

Е.В. Осипенко

**Кардиореспираторная система:
адаптация, мониторинг, коррекция**



**Смоленск
ООО «Принт-Экспресс»
2018**

УДК 796.015.686:612.176.4:612.2

ББК

О

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» – *Т. М. Брук*

доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры физического воспитания и спорта УО «Минский государственный лингвистический университет» – *Р. И. Купчинов*

доктор педагогических наук, профессор, зав. кафедрой теории и методики физической культуры УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» – *Г. И. Нарскин*

Осипенко, Е. В.

Кардиореспираторная система: адаптация, мониторинг, коррекция / Е. В. Осипенко. – Смоленск : ООО «Принт-Экспресс», 2018. – 323 с.

ISBN 978-5-91812-129-0

В монографии раскрывается структура и содержание авторской концепции оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных возможностей занимающихся. Детально представлены вопросы адаптации организма школьников и студентов к физическим и умственным нагрузкам, технологии мониторинга и программы коррекции функциональных показателей кардиореспираторной системы учащихся и студенческой молодёжи.

Использованный в работе комплекс современных физиологических методов оценки регуляторно-адаптивных возможностей организма занимающихся позволяет расширить методологическую базу оценки физического состояния с позиции функционального подхода, дать физиологическое обоснование эффективности тренировочной деятельности, определить подходы нормирования физических нагрузок с учётом возраста, пола, спортивной специализации.

Для студентов, магистрантов и аспирантов, педагогов и руководителей учреждений образования, слушателей курсов повышения квалификации, научных сотрудников, работников детских оздоровительных лагерей.

Табл. 34; Ил. 15; Библиогр. 477.

ISBN 978-5-91812-129-0

© Осипенко Е. В., 2018

© ООО «Принт-Экспресс», 2018

Содержание

Введение	5
Список условных обозначений	7
1 Возрастные особенности функционирования и адаптационные реакции кардиореспираторной системы организма человека	8
1.1 Адаптация как критерий оценки функционального состояния организма	8
1.1.1 Значение показателей кардиореспираторной системы в оценке адаптационного процесса	16
1.1.2 Особенности функциональных изменений кардиореспираторной системы организма у лиц, занимающихся спортом	26
1.2 Возрастные и индивидуальные особенности функционирования кардиореспираторной системы	29
1.2.1 Онтогенетические особенности функционирования сердечно-сосудистой системы	45
1.2.2 Возрастные особенности функционирования дыхательной системы	55
1.3 Оценка адаптационных изменений организма школьников и студентов в условиях учебной деятельности ...	59
1.4 Здоровьеформирующая образовательная среда учреждений образования и ее составляющие	72
1.5 Вариабельность сердечного ритма как показатель регуляторно-адаптивных возможностей организма	79
1.6 Особенности адаптации кардиореспираторной системы к спортивным тренировочным нагрузкам в зависимости от вида спорта	86
1.7 Анализ показателей физического состояния и состояния здоровья современных школьников и студентов	101
2 Современные подходы к оценке функционирования показателей кардиореспираторной системы	116
2.1 Методы измерения аэробных возможностей	116
2.2 Способы оценки адаптации к физической нагрузке	119
2.3 Оценка интегральных показателей, физической работоспособности, уровня физического состояния	142

2.4 Оценка типов реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку	168
2.5 Кардиореспираторный нагрузочный тест	172
2.6 Оценка регуляторно-адаптивного статуса организма посредством активной ортостатической пробы	186
2.6.1 Кардиоинтервалографическая методика с применением клино-ортостатической пробы	195
2.7 Авторская компьютерная программа «Пульсометрия» как индикатор напряжения функциональных систем организма школьников	198
3 Экспериментальное изучение воздействия упражнений аэробной направленности на показатели кардиореспираторной системы занимающихся	206
3.1 Цель и задачи исследования	206
3.2 Методы исследования	206
3.3 Организация исследований	209
3.4 Теоретическое и экспериментальное обоснование воздействия упражнений аэробной направленности на показатели физического состояния занимающихся	211
Заключение	253
Практические рекомендации	255
Список использованной литературы	258
Приложение А Комплекс упражнений дыхательной гимнастики А.Н. Стрельниковой	307
Приложение Б Упражнения звуковой гимнастики по методу трехфазового дыхания Е.А. Лукьяновой	311
Приложение В Комплексы танцевальной аэробики для учащихся и студенческой молодежи	320

Введение

Современные преобразования в разных сферах жизнедеятельности, в том числе и социально-экономической, модернизация образовательной системы на всех её уровнях предъявляют особые требования к качеству интеллектуальной подготовки, биологическим и социо-культурным возможностям, состоянию физического и психического здоровья учащихся и студентов.

Вопросы влияния физических нагрузок на функциональное состояние и адаптивные возможности организма, как правило, рассматриваются без учета состояния регуляторных механизмов. Анализ выявляемых сдвигов физиологических параметров, даже в сопоставлении с мощностью выполненной работы, не позволяет получить исчерпывающую характеристику адапционных возможностей организма, если не определяется другой важнейший показатель его функционального состояния – качество управления резервами. При этом ритм сердца, обусловленный двумя основными механизмами системы управления – центральным и автономным, рассматривается как достаточно объективный индикатор качества управления резервными возможностями целостного организма (Н.А. Агаджанян, 2006; Р.М. Баевский, 1984–1999; В.М. Покровский, 1987–2010; Н.И. Шлык, 2009; Т.Е. Батоцыренова, 2011; А.А. Кузьмин, 2011). Переход от срочного этапа к устойчивой долговременной адаптации под влиянием физических нагрузок основан на формировании функциональных изменений в сердечно-сосудистой системе и в ее регуляторных механизмах (Н.И. Шлык, 2000–2011; И.И. Шумихина, 2005, В.М. Михайлов, 2005; О.А. Бутова, 2005; А.А. Кузьмин, 2011; С.С. Гречишкина, 2012).

Рассматриваемая в монографии фундаментальная проблема адапционной физиологии требует системного подхода. В функциональную адаптивную систему, обеспечивающую конечный результат, входит наряду с сердечно-сосудистой и дыхательная система, как адапционно-ресурсная составляющая организма, играющая важную роль в обеспечении гомеостаза (Е.А. Трутнева, 1999; О.А. Бутова, 2008–2010; И.С. Беленко, 2010). В данном контексте показатели функциональных и резервных

возможностей дыхательной системы могут служить дополнительным инструментом для более тщательного анализа развития долговременных механизмов адаптации организма под влиянием регулярных физических нагрузок (И.С. Бреслав, 1991; Э.М. Османов, 2007; В.М. Покровский, 2010).

Учитывая то, что окружающая среда характеризуется мультифакториальностью, а организм человека – мультипараметричностью (Ю.Д. Карпенко, 2005), таким образом общее число компонентов системы «окружающая среда-организм человека» обуславливает методические трудности в исследовании адаптации организма к условиям окружающей среды, преодоление которых является одной из сложных задач.

В тоже время несмотря на большое количество исследований, посвященных проблемам адаптации кардиореспираторной системы к физическим и умственным нагрузкам, нервной и эндокринной регуляции функций организма школьников и студентов, представленные результаты весьма противоречивы, не отражают характера их взаимосвязей в процессе онтогенеза и адаптации школьников и студентов. При этом отсутствуют достаточные сведения о характере вегетативной регуляции сердечного ритма, формировании функциональных резервов кардиореспираторной системы, закономерностях перестроек в регуляторно-адаптивном статусе организма школьников и студентов в условиях различных форм организации физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности в учреждениях образования.

Вышеизложенное не позволяет эффективно решать вопросы моделирования двигательной деятельности для сохранения здоровья и восстановления работоспособности школьников и студентов, проводить соответствующие профилактические и коррекционные мероприятия по предупреждению психоэмоциональных перегрузок в процессе их обучения.

Автор выражает глубокую благодарность и признательность за систематическую поддержку с мировым научным сообществом и помощь в организационных вопросах научно-исследовательской деятельности – кандидату педагогических наук, доценту Кузьмину Владимиру Андреевичу (г.Красноярск, Российская Федерация), а также начальнику ГУО «Оздоровительный лагерь «Ченковский бор» Гомельского района (Беларусь) – Пугачевой Ольге Анатольевне.

Список условных обозначений

АП – анаэробный порог
АОП – активная ортостатическая проба
АД – артериальное давление
ВНС – вегетативная нервная система
ВСР – вариабельность сердечного ритма
ДА – двигательная активность
ДАД – диастолическое артериальное давление
ДО – дыхательный объем
ЖЕЛ – жизненная емкость легких
ИН – индекс напряжения
КРНТ – кардиореспираторный нагрузочный тест
МОД – минутный объем дыхания
МОК – минутный объем крови
МПК – максимальное потребление кислорода
МТ – масса тела
НТ – нагрузочный тест
ОГК – окружность грудной клетки
ПД – пульсовое давление
САД – систолическое артериальное давление
СИ – силовой индекс
ССС – сердечно-сосудистая система
ЧД – частота дыхания
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭКГ – электро-кардиограмма
УФЗ – уровень физического здоровья
УОК – ударный объем кровотока
ФН – физическая нагрузка
n – количество человек
M – среднее арифметическое
 σ – стандартное отклонение
m – ошибка среднего арифметического
t – критерий Стьюдента
p – достоверность различий

1 Возрастные особенности функционирования и адаптационные реакции кардиореспираторной системы организма человека

1.1 Адаптация как критерий оценки функционального состояния организма

В процессе жизни человеку приходится приспосабливаться к постоянно меняющимся экстремальным природно-климатическим факторам окружающего мира, а также адаптироваться к жестким социальным условиям. Диспропорции между различными адаптационными механизмами формируют и предъявляют организму значительную «цену адаптации» [9, 183, 270].

Рассматривая кардиореспираторную систему в качестве главного индикатора адаптивных реакций всего организма, необходимо подчеркнуть ряд важных положений, имеющих существенное значение. Это, прежде всего установление количественных показателей функций кардиореспираторной системы организма для различных стадий адаптации. Причем во внимание принимаются особенности адаптивных влияний вегетативных отделов нервной системы на функционирование кардиореспираторной системы в процессе адаптации к различным физическим нагрузкам [39, 290].

Приспособление человека к физическим нагрузкам выработывалось в ходе длительной эволюции. Физическая активность на протяжении существенного периода развития являлась наиболее характерной чертой образа жизни человечества. Это способствовало гармоничному развитию основных физиологических систем, которые обеспечивали поддержание гомеостаза и достижение полезного приспособительного результата [22, 360]. Современному человеку свойственна гиподинамия, которая привела к серьезным рассогласованиям в работе таких жизнеопределяющих систем как сердечно-сосудистая, дыхательная, опорно-двигательная. Развитие морфо-функциональных диспропорций между этими системами делает актуальным дальнейший поиск комплексных

критериев оценки их состояния, а также путей преодоления функциональных нарушений.

Адаптация к социальным и природным факторам окружающей среды является важнейшей закономерностью жизни. Все периоды онтогенеза человека состоят из непрерывной череды процессов зарождения, развития и совершенствования структур и механизмов деятельности функциональных систем, которые обеспечивают приспособление и устойчивость функционирования организма [116].

В настоящее время существует несколько подходов к определению адаптации. Так, ряд учёных рассматривает адаптацию как процесс приспособления к условиям среды. По мнению других, адаптация – это свойство саморегулирующейся системы приспособляться к изменяющимся условиям среды [412].

Адаптация направлена на установление относительного равновесия в системе «организм-среда» в результате чего достигается максимальная эффективность физиологических функций и поведенческих реакций.

Содержание понятия «адаптация» зависит также от того, биологический или социальный ее аспекты изучаются в конкретном исследовании.

Г. Селье [331] сравнивает постоянно протекающий процесс адаптации с понятием жизни. А.Д. Слоним [343] рассматривает адаптацию как совокупность физиологических особенностей, обуславливающих уравнивание организма с постоянными или изменяющимися условиями среды.

Согласно П.К. Анохину [22], К.В. Судакову [357, 358, 362] процесс адаптации обеспечивается функциональными системами, состоящими из избирательно вовлеченных и взаимодействующих компонентов, принадлежащих к разным анатомо-физиологическим структурам. При этом адаптивные изменения затрагивают все уровни функциональных систем: социальный, психический, поведенческий, гомеостатический, клеточный и молекулярный.

В адаптации человека принято выделять ряд функциональных уровней: *физиологический* (психофизиологический, биологический), *оцениваемый* по комплексу психофизиологических показателей, *психологический*,

отражающий степень удовлетворения потребностей и эффективности поведения, *производственный* – уровень социализации индивида (межличностный уровень).

Весьма актуальным и практически значимым является исследование адаптационного потенциала системы кровообращения и адаптационных резервов на организменном уровне. При этом необходимо учитывать, что дисрегуляторные расстройства связаны с нарушениями вегетативного гомеостаза [163, 210, 214, 260]. Снижение уровня приспособительных реакций к физическим нагрузкам в первую очередь связано с ограниченными возможностями сердечно-сосудистой системы.

Это обусловлено детренированностью миокарда, расстройствами ритмообразовательной функции сердца, нарушениями проводящей системы, аномалиями развития, миокардитами, ишемической болезнью сердца, гипертонией [157]. Практически при всех перечисленных состояниях происходит нарушение ритма сердечной деятельности, которое приводит к недостаточности всей сердечно-сосудистой системы.

Конечной целью функциональной системы дыхания является поддержание должного уровня кислорода и углекислого газа в крови и создание определенной рН среды [327]. При физической нагрузке в организме накапливаются недоокисленные продукты обмена (молочная кислота, CO_2 и другие активные физиологические вещества), нарушается не только дыхательный гомеостазис, но и многие другие функции организма, например, иммунитет. Углекислый газ является универсальным многогранным регулятором значительного числа физиологических процессов. В то же время его роль в организме до конца не изучена. Особый интерес в этой связи представляют исследования влияния углекислого газа на формирование ритма сердца [116].

Опорно-двигательный аппарат – основное морфофункциональное образование, которое противостоит постоянно действующей гравитации. Сколиозы, кифозы, врожденная патология и травмы позвоночника оказывают негативное влияние на антигравитационные реакции, а также на гемодинамику, процессы дыхания и механизмы регуляции вегетативных функций [97, 260]. Боковое искривление

позвоночника в зависимости от его выраженности и направления изгиба может оказать различное воздействие на центральные и периферические отделы нервной системы и на работу сердца. Характер и механизм этих воздействий до конца не изучены [116].

Адаптация есть комплексная реакция организма на экстремальные факторы, интенсивность и экстенсивность которых приводят к нарушениям постоянства внутренней среды. Адаптация представляет собой непрерывный процесс и имеет многоуровневый и динамический характер. Важнейшим признаком адаптированности является возможность выполнения всех видов социальной и биологической деятельности.

С позиций современных кибернетических представлений о конструктивных свойствах живых существ организм человека можно представить как слаженную интеграцию множества функциональных систем, одни из которых определяют динамическую устойчивость гомеостаза, другие – адаптацию к внешней среде [191, 359, 362].

В основе адаптации лежит формирование доминирующей функциональной системы, полезным результатом которой является поддержание и восстановление нарушенного гомеостаза. Многоуровневый принцип функциональных систем в целостном организме предусматривает участие как соматической, так и вегетативной нервной системы в процессах адаптации. Следует подчеркнуть, что при этом исключительную роль играет исходная реактивность, которая связана с морфофункциональным состоянием организма и во многом определяет характер предстоящей реакции на действие адаптогенных факторов. Определение исходной реактивности или так называемой «готовности к адаптации» имеет важное значение для прогнозирования характера ответной реакции организма в новых условиях существования [170, 182, 214].

Гармония функциональных взаимоотношений является универсальным основополагающим принципом, обеспечивающим оптимальное функциональное состояние и максимальные адаптационные возможности организма. Эти взаимообусловленные отношения функциональных систем полностью согласуются с положениями учения о фрактальной структуре построения мира. Характеристики параметров

взаимодействующих функциональных систем соответствуют закономерностям золотых пропорций. Закономерности золотых пропорций отражают внутреннюю гармонию человека, а, следовательно, имеет непосредственную связь с адаптационными процессами организма [93, 399].

Таким образом, в диапазоне функциональных состояний от относительного физиологического покоя с характеристиками удовлетворительной адаптации до максимально допустимого физического напряжения на границе срыва адаптации соотношения продолжительности электрической систолы и диастолы, систолического и диастолического артериального давления, резервных объёмов выдоха и вдоха находятся в интервале двух величин «золотой пропорции». Это позволяет использовать данные соотношения в качестве значимого критерия при оценке эффективности компенсаторно-приспособительных реакций на физическую нагрузку.

В.Р. Горст [116] констатирует, что в организме человека обнаружено множество золотых пропорций морфофункциональных показателей. Автор отмечает, что выявленные физиологические закономерности дают основание считать золотые пропорции показателей кардио-респираторной системы универсальным инструментом оценки функционального состояния и адаптационных возможностей организма, как в покое, так и при выполнении максимальных физических нагрузок. Пространственно-временная характеристика динамики показателей основных физиологических функций соответствует универсальным принципам биосинергетики – науки о самоорганизации живой материи. В.Р. Горст сформулировал принципиально новое представление о границах колебаний функциональных показателей, обозначенных как функциональный коридор, который отражает широту и объём адаптационных возможностей организма (рисунок 1).

Золотые пропорции физиологических показателей выступают в роли маркеров переходных состояний в условиях повышенных требований к организму. Выявленный феномен золотых пропорций представляет собой новое направление в оценке приспособительных возможностей организма человека.



Рисунок 1 – Адаптационный коридор (n – любое целое число)

В.Р. Горст [116] констатирует, что максимальная физическая нагрузка приводит к закономерному снижению функциональных резервов организма. При этом на высоте физической нагрузки усиливается взаимосвязь между изучаемыми интегральными показателями и значениями других физиологических показателей организма. Он выявил корреляционную зависимость между основными показателями вариабельности сердечного ритма, с одной стороны, и вегетативным индексом, индексом функциональной активности симпатической нервной системы, адаптационным потенциалом, с другой. Результаты исследований наглядно демонстрируют, что при увеличении напряжения механизмов адаптации и усилении симпатических влияний уменьшается вариабельность кардиоинтервалов, возрастает роль центральных звеньев регуляции, снижается влияние дыхательной периодики. При этом наибольшую значимость в оценке вегетативного статуса имеют частота сердечных сокращений, наиболее часто встречающийся кардиоинтервал (мода), амплитуда моды, напряжение регуляторных механизмов. Меньшее значение имеют вариационный размах продолжительности кардиоинтервалов, среднее квадратичное отклонение, степень централизации регуляторных механизмов, доля высокочастотных волн в спектре колебательного процесса, интегральный показатель активности регуляторных систем, соотношение средних значений

низкочастотного и высокочастотного компонентов волнового спектра.

Автором выявлено, что показатели функциональной активности сердечно-сосудистой, бронхо-легочной и периферической нервной систем, а также позвоночника и крупных суставов конечностей формируют достоверные корреляционные связи между собой и со всеми другими органами и системами ($r > 0,9$; $p < 0,05$). Это позволяет сделать заключение, что именно эти системы отражают морфофункциональное единство целостного организма. Представленные результаты обосновывают целесообразность при исследовании функционального состояния организма акцентировать внимание на изучении деятельности кардио-респираторной системы и опорно-двигательного аппарата [116].

В.Р. Горст [116] установил прямую зависимость между ДО и ЖЕЛ ($r = 0,38$, $p < 0,05$), ДО и длиной тела ($r = 0,44$, $p < 0,05$), ДО и массой тела ($r = 0,39$, $p < 0,05$). Он доказал, что ЖЕЛ в большей степени зависит от длины и массы тела и в меньшей от окружности грудной клетки. Такая закономерность обусловлена тем, что среди обследованных преобладал астенический тип телосложения.

