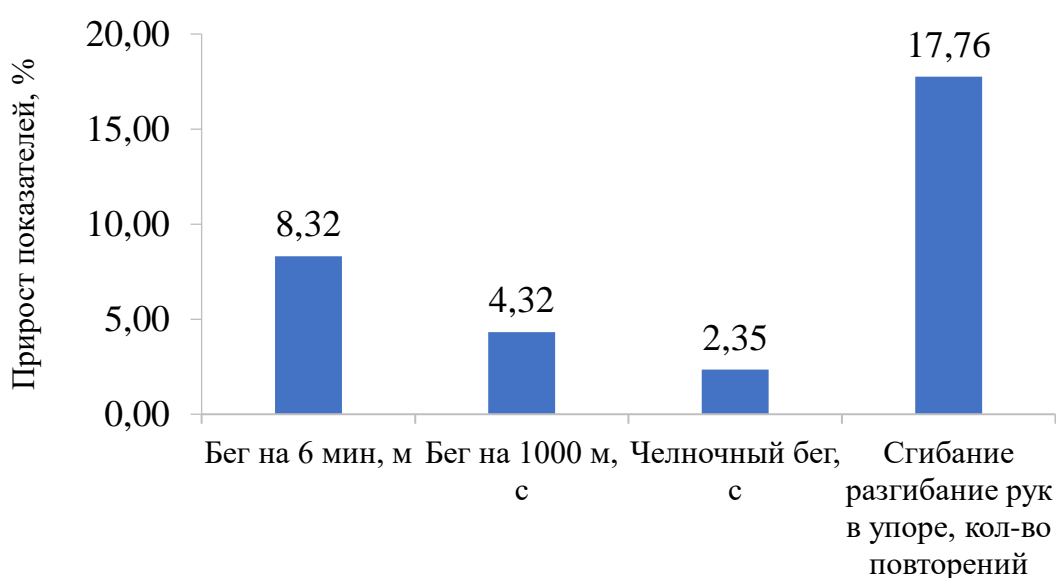


Рис. 17. Прирост показателей физической подготовленности детей 11-12 лет после выполнения комплексов дыхательных упражнений

После проведения формирующего этапа эксперимента произошли достоверно значимые изменения ( $p < 0,05$ ) во всех показателях физической подготовленности детей 11-12 лет.

Также был проведён анализ различий средних показателей физической подготовленности в группах с нарушенным и физиологически правильным паттерном дыхания на входном и итоговом этапах тестирования. После применения комплексов дыхательных упражнений в подготовительной части занятия по легкой атлетике были получены положительные изменения

показателей. Так, разница результатов шестиминутного бега уменьшилась на 26,7 метра (табл. 7). В беге на 1000 метров различия входного тестирования составили 35, 1 с, итогового – 28,4 с. Показатель разницы челночного бега улучшился с 0,5 с до 0,4 с. Разница в количестве повторений в тесте сгибаний разгибаний рук в упоре лёжа на входном этапе равна 2,6, на итоговом – 1,7 повторений.

Полученные данные свидетельствуют о положительной тенденции к сокращению различий между исследуемыми группами. Показатели физической подготовленности у детей с нарушенным паттерном дыхания приблизились к показателям группы детей с физиологически правильным паттерном дыхания.

Таблица 7 – Разница между показателями физической подготовленности в группах с нарушенным и правильным паттерном дыхания на входном и итоговом тестированиях

Этап работы	Бег на 6 мин, м	Бег на 1000 м, с	Челночный бег, с	Сгибание и разгибание рук в упоре, кол-во повторений
Входное тестирование	76,2	35,1	0,5	2,6
Итоговое тестирование	49,5	28,4	0,4	1,7