Проведенный анализ выявил прямую корреляционную связь между длиной тела с одной стороны, систолическим ($r = 0,34$, $p < 0,01$) и диастолическим ($r = 0,26$, $p < 0,01$) артериальным давлением, с другой.

Очевидно, большая длина тела создает дополнительную гравитационную нагрузку на гемодинамику, увеличивает общую протяженность кровеносного русла, что приводит к необходимому повышению системного артериального давления для преодоления дополнительного сопротивления кровотоку.

В.Р. Горст [116] описывает три основные морфофункциональные комплекса, которые определяют направленность и эффективность процессов адаптации организма к экстремальным факторам окружающей среды. Гармония механизмов регуляции и соразмерность взаимодействия сердечно-сосудистой, дыхательной и опорно-двигательной систем является основополагающим резервом, определяющим широту компенсаторно-приспособительных возможностей человека (рисунок 2). Безусловно, устойчивость работы

морфофункциональных систем обеспечивается потребностью организма, как основного фактора формирующего функциональную систему, определяющую достижение полезного приспособительного результата. Многоуровневая система регуляции физиологических процессов определяет оптимальную деятельность органов и систем. При этом участие каждого уровня в механизмах управления происходит в соответствии с потребностями, возникающими в конкретный момент времени.



Рисунок 2 – Опорные компоненты адаптационных возможностей человека

Частота и ритм сердечных сокращений формируются в зависимости от функционального состояния опорно-двигательной и кардиореспираторной систем, в соответствии с постоянно меняющимися потребностями организма. Высокая синхронная активность разрядов клеток водителей ритма обусловлена специфическими свойствами клеточных структур и влиянием со стороны симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Таким образом, своевременный анализ адаптационных возможностей кардиореспираторной системы позволит

предупредить развитие патологических изменений, связанных с напряжением адаптационных механизмов у школьников и студентов, и проводить необходимые восстановительные мероприятия для профилактики нарушений функционального состояния организма, сохранения уровня здоровья.

Анализ современных данных научно-методической литературы свидетельствует о том, что систематические занятия физическими упражнениями и спортом сопровождаются закономерной экономизацией функций организма учащихся и студентов, в частности функции кислородтранспортной системы, способствуют ускорению процессов восстановления и снижению физиологической стоимости нагрузки в процессе долговременной адаптации.

1.1.1 Значение показателей кардиореспираторной системы в оценке адаптационного процесса

Изменение функционирования кардиореспираторной системы, закономерно возникающее при действии на организм различных факторов окружающей среды, является неотъемлемым компонентом индивидуальной адаптации организма к среде [20, 36, 331].

В настоящее время оценка адаптационных возможностей организма в большинстве случаев основана на исследовании различных сторон функционирования кардиореспираторной системы [3, 40, 44, 82, 84, 202, 319, 321, 342, 372, 393, 396, 421, 442, 443, 444, 453]. Известно, что функциональное состояние системы кровообращения является своего рода индикатором как срочной, так и долговременной адаптации к различным видам деятельности.

Развитие кардиореспираторной системы на протяжении онтогенеза происходит поэтапно, гетерохронно, включая в свою деятельность различные звенья системы. Основная направленность онтогенетического развития системы – это совершенствование морфофункциональной организации самой системы и способов ее регуляции, обеспечивающих адаптивное и экономичное реагирование на воздействия окружающей среды [20].

Структурные и функциональные особенности возрастного развития кардиореспираторной системы подробно описаны в многочисленных работах отечественных ученых первой и второй половин XX века [31, 187, 374]. Несмотря на длительность изучения онтогенетических особенностей кардиореспираторной системы, в литературе встречаются данные о том, что до настоящего времени нет целостной характеристики этапов развития системы кровообращения, не установлены четкие возрастные периоды ее критического состояния, совершенствования функциональной организации и наиболее экономичного реагирования на воздействие факторов внешней среды [297].

По данным И.О. Тупицына [374], в развитии сердечно-сосудистой системы отмечаются три этапа. Первый этап наблюдается в возрасте от 8–9 до 11–12 лет и характеризуется значительным нарастанием показателей центральной гемодинамики, снижением интенсивности периферического кровообращения, тенденцией к более экономному периферическому кровотоку. На втором этапе (от 11–12 до 14–15 лет) происходит относительная стабилизация роста параметров центральной гемодинамики, а периферический кровоток увеличивается, уменьшается «экономизация» адаптационных реакций и увеличивается реактивность центрального звена кровообращения. Третий этап (от 14–15 до 17 лет) характеризуется выраженной тенденцией к достижению дефинитивного уровня показателей центральной и периферической гемодинамики.

В развитии кардиореспираторной системы выделяют ряд критических периодов, во время которых в работу системы включаются дополнительные приспособительные механизмы. Младший школьный возраст – это тот возраст, когда интенсивные морфофункциональные преобразования сердечно-сосудистой системы во многом определяют уровень ее адаптации. Для детей 7–10 лет характерны интенсивные структурные преобразования сердца [297].

Функциональные особенности органов кровообращения детей характеризуются: высоким уровнем выносливости детского сердца вследствие его достаточно большой массы, хорошего кровоснабжения; физиологической тахикардией, обусловленной малым объемом сердца при высокой потребности детского

организма в кислороде, а также симпатотонией; низким артериальным давлением с малым объемом крови, поступающей с каждым сердечным сокращением, а также низким периферическим сопротивлением сосудов; неравномерностью роста сердца и связанными с этим функциональными расстройствами [147].

Возрастные изменения функций сердца связаны не только с морфологическими, но и с биохимическими трансформациями. Так, в частности, гормональные перестройки, связанные с началом полового созревания, оказывают значительное влияние на показатели кардиореспираторной системы, в том числе и уровень АД, в регуляцию которого вовлекаются гормоны гипофиза и половых желез [160].

В результате обширных физиологических исследований взрослых показано, что параметры, отражающие эффективность работы системы кислородообеспечения, являются индикатором адаптивных реакций целостного организма и одним из наиболее перспективных путей оценки общего здоровья человека [1, 5, 26, 37].

Артериальное давление (АД) – показатель, увеличивающийся в процессе роста и развития организма, как и большая часть функциональных показателей АД имеет высокую межиндивидуальную изменчивость, значительно превосходящую вариабельность морфологических признаков [398].

В настоящее время известно, что индивидуальная норма АД ребенка зависит от особенностей его телосложения, возраста, расы, пола, климатогеографических условий, времени суток, особенностей генотипа и феномена акселерации, степени ожирения, содержания гемоглобина в крови, полового созревания. При оценке состояния здоровья ребенка необходимо учитывать степень отклонения фактически измеренных параметров кардиореспираторной системы от их рассчитанных индивидуальных должных величин [396].

Исследование взаимосвязи морфологических показателей, характеризующих физическое развитие ребенка и функциональных параметров, отражающих состояние его кардиореспираторной системы, показало, что у здоровых детей 4–18-летнего возраста показатели вариабельности сердечного ритма, функции внешнего дыхания, интервальные показатели

электрокардиограммы имеют тесную связь с уровнем морфофункциональной зрелости ребенка [396].

В исследованиях В.Б. Розанова (22-летнее проспективное наблюдение за детьми 12–13 лет) показатели САД и ДАД увеличивались с возрастом как у юношей, так и у девушек, но у юношей после 15–16 лет отмечалось более значительное повышение САД, а после 18 лет – и более значительное повышение ДАД; достигнутые различия в уровнях АД сохранялись вплоть до зрелого взрослого возраста [310].

Исследованиями 70-х годов XX века [434, 440] показано, что уровень АД детей и подростков 7–17 лет и его динамика в этом возрасте в большей степени связаны с изменениями показателей половой или биологической зрелости, чем с хронологическим возрастом [468].

Современные представления о возрастных особенностях развития системы дыхания у детей основаны на многочисленных отечественных и зарубежных исследованиях [57, 89, 145, 154, 242, 321, 326, 328, 369, 447, 461, 472, 473], в том числе исследованиях лаборатории физиологии дыхания института возрастной физиологии РАО (Т.Д. Кузнецова [223, 224], И.П. Самбулова [324], Е.В. Соколов с соавт. [344, 345], О.В. Кузнецова [222], М.С. Лапшин [236] и другие).

В частности, в исследованиях института возрастной физиологии РАО было показано, что в возрасте 6–7 лет, в связи с преобладанием на данном этапе развития процесса расширения воздухоносных путей над их удлинением, интенсивно снижается бронхиальное сопротивление, увеличиваются скорости дыхания, улучшается равномерность распределения воздуха в различных отделах легких. Возраст 10–11 лет характеризуется интенсивным увеличением объемов легких и грудной клетки параллельно интенсивному приросту антропометрических показателей и развитию легочной паренхимы. В возрасте 12–13 лет подростки одного календарного возраста характеризуются различными стадиями полового созревания и различным развитием системы дыхания; данный период отличается высокой лабильностью регуляторных механизмов. К 16 годам отмечается возрастание уровня межрегионарных функциональных взаимосвязей, регуляторные механизмы дыхательной функции легких

приближаются к дефинитивному уровню, хотя окончание пубертатного периода не завершает возрастного развития дыхательной системы [345]. Таким образом, развитие функциональной дыхательной системы подчиняется общим закономерностям, выявленным для других систем организма и отраженным в концепции системогенеза П.К. Анохина [20], в частности, возрастные изменения функции внешнего дыхания неравномерны и гетерохронны; функциональная система дыхания в онтогенезе находится в межсистемном и межорганном соответствии.

Значительное число исследований посвящено изучению влияния различных образовательных технологий, повышенных учебных нагрузок, вариативных учебных программ, инновационных образовательных сред на функциональное состояние кардиореспираторной системы и адаптационные возможности детей и подростков [14, 79, 82, 87, 181, 236, 245, 274, 302, 314, 326, 330, 353, 414, 415]. Полученные исследователями данные неоднозначны.

Так, в публикации Е.В. Сосниной, А.Г. Сетко [353] приводятся результаты исследования адаптационных возможностей организма гимназистов 1-х, 4-х и 5-х классов, обучавшихся по авторской системе Л.В. Занкова и М. Монтессори, путем оценки функционального состояния сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, определения уровня биологической адаптации. Полученные данные свидетельствуют о более благоприятном течении адаптации и функциональном состоянии центральной нервной и сердечно-сосудистой систем у гимназистов, обучавшихся по образовательно-развивающей программе Л.В. Занкова, что, по мнению авторов, объясняется тренирующим эффектом функциональных возможностей и формированием пролонгирующего эффекта, выражающегося в более благоприятных показателях адаптации при переходе в среднее звено обучения.

Оценка состояния вегетативной нервной системы учащихся гимназии и школы, подвергавшихся различному уровню антропогенной нагрузки, а также комплексному влиянию факторов внутришкольной среды гимназии и школы, проведенная А.И. Сафроновой с соавт. [330] выявила, что многокомплексное

влияние неблагоприятных факторов образовательного пространства и окружающей среды оказывает наиболее существенное влияние на функциональное состояние вегетативной нервной системы гимназистов по сравнению со школьниками, что приводит к дезорганизации внутри- и межсистемных эффекторных взаимодействий и проявляется в избыточном вегетативном обеспечении.

Мониторинг, проведенный Т.В. Глазун [112] на одной популяции детей и подростков в классах с использованием интенсивных педагогических технологий, показал, что на отдельных этапах обучения, особенно в конце 3-го и 6-го года обучения, при совмещении больших по объему и интенсивности умственных и физических нагрузок увеличивается степень напряженности функционального состояния организма, развивается менее благоприятный характер адаптации сердечно-сосудистой системы, увеличивается опасность влияния «школьных факторов риска» на рост, развитие и состояние здоровья учащихся. Анализ данных индивидуальных медицинских карт, проведенный автором, показал, что среди учащихся 1–6-х классов, обучавшихся по инновационным образовательным системам (система Л.В. Занкова, школа-гимназия), наблюдалось прогрессирующее ухудшение состояния здоровья, увеличивалось число детей с хронической патологией, происходило перераспределение по группам здоровья, особенно при переходе учащихся из начальной школы в 5-й класс гимназии.

Результаты исследования О.К. Побежимовой [297] показывают, что экспериментальный режим обучения, связанный с интенсивными умственными, статическими нагрузками, вызывает более напряженное функционирование ССС младших школьников, рассогласованность возрастных и адаптивных тенденций на внутри- и межсистемном уровнях.

Л.А. Березина [61] занималась оптимизацией двигательного режима для учащихся младшего школьного возраста в учебных заведениях нового типа.

А.В. Шаханова с соавт. [408] в результате анализа данных динамики МПК школьников 9–10 лет, обучающихся по системе Л.В. Занкова, отмечают низкий уровень адаптации кардиореспираторной системы к физическим нагрузкам и

высокую «физиологическую цену» физической работы у школьников в условиях инновационной образовательной программы Л.В. Занкова по сравнению с детьми, обучавшимися по традиционной дидактической системе.

Следует отметить, что преобладающим в настоящее время является мнение о негативном влиянии на здоровье школьников предъявляемых объемов учебных нагрузок и инновационных технологий обучения, с акцентом на напряжении регуляторных систем, снижении функционального потенциала кардиореспираторной системы в процессе приспособления ребенка к условиям школьного обучения той или иной микросоциальной среды [304, 334, 387, 408].

Возможно, различия в полученных исследователями данных, обусловлены особенностями образовательных учреждений, реализующих инновационные программы и технологии, спецификой организации образовательной среды, «внутришкольного пространства», эффективностью здоровьесберегающей и здоровьесформирующей деятельности учреждений образования.

К настоящему времени исследованию влияния различных режимов двигательной активности на функциональное состояние кардиореспираторной системы школьников и студентов посвящено значительное количество работ [2, 4, 11, 13, 83, 152, 155, 180, 194, 241, 250, 264, 315, 402, 408, 419], в то же время актуальность исследований по данной проблематике обусловлена задачами сохранения здоровья учащихся на различных этапах роста и развития, поиска здоровьесберегающих педагогических технологий, способствующих повышению адаптационных возможностей и функциональной активности систем организма.

В целом, общепризнанным является утверждение о том, что спортивные тренировки, занятия физической культурой оказывают существенный положительный эффект на состояние кардиореспираторной системы [33, 127, 194, 419]. Возникающие при этом конкретные изменения зависят от типа нагрузок, их интенсивности и длительности периода тренировок, возраста и предварительного уровня тренированности индивидуума [262].

В частности, согласно исследованию Л.Л. Чесноковой [402] систематические физические нагрузки способствуют более

экономичной работе системы внешнего дыхания (за счет более высокой силы скелетной и дыхательной мускулатуры); работа сердечно-сосудистой системы детей в условиях повышенного двигательного режима соответствует возрастным нормативам, но экономичность ее ниже, чем у сверстников, находящихся на обычном двигательном режиме.

Исследование Т.В. Глазун [112] показало, что расширенный двигательный режим в объеме 5-ти уроков физической культуры в неделю в условиях использования интенсивных образовательных технологий вызывает у мальчиков 1–6-х классов эффект гипердинамии, ухудшение адаптивных возможностей и напряжение функционального состояния организма; для них характерны нарушения вегетативного баланса, большое количество симпатотоников с низким уровнем резервных и функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы и высокой «физиологической ценой» адаптации. Автор указывает на необходимость поиска оптимального баланса между физическим и образовательным компонентом в структуре учебных занятий по инновационным образовательным системам.

О неблагоприятном влиянии некоторых форм интеграции образовательных и физкультурно-оздоровительных технологий (сочетание обучения по системе Л.В. Занкова и условий расширенного двигательного режима) на школьную адаптацию мальчиков 2–3 классов свидетельствуют также результаты исследования А.В. Шахановой с соавт. [408].

Полученные многочисленными авторами данные, в конечном итоге, свидетельствуют о необходимости рационального подхода к организации двигательного режима и дозированию физических нагрузок, с учетом возрастных и индивидуальных особенностей детей, особенно в условиях интенсификации образовательного процесса; а также значимости мониторинговой системы контроля уровня физического здоровья детей (в том числе, состояния кардиореспираторной системы) с целью получения своевременной объективной информации и проведения адекватных коррекционных и превентивных мероприятий, особенно при реализации инновационных образовательных технологий [177, 281, 283, 385, 416]. Значительное число исследований в настоящее время посвящено изучению влияния

неблагоприятных условий проживания на функциональное состояние кардиореспираторной системы [50, 119, 135, 239, 244, 333, 376, 425].

Сравнительная характеристика функционального состояния сердечно-сосудистой системы городских и сельских детей 8–15 лет представлена в исследовании Е.С. Сабирьяновой [320]. Автором выявлены различия в возрастной динамике хронотропной функции сердца, заключающиеся в более высоких показателях ЧСС у сельских детей старшего школьного возраста (на 8,4 % у девочек и 5,4 % у мальчиков). Результаты исследования также показали, что характерной особенностью онтогенетической адаптации кровообращения к условиям проживания сельских детей являются более высокие показатели АД и прирост периферического кровообращения к старшему школьному возрасту у сельских детей (20,7 % – у мальчиков и 40,2 % – у девочек). Функциональные различия в системе кровообращения городских и сельских школьников проявились в динамике результатов пробы Штанге. В частности, несмотря на положительную возрастную динамику результатов пробы во всех группах детей, у городских детей наблюдается более выраженный прирост данного показателя к старшему школьному возрасту с волнообразностью возрастной динамики, тогда как у сельских – повозрастное увеличение толерантности к гипоксии более плавное и равномерное [320].

Исследования уровня здоровья и адаптационного потенциала школьников (8–9, 11–12, 14–15 лет) г. Кемерово – центра с высокой антропогенной нагрузкой на окружающую среду, одновременно являющегося частью биогеохимической провинции, бедной по содержанию ряда важнейших микроэлементов (йод, селен, фтор) в почве, показало, что среднее значение уровня физического здоровья (по методике Г.Л. Апанасенко) школьников в обследованных возрастных группах составляет $5,9 \pm 2,7$ баллов, что оценивается как промежуточный показатель между «низким» и «средним» уровнем физического здоровья, при этом низкий уровень УФЗ установлен у 39 % детей, а удельный вес «высокого» УФЗ составляет всего 2 %. Среднее значение показателя адаптационного потенциала по выборке составило $2,43 \pm 0,41$, что

классифицируется как напряжение механизмов адаптации, то есть достаточные функциональные возможности обеспечиваются за счет функциональных резервов. Подобный уровень функционального состояния наблюдается у 75 % школьников, у 21 % детей отмечается удовлетворительная адаптация, характеризующаяся высокими или достаточными функциональными возможностями организма. Автор отмечает снижение удельного веса лиц с удовлетворительной адаптацией в группах школьников 8–9, 11–12 и 14–15 лет (40 %, 19 % и 4 % соответственно) [243].

Исследование Н.В. Ефимовой, О.Ю. Катульской с соавт. [193] показало, что в крупном промышленном городе с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (г. Ангарск) доля лиц с патологией органов дыхания среди подростков составляет 38,9 %.

Исследование возрастной динамики показателей кардиореспираторной системы детей 7–20 лет г. Сургута, характеризующегося гипокомфортными климатогеографическими условиями в сочетании с антропогенной нагрузкой, проведено О.Г. Литовченко [239]. Исследование выявило региональные особенности возрастной динамики показателей сердечно-сосудистой системы и внешнего дыхания уроженцев Среднего Приобья 7–20 лет, заключающиеся в увеличении ЧСС в период второго детства, снижении МОК с началом юношеского периода онтогенеза; а также выявило напряжение регуляторных механизмов функционирования системы кровообращения, заключающееся в усилении тонуса симпатической нервной системы в регуляции сердечно-сосудистой системы. У учащихся г. Сургута от 7 до 20 лет в системе внешнего дыхания регистрировалось отклонение жизненной емкости легких от должных величин на 10–30%, что указывает, по мнению авторов, на формирование экологически обусловленной региональной «нормы» системы внешнего дыхания, носящей компенсаторно-приспособительный характер.