На основании проведенного анализа полученных данных предполагается следующее: предложенный комплекс упражнений является эффективным средством повышения физической подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся легкой атлетикой, посредством восстановления биомеханики и паттерна дыхания. После реализации комплекса упражнений у всех респондентов сформировался физиологически правильный паттерн дыхания, что способствовало улучшению функциональных возможностей дыхательной системы, повышению резервных возможностей организма, выносливости и силы дыхательной мускулатуры. Кроме того, способствовало

улучшению показателей физической подготовленности, что прослеживалось в повышении уровня выносливости, скоростно-силовых способностей и общей работоспособности организма. Полученные результаты подтверждают целесообразность включения дыхательных упражнений в учебно-тренировочный процесс детей, занимающихся лёгкой атлетикой, с целью повышения функциональной подготовленности.

## Заключение и выводы

Таким образом, для оценки состояния и резервов дыхательной системы наряду с традиционными подходами важно учитывать биомеханику и паттерн дыхания. Биомеханика дыхательной системы определяет не только уровень функциональных возможностей организма, но и физическую подготовленность.

Дыхание является важной функцией организма, которая обеспечивает протекание обменных процессов, поддержание работоспособности и адаптацию к выполнению двигательной деятельности. Нарушение биомеханики дыхания может приводить к снижению эффективности функционирования кардиореспираторной системы, ухудшению кислородного обеспечения организма, повышению уровня утомляемости и снижению работоспособности. Данная проблема актуальна в детском возрасте, когда организм находится на стадии формирования и функциональные системы чувствительны к воздействию физических нагрузок.

Применение комплекса упражнений, направленного на восстановление биомеханики дыхания способствовало повышению функциональной подготовленности детей 11-12 лет, занимающихся легкой атлетикой. Использование дыхательных упражнений позволило улучшить функциональные показатели респираторной системы, повысить устойчивость организма к физическим нагрузкам и повысить эффективность тренировочного процесса. Восстановление дыхательного паттерна положительно влияет на общий уровень физической подготовленности юных занимающихся. Физиологически правильная биомеханика дыхания способствует более эффективному обеспечению организма кислородом, повышению выносливости, снижению уровня утомления при выполнении физических нагрузок, уменьшению расходов резервов организма.

Включение комплексов упражнений, направленных на восстановление биомеханики дыхания, в тренировочный процесс детей 11-12 лет,

занимающихся легкой атлетикой, является эффективным средством повышения функциональной и физической подготовленности.

На основе анализа результатов, полученных в педагогическом эксперименте, были сделаны следующие выводы:

1. Анализ информационных источников показал, что физиологически правильный паттерн и биомеханика дыхания способствуют более эффективному газообмену, повышению аэробных возможностей, улучшению работоспособности, что делает формирование правильного дыхательного стереотипа важным условием повышения функциональной подготовленности.

2. По результатам корреляционного анализа выявлено, что ухудшение паттерна дыхания приводит к снижению максимальной задержки дыхания в функциональных пробах Штанге ( $r=0,57$ ) и Серкина ( $r=0,60$ ), и увеличению частоты дыхания ( $r=-0,53$ ). В группе детей с нарушенным паттерном отмечается снижение всех параметров, характеризующих функциональную ( $p>0,05$ ) и физическую подготовленность ( $p<0,05$ ), по отношению к нормотипичной группе.

3. Разработаны и апробированы теоретико-методические подходы к восстановлению биомеханики дыхания для повышения функциональной и физической подготовленности детей 11-12 лет на занятиях по легкой атлетике. Подходы основаны на включении в учебно-тренировочный процесс комплексов специальных средств, контроле за дыханием во время выполнения физической нагрузки для формирования новых динамических стереотипов.

4. Выявили, что предложенные теоретико-методические подходы могут эффективно применяться в учебно-тренировочном процессе по легкой атлетике. По результатам педагогического эксперимента отмечалось восстановление паттерна дыхания у всех респондентов, фиксировали: снижение частоты дыхания (на 0,6 дыхательных актов в минуту), увеличение экскурсии грудной клетки (на 0,5 см), а также выявлен тренд к увеличению максимальной задержки дыхания.