Таким образом, функциональное состояние кардиореспираторной системы детей определяется не только биологическими закономерностями роста и развития, но и в значительной степени условиями внешней среды, в том числе комплексом эколого-гигиенических факторов и факторов

внутришкольной среды; уровнем двигательной активности и организацией общего режима жизни.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению различных аспектов развития кардиореспираторной системы, решение многих задач в значительной мере еще не закончено; мониторинговые исследования показателей кардиореспираторной системы в онтогенетическом аспекте остаются актуальными [333].

1.1.2 Особенности функциональных изменений кардиореспираторной системы организма у лиц, занимающихся спортом

Эффективность тренировочной и соревновательной деятельности атлетов определяется показателями объема и интенсивности тренировочных нагрузок и приростом физических качеств. Процесс адаптации к физическим нагрузкам зависит от индивидуальных психофизиологических характеристик личности спортсменов и его физиологических особенностей [172]. При этом сердечно-сосудистая система является основным звеном функциональных систем организма, обеспечивающим адаптационно-приспособительные реакции. Несоответствие уровня подготовленности спортсменов нагрузочным запросам приводит к развитию перенапряжения сердечно-сосудистой системы, возникновению пред- и патологических изменений в органах и системах.

Многочисленные методы изучения адаптации спортсмена (биохимические, физиологические, психологические) направлены на уточнение физиологических основ адаптации организма к нагрузкам и решение проблемы прогноза индивидуальных адаптивных возможностей.

Следует отметить, что организм спортсмена относится к хорошо организованным биологическим системам, взаимокоррелированным по своим внутренним параметрам. Согласованность различных элементов системы кровообращения и различных уровней регуляции сердечного ритма у атлетов в

годовом режиме тренировок может меняться, что характеризует адаптационные изменения под влиянием физических нагрузок.

И.В. Сысоева [364] утверждает, что у легкоатлетов, имеющих массовые разряды, в состоянии покоя в начале первого подготовительного периода в 37,5 % случаев индивидуальные возможности адаптационных систем организма были хорошими. При этом в группе спортсменов высокой квалификации срыва механизмов адаптации отмечено не было, а, в целом, по группе значения адаптационного потенциала соответствовали напряжению регуляторных механизмов – $2,06 \pm 0,12$ балла.

Так, динамика средних значений адаптационного потенциала в годовом цикле спортивной тренировки у атлетов массовых разрядов к началу зимнего соревновательного периода имела тенденцию к снижению: с $1,97 \pm 0,34$ до $1,84 \pm 0,25$ балла. Подобные изменения в системе регуляции под влиянием физических нагрузок происходили и у высококвалифицированных спортсменов: с $2,06 \pm 0,12$ до $1,98 \pm 0,23$ балла соответственно. При этом в первой группе атлетов произошли наиболее существенные сдвиги: у пятерых испытуемых (62,5 %) значения адаптационного потенциала соответствовали надпороговому ($1,84 \pm 0,25$ балла), между тем как в группе высококвалифицированных спортсменов по-прежнему лишь у одного испытуемого (20 %) были отмечены значения адаптационного потенциала, соответствующие уровню удовлетворительной адаптации – $1,63 \pm 0$ балла.

К началу летнего соревновательного периода в группах спортсменов различных квалификаций изменения в системе адаптации под влиянием физических нагрузок происходили разнонаправлено. Так, у спортсменов высокой квалификации обнаруживалось дальнейшее снижение средних значений АП по группе с $1,98 \pm 0,23$ до $1,94 \pm 0,12$ балла за счет сложных специфических морфо-функциональных перестроек, происходящих в кардиореспираторной системе и в целом в организме. Происходящая стабилизация регуляторных механизмов в организме атлетов, более высокий уровень дееспособности и экономичность работы системы кровообращения позволяли достигать хороших спортивных результатов [364].

В группе спортсменов, имеющих массовые разряды, подобной тенденции отмечено не было, напротив, нагрузки сопровождались напряжением приспособительных реакций со средним значением адаптационного потенциала $2,0 \pm 0,21$ балла. Показатели свидетельствовали об утомлении спортсменов, характеризовали неполное завершение текущего адаптационного цикла, нестабильность регуляторных механизмов [364].

А.В. Цыганок [400], изучавший особенности формирования функциональных возможностей девочек школьного возраста при систематических занятиях гандболом, отмечает, что практически во всех возрастных группах младшего, среднего и старшего школьного возраста девочки-гандболистки опережали своих сверстниц не занимающихся гандболом по величинам показателей, характеризующих уровень их общей физической работоспособности, аэробной выносливости, двигательной подготовленности, функционального состояния кардиореспираторной системы и адаптационных способностей. При этом достоверных различий в показателях скоростных качеств зарегистрировать не удалось.

Систематические занятия гандболом способствовали также оптимизации функционального состояния кардиореспираторной системы девочек школьного возраста и существенному росту их адаптационных способностей.

Результаты проведенного исследования позволили констатировать относительную независимость возрастной динамики показателей, отражающих функциональную и двигательную подготовленность девочек школьного возраста, от влияния систематических физических нагрузок. В то же время систематические занятия спортом приводили к оптимизации возрастных изменений функционального состояния кардиореспираторной системы организма школьниц 10–16 лет и адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы их организма. Автору удалось зарегистрировать периоды выраженного ухудшения функционального состояния и адаптационных способностей юных спортсменок (10–11 лет и 14–15 лет), что необходимо учитывать при проведении тренировочных занятий с данной категорией лиц [400].

А.В. Цыганок [400] констатирует, что повышение адаптационных способностей школьников при систематических занятиях гандболом обеспечивается, в основном, за счет существенного снижения степени функционального напряжения регуляторных механизмов, перехода организма на более оптимальный (эукинетический) тип регуляции сердечной деятельности и более эффективный (емкостный) тип кровообращения.

1.2 Возрастные и индивидуальные особенности функционирования кардиореспираторной системы

Раскрытие закономерностей нейро-гуморальной регуляции физиологических функций и адаптационных реакций растущего организма является неотъемлемой частью научного фундамента, лежащего в основе охраны здоровья подрастающего поколения, сохранения его физического и интеллектуального потенциала [1, 75, 134, 164, 186, 306, 309, 342, 410, 457, 469].

Согласно принципу гетерохронии развития функциональных систем [7, 21, 199, 362] на каждом этапе онтогенеза происходит созревание именно тех нейроэндокринных механизмов, которые необходимы для обеспечения жизненных функций и оптимального приспособления организма к условиям существования, свойственным данному возрасту [138]. Исключительную роль в этом играют нервные и гормональные механизмы симпато-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем, активно взаимодействующие в пусковых реакциях на уровне ЦНС [407, 432, 465], на этапах биосинтеза катехоламинов и кортикостероидов [429, 476], в деятельности периферических вегетативных путей [272, 466], на уровне мембран, ферментов и рецепторов в эффекторных органах – сердце, мышцах, сосудах [438, 475]. Благодаря своей мобилизующей, гомеостатической и тонизирующей роли катехоламины и кортикостероиды создают общий фон для адаптации и слагающиеся на этом фоне взаимосвязи с вегетативными функциями организма [454, 477]. Симпато-адреналовая система, ее симпатическая часть, представляет собой

нервное регуляторное звено, необходимое для запуска гуморального механизма приспособительных эндокринных реакций [368, 446]. Гипофизарно-надпочечниковая система занимает ключевое положение в механизме перехода срочных адаптационных реакций в полноценное развитие долговременной адаптации, предупреждая избыточные тканевые реакции на стресс [431, 452]. При этом андрогены коры надпочечников могут выступать в качестве защитного механизма, снижающего высокий уровень глюкокортикоидов и опасность их катаболического действия на организм [439]. Изучение взаимосвязей симпато-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем на уровне целостного организма в онтогенезе является малоисследованной проблемой, имеющей общебиологическое значение [407].

Нервная и эндокринная регуляция функций детского организма, его адаптации к физическим и умственным нагрузкам отличается относительной незрелостью и функциональной неустойчивостью, проявляющимися в физиологическом колебании продукции гормонов и медиаторов, изменении чувствительности рецепторного аппарата тканей-мишеней. Несмотря на большое количество литературных данных, посвященных изучению возрастно-половых особенностей функционального состояния симпато-адреналовой системы и коры надпочечников [291, 316, 380, 456], представленные результаты весьма противоречивы, не отражают характера их взаимосвязей в процессе онтогенеза и адаптации современных школьников к учебным нагрузкам.

Функции жизнеобеспечения и адаптации организма реализуются через вегетативную нервную систему, обладающую надёжными механизмами сохранения гомеостаза покоя и различных видов деятельности. В детском возрасте она претерпевает существенные структурные и функциональные изменения [197, 232]. В 7–10 лет в сердце у детей резко возрастает плотность холинергических и адренергических сплетений [410], усиливается тонус блуждающего нерва [32, 102, 144], однако симпатические влияния на сердце преобладают, наблюдается напряжение компенсаторных механизмов сердечно-сосудистой системы, связанное с адаптацией организма к физическим и умственным нагрузкам [89, 217, 220, 245, 266, 297].

Нейроэндокринная перестройка периода полового созревания, связанная с физиологической гиперфункцией гипофиза, мозгового и коркового слоя надпочечников, вызывает мощный поток симпатической импульсации в различные органы и системы. Повышается уязвимость детского организма к воздействию внешних неблагоприятных факторов, которые способны вызвать переход эволютивных нервных и эндокринных перестроек в эндокринные и нервно-сосудистые дисфункции детей и подростков [216, 445, 449].

Вегетативная неустойчивость, проявляющаяся в преобладании тонуса симпатического или парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, свойственна подавляющему большинству современных детей [200, 241, 338], которых относят в группу условно здоровых, имеющих исчерпанный лимит адаптации и риск развития вегето-сосудистых дистоний [95]. Та или иная форма расстройства вегетативной нервной системы может быть связана как с гиперфункцией симпато-адреналовой системы, так и с повышенной чувствительностью к катехоламинам адренорецепторов сердца и сосудов, а также проявляться в виде изменения базальной секреции кортизола и половых гормонов [228, 332, 463]. Определение уровня катехоламинов и кортикостероидов с учетом особенностей вегетативной регуляции сердечной деятельности даст представление о нейроэндокринных механизмах формирования исходного вегетативного тонуса у детей и подростков, который оценивается, в основном, по данным кардиоинтервалографии [167, 268] и результатам клинического обследования [354]. Учебная деятельность может оказывать негативное влияние на нервные и эндокринные механизмы регуляции физиологических функций в детском организме [86, 148] и, в частности, статические мышечные нагрузки, которые преобладают в повседневной жизни школьника, при этом двигательная активность снижена [55, 114]. Своеобразие гемодинамических сдвигов, происходящих в организме детей при адаптации к локальной статической нагрузке, выраженная активация симпато-адреналовой системы и быстро наступающее утомление [196, 296, 464] позволяют рассматривать ее в качестве

стрессогенного фактора, повышающего риск развития вегетативных нарушений и сердечнососудистой патологии [435, 451].

В настоящее время отмечаются четкие негативные тенденции в состоянии здоровья детей, что обусловлено ростом антропогенного влияния окружающей среды [10, 389] на фоне ухудшения показателей физического развития и постоянного роста учебной нагрузки в учреждениях образования. Результаты многолетних научных исследований свидетельствуют, что наиболее интенсивный рост распространенности функциональных нарушений и хронических заболеваний, отклонений физического развития у детей происходит во время обучения в школе. Это обусловлено как формированием специфической среды воспитания, так и интенсивным ростом и развитием организма ребенка [215, 389] при гетерохромном созревании различных функциональных систем в разные сроки постнатальной жизни [56].

Также на здоровье учащихся на фоне физиологических возрастных особенностей оказывает значительное влияние сам процесс образования и средовые факторы [82, 365]. Важно отметить, что на фоне действия патогенетических факторов, в том числе индуцированных влиянием образовательной среды, происходит активация факторов саногенетических, обеспечивающих продуктивное взаимодействие организма ребенка со средой и призванных восстановить нарушенное равновесие в организме [382]. При этом нарушения гомеостаза, которые находят свое отражение в изменениях показателей функциональной активности различных органов и систем организма, у «здоровых» мало изучены, а маркеры возникновения рисков и ранних проявлений дезадаптации с учетом возрастных особенностей школьников недостаточно отражены в литературе.

Е.Н. Минина и И.Н. Богач [258], изучая возрастные особенности кардиореспираторного функционирования школьников в процессе адаптации к школьной нагрузке, констатируют формирование компенсаторно-приспособительных процессов у школьников на фоне определенных анатомо-физиологических особенностей и гетерохронизма развития функциональных систем. Авторы отмечают, что адаптационные реакции школьников индивидуальны и реализуются у различных

лиц с проявлением особенностей функциональных взаимоотношений в процессе роста и развития в условиях образовательной среды. Так, у школьников первого класса дисфункциональные состояния ассоциировались с активацией стресс-лимитирующих механизмов, сопровождающихся снижением миокардиальных резервов, гиперактивности, вагусной активности, электрической нестабильности миокарда. Анализ состояния кардиореспираторной системы у учащихся 5 класса выявил, что признаком адаптации к комплексному влиянию факторов образовательной среды являлось усиление активности высших надсегментарных звеньев вегетативной регуляции, сопровождающееся возможностью компенсаторного включения системы дыхания. Школьники 9 класса характеризовались гиперактивацией парасимпатического звена регуляции, что не позволяло реализовывать мобилизационную функцию стресс-реализующих систем и приводило к снижению миокардиальных резервов. У школьников 16–17 лет было зарегистрировано включение всех 4 факторов, влияющих на функциональное состояние кардиореспираторной системы, а в компенсаторно-приспособительные механизмы развивающегося организма были вовлечены все возможные адаптационные резервы, что вызывало повышение напряжения механизмов регуляции и их истощение.

Адаптация или приспособление к условиям существования – одно из основополагающих качеств живой материи. Под адаптацией понимают все виды врожденной и приобретенной приспособительной деятельности человека, которые обеспечиваются определенными физиологическими реакциями, происходящими на клеточном, органном, системном и организменном уровнях. Особая роль в адаптивном процессе принадлежит нервной системе и железам внутренней секреции. Изменения деятельности этих систем являются первой реакцией на любое внешнее раздражение, что предотвращает стационарные сдвиги метаболического гомеостаза. Для каждого возрастного периода характерно созревание именно тех нейроэндокринных механизмов, которые необходимы для оптимального приспособления к условиям существования, свойственным данному возрасту [138], что является отражением принципа гетерохронии развития, сформулированного А.Н. Северцовым

(1939), а затем развитого П.А. Анохиным [20] в учении о системогенезе.

Исключительную роль в нейро-гуморальной регуляции физиологических функций, поддержании гомеостаза и формировании приспособительных реакций организма играет адаптационно-трофическое действие симпато-адреналовой системы, которое осуществляется при участии кортикостероидов, что составляет сущность синдрома адаптации [454, 477].

Взаимодействие КА и КС в живом организме не ограничивается каким-либо единым процессом, а может осуществляться на разных уровнях биохимического механизма – от молекулярного и надмолекулярного до уровня процессов в ЦНС. Наибольшее количество исследований посвящено центрально-нервному уровню этих взаимоотношений, доказывающих, в частности, что через гипоталамус КА могут стимулировать гипофиз к выработке АКГГ (альфа-адренорецепторный механизм на уровне гипоталамуса) и как следствие – секрецию кортикостероидов [465]. Более того, именно КА воздействует на центральные кортикостероидные рецепторы, обеспечивая механизм обратного влияния КС, угнетающих секрецию тропных гормонов [459]. Вместе с тем, КА не являются единственными активаторами гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, одновременно с ними в ее регуляции принимают участие и другие химические передатчики нервного возбуждения (ацетилхолин, гамма-аминомасляная кислота, серотонин, эндорфины и другие), что свидетельствует о больших компенсаторных возможностях ЦНС, обеспечивающих надежность гомеостатических механизмов [12, 325]. Особую значимость приобретает вопрос о возможном участии КС в функционировании различных звеньев вегетативной дуги – способность глюкокортикоидов повышать возбудимость рецепторного аппарата, увеличивать эфферентные электрические реакции, облегчать течение процессов межнейронной передачи, повышать не только лабильность, но и функциональную устойчивость симпатического ганглия [455, 466]. По аналогии с феноменом Орбели-Генецинского этот эффект гидрокортизона расценивается как адаптационно-трофический, являющийся одним из механизмов общего адаптационного действия глюкокортикоидов. Следовательно, участие КС в общих и

специфических формах адаптации осуществляется совместно с симпатической нервной системой. Вместе с тем, значение глюкокортикоидов в процессе адаптации заключается не только (а может быть и не столько) в их непосредственном влиянии на нервные и обменные процессы, сколько в их перmissive и потенцирующей роли в отношении адаптационной функции САС и других гормональных факторов [439, 452]. В данном контексте рассматривается нейрогуморальная регуляция деятельности сердца. Твердо установленным фактом является прямое влияние КА на ССС, обеспечивающих ее связь с симпатическим отделом ВНС [1, 342, 454, 477]. КС потенцируют вазоконстрикторное и кардиостимулирующее действие КА, повышая чувствительность адренорецепторов сердца и сосудов [407]. Имеются сведения о прямом влиянии глюкокортикоидов на сердечную деятельность благодаря наличию в нем глюкокортикоидных рецепторов [438, 475]. При этом, немаловажное значение имеет модулирующее влияние андрогенов на активность ССС, которое опосредуется через вегетативный уровень ее регуляции [332]. Интеграция вегетативной нервной и эндокринной систем в процессе нейрогуморальной регуляции кровообращения возможна благодаря координирующим регуляторным механизмам гипоталамуса, его прямым связям с центрами симпатической и парасимпатической иннервации сердца и анатомо-функциональной связи с гипофизом [12, 95]. Незрелость, функциональная неустойчивость нервной и эндокринной регуляции функций детского организма, его адаптации к физическим и умственным нагрузкам проявляются в физиологическом колебании продукции гормонов и медиаторов, изменении чувствительности рецепторного аппарата тканей мишеней [138, 345, 449, 456]. С одной стороны это обеспечивает высокий уровень работоспособности детей, а с другой – повышает уязвимость их организма к воздействию внешних неблагоприятных факторов, увеличивает риск перехода эволютивных физиологических процессов в эндокринные и нервно-сосудистые дисфункции детского и подросткового возраста. Представляется справедливой точка зрения исследователей, которые рассматривают детей с вегетативной неустойчивостью как группу условно здоровых, имеющих исчерпанный лимит

адаптации и риск развития вегетативных нарушений [95, 228, 354, 463]. Многочисленными исследованиями доказано, что статические нагрузки, преобладающие в повседневной жизни школьника, придают ей стрессовый характер и рассматриваются в качестве фактора, повышающего риск развития вегетативных расстройств, сердечно-сосудистой патологии у детей и подростков. Специфика статических усилий, связанная с периферической вазоконстрикцией, непрерывной стимуляцией центральных адренорецепторов и выраженной активацией САС [407, 464], определяет своеобразие гемодинамических сдвигов, происходящих в постизометрическом периоде [115, 196, 296, 332, 438, 475]. В литературе отсутствуют сведения о реакциях САС и КН в ответ на статическую нагрузку у детей школьного возраста. В сочетании с гемодинамическими параметрами они позволяют выявить ранние функциональные сдвиги в системе нейрогуморальной регуляции ССС, предшествующие патологическим реакциям организма [192].

М.В. Шайхелисламова [407] утверждает, что возрастное развитие и приспособительная деятельность детей 7–15 лет обеспечиваются сложными, взаимообусловленными реакциями симпато-адреналовой системы и коры надпочечников, направленными на удовлетворение основных метаболических и адаптационных потребностей растущего организма. Констатируя наличие определенной синхронности в проявлении функциональной активности симпато-адреналовой системы и коры надпочечников, отмечается гетерохронный характер их созревания в возрастно-половых группах, а также разнонаправленная динамика экскреции норадреналина, метаболитов андрогенов и глюкокортикоидов на протяжении учебного года. Это указывает на особую роль катехоламинов и кортикостероидов в обеспечении нейроэндокринного механизма адаптационных реакций у детей 7–15 лет и их более совершенный характер у девочек по сравнению с мальчиками в период пубертата.

Вегетативная неустойчивость, сопряженная с гуморальными и кардиогемодинамическими сдвигами, в значительной степени является результатом адаптационно-компенсаторных взаимоотношений детского организма с окружающей средой.

Симпатикотония, формирующаяся в период пубертата и адаптации детей к школе, характеризуется усилением взаимосвязи между нервным звеном симпато-адреналовой системы и глюкокортикоидной функцией коры надпочечников: существенным и одновременным увеличением экскреции норадреналина и 17-оксикортикостероидов, а также положительной корреляцией между ними. Выявляется высокая мобилизационная готовность детей-симпатотоников к воздействию физических нагрузок, при этом отмечается неэкономное расходование адаптационных резервов организма. Временное регуляторное угнетение глюкокортикоидной функции коры надпочечников у девочек-симпатотоников 8, 9 и 15 лет в покое расценивается нами как важная защитная реакция, указывающая на повышение резистентности коры надпочечников к экзо- и эндогенным воздействиям, обеспечивающая сохранение ее адаптационного резерва. Ваготония, выявляемая у мальчиков 7 лет сопровождается снижением реактивности симпато-адреналовой системы и коры надпочечников в ответ на дозированную статическую и динамическую нагрузки, характеризуется развитием реакций утомления в сердечно-сосудистой системе, что свидетельствует о перенапряжении и астенизации организма мальчиков в период адаптации к школе. В отличие от школьников 8 и 9 лет, у которых парасимпатическая активность в покое, вероятно, связана с компенсацией инициальной симпатикотонии, характеризуется адекватными гуморальными и гемодинамическими реакциями организма на физическую нагрузку и рассматривается как наиболее сбалансированный вариант регуляции вегетативного тонуса [232, 288].

Пассивная адаптация детей к статическим мышечным нагрузкам в процессе обучения и жизнедеятельности приводит к формированию неблагоприятных адаптивных перестроек в сердечно-сосудистой системе, проявляющихся на фоне неустойчивости ее нейро-гуморальной регуляции. У мальчиков в состоянии симпатикотонии в качестве ведущего звена в механизме ее срочной адаптации к локальной статической нагрузке выявляются спастические реакции сосудистого русла, а в последствии и компенсаторное увеличение ударного объема крови. Это указывает на высокую вероятность развития у них гипертензионного сосудистого синдрома, патогенетически

связанного с повышенной реактивностью норадреналового звена симпато-адреналовой системы и глюкокортикоидной функции коры надпочечников. У девочек-ваготоников 13, 14, 15 лет локальная статическая нагрузка вызывает депрессорную реакцию и снижение сердечного выброса, что указывает на проявление у них признаков общей сосудистой гипотонии на фоне недостаточного «включения» симпато-адреналовой системы и коры надпочечников. То есть, стресс-реакция при чрезмерном и длительном воздействии факторов внешней среды из звена адаптационного процесса трансформируется в звено патогенеза, индуцирующее развитие болезни. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости и возможности превентивного подхода к проблеме вегетативных нарушений у детей и подростков, проведение мониторинга функционального состояния сердечно-сосудистой системы, направленного на предупреждение патологических реакций в растущем организме [407].

Таким образом, представленные результаты исследований реакций респираторной системы на нарастающую физическую нагрузку в сочетании с резистивной говорят о том, что дыхательная система претерпевает ряд существенных изменений в выше отмеченных условиях. В условиях мышечного покоя сама по себе резистивная нагрузка вызывает ряд сдвигов параметров дыхания. Так, дыхательный объем, резервный объем вдоха и выдоха, жизненная емкость легких, объем форсированного выдоха снижаются. Происходит изменение и в длительности дыхательных фаз: удлиняется как инспираторная, так и экспираторная фазы. Если физическая нагрузка нарастающей мощности на фоне данного резистивного сопротивления увеличивает дыхательный объем, то другие исследуемые легочные объемы ($PO_{вд}$, $PO_{выд}$, ЖЕЛ, ОФВ) уменьшаются. В этих условиях дыхательные мышцы, осуществляющие дыхательный цикл, то есть смену фаз вдоха и выдоха, испытывают двойную нагрузку, а именно физическую и резистивную. Естественно полагать, что дыхательные мышцы, находясь под двойной нагрузкой, утомляются быстрее, чем в условиях свободного дыхания. Тенденциозная направленность к снижению всех исследуемых легочных объемов, кроме дыхательного объема, можно объяснить выше отмеченным фактором. Увеличение дыхательного объема при физической

нагрузке, несмотря на резистивную нагрузку на дыхательный аппарат, обусловлено изменением газового состава крови, в частности увеличением концентрации ионов и напряжения парциального давления CO_2 в крови (PCO_2). Накопление ионов и углекислого газа в крови могут оказывать влияние на центральный регуляторный дыхательный механизм через центральные и периферические хеморецепторы [6, 72, 259]. Как было отмечено в эксперименте одни и те же мышечные нагрузки увеличивают дыхательный объем при свободном дыхании и резистивном сопротивлении по-разному: при свободном дыхании прирост вентиляции легких менее выражен, чем на фоне резистивного сопротивления дыханию. Такого рода изменения обусловлены вышеуказанным фактором, когда концентрация CO_2 и ионов в крови увеличиваются в большей мере, чем при свободном дыхании.

Некоторое увеличение длительности фаз вдоха и выдоха при физических нагрузках, а также в сочетании с резистивной можно объяснить ослаблением рецептивной стимуляции дыхательного центра с верхних дыхательных путей, обусловленных применением сопротивления дыханию (резистивной нагрузки).

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что адаптация учащихся к учебной деятельности отражается на функциональном состоянии организма [6, 313, 361]. Выявлено снижение эффективности кровообращения при выполнении дозированной функциональной нагрузки, а именно: выраженное учащение частоты сердечных сокращений, неадекватное повышение артериального давления крови, уменьшение систолического объема сердца.

Мышечная работа умеренной мощности в сочетании с резистивной нагрузкой вызывает ряд существенных изменений показателей дыхательной системы. Эти изменения направлены на увеличение резервных возможностей респираторной системы через центральный дыхательный механизм [34].

И.М. Макарова [242] отмечает, что возрастная динамика развития основных показателей сердечно-сосудистой системы школьников 8–16 лет с нарушением зрения соответствует общим биологическим закономерностям развития данной системы здоровых детей, то есть с возрастом совершенствуется. Однако

среднегрупповые значения основных показателей гемодинамики (артериального давления, ударного, минутного объема крови и др.) у школьников с нарушением зрения находятся в пределах нижней границы возрастной физиологической нормы практически здоровых сверстников.

У школьников с нарушением зрения по сравнению со здоровыми сверстниками на всех этапах возрастного развития до 16 лет по среднегрупповым значениям преобладает повышенная активность симпатического отдела вегетативной нервной системы и центральных механизмов регуляции сердечного ритма. У здоровых школьников с возрастом преобладает сбалансированная активность двух отделов вегетативной нервной системы и снижается активность центральных механизмов регуляции сердечного ритма [242].

У мальчиков и девочек с нарушением зрения на всех возрастных этапах имеются различные изменения биоэлектрической активности миокарда: нарушение процессов реполяризации (от 35 до 53 %); автоматизма (от 12 до 40 %); проводимости (13–30 %); нарушение возбудимости миокарда (4–5 %). Отклонения ЭКГ от нормы, в основном, носят функциональный характер и могут являться проявлением вегетативной дисфункции [242].

У школьников с нарушением зрения на всех этапах возрастного развития достоверно ниже, по сравнению со здоровыми сверстниками, уровень развития основных показателей системы внешнего дыхания: абсолютных и относительных величин жизненной емкости легких, времени задержки дыхания в гипоксических пробах, величинах индекса Скибински – комплексного показателя, отражающего сопряженность функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем ($p < 0,05$).

Выявлено, что у слабовидящих детей и подростков на всех возрастных этапах уровень общей физической работоспособности достоверно ниже, чем у их здоровых сверстников: по величинам абсолютной физической работоспособности ($PWC_{150-170}$) у мальчиков на 24–43 %, у девочек на 21–39 %; по относительным величинам у мальчиков на 31–52 %, у девочек – на 22–32 %. Аналогичная динамика прослеживается в уровне развития абсолютных и относительных величин максимального

потребления кислорода. Выявлено, что при выполнении функциональной пробы ($PWC_{150-170}$), по среднегрупповым величинам у мальчиков и девочек с патологией зрительного анализатора с 11 до 16 лет снижается индекс эффективности работы сердца, отражая процесс дезадаптации организма детей к физическим нагрузкам [242].

У школьников с нарушением зрения, как и у здоровых сверстников, выявлено три типа кровообращения: гипокинетический, эукинетический, гиперкинетический. У здоровых школьников преобладают эу- и гиперкинетический типы кровообращения. У школьников с нарушением зрения соотношение типов кровообращения неоднозначно. У мальчиков с нарушением зрения на всех этапах развития преобладает эукинетический тип кровообращения, кроме 8–10 лет (преобладает гипокинетический), у девочек – гипокинетический.

Организм детей с гипокинетическим типом кровообращения менее адаптирован к физическим нагрузкам: достоверно ниже уровень физической работоспособности, максимального потребления кислорода, индекс эффективности работы сердца, преобладают неблагоприятные типы реакций сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку [242].

И.М. Макарова [242] утверждает, что комплексная дифференцированная методика оценки адаптации кардиореспираторной системы и уровня физической работоспособности, базирующаяся на возрастных и индивидуально-типологических особенностях развития кардиореспираторной системы, позволяет индивидуализировать процесс физического воспитания и реабилитационные мероприятия у школьников с патологией зрительного анализатора.

С.И. Кимяева [194] отмечает, что у старшеклассников, обучающихся по программе с углубленным изучением отдельных предметов выявлена положительная динамика основных морфофункциональных показателей. Школьники, в течение года дополнительно занимавшиеся игровыми и циклическими видами спорта, по сравнению со сверстниками, находившимися на обычном двигательном режиме, имеют статистически значимо более высокие показатели обхвата грудной клетки, индекса Пинье,

кистевой динамометрии (у представителей мужского пола), а также результаты физической подготовленности и выносливости.

У старшеклассников мужского пола по сравнению со сверстниками дыхание более эффективное (жизненная емкость легких превышает на 33,1 %, $p < 0,001$), экономичное (дыхательный объем выше на 20,4 %, $p < 0,001$) и характеризуется более высокими ($p < 0,001$) скоростными показателями воздушных потоков (пиковая объемная скорость на 33,2 %, максимальная объемная скорость на 37,3 %, средняя объемная скорость на 40,2 %) [194].

В результате систематических дополнительных занятий физической культурой у школьников старших классов наблюдается повышение резервных возможностей внешнего дыхания, что проявляется в более выраженной положительной динамике форсированной жизненной емкости легких, объема форсированного выдоха за 1 с, а также пиковой объемной скорости воздушного потока по сравнению со сверстниками, находящимися на обычном двигательном режиме [194].

Старшеклассники мужского пола независимо от уровня двигательной активности по сравнению со своими сверстниками имели более высокие показатели систолического, диастолического и пульсового артериального давления, величину «двойного произведения», но более низкую частоту сердечных сокращений. Сердечный ритм у старшеклассниц более стабилен (вариационный размах уже на 22,1–14,5 %, $p < 0,01$; амплитуда моды выше на 27,8–16,1 %, $p < 0,01$), что обеспечивается, в большей степени, центральными влияниями [194].

Дополнительные занятия циклическими и игровыми видами спорта в течение учебного года способствуют повышению экономичности работы сердечно-сосудистой системы, что проявляется в снижении частоты сердечных сокращений ($p < 0,01$); повышении суммарной доли хорошей и удовлетворительной адаптации (66,7–63,7 % в группах с повышенной ДА против 16,4–15,3 % при обычном двигательном режиме); поддержании стабильности сердечного ритма и мощности его волнового спектра [194].

Н.А. Литвинова [238] констатирует, что основные свойства нервных процессов (функциональная подвижность, работоспособность головного мозга и функциональная

асимметрия мозга) играют важную роль в характере реагирования соматовегетативных, психомоторных и психофизиологических функций и определяют особенности индивидуального поведения человека.

В процессе адаптации первокурсников к учебной деятельности выявляются два основных типа приспособительных реакций: информационный, характеризующийся активацией психоэмоциональной сферы, и энергетический, характеризующийся активацией вегетативной сферы [238].

Представленные материалы свидетельствуют о том, что для прогностической оценки адаптивных возможностей студентов I курса необходимо учитывать индивидуально-типологические особенности высшей нервной деятельности и профиль асимметрии мозга:

а) у студентов с высоким значением функциональной подвижности

нервных процессов, работоспособности головного мозга и выраженными правыми моторными и левыми сенсорными признаками выявляются признаки удовлетворительной адаптации;

б) у лиц с низкими значениями основных свойств нервной системы и

«неопределенной» сенсорной асимметрией выявляются признаки напряжения центральных механизмов регуляции [238].

Характер реагирования студентов III курса на предъявляемые сенсомоторные нагрузки в значительной степени определяется функциональной подвижностью нервных процессов и работоспособностью головного мозга:

а) студенты, обладающие высоким уровнем подвижности и силы нервных процессов, характеризуются успешностью в учебной деятельности, преобладанием тормозного процесса, низкими значениями по шкале психопатии, устойчивостью к стрессу и сбалансированной активностью симпатической и парасимпатической нервной системы;

б) студенты с низкими показателями подвижности и силы нервных процессов характеризуются повышенной возбудимостью и напряжением механизмов вегетативной регуляции на фоне слабовыраженной функциональной асимметрии мозга [238].

Свойства нервной системы определяют индивидуальную изменчивость функциональной активности надпочечников и гонад – чем ниже уровень функциональной подвижности нервных процессов, тем выше активность адренокортикальной системы в покое и при сдаче экзаменов.

Тип приспособительной реакции определяется включением в структуру функциональной системы обеспечения учебной деятельности разноуровневых психосоматических показателей, что проявляется в особенностях процесса и цены адаптации, но не влияет на успешность деятельности [238].

У спортсменов выявлены различия в показателях вегетативного реагирования между группами испытуемых, характеризующихся различным уровнем развития свойств основных нервных процессов и профиля функциональной асимметрии мозга при выполнении дозированных умственных и физических нагрузок:

а) при выполнении сложной сенсомоторной деятельности и физической нагрузки малой интенсивности (25 Вт) у лиц с низкими характеристиками уровня функциональной подвижности нервных процессов и работоспособности головного мозга отмечаются более выраженные сдвиги показателей кардиореспираторной системы и энергетической стоимости работы по сравнению с лицами, характеризующимися высокими значениями данных свойств;

б) при выполнении простой сенсомоторной деятельности и физических нагрузок средней и высокой интенсивности (50 и 100 Вт) существенных различий в изменении вегетативных функций у лиц, обладающих различным уровнем развития основных свойств высшей нервной деятельности, не выявлено;

в) в восстановительном периоде после выполнения интенсивной физической нагрузки у лиц с высоким уровнем подвижности нервных процессов и работоспособности головного мозга наблюдается более быстрое восстановление функций дыхания и кровообращения по сравнению с лицами, имеющими низкий уровень свойств нервной системы [238].

Комплекс показателей, отражающий уровень развития когнитивных, личностных, нейродинамических качеств, сбалансированность вегетативной нервной системы, индивидуальный профиль асимметрии и активность эндокринной

системы, может быть использован для системной оценки адаптивных возможностей студентов в динамике учебного процесса и успешности спортивной деятельности.

Методами корреляционного и регрессионного анализа установлена

связь между успешностью умственной и спортивной деятельности и состоянием ряда физиологических и психофизиологических функций, личностными и когнитивными особенностями, что дает основание рекомендовать использование их для целей профильного обучения и профотбора [238].

1.2.1 Онтогенетические особенности функционирования сердечно-сосудистой системы

Общеизвестно, что наследственная программа формирования человека реализуется в определенных условиях внешней среды и требует дифференцированного подхода. Здоровье ребенка должно оцениваться не только его морфометрическими данными, но и функциональным состоянием основных органов и систем, обеспечивающих адаптационный и резервный потенциал организма [19, 37, 45, 54, 60, 156, 168, 386, 404].

Исследования авторов [19, 176, 198, 213] последних лет свидетельствуют, что динамика показателей кардиореспираторной системы является наиболее чувствительным индикатором любого неблагоприятного воздействия на организм ребенка.

Выявлено, что критериями высокого уровня здоровья являются не столько максимальные значения отдельных морфологических и функциональных показателей, превышающих возрастную норму, сколько их оптимальное соотношение, которое обеспечивает достаточный уровень резерва энергетических и защитных сил организма ребенка. Формирующийся при этом адаптационный потенциал позволяет успешно реализовать функциональные возможности организма в условиях напряженной статической мышечной и умственной деятельности школьников в процессе учебы [19, 37, 60].

Сердечно-сосудистая система является важнейшей системой, выступающей в качестве индикатора состояния организма в целом [38, 340, 420]. Наиболее общими, часто используемыми, и в то же время наиболее точными показателями, позволяющими судить о состоянии и функционировании кровеносной системы, является ЧСС, все виды артериального давления, УОК и МОК, а также состояние периферического сопротивления сосудов.

Особенности морфо-функционального созревания ССС, так же, как и нейро-вегетативных механизмов ее регуляции, обуславливают динамическую эволюцию гемодинамики и ряда показателей функционального состояния сердца и сосудов [187, 397].

Возрастные эволютивные процессы в целом, то есть характер роста и развития детей и подростков, определяют, в большей мере, характер основных физиологических показателей деятельности сердца и сосудов, в частности, ритм сердечных сокращений, уровень артериального и венозного давления, ударный и минутный объем крови [53, 187].

Одним из наиболее лабильных показателей ССС, чутко реагирующих на изменение внешней и внутренней среды, является частота сердечных сокращений, непосредственно связанная с величиной кислородного долга и коррелирующая с максимальным потреблением кислорода [377].

Известно, что в процессе роста и развития детей и подростков ЧСС в состоянии относительного покоя снижается [1, 121, 216, 340]. Многие исследователи указывают на неравномерность урежения ЧСС с возрастом, выделяя периоды различной ее интенсивности. Высокий ритм сердечных сокращений у детей сопровождается высокой сокращаемостью миокарда, а также более интенсивным обменом веществ, так как установлено, что величина ЧСС связана с величиной кислородного долга и коррелирует с максимальным потреблением кислорода. Причиной возрастного урежения ЧСС является снижение тонических симпатических влияний на хронотропную функцию сердца и нарастанием влияния блуждающего нерва [341] – это увеличивает резервные возможности ССС [246].

Несмотря на неуклонно усиливающиеся с возрастом холинэргические влияния на сердечно-сосудистую систему, роль симпатической регуляции, особенно в периоды бурного роста

организма, велика, и поэтому необходимо учитывать некоторые особенности регуляции его метаболизма и гемодинамики, возникающие под влиянием симпатической регуляции его метаболизма и гемодинамики, возникающие под влиянием симпатической регуляции [356]. Наряду с ослаблением симпатических влияний на ССС с возрастом происходит повышение ее чувствительности к катехоламинам [206].

Исследования И.О. Тупицына [374], А.В. Крыловой [216] показали, что снижение ЧСС происходит плавно до начала периода полового созревания, более активно этот процесс протекает в пубертатный период и в период его завершения. Снижение продолжается и в юношеском возрасте, но менее интенсивно. Вместе с тем, имеются данные, которые показывают, что ЧСС в период полового созревания несколько увеличивается с последующим его снижением к 16–17 годам [86, 216, 375].