5. В показателях физической подготовленности фиксировали прирост в тестах: шестиминутный бега на 8,32%, бег на 1000 м – 4,32%, челночный бег (3\*10 м) – 2,25%, сгибание разгибание рук в упоре лежа – 17,76%. Отмечалось сокращение разницы между показателями физической подготовленности в группах с нарушенным и правильным паттерном дыхания на этапе входного и итогового тестирования.

Таким образом, гипотеза исследования подтвердилась, целенаправленная работа по восстановлению паттерна дыхания позволяет улучшить функциональную и физическую подготовленность детей 11-12 лет, занимающихся легкой атлетикой.

Результаты исследований апробированы на научных мероприятиях:

- экспертизе научно-исследовательского проекта КГПУ им. В. П. Астафьева с присвоением статуса «стажёр-исследователь» (Красноярск, 2023);
- X Международной научно-практической конференции студентов и молодых учёных «Физкультурно-оздоровительная деятельность и социализация молодёжи в современном обществе», где работа была отмечена дипломом III степени (Красноярск, 2026).

По результатам исследования сделаны следующие публикации:

- Иванова В. Р. Психофизиологические показатели детей 13-16 лет, занимающихся легкой атлетикой / Иванова В. Р. // Физическая культура и спорт в Российской Федерации – стратегия развития: здравоохранение, образование, воспитание, молодежная политика: материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Томск, 2023 / ред. М. А. Токмашева. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2023. – С. 26-29.
- Иванова В. Р. Нарушение паттерна дыхания и его влияние на функциональные показатели дыхательной системы при занятиях легкой атлетикой // материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции для студентов, преподавателей, молодых ученых «Физическая культура и спорт в сфере профессионального образования: проблемы и перспективы развития», Ростов-на-Дону, 2026 (в печати).

### Список использованных источников

1. Безруких М. М. Возрастная физиология: учебник для вузов – Москва: Академия, 2020.
2. Безруких М. М., Сонькин В. Д., Фарбер Д. А. Возрастная физиология (физиология развития ребёнка): учебное пособие для студентов высших педагогических учебных заведений – Москва: Академия, 2003. – 416 с.
3. Бобкова Е. Н., Зюрин Э. А., Якушев Д. С. и др. Методические рекомендации по организации и выполнению нормативов испытаний Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» – Москва, 2023.
4. Бордуков М. И. Возрастные особенности регламентации физических нагрузок при воспитании физических качеств учащихся: учебно-методическое пособие – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2018. – 328 с.
5. Бордуков М. И. Лабораторный практикум по физиологии физического воспитания и спорта: учебно-методическое пособие – Красноярск, 2019. – 200 с.
6. Бордуков М. И., Сидоров Л. К., Трусей И. В. Управление физической работоспособностью при занятиях физической культурой и спортом: учебное пособие – Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В. П. Астафьева, 2021. – 208 с.
7. Булатова М. М., Платонов В. Н. Физиология спорта – Киев: Олимпийская литература, 2008.
8. Бутов М. А. Пропедевтика внутренних болезней: учебник. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 832 с.
9. Выготский Л. С. Психология развития человека – Москва: Эксмо, 2019.
10. Волков Н. И., Несен Э. Н., Осипенко А. А. Биохимия мышечной деятельности – Киев: Олимпийская литература, 2000. – 504 с.