Половые различия в динамике ЧСС отмечаются многими авторами. Так, исследования В.И. Дубровского [142] указывают на более высокие показатели ЧСС у девочек и объясняют это более выраженным влиянием симпатической нервной системы на деятельность сердца у девочек. Опубликованы также данные о независимости ЧСС от пола [104].

Относительная простота измерения артериального давления и информативность этого показателя, определяющего эффективность тканевого кровотока и чутко реагирующего на все изменения, происходящие в организме и в различных отделах ССС, исследованы в работах многих физиологов [86, 169].

В возрастной динамике артериального давления некоторые исследователи обнаружили ее волнообразный характер, где имеют место периоды интенсивного повышения, стабилизации и даже незначительного понижения. Р.А. Калюжная [187] выделяет два критических периода: 7–9 и 12–15 лет, когда обнаруживается заметное повышение артериального давления, А.В. Крылова [216] отмечает выраженный прирост артериального давления у детей к 12–13 года, О.В. Григорьева [121] наблюдала увеличение показателей артериального давления у 8-летних школьников по сравнению с 7-летними. На увеличение артериального давления в связи с тотальным ростом тела у детей 7–10 лет указывается также в работе С.И. Русиновой [316]. По данным И.Б. Тубол [373]

половые различия в уровне артериального давления у детей до 10 лет не обнаруживаются, хотя О.В. Григорьева [121] указывает на значительно более быстрое нарастание физиометрических параметров состояния организма, в том числе и артериального давления у мальчиков в течение первых двух лет обучения в школе, чем у их сверстниц. А И.Н. Вульфсон [104] отмечает повышение САД и бокового давления с возрастом у мальчиков при неизменности ДАД и СГД. Таким образом, мнения исследователей по поводу характера возрастной динамики и половых различий параметров артериального давления расходятся [297].

Большинство авторов отмечают увеличение УОК с возрастом, связывая это с ростом антропометрических показателей организма детей [1, 316, 394].

Исследования сердечного выброса у детей показывают, что его увеличение по мере роста ребенка происходит сообразно с анатомо-физиологическими особенностями возрастной эволюции сердца [187], заметнее это происходит с 8 до 16 лет. Исследователи связывают увеличение сердечного выброса с нарастанием объема сердца, массы миокарда, формированием его сократительной функции [374, 375].

Анализируя возрастную динамику УОК у детей, большинство исследователей указывают на неравномерность его увеличения с возрастом и указывают на половые различия в динамике УОК, которые в большинстве возрастных групп у мальчиков выше, что объясняется тем, что мальчики крупнее девочек [316, 394].

Информативным показателем центральной гемодинамики является сердечный индекс (СИ), представляющий собой отношение МОК к площади поверхности тела и иллюстрирующий относительное кровообращение [129]. По данным А. Гайтон [107] этот параметр также изменяется с возрастом, его снижение авторы объясняют замедлением интенсивности обменных процессов в период 4–15 лет [216], но половых различий в величинах этого параметра не выявлено, хотя другие авторы указывают на неизменность СИ с возрастом.

Л.В. Рублевой [311] проведен сравнительный анализ показателей биоэлектрической активности миокарда детей 6–9 лет с различными типами автономной нервной регуляции, который

позволил установить следующие закономерности: у детей с преобладанием парасимпатических влияний на ССС отмечается достоверно большая длительность сердечного цикла, электрической систолы и диастолы, более низкие значения амплитуды зубцов Р и Т по сравнению с симпатикотониками. Укорочение большинства интервалов электрокардиограммы у симпатотоников связано с положительным хронотропным влиянием на миокард симпатических нервов.

Данные Г.В. Кмить [195] также подтвердили вышеуказанные закономерности.

Изучение индивидуальных особенностей электрокардиограммы у детей 6–9 лет свидетельствует о том, что у ваготоников более часто наблюдаются случаи синусовой аритмии, различных нарушений проводимости и метаболизма миокарда, которые связаны с усилением парасимпатических влияний на ССС [25, 311].

Таким образом, основные показатели гемодинамики являются универсальными индикаторами адаптационных процессов, происходящих в организме человека [7]. Резервные возможности сердечно-сосудистой системы зависят от степени антропогенного загрязнения [130], соматотипа [74], показателей физического развития и других.

А.П. Кузнецова [221] исследовала резервные возможности кардиореспираторной системы у девочек-подростков в зависимости от гармоничности физического развития. Она констатирует, что в исследуемой группе 75,9 % девочек имеют гармоничное, 19,5 % – дисгармоничное и 4,6 % – резко дисгармоничное развитие. В большинстве случаев причиной нарушения гармоничности развития является избыточная масса тела. Повышение массы тела может привести к напряжению адаптационных механизмов и снизить резистентность растущего организма. Полученные данные согласуются с результатами обследования детей и подростков Архангельской области [52], согласно которым от 2,5 % до 8,9 % школьников имеют резко дисгармоничное развитие.

Анализ основных показателей сердечно-сосудистой системы подростков позволяет сделать заключение об их соответствии возрастным константам. Анализ особенностей физического развития выявил более высокую ЧСС у девочек с дисгармоничным

развитием. В этом случае сердечная мышца работает в наименее благоприятном режиме, при этом диапазон компенсаторных реакций уменьшается [94].

А.П. Кузнецова [221] выявила зависимость показателей гемодинамики от степени гармоничности развития. Так, достоверно значимое снижение показателей кровообращения происходит по мере усиления дисгармоничности, что свидетельствует об ограниченных функциональных резервах у девочек с отклонениями в физическом развитии.

И.И. Исаев [175], занимаясь изучением школьников азербайджанской популяции, констатирует показатели формирования сердечно-сосудистой системы, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Возрастная динамика изменения артериального давления и пульса у детей школьного возраста азербайджанской популяции (по И.И. Исаеву [175])

Возраст, лет	Артериальное давление (мм рт. ст.)				Пульс (уд/мин)	
	САД		ДАД		М	Д
	М	Д	М	Д		
6	92,5 ± 3,33	90,0 ± 4,97	55,0 ± 2,86	60,0 ± 2,48	107,5 ± 3,33	107,0 ± 5,22
7	95,0 ± 2,36	90,0 ± 2,48	62,5 ± 1,97	60,0 ± 1,24	105,5 ± 3,07	105,0 ± 2,61
8	97,5 ± 2,08	97,5 ± 1,55	62,5 ± 2,08	60,0 ± 2,06	101,5 ± 3,08	103,5 ± 4,43
9	100,0 ± 2,25	102,5 ± 3,49	67,5 ± 2,81	67,5 ± 3,49	98,5 ± 3,71	100,0 ± 5,59
10	107,5 ± 2,92	105,5 ± 1,87	67,5 ± 2,08	67,5 ± 1,86	95,0 ± 2,50	94,0 ± 2,39
11	107,5 ± 2,61	105,0 ± 2,36	67,5 ± 1,87	67,5 ± 1,97	89,0 ± 1,64	89,0 ± 1,73
12	115,0 ± 1,86	107,0 ± 2,60	67,5 ± 1,55	70,0 ± 1,95	87,5 ± 1,55	86,5 ± 1,49
13	115,7 ± 3,33	111,0 ± 4,17	70,0 ± 1,67	70,0 ± 2,50	83,5 ± 1,75	82,0 ± 2,00
14	116,2 ± 2,84	112,5 ± 4,39	72,5 ± 1,77	75,0 ± 2,03	80,0 ± 1,42	81,0 ± 1,49

15	116,5 ± 2,84	112,0 ± 3,81	75,0 ± 2,13	75,0 ± 2,86	78,0 ± 1,13	80,0 ± 2,29
16	116,8 ± 3,61	113,0 ± 4,12	75,0 ± 3,09	77,5 ± 2,58	76,0 ± 1,65	79,0 ± 2,27
17	117,4 ± 3,81	114,0 ± 2,36	77,5 ± 2,38	77,5 ± 1,97	72,5 ± 1,43	77,5 ± 1,97

Из таблицы 1 следует, что в первой возрастной группе как у мальчиков, так и у девочек средние значения САД варьируют в пределах 90–108 мм рт. ст., во второй – 100–116 мм рт. ст., а старше 15 лет отмечаются более высокие цифры (112–117 мм рт. ст.) и увеличение САД с возрастом. В возрастной динамике изменения ДАД школьников были не достоверны ($p < 0,05$), как и изменения в характере пульса.

Анализируя изменения показателя, видим, что в возрастных группах средние значения пульса у школьников обоего пола в 6–10 лет составляют 102 уд/мин, в возрасте 11–14 лет – 85 уд/мин и после 15 лет – 76 уд/мин.

Индекс Робинсона у мальчиков и девочек (таблица 2) в возрастной динамике достоверно уменьшался со 105 до 83 единиц, что свидетельствует о среднем уровне резервов сердечно-сосудистой системы.

Прирост показателя индекса Робинсона имел значимые изменения, отражающие периоды индивидуального ускоренного формирования и увеличения резервов сердечно-сосудистой системы у мальчиков в возрасте 6 (прирост 4,3 %), 10 (4,6 %), 12 лет (5,0 %), а у девочек – 6 (прирост 6,6 %), 8–9 (3,9–2,4 %) и 13 лет (9,5 %).

Адаптационный потенциал мальчиков с возрастом увеличивался с более выраженным приростом его в возрасте 7 лет (3,5 %), 10 (3,7 %), 12 (4,3 %) и 17 (4,7 %). При этом у девочек увеличение адаптационного потенциала с возрастом было умеренным и неравномерным, пик его определялся в возрасте 6 лет (5,4 %), 8 (3,5 %), 9 (4,4 %), 13 (5,4 %). В отличие от мальчиков, у девочек старше 15 лет адаптационный потенциал имел тенденцию к уменьшению, скорость прироста изменялась с 1,9 до 0,5 %.

Результаты исследований показателей дыхательной системы школьников и темпы ее возрастано-полового развития представлены

в таблице 2. У школьников обоего пола показатель числа дыханий с возрастом достоверно уменьшается, при этом ФЖЕЛ увеличивается. Соотношение ФЖЕЛ / ДЖЕЛ варьирует в пределах 80,9–98,7 %, что соответствует нормальному уровню развития емкостных показателей легких (в норме более 10–15 %) [175].

Таблица 2 – Возрастная динамика изменения индекса Робинсона и адаптационного потенциала у детей школьного возраста

Возраст, лет	Индекс Робинсона (ед.)				Адаптационный потенциал (ед.)			
	м	при-рост (%)	д	при-рост (%)	м	при-рост (%)	д	при-рост (%)
6	102,5 ± 6,6	4,3	100,5 ± 10,0	6,6	3,9 ± 0,14	2,8	3,9 ± 0,19	5,4
7	103,2 ± 5,4	0,6	98,7 ± 4,9	– 1,8	4,1 ± 0,11	3,5	4,0 ± 0,10	1,6
8	101,3 ± 5,1	– 1,8	102,5 ± 5,9	3,9	4,2 ± 0,12	0,9	4,2 ± 0,13	3,5
9	100,2 ± 5,9	– 1,1	105,0 ± 9,2	2,4	4,3 ± 0,15	2,6	4,4 ± 0,21	4,4
10	104,8 ± 5,4	4,6	103,1 ± 4,3	– 1,9	4,4 ± 0,13	3,7	4,4 ± 0,11	1,4
11	103,6 ± 4,0	– 1,8	95,1 ± 3,9	– 7,7	4,5 ± 0,11	0,9	4,4 ± 0,11	0,4
12	102,5 ± 3,4	5,0	88,8 ± 3,7	– 6,6	4,7 ± 0,10	4,3	4,4 ± 0,11	0,0
13	102,3 ± 4,8	– 0,2	97,3 ± 5,7	9,5	4,7 ± 0,14	2,4	4,7 ± 0,15	5,4
14	98,0 ± 3,9	– 4,2	98,8 ± 5,3	1,5	4,9 ± 0,12	1,7	4,8 ± 0,14	2,9
15	95,2 ± 3,5	– 2,8	98,4 ± 5,8	– 0,4	4,9 ± 0,12	2,5	4,9 ± 0,17	1,9
16	94,5 ± 4,7	– 0,7	89,1 ± 5,8	– 9,5	5,1 ± 0,18	2,6	4,9 ± 0,17	– 1,0
17	95,8 ± 4,6	1,3	83,3 ± 3,9	– 6,6	5,4 ± 0,18	4,7	4,8 ± 0,13	– 0,5

Фактический жизненный индекс (ЖИ) у школьников варьирует у мальчиков от 51,5 до 57,5 мл/кг, у девочек – от 51,7 до 58,7 мл/кг ($p < 0,05$). Проследив прирост показателя фактического ЖИ, видим, что у мальчиков он отмечается в 9 (6,9 %) и 17 лет (4,6 %), а в остальные возрастные периоды имеется тенденция к его уменьшению (таблица 3).

Таблица 3 – Возрастная динамика изменения функциональных показателей дыхательной системы у детей школьного возраста

Возраст, лет	Пол	Д (абс. ч.)	ФЖЕЛ (л)	ДЖЕЛ (л)	ФЖЕЛ / ДЖЕЛ (%)	ЖИ (мл/кг)	Прирост (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
6	М	25,5 ± 0,67	1,135 ± 0,073	1,150 ± 0,014	98,7	53,7	-2,7
	Д	25,5 ± 0,87	1,040 ± 0,089	1,083 ± 0,022	96,1	51,7	3,7
7	М	23,5 ± 0,71	1,190 ± 0,046	1,257 ± 0,007	94,7	53,8	0,3
	Д	23,5 ± 0,68	1,175 ± 0,403	1,229 ± 0,005	95,6	54,1	4,7
8	М	22,5 ± 0,75	1,225 ± 0,063	1,330 ± 0,010	92,1	53,9	0,2
	Д	23,0 ± 1,03	1,300 ± 0,093	1,326 ± 0,019	98,0	56,5	4,4
9	М	21,5 ± 0,79	1,400 ± 0,067	1,460 ± 0,015	95,8	57,7	6,9
	Д	22,0 ± 1,40	1,475 ± 0,105	1,503 ± 0,029	98,2	59,0	4,4
10	М	20,5 ± 0,58	1,640 ± 0,050	1,686 ± 0,008	97,3	57,2	-0,8
	Д	20,5 ± 0,67	1,620 ± 0,069	1,647 ± 0,010	98,4	57,8	-2,1
11	М	20,0 ± 0,45	1,785 ± 0,019	1,928 ± 0,003	92,6	56,3	-1,6
	Д	20,0 ± 0,63	1,730 ± 0,079	1,887 ± 0,012	91,7	55,5	-3,8
12	М	19,0 ± 0,37	1,980 ± 0,025	2,170 ± 0,003	91,2	57,6	2,2
	Д	20,0 ± 0,39	1,900 ± 0,065	2,059 ± 0,008	92,3	58,7	5,7

13	М	18,5 ± 0,42	2,100 ± 0,033	2,353 ± 0,006	89,2	56,8	– 1,4
	Д	19,0 ± 0,50	2,000 ± 0,092	2,257 ± 0,015	88,6	56,8	– 3,3
14	М	18,0 ± 0,28	2,300 ± 0,043	2,653 ± 0,006	86,7	55,2	– 2,8
	Д	18,5 ± 0,34	2,100 ± 0,068	2,436 ± 0,009	86,2	55,5	– 2,4
15	М	17,5 ± 0,35	2,500 ± 0,043	2,900 ± 0,006	86,2	53,2	– 3,6
	Д	17,0 ± 0,38	2,225 ± 0,100	2,599 ± 0,019	85,6	54,4	– 1,9
16	М	17,0 ± 0,41	2,750 ± 0,031	3,125 ± 0,006	86,4	51,5	– 3,1
	Д	16,5 ± 0,31	2,300 ± 0,103	2,757 ± 0,021	83,4	52,9	– 2,7
17	М	16,5 ± 0,29	3,150 ± 0,067	3,293 ± 0,013	95,6	53,9	4,6
	Д	16,5 ± 0,24	2,350 ± 0,087	2,904 ± 0,014	80,9	52,1	– 1,6

В отличие от мальчиков, у девочек прирост фактического жизненного индекса отмечается с 6 до 9 лет (3,7 %, 4,7 %, 4,4 %, 4,4 %) и в 12 лет (5,7 %), в остальные возрастные периоды имеется тенденция к уменьшению прироста ЖИ [54].

Статистические расчеты показали, что должный ЖИ у школьников г. Нахичевань при среднем развитии дыхательной системы варьирует в пределах 40–135 ед., при низком – менее 40, при высоком – более 135 ед. [175].

Следует отметить, что функциональное становление дыхательной и сердечно-сосудистой систем тесно связано с морфометрическим развитием детей, которое обуславливает формирование адаптационного потенциала. Формирование адаптационного потенциала происходит у мальчиков в возрастные периоды 6–7, 10–12 и 17 лет, а у девочек несколько раньше, чем у мальчиков, – в возрасте 6, 8, 9 и 13 лет. Резервные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем имеют индивидуальный характер и в целом соответствуют среднему уровню развития организма детей [175].

1.2.2 Возрастные особенности функционирования дыхательной системы

А.П. Кузнецова [221] отмечает, что жизненная емкость легких является важным показателем физического развития. Среднегрупповые значения ЖЕЛ у подростков соответствуют возрастной норме, достоверные различия между выделенными группами отсутствуют. Однако расчет жизненного индекса выявил, что по мере усиления дисгармоничности развития значения индекса снижаются: в группе гармонично развитых девочек индекс оценивается как «средний», у дисгармоничных – «ниже среднего» и резко дисгармоничных – «низкий». Следовательно, гармонично развитые девочки обладают более высоким потенциалом кардиореспираторной системы.

Для оценки функциональных способностей дыхательной системы подростков А.П. Кузнецова [221] проводила пробу с произвольной задержкой дыхания. Результаты пробы Штанге достоверно выше у девочек с гармоничным физическим развитием, однако во всех группах результаты снижены по отношению к возрастной норме, что свидетельствует о низкой устойчивости организма к недостатку кислорода.

По данным литературы [7], дыхательная система одна из первых реагирует на изменения окружающей среды. В связи с этим можно предположить, что низкие значения пробы Штанге связаны с неблагоприятной экологической обстановкой в Ярославле, где проводились исследования.

Функциональные возможности организма раскрываются наиболее полно при физических нагрузках и в условиях повышенных требований к нему. Функциональные пробы позволяют оценить общее состояние организма, его резервные возможности, особенности адаптации различных систем к физической нагрузке. В связи с этим авторами проводилась проба Руфье. Индивидуальная оценка пробы выявила, что при гармоничном развитии доля школьниц с оценкой пробы «хорошо» выше и составляет 27,3 %. При резко дисгармоничном развитии высока доля девочек с «неудовлетворительной» оценкой пробы – 52,6 % (рисунок 3) [221].

Для оценки пробы применялся показатель качества реакции. Индивидуальная оценка показала, что при гармоничном развитии доля девочек с оценкой ПКР «хорошо» выше и составляет 69,4 %. При резко дисгармоничном развитии доля школьниц с оценкой ПКР «плохо» значительно выше (31,6 %) [221].

Сердечно-сосудистая система, участвуя в процессах адаптации, подвергается существенному влиянию автономной нервной системы.