11. Витковский Ю. А., Аветисян М. А., Большакова О. В. и др. Физиология дыхательной системы: учебное пособие – Чита: РИЦ ЧГМА, 2022. – 38 с.
12. Деушев Р. Х. Конструктор здоровья и физического развития школьников в условиях очного и дистанционного обучения: методическое пособие для обучающихся – Москва: ГБОУ, 2022. – 12 с.
13. Епифанов В. А. Лечебная физическая культура и массаж: учебник – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016 – 528 с.
14. Зарифьян А. Г., Наумова Т. Н., Нартаева А. К., Кононец И. Е. Физиология дыхания: учебное пособие – Бишкек: Изд-во КРСУ, 2018. – 146 с.
15. Лизунова Е. Н. Измерение АД. Определение ЧДД, пульса, регистрация: учебное пособие для самостоятельной работы студентов – Макушино, 2021. – 63 с.
16. Каюмова А. Ф., Габдулхакова И. Р., Шамратова А. Р., Инсарова Г. Е. Физиология системы дыхания: учебное пособие – Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2016. – 60 с.
17. Кондратенкова Е. А. Анатомия: измерения тела человека: лаб. практикум – Могилев: УО «МГУ им. А. А. Кулешова», 2011 – 28 с.
18. Коц Я. М. Учебник для институтов физической культуры – Москва: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
19. Кужугет А. А., Трусей И. В., Адольф В. А. Количественная и качественная обработка данных в педагогических исследованиях сферы физической культуры, спорта и здоровья: учебное пособие – Красноярск, 2022. – 174 с.
20. Курамшин Ю. Ф. Теория и методика физической культуры – Москва: Советский спорт, 2021.
21. Легкая Е. Ф., Яковлев Е. Ю. и др. Развитие скоростно-силовых способностей в условиях курорта у девочек 11-12 лет, занимающихся легкой атлетикой // Современные вопросы биомедицины – 2020. – Т. 4, № 3. – С. 54-61.

22. Лермонтова Л. Ю. Основы врачебного контроля при занятиях физической культурой: учебно-методическое пособие – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГАС», 2023. – 88 с.
23. Лемехова В. Д., Шейко Г. А. Влияние физических упражнений на дыхательную систему // Теория и практика современной науки – 2023. – № 1(91). – С. 213-216.
24. Лекции по дисциплине «Оценка функционального состояния» [Электронный ресурс]. URL: [Sechenov.ru](http://Sechenov.ru) (дата обращения: 21.04.2026).
25. Лях В. И. Теория и методика физического воспитания школьников. – Москва: Спорт, 2020.
26. Магомедов Р. Р. и др. Физическая культура в педагогическом вузе: учебно-методический комплекс. – Ставрополь: Изд-во СГПИ, 2008. – 316 с.
27. Майерс Т. Анатомические поезда: миофасциальные меридианы для мануальных терапевтов и специалистов по восстановлению движения / пер. с англ. – 3-е изд. – Москва: Эксмо, 2021. – 302 с.
28. Маколкин В. И. Пропедевтика внутренних болезней: учебник – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 768 с.
29. Маляровский М. А. Функциональные пробы в педиатрии – Пенза, 2020. – 16 с.
30. Марченко О. К. Основы физической реабилитации: учебник для студентов вузов – Киев: Олимпийская литература, 2012. – 528 с.
31. Марков В. И., Ляхова Д. А., Старлычанова М. Н. Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры // Обучение и воспитание: методики и практика – 2016. – № 30-2. – С. 121–125.
32. Матвеев Л. П. Теория и методика физической культуры – Москва: Спорт, 2010.

33. Мельников А. А., Викулов А. Д. Функциональная подготовленность спортсменов: учебное пособие – Ярославль: Изд-во ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, 2011. – 83 с.
34. Мухин Н. А. Пропедевтика внутренних болезней: учебник — 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 848 с.
35. Нормативы по физической культуре 1–11 класс по ФГОС [Электронный ресурс]. URL: [Gosuslugi.ru](http://Gosuslugi.ru) (дата обращения: 06.05.2026).
36. Озолин Н. Г. Лёгкая атлетика: учебник – Москва: Академия, 2019. – 656 с.
37. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – Киев: Олимпийская литература, 2004.
38. Покровский В. М., Коротько Г. Ф. Физиология человека: учебник / под ред. В. М. Покровского, Г. Ф. Коротько. – 4-е изд. – Москва: Медицина, 2017. – 656 с.
39. Попова Н. Н., Федоров В. П. Физиология дыхания: учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов – Воронеж: ВГАС, 2024. – 55 с.
40. Сапин М. Р. Анатомия человека: учебник: в 2 т. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – Т. 1. – 528 с.
41. Сапин М. Р. Анатомия и физиология детей и подростков. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021.
42. Сырова И. Н., Серазетдинова Л. И., Волкова Р. Ф., Усманова С. Ф. Самоконтроль и оценка физического здоровья студенческой молодежи: учебно-методическое пособие – Казань: Казанский университет, 2023. – 89 с.
43. Физиологические константы (норма) в детском возрасте [Электронный ресурс] // Консультант врача – URL: [Rosmedlib.ru](http://Rosmedlib.ru) (дата обращения: 07.05.2026).
44. Фалова О. Е. Физиология дыхательной системы: методические указания к лабораторной работе по курсу «Физиология человека» – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 24 с.

45. Фомин Н. А., Вавилов Ю. Н. Физиологические основы двигательной активности – Москва: Физкультура и спорт, 2014. – 224 с.
46. Фомин Н. А., Филин В. П. Возрастные основы физического воспитания – Москва: Физкультура и спорт, 2020. – 174 с.
47. Фудин Н. А., Хадарцев А. А., Бадтиева В. А. Физиологическая целесообразность гиповентиляционных тренировок и спортивная работоспособность: монография / под ред. А. Н. Разумова – Москва: Спорт, 2023. – 296 с.
48. Хомяков Г. К., Балагуров С. В., Утяшева И. М. Роль дыхания при выполнении толчка в гиревом спорте // Вестник ИрГТУ. – 2017. – № 10(69). – С. 379-386.
49. Хрипкова А. Г. Возрастная физиология. – Москва: Просвещение, 2019. – 286 с.
50. Хрипкова А. Г. Возрастная физиология и школьная гигиена: пособие для студентов педагогических институтов. – Москва: Просвещение, 2012. – 319 с.
51. Хрипкова А. Г., Антропова М. В. Возрастная физиология и школьная гигиена. – Москва: Просвещение, 2019.
52. Холодов Ж. К., Кузнецов В. С. Теория и методика физического воспитания и спорта: учебник для студентов вузов – Москва: Академия, 2000. – 480 с.
53. Щербакова М. А. Физическое развитие детей и подростков: методические рекомендации – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2017. – 56 с.
54. Malátová R. et al. Breathing pattern and its evaluation by muscle dynamometer MD03 // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part H: Journal of Engineering in Medicine. – 2022. – Vol. 236, № 12. – P. 1777-1782.
55. Peirce S. et al. Ultrasound imaging measurements to determine reduced diaphragm thickness and relevance to breathing pattern disorders diagnosis in females // WFUMB Ultrasound Open. – 2023. – Vol. 1, № 2. – P. 100010.

56. Scott J. B., Kaur R. Monitoring breathing frequency, pattern, and effort // *Respiratory Care*. – 2020. – Vol. 65, № 6. – P. 793-806.

57. Van Den Bosch O. F. C. et al. Breathing variability – implications for anaesthesiology and intensive care // *Critical Care*. – 2021. – Vol. 25. – P. 1-13.

## Приложение 1

Таблица 1 – Нормативы для детей 11-12 лет (ФГОС) [35].

№	Нормативы	Пол	Оценка		
			5	4	3
1	Шестиминутный бег, м	М	1150	1050	950
		Д	850	750	650
2	Челночный бег 3x10 м, с	М	8,6	9,5	9,9
		Д	9,1	10,0	10,4
3	Бег 1000 м, с	М	310	350	380
		Д	360	390	410
4	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, кол-во повторений	М	16	12	8
		Д	11	6	5