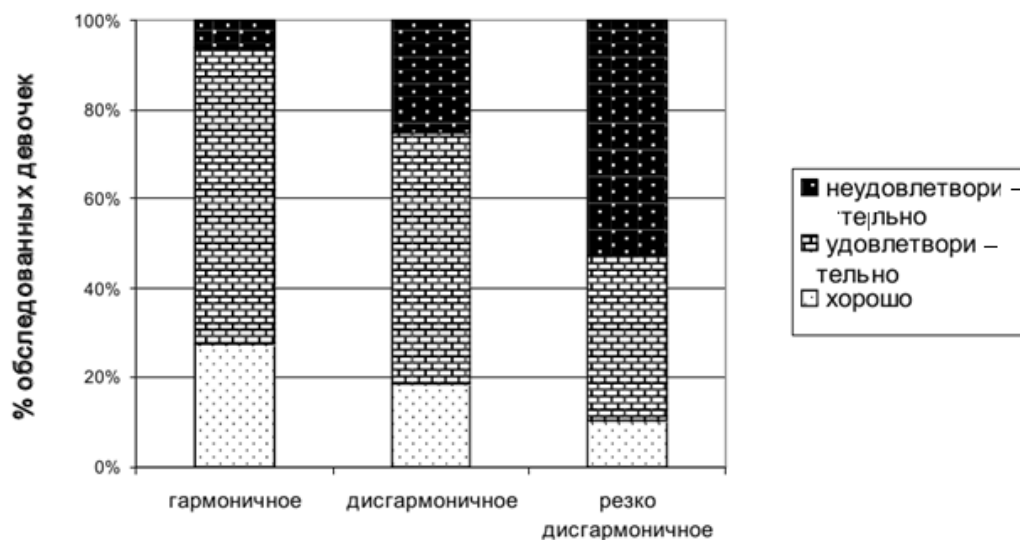


Рисунок 3 – Результаты пробы Руфье у девочек с разной степенью гармоничности физического развития

Оценка соотношения вегетативных влияний на функциональное состояние миокарда осуществлялась по индексу Кердо. Среднее значение индекса у гармонично развитых девочек свидетельствует о вегетативном равновесии, у школьниц с отклонениями в физическом развитии преобладают симпатические влияния. Среднегрупповые значения достоверно отличаются у девочек с разным физическим развитием и увеличиваются по мере усиления дисгармоничности. Индивидуальный анализ выявил, что во всех группах равное количество девочек имеют равновесие вегетативной нервной системы (рисунок 4) [221].

У значительной части девочек с гармоничным и дисгармоничным развитием отмечается преобладание симпатического тонуса, что является неспецифической реакцией адаптации [94] и отражает наличие стресса. По данным

литературы [130], доминирующая роль симпатической нервной системы устанавливается у подростков, проживающих в районах с высоким уровнем промышленного загрязнения, у них наблюдается напряжение механизмов адаптации и снижение резервов сердечно-сосудистой системы. Преобладание парасимпатических влияний отражает снижение адаптационных и компенсаторных возможностей организма и характерно для 21 % школьников с резко дисгармоничным развитием.

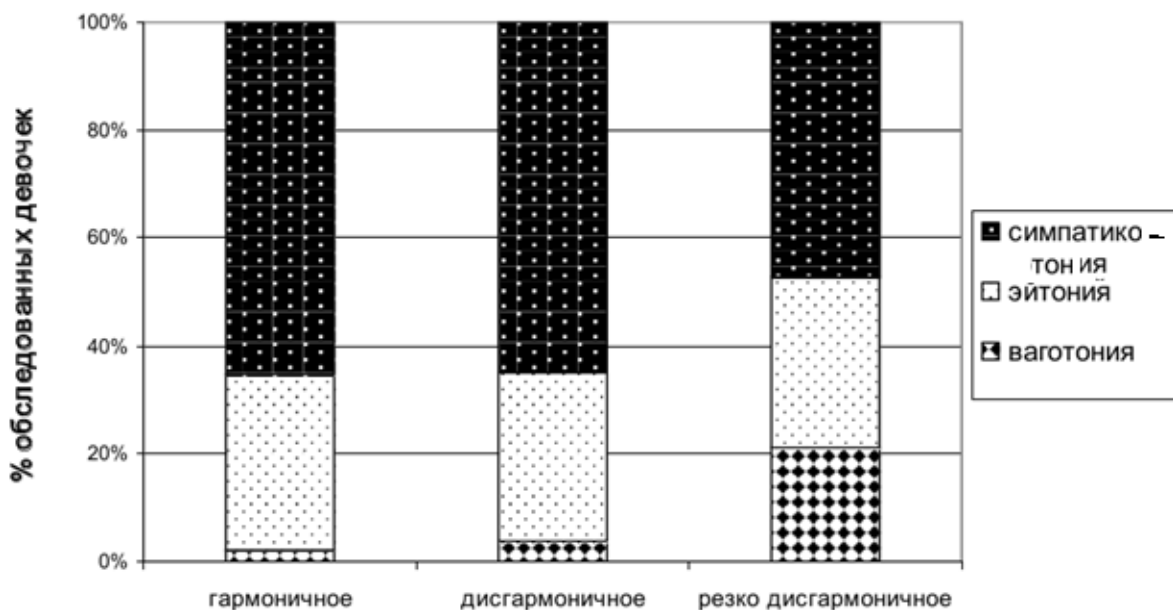


Рисунок 4 – Индивидуальная оценка ВИК у девочек с разной степенью гармоничности физического развития

Для оценки уровня функционирования сердечно-сосудистой системы и определения приспособительных возможностей организма рассчитывается адаптационный потенциал. Согласно полученным результатам среднее значение АП во всех выделенных группах соответствует удовлетворительной адаптации, школьницы с неудовлетворительной адаптацией и срывом не выявлены. Доля девочек с нормальной адаптацией существенно выше среди гармонично развитых школьниц и уменьшается по мере усиления дисгармоничности (с 93,6 % до 84,2 %). В состоянии напряжения адаптационных механизмов, при котором достаточные функциональные возможности обеспечиваются за счет мобилизации функциональных резервов,

находятся 7,5 % девочек с дисгармоничным и 15,8 % с резко дисгармоничным развитием [221].

Для выявления связи между величиной адаптационного потенциала и морфофункциональными показателями был проведен корреляционный анализ. Наиболее сильная значимая связь наблюдается между величиной адаптационного потенциала и АДС ($r = 0,77$), средняя по силе связь – с ЧСС ($r = 0,50$), умеренная – с АДД ($r = 0,49$) и ЖЕЛ ($r = 0,31$) и слабая связь – с МТ ($r = 0,22$) и ОГК ($r = 0,26$) [221].

Таким образом, исследования А.П. Кузнецовой [221] констатировали в исследуемой группе 24 % школьниц 12–13 лет, имеющих отклонения в физическом развитии. Нарушение гармоничности развития в большинстве случаев связано с избыточной массой тела. Среднегрупповые значения адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы оцениваются как удовлетворительные, функциональные способности дыхательной системы низкие. Оценка вегетативных влияний выявила доминирующую роль симпатической нервной системы. Исследование показало, что по мере усиления дисгармоничности физического развития ухудшаются адаптационные и резервные возможности кардиореспираторной системы девочек.

1.3 Оценка адаптационных изменений организма школьников и студентов в условиях учебной деятельности

Одной из важнейших задач современной физиологии является изучение механизмов адаптации организма к различным видам деятельности [88, 137, 273, 328, 329].

Оценка эффективности адаптационных процессов в условиях учебной деятельности представляет собой сложную задачу. Важен методологический подход, позволяющий осуществить правильный анализ различных сторон адаптационного процесса. Важнейшим звеном в адаптационной перестройке организма является изменение уровня функционирования дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Сердечно-сосудистая система выступает как неотъемлемое звено целостной физиологической реакции в любом адаптационном процессе. Это создает возможности для анализа адаптационных процессов с помощью исследования различных сторон функционирования сердечно-сосудистой системы [416].

При оценке адаптационных изменений по уровню функционирования дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе обучения следует учитывать, что у многих детей, поступающих в первый класс, имеются различные отклонения в состоянии этих систем жизнеобеспечения. Развертывающиеся на фоне психоэмоционального напряжения, часто встречающегося у школьников, адаптационные процессы и возрастные изменения системы кровообращения характеризуются выраженной разнонаправленностью сдвигов.

Среди показателей, возрастная динамика которых достаточно хорошо изучена, наиболее информативным является артериальное давление. Типичное для детей повышение систолического и диастолического давления с возрастом соответствует увеличению продольных размеров и массы тела. Относительно плавное повышение уровня артериального давления у школьников прерывается в возрасте 8–9 лет и в период полового созревания.

Динамика уровня артериального давления школьников в течение учебного года характеризуется снижением систолического и пульсового давления, что большинством

исследователей связывается с развивающимся к концу учебного года утомлением. Особенно ярко снижение систолического и пульсового давления к концу учебного года, как результат утомления, выражено у младших школьников.

Более 25 лет назад были выполнены исследования И.О. Тупицыным [374] с применением метода поликардиографии, позволившие выявить закономерности адаптационных реакций у школьников, в частности, было установлено, что учебная нагрузка оказывает существенное влияние не только на гемодинамику, но и на сократительную функцию сердца. К концу учебного года у младших школьников формируется синдром управляемой гиподинамии миокарда, что расценивается как более экономный вариант функционирования сердца, чем в начале учебного года. Это позволяет, по мнению автора, рассматривать подобные изменения как результат долговременной адаптации к воздействию учебной нагрузки.

На современном этапе рядом авторов на основе новых методологических подходов исследованы системные механизмы регуляции функций жизнеобеспечивающих систем. В частности, используя результаты спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, получены новые данные об особенностях формирования функциональных систем организма детей и подростков в результате действия определенных условий образовательной среды, специфики и уровня двигательной активности, пороговых значений напряженности и тяжести учебной деятельности [43, 82, 255, 319].

Таким образом, учебная деятельность сопровождается рассогласованием интеллектуального и физического компонентов нагрузок, увеличением интенсивности обучающих программ, появлением «школьной гипокинезии». Все эти факторы вызывают у детей формирование долговременной пассивной адаптации, возникновение функциональных сдвигов в состоянии систем детского организма [316]. Начало школьного обучения приводит к резкому увеличению психо-эмоциональной и физической нагрузки у детей [212]. Разные виды нагрузок вызывают резкое увеличение потребления кислорода в нервной и мышечной системах ребенка. Поэтому возникает необходимость в обеспечении возросшего потребления кислорода органами и

тканями. Данную функцию обеспечивает дыхание – обмен газов между внешней средой и клетками человеческого организма. Конвекционный транспорт дыхательных газов объединяет два процесса – легочную вентиляцию и транспорт газов кровеносной системой. Таким образом, кардиореспираторная система является единым целым, обеспечивая необходимый уровень окислительно-восстановительных процессов в клетках.

Кардиореспираторная система, обеспечивающая поступление кислорода к клеткам организма является одной из важнейших физиологических систем, определяющей как умственную, так и физическую работоспособность детей в онтогенезе и при адаптации к учебной деятельности [218, 437, 450]. Необходимые уровни минутного объема дыхания могут быть обеспечены только в случае наличия соответствующего функционального резерва и зрелости механизмов регуляции дыхания, что обеспечивает экономизацию функционирования дыхательной системы [344, 458].

Внешнее или легочное дыхание, осуществляющее газообмен между внешней средой и кровью легочных капилляров, в процессе возрастного развития претерпевает существенные изменения в связи с ростом и формированием бронхо-легочного аппарата [418]. Общие закономерности развития функций внешнего дыхания, его резервных и адаптивных возможностей в онтогенезе детей и подростков многосторонне изучены отечественными и зарубежными авторами. Установлены должные величины некоторых показателей внешнего дыхания с учетом возраста, пола, уровня физического развития и антропометрических данных детей [224, 447, 474].

Известно, что возраст у детей 7–10 лет находится на границе двух важных периодов развития системы дыхания: 6–7 лет, когда происходит значительное снижение бронхиального сопротивления, что приводит к увеличению объема вдоха и выдоха, и 10–11 лет – периода интенсивного увеличения объема легких.

Возраст 7–10 лет характеризуется плавными изменениями морфофункциональных показателей. При этом наблюдается увеличение резервных и функциональных возможностей системы внешнего дыхания [222]. В возрасте 10–11 лет параллельно

индивидуальному приросту антропометрических показателей и развитию легочной паренхимы происходит интенсивное увеличение легочных объемов и грудной клетки. Этот возраст считается вершиной эффективности «детской» организации физиологических функций [383], а также разнообразия вариантов индивидуальной организации энергетического обмена [350].

Во время роста и развития ребенка все большую роль в регуляции дыхания играет афферентация от двигательного аппарата и других анализаторов. Благодаря их развитию и более тонкому анализу информации, поступающей в головной мозг, дыхательный центр получает все более объективные данные о начале и объеме физической нагрузки [80].

Известно, что с возрастом дыхание становится все более и более кортикализированным и управляемым [70, 328, 329, 352].

С возрастом проявляется тенденция к снижению относительной величины минутного объема дыхания, углублению и снижению частоты дыхания. При физических нагрузках умеренной и большой мощности происходит уменьшение объемных скоростей дыхания, свидетельствующее об утомлении дыхательной мускулатуры [89, 433]. У детей наблюдается незрелость механорецепторного и центрального механизмов регуляции дыхания. Это, в свою очередь, может обуславливать неадекватность физиологических сдвигов дыхательной системы в процессе адаптации младших школьников к учебной нагрузке. В современной литературе имеются работы, посвященные изучению влияния учебной деятельности на функции внешнего дыхания [78, 224]. Большинство исследований посвящено адаптации кардиореспираторной системы физическим нагрузкам различной мощности, климатическим и экологическим условиям [133, 267, 289]. Состояние дыхательной системы рассматривается в сочетании с фактором курения, заболеваниями сердечно-сосудистой, нервной системы, спортивной деятельностью школьников [89, 447]. Показано, что поведение и психологические нагрузки оказывают существенное влияние на систему дыхания [441]. В ряде работ проводится одновременный анализ реакции дыхательной, мышечной и сердечно-сосудистой системы при физических упражнениях [89, 224, 474]. Однако, большинство исследований проводились при использовании динамических нагрузок различной

мощности, причем основной упор был сделан на изучение показателей сердечной деятельности [137, 263, 344, 370]. Другие исследователи в основном занимались изучением влияния изометрических нагрузок, характерных для учебного процесса [51]. Именно статические усилия, направленные на поддержание рабочей позы, являются одним из неблагоприятных факторов учебной деятельности в начальной школе [24]. Поэтому сравнительный анализ влияния изометрических и динамических нагрузок на функции внешнего дыхания младших школьников представляет несомненный научный интерес. Своеобразие физиологических сдвигов, происходящих в системе дыхания при статических напряжениях, быстро наступающее утомление [203] делают их важным объектом для изучения, особенно в процессе адаптации младших школьников. Общие закономерности развития функций внешнего дыхания, его резервных и адаптивных возможностей в онтогенезе детей и подростков многосторонне изучены отечественными и зарубежными авторами [154].

М.М. Зайнеев [154] констатирует, что динамическая нагрузка вызывает адекватную реакцию кардиореспираторной системы во всех возрастных группах. У школьников 8 лет в течение учебного года в обеих половых группах преобладают реакции сердечно-сосудистой системы, а в 9–10 лет увеличивается степень участия и дыхательного компонента кардиореспираторной системы.

В реакциях кардиореспираторной системы у девочек 8–9 лет и мальчиков 10 лет на изометрическую нагрузку преобладает дыхательный компонент, наиболее выраженный в конце учебного года.

На изометрическую нагрузку у девочек к 9 годам, у мальчиков к 10 годам наблюдается благоприятная реакция кардиореспираторной системы. Она характеризуется увеличением МОК, УОК, ЖЕЛ, МОД и резервных показателей дыхания.

У мальчиков 8–9 лет на изометрическую нагрузку проявляется неблагоприятная реакция кардиореспираторной системы, характеризующаяся снижением МОД, ДО, ЖЕЛ и резервных показателей дыхания.

У девочек 1-го и 2-го года обучения физическая нагрузка приводит к уменьшению внутри- и межсистемных

корреляционных связей. У девочек 3-го года обучения физическая нагрузка приводит к изменению вектора взаимосвязи.

У мальчиков 1-го года обучения после изометрической нагрузки наблюдается уменьшение корреляционных связей. У мальчиков 2-го и 3-го года обучения физическая нагрузка приводит к изменению вектора взаимосвязи [154].

Из анализа специальной литературы следует, что сила влияния школьных факторов риска определяется тем, что они действуют в период интенсивного роста, развития и формирования всех систем организма ребенка длительное время (в течение 9–11 лет, ежедневно). Это говорит о необходимости организации системы динамического наблюдения за физическим состоянием и состоянием здоровья учащихся в условиях образовательного учреждения. С точки зрения прогноза и коррекции здоровья школьников рекомендуется изучение региональных особенностей морфофункционального развития и адаптационных процессов. На этой основе М.М. Безруких [56] и В.Д. Сонькин [351] указывают на необходимость разработки и апробации перспективных моделей здоровьесберегающего образовательного процесса в учреждениях различных типов и видов.

Студенческая жизнь полна чрезвычайных и стрессогенных обстановок, поэтому учащиеся ВУЗов часто испытывают стресс и нервно-психическое напряжение. Стресс может формироваться в результате большого потока информации, который студентам необходимо освоить, из-за неумения организовать режим труда и отдыха, во время сдачи экзаменов.

Эмоциональное напряжение у учащихся наступает как минимум за 3–4 дня до начала сессии и сохраняется на всем ее протяжении. Эмоциональное напряжение отмечается и в межэкзаменационные дни, это свидетельство того, что экзаменационная сессия сопровождалась непрерывным, хроническим стрессом. Последствием такого стресса может являться невроз, то есть функциональное заболевание нервной системы [85].

Поэтому, актуальным является анализ адаптационных возможностей молодежи, обучающейся в вузах и выявление группы риска студентов с высокой вероятностью развития функциональных нарушений [462].

Процессы адаптации активизируются, когда меняются привычные условия и необходимо приспособливаться к новым ситуациям, именно с этим постоянно сталкиваются студенты в университетах, начиная с первого курса, когда кардинально меняются их образ жизни и система обучения.

В процессе адаптации студенты испытывают разнообразные трудности:

- недостаток сна;
- недостаточно полные знания по дисциплине;
- отсутствие на нужный момент курсовой работы или проекта по дисциплине;
- несданные во время и незащищенные лабораторные работы;
- не выполненные или выполненные неправильно задания;
- перегрузка или слишком малая рабочая нагрузка студента, то есть задание, которое следует завершить за конкретный период времени;
- плохая успеваемость по определенной дисциплине;
- большое количество пропусков по какому-либо предмету;
- конфликт ролей. Он может возникнуть в результате различий между нормами неформальной группы и требованиями формальной организации (преподавателя). В этой ситуации студент может почувствовать напряжение и беспокойство, потому что хочет быть принятым группой, с одной стороны, и соблюдать требования преподавателя с другой;
- отсутствие интереса к дисциплине или предлагаемой студенту работе;
- плохие физические условия (отклонение в температуре помещения, плохое освещение или чрезмерный шум и другое) [73].

В проведенных исследованиях отмечается что, адаптационные процессы протекают тяжелее у студентов, проживающих вдали от родителей, сменивших место жительства. Адаптация студентов сложный, находящийся под влиянием множества факторов процесс, включающий изменения уровня функционирования отдельных систем и соответствующего напряжения регуляторных систем. В случае возникновения сбоев в работе этих систем закономерно возникают функциональные и органические изменения в организме человека. Снижение адаптационного потенциала студентов, считается фактором риска возникновения

заболеваний, ведь даже незначительное ухудшение адаптационных возможностей может вызвать серьезные проблемы со здоровьем [18, 106]. Адаптационные резервы определяют работоспособность человека и его здоровье, они связаны с напряжением физиологических механизмов и зависят от характеристик воздействующего фактора [346].

Выделяют несколько периодов адаптации студентов:

1. Преадаптационный период. Период подготовки студента к обучению в вузе перед поступлением.

2. Период адаптации. Делится на две стадии: ориентировочная и оценочная. Ориентировочная стадия включает знакомство с политикой ВУЗа, выработку ориентации в ее предметно-вещных элементах. Оценочная стадия характеризуется интенсивной познавательной-критической отборочной деятельностью.

3. Период долговременной адаптации. Он продолжается все время обучения студента [139].

Самым трудным периодом адаптации является первый год обучения – нужно освоиться в новой обстановке, привыкнуть к организации учебного процесса, требованиям преподавателей, учебной нагрузке, общественному окружению в университете, новым условиям проживания. От успешности адаптационных процессов в первый год обучения во многом зависит успешность его дальнейшего обучения в вузе.

Важным является вопрос о структуре вузовской адаптации. Так, В.В. Лагерев [235] выделяет ряд основных составляющих адаптации: социально-психологическую, психологическую и деятельностную. Социально-психологическая адаптация отражает изменение социальной роли студента, усвоение норм и традиций, сложившихся в вузе. Психологическая отражает перестройку мышления, речи, внимания, памяти, зрительного восприятия, воли, способностей. Деятельностная составляющая отражает приспособление к учебному ритму, методам и формам работы, приобщение к учебному труду [235], то есть по своей сути является дидактической адаптацией. Таким образом, вузовская адаптация, предполагает и приспособление студента как субъекта профессиональной деятельности. В структуре вузовской адаптации В.И. Ковалева и В.Н. Дружинин [204] выделяют три компонента адаптации студентов, описывая их как виды

адаптации: педагогическая адаптация – приспособление студентов к новой системе обучения, необходимости усваивать знания; психофизиологическая адаптация – ломка прежнего динамического стереотипа, формирование новых установок, навыков и привычек; профессиональная адаптация – вхождение в профессиональную среду, усвоение норм и ценностей. Включенность профессионального компонента в вузовскую адаптацию является необходимым элементом дальнейшей производственной адаптации. Присутствие в структуре вузовской адаптации профессионального и социального компонентов подтверждается в работах М.А. Будякиной, Ю.М. Забродина, Л.Н. Захаровой, В.В. Лагерева, В.В. Новикова, А.А. Реана, А.А. Русалиновой, А.Л. Свенцицкого, В.Д. Шадрикова [307]. Необходимо заключить, что в структуре вузовской адаптации выделяются следующие компоненты адаптации: дидактический, социальный, профессиональный.

На начальном периоде вузовской адаптации в связи с освоением студентами новой информации (об условиях среды, деятельности) претерпевают изменения их представления о предстоящей деятельности и об особенностях новой социальной среды. Затем изменяется самооценка и уровень притязаний личности. Далее на основе новых представлений о деятельности и среде перестраивается или подстраивается структура опыта. Корректируется направленность личности на себя, на свою деятельность и свое социальное окружение. Классическим разделением этапов адаптации является рассмотрение первичной и вторичной адаптации. Первичная адаптация охватывает период первоначального включения студента в учебный процесс, в среду университета и коллектив; вторичная – последующий период профессионального становления [35].

Описывая закономерности явления социально-психологической адаптации, группа авторов под руководством А.А. Деркача [367] выделила пять этапов адаптации. Подготовительный этап адаптации, состоящий преимущественно в аккумулировании релевантной информации о предметных и социальных условиях предстоящей деятельности. В зависимости от индивидуально-психологических свойств и мотивационной сферы личности этот этап может протекать или в активно-

целенаправленной, или в пассивной форме. Этап стартового психического напряжения связан с состоянием нервно-психического переживания подготовительных действий (событий) и первоначального вхождения в новые условия профессиональной деятельности. В это время происходит внутренняя мобилизация психических и психофизиологических ресурсов человека, обеспечивающая необходимые предпосылки для функционирования в новых условиях. Следующим этапом адаптации является этап острых психических реакций входа, на котором адаптант начинает ощущать на себе воздействие изменившихся факторов предметной и социальной среды (например, впервые столкнувшись с необходимостью принятия решения в новых условиях). Характерным для данного этапа адаптационного процесса является переживание состояния фрустрации, вызывающее конструктивные (например, адекватное замещение способа удовлетворения потребности, переоценка ситуации) или деструктивные реакции (агрессивность или бегство от ситуации). В случае благоприятного развития адаптационного процесса наступает этап завершающего психического напряжения, характеризующийся своеобразной подготовкой психики человека к актуализации прежних режимов функционирования, привычных способов поведения в связи с предстоящим возвращением к привычной жизни. Завершающая стадия процесса адаптации, получившая название этапа острых психических реакций выхода, состоит из комплекса эмоциональных и поведенческих реакций, связанных с вхождением в уже знакомую среду обитания и профессиональной деятельности.

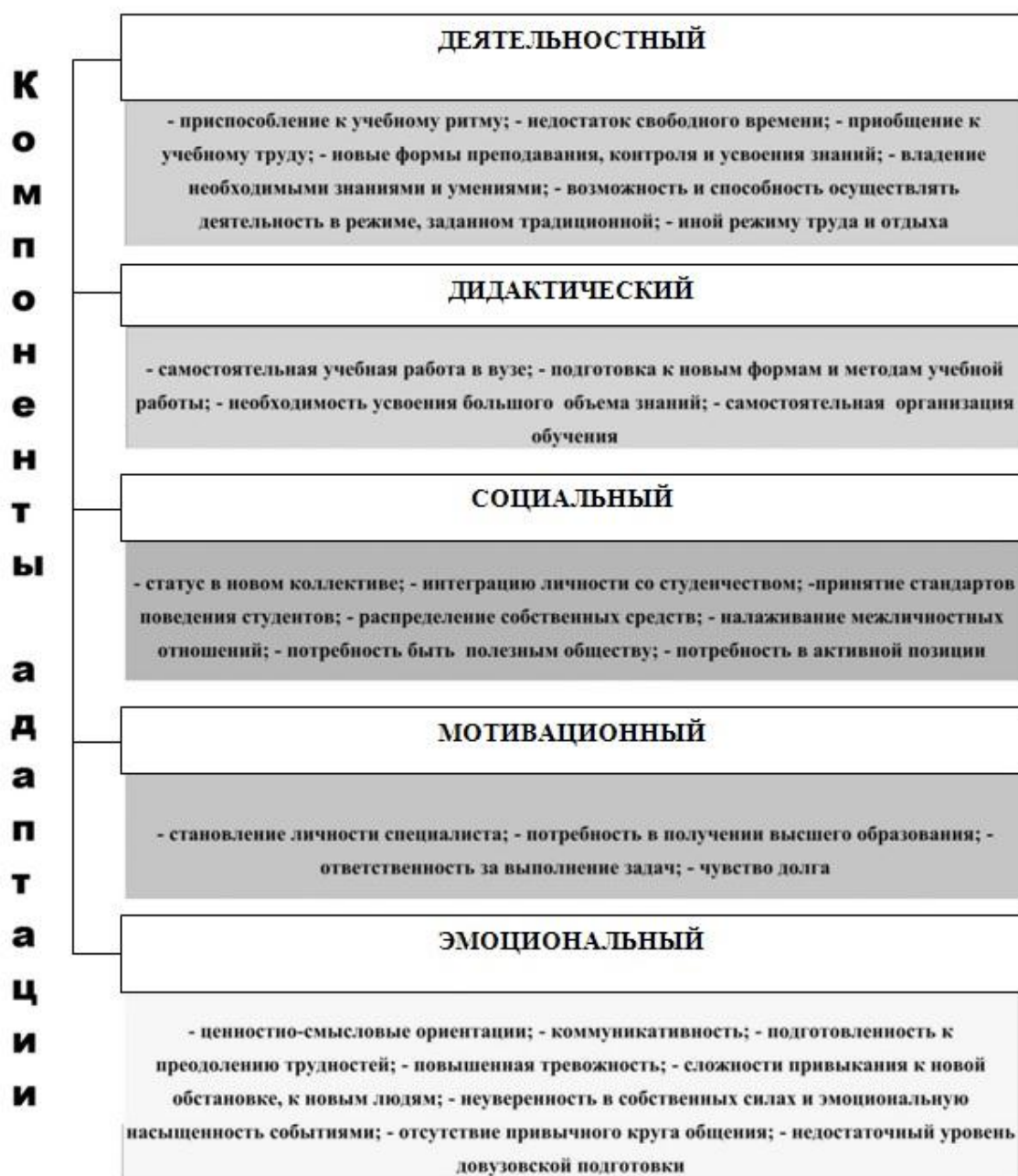


Рисунок 5 – Компоненты адаптации студентов к учебной деятельности

Анализ научной литературы позволяет выделить наиболее значимые компоненты процесса адаптации студентов к учебной деятельности: деятельностный, дидактический, социальный, мотивационный и эмоциональный. Содержание компонентов представлено на рисунке 5.

С.М. Минасян с соавторами [257] занимались изучением динамики кардиогемодинамических, психофизиологических показателей и активности регуляторных механизмов ритма сердца студентов в течение учебного года. Авторы констатируют, что

процесс адаптации студентов к учебной нагрузке сопровождается периодами спада и напряжения гемодинамических показателей, активности регуляторных механизмов ритма сердца и уровней самочувствия, активности и настроения. При этом периодами наивысшего напряжения физиологических систем организма и активации симпатических механизмов регуляции ритма сердца для студентов являются начало первого семестра и экзаменационный период. Несколько заниженный уровень индекса напряжения в начале II семестра может быть обусловлен более экономным механизмом адаптации сердечно-сосудистой системы студентов в этот период, что соответствует возможностям парасимпатической нервной системы [271].

Преобладание же парасимпатических механизмов регуляции, наблюдаемое в середине учебного семестра, вызвано процессом утомления, обусловленным каждодневными учебными нагрузками. Подтверждением последнего являются колебания показателя САН [257]. И.А. Корниенко и соавторами [208], исследуя активность симпатoadреналовой системы старшеклассников, к концу учебного года также наблюдали повышение ее резервных возможностей.

Наблюдаемые изменения коррелируют с данными авторов, которые при изучении вегетативных показателей и уровня электролитов слюны учащихся пришли к заключению, что умственная нагрузка вызывает утомление, которое куммулирует в течение учебной недели, месяца, года и в конечном итоге может стать причиной патологии [23].

Представленные результаты исследований Э.А. Алексеевой с соавторами [16] свидетельствуют о том, что по сравнению с исходным фоном в изучаемых группах произошли существенные изменения. Так, анализ вегетативного статуса обследованных студентов показал, что в период экзаменационного стресса вегетативное равновесие смещается в сторону преобладания симпатического звена регуляции. Повышаются параметры, характеризующие работу сердца, такие как ЧСС, САД, ДАД, ВИК, ИН. При этом наибольшее увеличение индекса напряжения в 2,9 раза наблюдалось в группе ваготоников, в группе нормотоников ИН увеличился на 41 % по сравнению с исходными данными, что свидетельствует о выраженном напряжении регуляторных систем

и мобилизации имеющихся функциональных резервов. По-видимому, именно такая перестройка функционирования организма помогает студенту мобилизовать свои знания и личностные резервы для решения поставленных перед ним задач и успешно сдать экзамен. В группе симпатикотоников достоверного роста данных параметров не произошло, а в группе гиперсимпатикотоников даже имеется тенденция к снижению. По-видимому, это свидетельствует о том, что студенты данной группы находятся в состоянии неудовлетворительной адаптации, что характеризуется значительным снижением функциональных возможностей организма. Снижение адаптационных возможностей организма даже при отсутствии манифестированного заболевания, по мнению ряда авторов, уже свидетельствует о более низком уровне здоровья и повышает риск развития болезней [253, 305].

Таким образом, полученные результаты показали, что у студентов с высоким уровнем уравновешенности нервных процессов (ваготоников, нормотоников) на экзамене отмечается активация тонуса симпатической нервной системы, что отражает оптимум функционирования систем регуляции, то есть удовлетворительную адаптацию организма к воздействию стрессора. Студенты, симпатикотоники и гиперсимпатикотоники, находящиеся в состоянии функционального напряжения, развивающегося на фоне выраженного усиления симпатических влияний, централизации механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма, демонстрирующего значительное напряжение адаптационных механизмов в межсессионный период, находятся на грани истощения функциональных резервов, и как следствие, характеризуются неблагоприятным течением у них процесса адаптации к условиям обучения в вузе [16].

Своевременное проведение оценки функционального состояния, адаптационного потенциала организма студентов необходимо для раннего выявления неоднородности здоровой популяции, разделения ее на группы риска с большей и меньшей предрасположенностью к болезни и проведения профилактических мероприятий в данных группах.

В связи с вышеизложенным для обеспечения высокой работоспособности и предупреждения развития в организме

отрицательных явлений необходима научно-обоснованная регламентация умственного и физического труда школьников и студентов в сочетании с периодическим медицинским и психолого-педагогическим контролем соответствующих специалистов.

1.4. Здоровьеформирующая образовательная среда учреждений образования и ее составляющие

Здоровьеформирующая образовательная среда – это место, где располагается образовательное учреждение. Это должна быть экологически и криминально благополучная территория, а учебное здание – функциональное с ухоженной прилегающей зоной; учебные кабинеты – с современной мебелью, просторные и светлые; обязательным является наличие актового и спортивного залов, столовой, библиотеки и т.д. Таким образом, пространственно-предметный компонент образовательной среды должен соответствовать современным гигиеническим и эстетическим нормам:

- соответствие состояния и содержания здания и помещений образовательного учреждения санитарным и гигиеническим нормам, нормам пожарной безопасности, требованиям охраны труда и здоровья обучающихся;

- наличие и необходимое оснащение помещений для питания обучающихся, а также для хранения и приготовления пищи;

- организация качественного горячего питания учащихся, в том числе горячих завтраков;

- оснащенность кабинетов, физкультурного зала, спортплощадок необходимым игровым и спортивным оборудованием и инвентарем;

- наличие помещений для медицинского персонала;

- наличие необходимого (в расчете на количество обучающихся) и квалифицированного состава специалистов, обеспечивающих оздоровительную работу с обучающимися (логопеды, учителя физической культуры и здоровья, психологи, медицинские работники).

Ответственность и контроль за реализацией этого блока возлагается на администрацию образовательного учреждения.

Социальные отношения в школе, реализующие здоровьесформирующие технологии, должны способствовать позитивному развитию ребенка на основе субъект–субъектных взаимоотношений; гарантом здоровьесформирующей деятельности школы является высококвалифицированный педагогический коллектив с неформальным творческим подходом к образовательному процессу; конструктивный стиль взаимоотношений в педагогическом коллективе и с родителями учащихся.

Но самое главное, что должно было бы заинтересовать родителей при оценке образовательного процесса учебного заведения, – это качество системных связей между пространственно-предметным и социальным компонентами данной образовательной среды, которые и обеспечивают тот или иной результат образовательного процесса. Это уровень методического обеспечения, эффективность использования имеющихся образовательных ресурсов, направленность образовательного процесса на раскрытие и развитие личностного потенциала каждого ребенка. А также способность среды учреждения образования удовлетворить весь комплекс потребностей личности и сформировать у него систему социальных ценностей, в том числе ценностную ориентацию на безопасный образ жизни, обеспечивающих успешную адаптацию к современной жизненной среде.

Другими словами, если рассматривать учреждение образования с точки зрения предоставляемых образовательных услуг, то интегративным критерием качества образовательной среды является ее способность обеспечить всем субъектам образовательного процесса систему возможностей для эффективного личностного саморазвития и самосовершенствования. Именно это и есть основной критерий здоровьесформирующей среды обучения в образовательном учреждении.

Здоровьесберегающая образовательная среда школы, по мнению И.М. Улановской [379], включает в себя три основных аспекта, ее характеризующих.

Первый аспект – *результативный*. Главным результатом воздействия образовательной среды на обучающихся является тот эффект, который они получают в своем развитии. При этом речь идет не только о развитии интеллектуальных способностей детей, но и о влиянии образовательной среды на особенности социального и индивидуально-личностного развития учащихся.

Второй аспект – *процессуальный*. Он определяет средства, которыми учреждения образования достигают свой развивающий эффект. Эти средства могут быть самыми разнообразными, они охватывают все стороны внутренней жизни образовательного учреждения: организацию учебного процесса и способы взаимодействия в системе «учитель (педагог) – ученики (студенты)», социально-психологическая структура классов (аудиторий) и критерии формирования межличностных отношений между обучающимися.

Третий аспект – *целевой*, который характеризует учреждения образования с точки зрения тех внутренних задач, на решение которых реально направлены ее усилия, время и средства.

Теоретический анализ исследований проблемы управления сохранением и развитием здоровья участников образования показывают, что поиск её решения приобретает в настоящее время актуальный характер. Это связано, с ростом заболеваемости обучающихся, обусловленной ухудшением социальных условий жизни и неправильным образом жизни.

В теории и практике педагогики определены основные подходы к организации здоровьесформирующего образования и здоровьесберегающей среды, сформировалось понимание тесной связи результатов обучения и воспитания от состояния здоровья участников образовательного процесса.

Процесс здоровьесбережения должен интегрировать три основных направления сохранения и укрепления здоровья учащихся: физическое, психическое и социальное.

Физическая составляющая связана с обеспечением полноценного физического развития учащихся, соблюдением медицинских и санитарно-гигиенических требований к образовательному процессу в учреждении образования. Благодаря этой составляющей поддерживается или восстанавливается (нормализуется) работа функций органов и систем (сердечно-

сосудистой, дыхательной), уровень физических качеств (сила, выносливость, гибкость, ловкость, быстрота), определяющих работоспособность организма обучающихся. Для этой составляющей основными факторами оздоровления обучающихся являются экология предметно-пространственной среды, личная и общественная гигиена, двигательная активность.

Физкультурно-оздоровительная работа в образовательных учреждениях является наиболее приоритетной формой сохранения и укрепления здоровья личности. Функциональные возможности организма занимающихся повышаются при оптимально организованной двигательной активности, которая является биологической потребностью. Результаты исследований подтверждают, что уровень двигательной активности современных школьников и студентов ниже возрастных норм, что связано в большей степени с увлечениями и образом жизни обучающихся (просмотр телевизора, компьютерные игры). Значительное снижение двигательной активности может сопровождаться задержкой роста и развития, снижением иммунитета, уменьшением адаптационных возможностей школьников и студентов. Видимо, поэтому приоритетным методом сохранения и укрепления здоровья учащихся и студентов в образовательных учреждениях является рациональное использование разнообразных средств и форм физического воспитания для достижения оптимальной двигательной активности, соответствующей научно обоснованным гигиеническим нормативам.

Психическая составляющая здоровья связана с обеспечением полноценного функционирования познавательных и эмоционально-волевых психических процессов, систем самоорганизации и самоуправления личности. Это отсутствие выраженных психических расстройств и определенный резерв сил человека, благодаря которому он может преодолеть неожиданные стрессы и затруднения, возникающие в исключительных обстоятельствах. Это состояние равновесия между человеком и окружающим миром, гармонии между ним и обществом, сосуществование представлений отдельного человека с представлениями других людей об объективной реальности [122]. Для этой составляющей главными факторами оздоровления

являются адекватная организация учебно-познавательной деятельности обучающихся и овладение приемами саморегуляции и саморазвития.

Большое значение имеет и *социальный элемент*. Эту составную часть здоровья изучает социальная гигиена. В содержание социального элемента здоровья включают такие факторы, как чувство безопасности, отсутствие отрицательных раздражителей и другое. В основном авторы определяют это понятие как удовлетворение основных жизненных потребностей.

Для этой составляющей главным фактором оздоровления является мировоззрение учащихся как система знаний, взглядов, убеждений и идеалов, определяющих отношение и поведение человека во всех сферах его жизнедеятельности. Именно в мировоззрении, как утверждают исследователи, находятся корни многих социально обусловленных заболеваний и проблем человека [393, 423]. Степень интегрированности физической, психологической и социальной составляющих определяют уровни развития здоровьесформирующей деятельности учреждения образования [416].

Нельзя не учитывать тот факт, что не только уровень и качество современного образования, но и здоровье подрастающего поколения определяет кадровый потенциал, будущее экономики страны, здоровье будущих поколений, а неадекватные условия образовательной среды могут явиться специфическим патогенетическим фактором риска для здоровья.

Здоровье и обучение взаимосвязаны и взаимообусловлены: чем крепче здоровье учащихся, тем продуктивнее обучение, тем выше противостояние вероятному негативному воздействию извне, то есть успешность адаптации к условиям среды. Вместе с тем, наиболее выраженный рост заболеваемости отмечается на возрастном отрезке, совпадающем с периодом получения систематического образования. Так, здоровье современных школьников характеризуется ростом социально-обусловленных и социально-значимых заболеваний, в том числе психических расстройств, нарушений обмена веществ, болезней эндокринной системы, нервной системы и органов чувств, системы кровообращения, а также существенным ростом хронической патологии [68, 234, 349, 384].

При этом следует понимать, что недооценка отклонений в состоянии здоровья учащихся может служить причиной ограничений в получении ими профессионального образования, при трудоустройстве и призыве на военную службу [64]. Следовательно, необходимо учитывать особенности формирования здоровья современных детей и подростков, результаты мониторинговых исследований состояния их здоровья в динамике обучения для дальнейшей разработки адресных здоровьесберегающих мероприятий в условиях учреждений образования.

Интенсивные процессы роста и развития детского организма обостряют его чувствительность к воздействию неблагоприятных факторов среды обитания. Основа предупреждения ухудшения состояния здоровья – обеспечение профилактического пространства в условиях учреждения образования. Так, по данным исследований М.П. Захарченко и соавт. (1997), А.Г. Сухарева и соавт. (1997), благоприятные процессы роста и развития детского организма, расширение его адаптационных возможностей, снижение заболеваемости отмечаются лишь при оптимальных условиях обучения и воспитания.

Н.В. Бобок и Е.М. Тананко [65], выполнив анализ показателей состояния здоровья современных школьников г. Минска, констатируют, что полученные достоверные данные (рост числа резко дисгармонично развитых школьников за счет избыточной массы тела, хронизация патологических состояний, формирование школьно-обусловленной патологии, ухудшение индекса «нездоровья» учащихся) убедительно свидетельствуют о неблагоприятной динамике состояния здоровья школьников за период обучения в учреждениях образования.

Вышеизложенное позволяет определить ведущие направления профилактических и коррекционных мероприятий в детских коллективах.

Поскольку в современном обществе учреждения образования представляют собой социальные институты, обязательные для каждого ребенка, это диктует необходимость создания в учреждениях образования здоровьесберегающего пространства, выполнения комплекса адресных мероприятий первичной (оптимизация внутришкольной среды, образовательного

процесса, двигательной активности учащихся, организация рационального питания, формирование личной ответственности за здоровье) и вторичной (ранняя диагностика отклонений в состоянии здоровья и их коррекция в условиях учреждения образования) профилактики.

Высокая эффективность реализации профилактических мероприятий может быть достигнута только при тесном взаимодействии всех участников образовательного процесса, взаимодействующих в пределах должностных обязанностей и профессиональной компетентности на основе общего концептуального подхода по выполнению системы взаимосвязанных мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья детей (медицинские работники, педагоги, родители).

Необходимо добавить, что в 2014 году Министерство здравоохранения Беларуси подписало письмо о присоединении страны к Европейской сети школ здоровья. В итоге идея создания школ здоровья была включена в государственную программу «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 гг. [117], что подразумевает поддержку проектов этой направленности. Сегодня в рамках научных исследований разработаны инструкции по созданию здоровьесберегающей среды в учреждениях образования и организации ресурсных центров [124]. В результате совместной работы центров гигиены, управлений образования, педиатров определены критерии, по которым будут оцениваться школы: это понимание коллективом школы ценности здоровья детей, наличие программы действий по созданию здоровьесберегающей среды, соблюдение санитарных правил, оптимизация двигательной активности учащихся, профилактика нарушений осанки, зрения, психоэмоционального состояния занимающихся, организация рационального питания. В итоге данной работы планируется создать перечень школ здоровья и сделать наиболее успешные из них ресурсными центрами в регионе – для передачи опыта другим школам. Такая работа способствует более широкому распространению здоровьесберегающих технологий в учреждениях образования [162].

1.5 Вариабельность сердечного ритма как показатель регуляторно-адаптивных возможностей организма

Анализ вариабельности сердечного ритма является методом оценки состояния механизмов регуляции физиологических функций в организме человека, в частности, общей активности механизмов нейрогуморальной регуляции сердца, соотношением между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы.

Математический анализ сердечного ритма является специфическим методом оценки вегетативного гомеостаза, дает возможность извлечь скрытую информацию, понять характер текущего взаимодействия звеньев управления ритмом сердца и оценить состояние и степень напряжения регуляторных механизмов целостного организма [308].

Изменение ритма сердца – универсальная оперативная реакция целостного организма в ответ на любое воздействие внешней среды. Однако, традиционно измеряемая средняя ЧСС отражает лишь конечный результат многочисленных регуляторных влияний на аппарат кровообращения, характеризует особенности уже сложившегося гомеостатического механизма [146].

Одно из важных звеньев этого механизма обеспечивает баланс между парасимпатическим и симпатическим отделами вегетативной нервной системы (вегетативный гомеостаз). Известно, что уменьшение тонуса парасимпатического отдела может сопровождаться соответствующим уменьшением тонуса симпатического отдела, благодаря чему средняя частота пульса не изменяется. Одной и той же частоте пульса могут соответствовать различные комбинации активностей звеньев, обеспечивающих вегетативный гомеостаз. Кроме того, на ритм сердца оказывают влияние звенья более высоких уровней регуляции и управления функциями организма. Поэтому, для того, чтобы судить о ходе приспособительных реакций, о процессе адаптации системы кровообращения и организма в целом к изменяющимся условиям существования, к разнообразным стрессорным воздействиям, необходимо располагать соответствующей информацией: уметь

определять функциональное состояние различных звеньев аппарата управления [36].

В отечественной физиологии вариабельность сердечного ритма понимается как процесс активации различных регуляторных механизмов, обеспечивающих поддержание сердечно-сосудистого гомеостаза и приспособление организма к изменениям условий окружающей среды [308].

Зарубежные исследователи в основном рассматривают вариабельность сердечного ритма как показатель состояния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы.

Система кровообращения рассматривается как чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма, а вариабельность сердечного ритма отражает степень напряжения регуляторных механизмов [290].

В настоящее время очевидным является тот факт, что подавляющее большинство морфофункциональных изменений вызваны нарушением равновесия между организмом и окружающей средой. Пытаясь приспособиться к меняющимся условиям среды, организм проходит ряд состояний и при отсутствии достаточных адаптационно-компенсаторных возможностей возникают заболевания, которые Г. Селье [331] назвал болезнями адаптации.

На фоне возрастных тенденций в системе регуляции сердечного ритма исследователи констатируют наличие индивидуальных особенностей формирования тонуса ВНС, а также его неустойчивость в процессе онтогенеза и адаптации к различным внешним воздействиям.

Считается, что в детском возрасте сдвиг вегетативного равновесия в сторону преобладания симпато-адреналовых реакций, как правило, является показателем выраженного стресса и сопровождается снижением качества адаптации [141].

Воздействие одного и того же раздражителя вызывает различное изменение ритма сердца у детей: у одних он учащается, у других – урежается [187]. Эти изменения указывают на индивидуальные различия вегетативного реагирования в детском организме при эмоциональных воздействиях. Рядом авторов [420, 421] выявлена значительная вариабельность индивидуально-

типологических особенностей ССС у практически здоровых детей школьного возраста, свидетельствуя о гетерохронности нормы.

Т.В. Красноперовой и соавторами [146] получены данные математического анализа сердечного ритма, свидетельствующие о генетической закладке типа вегетативной регуляции.

Н.И. Шлык [421] по данным кардионтервалографии среди детей дошкольного возраста выделила 4 типа регуляции, имеющие различные качественные соотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и подкоркой. По мнению автора тип вегетативной регуляции у детей является генетически детерминированным признаком и сохраняется при лонгитудальном исследовании у 82 % детей, при этом преобладание симпатической регуляции сердечного ритма не считается физиологической нормой.

М.Б. Кубергер [219], Г.Г. Осокина [288], О.С. Глазачев с соавторами. [111] выделили детей «симпатотоников», «нормотоников» и «ваготоников», беря за основу состояние вегетативной системы без учета активности центральных механизмов управления.

Выделение состояний с различной степенью преобладания тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы по показателям вариационной пульсометрии было предложено Р.М. Баевским [36], Д.И. Жемайтите [151], а также В.М. Зациорским и С.К. Сарсания [159] и другими.

Преобладание симпато- или парасимпатических влияний сопровождается признаками дисрегуляции сердечно-сосудистых функций. В условиях напряжения адаптации симпатический вариант составляет 61,3 % из числа обследованных детей. В период полового созревания у 69 % здоровых подростков обнаруживается вегетативная дисфункция по гиперсимпатикотоническому типу, сопровождающаяся нестойкой артериальной гипертензией и напряжением механизмов адаптации ССС.

По мнению И.В. Гуштуровой [125], для детей с различным тонусом ВНС характерны различные типы кровообращения. При этом у детей ваготоников скорость функционального созревания

ССС выше, чем у детей с преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм.

По данным С.Б. Шваркова [411], у 90 % детей разного возраста обнаруживается вегетативная неустойчивость (лабильность), на основании которой они должны быть отнесены в группу условно здоровых детей, имеющих риск возникновения синдрома вегетососудистой дистонии и гипертонической болезни.

При выявлении причин типологической неоднородности и неустойчивости нейрогуморальной регуляции у детей и подростков авторы указывают на многофакторность этого явления: конституционально-генетический дисбаланс механизмов регуляции вегетативных функций; критические периоды функционального созревания ВНС в онтогенезе; влияние факторов среды, вызывающих напряжение приспособительных механизмов [105, 111].

В некоторых исследованиях [169, 312] показана зависимость функционального состояния сердечно-сосудистой, дыхательной систем и психоэмоционального статуса у детей и подростков от особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма. Авторы приходят к единому мнению – изменение временных и спектральных характеристик сердечного ритма раньше, чем другие физиологические показатели «сигнализируют» о чрезмерности нагрузки и могут служить критерием напряжения адаптации.

По мнению О.С. Глазачева [111] тип нейровегетативной регуляции определяется средовыми воздействиями и отражает приспособительные возможности ребенка. По их данным, у обследованных детей отмечено преобладание симпатикотонических влияний в регуляции функций детского организма, свидетельствующее о напряжении адаптации к среде.

Вегетативно неустойчивых детей относят к группе условно здоровых, имеющих риск возникновения вегетососудистой дистонии [354, 95]. Вместе с тем, в литературе отсутствует единое мнение об уровне адаптационных возможностей и работоспособности детей с различным исходным состоянием вегетативной нервной системы. По данным одних авторов [419, 125, 421] у детей с преобладанием парасимпатикотонических влияний отмечается большая экономичность функционирования

центральной и периферической гемодинамики. Вместе с тем, имеются данные о высокой мобилизационной готовности сердечно-сосудистой системы детей-симпатотоников при выполнении физических нагрузок субмаксимальной мощности.

По данным Ф.Г. Ситдикова и М.В. Шайхелисламовой [340] у мальчиков 12 и 13 лет отмечается резкое смещение вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатических влияний на сердечный ритм – ИН у этих школьников находится в пределах 190,1 усл. ед. до 65,5 усл. ед., а количество ваготоников в данных группах увеличивается до 50,1 % и 57,1 % соответственно. При этом снижается процент школьников с симпатикотоническим вариантом ИВТ с ССС (до 36,3 % и 21,4 % в 12 и 13 лет), и несколько увеличивается группа нормотоников.

Пубертатный скачок симпатической активности у девочек наступает раньше, чем у мальчиков и соответствует 12,3 годам, когда количество школьниц с преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм возрастает до 60,0 % и 61,5 % соответственно и наблюдается существенный прирост ЧСС ($p < 0,05$).

Состояние регуляции сердечно-сосудистой системы – один из ведущих факторов, обуславливающих рабочие возможности человека [36]. Это связано с тем, что сердечный ритм отражает фундаментальные соотношения в функционировании не только сердечно-сосудистой системы, но и всего организма в целом, являясь отражением функционирования вегетативной нервной системы [146].

Хорошее функциональное состояние сердечно-сосудистой системы расценивается как проявление долговременной адаптационной реакции, обеспечивающей осуществление ранее недоступной по своей интенсивности физической работы. Характерным для сердечно-сосудистой системы лиц, занимающихся спортом, является сочетание максимально экономного функционирования в покое и возможность достижения высокой, предельной функции при физической нагрузке [146].

Если человек не имеет достаточных функциональных резервов, напряжение регуляторных систем может быть высоким не только при нагрузке, но и в условиях покоя. Это выражается в высокой

стабильности сердечного ритма, характерной для повышенного тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы [225]. Этот отдел регуляторного механизма, ответственный за экстренную мобилизацию энергетических и метаболических ресурсов при любых видах стресса, активируется через нервные и гуморальные каналы [331]. Согласно концепции о стрессе Г. Селье [331] симпатическая нервная система является составным элементом гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы, реализующей ответ организма на стрессорное воздействие. Важная роль при этом принадлежит центральной нервной системе, которая координирует и направляет все процессы в организме [22, 146].

Возможность использования показателей функции синусового узла для оценки состояния организма в достаточной мере обоснована универсальностью адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы на изменения условий внешней среды [129].

Высокая степень корреляции получаемых сведений о ритме сердца с функциональным состоянием представляется многим исследователям столь очевидной и убедительной, что по ряду показателей сердечного ритма считается возможным оценивать трудоспособность, прогнозировать состояние организма в экстремальных ситуациях и спрогнозировать даже спортивный результат [146].

Метод variability ритма сердца является одним из наиболее эффективных методических подходов для изучения процессов адаптации к разного рода нагрузкам, поскольку позволяет осуществить количественно-качественную оценку состояния регуляторных систем организма, в частности, систем, участвующих в регуляции кровообращения [421].

Согласно исследованиям некоторых авторов [36] показатели variability сердечного ритма обладают индивидуальной специфичностью, что позволяет осуществить раннюю диагностику утомления и проследить за адаптационным процессом каждого спортсмена.

Определение текущего функционального состояния организма по показателям ВСР спортсмена в процессе ежедневных тренировок – наиболее продуктивное звено управления процессом тренировки.

Сердечно-сосудистой системе, кроме выполнения гидродинамических функций, отводится роль согласующего звена во взаимоотношениях механизмов регуляции и информации с морфологическими структурами организма. Изменения сердечного ритма в связи с деятельностью механизмов регуляции можно рассматривать как результат активности различных звеньев вегетативной нервной системы, модулирующих сердечную деятельность, в том числе ритм сердца [36].

Ритм и сила сердечных сокращений очень чутко реагируют на любые стрессорные воздействия и несут информацию о состоянии регулирующих их систем, регуляторно-адаптивных возможностях организма. Повышение регуляторно-адаптивных возможностей зависит от степени увеличения парасимпатического звена регуляции, развивающегося в процессе тренировки. Рост симпатической регуляции при физических или эмоциональных перегрузках приводит к снижению адаптивных возможностей сердечного ритма и отражается на характеристиках сердечного ритма в исходном состоянии [36, 210].

В последние годы подчеркивается необходимость более детального изучения ВСР, так как нарушения в состоянии регуляторных систем организма предшествуют появлению метаболических, энергетических и гемодинамических нарушений, то есть являются наиболее ранними прогностическими признаками срыва процессов адаптации [37, 39].

Внимание к проблеме оценки вариабельности сердечного ритма привело к созданию большого количества методик анализа сердечного ритма [151]. В исследовательских работах используется вариационная пульсометрия, корреляционная ритмография, автокорреляционный анализ [37, 39].

Для более точной количественной оценки периодических процессов в сердечном ритме рекомендуется использовать спектральный анализ, позволяющий оценить взаимодействие отдельных уровней управления синусовым ритмом сердца. Задачей спектрального метода анализа ВСР является обнаружение периодических составляющих колебаний ритма сердца и количественной оценки значимости их вклада в динамику сердечного ритма [409].

1.6 Особенности адаптации кардиореспираторной системы к спортивным тренировочным нагрузкам в зависимости от вида спорта

Обеспечение организма кислородом является важнейшим условием высокого уровня физической работоспособности. Наиболее эффективным механизмом при этом принято считать увеличение сердечного выброса.

Однако экспериментальные данные [252, 403] четко указывают, что в результате систематических физических тренировок в организме получают развитие механизмы, обеспечивающие возможность большей доставки кислорода к тканям при меньшей величине сердечного выброса.

В настоящее время прогрессирование спортивных результатов все в большей степени зависит от разносторонней физической подготовленности спортсмена, на фоне которой осуществляется специальная тренировка.

Являясь системами быстрого реагирования на воздействия, легочное дыхание и гемодинамика играют важную роль в поддержании постоянства внутренней среды [460].

От уровня эффективности внешнего дыхания в значительной степени зависит аэробная производительность организма и поддержание нормального газового состава артериальной крови. Внешнее дыхание ряд исследователей [140, 261] причисляют к факторам, лимитирующим возможность достижения высоких спортивных результатов. Так, например, было показано [229], что на начальном этапе адаптации к физической нагрузке рост аэробной производительности организма в значительной мере определяется увеличением объема легких и возрастающими вентиляционными возможностями аппарата внешнего дыхания.

Физическая нагрузка сопровождается сложными и неоднозначными изменениями паттерна легочной вентиляции. При интенсивной мышечной работе, как и при дыхании воздухом, обедненным кислородом, происходит падение парциального напряжения кислорода в артериальной крови вследствие нарушения строгой корреляции между газообменом и кровоснабжением [42, 247, 467, 471]. Оптимизация паттерна дыхания при работе заключается в достижении альвеолярной

вентиляции, необходимой при данной интенсивности метаболизма, с наименьшими затратами энергии на осуществление вдоха и выдоха. Мышечная деятельность является для организма активным стрессором [69], во время мышечной деятельности бывает необходим значительный рост вентиляции, требования к ее оптимизации становятся значительно более жесткими, нежели в условиях физиологического покоя. Это определяет закономерный характер перестроек параметров дыхательного цикла, направленный на возможно более экономичное осуществление «рабочего гиперпноэ» в зависимости от характера и мощности нагрузки, в частности, последовательное использование резервных объемов вдоха и выдоха [58, 71].

Показатели функции внешнего дыхания могут служить объективной характеристикой напряженности физической деятельности [149].

Исследования функции внешнего дыхания наряду с системой кровообращения позволяют шире оценить функциональное состояние спортсмена, его резервные возможности [143, 190].

В последнее время появились работы, в которых нашло отражение изучение направленности тренировочного процесса на функциональные системы организма спортсменов [91, 128, 460]. В частности, указывается, что у спортсменов высокой квалификации, с различной направленностью тренировочного процесса уровень функционального состояния систем дыхания и кровообращения существенно различается, что обусловлено физиологической целесообразностью для данного вида спорта.

Это вполне закономерно с позиции функциональной системы гомеостаза и достижения полезного приспособительного эффекта за счет взаимодействия физиологических систем организма [20].

Следует отметить, что регулярная мышечная деятельность расширяет резервные возможности и выносливость дыхательной системы [278].

Изменения, происходящие в организме спортсмена в процессе систематической спортивной деятельности, носят приспособительный характер, происходят на всех уровнях организма, начиная с молекулярного, касаются как морфологии, так и функции и являются адекватными специфическими требованиями среды, предъявляемыми к жизнедеятельности

организма спортсменов. Степень соответствия их друг другу, в конечном счете, и определяет уровень спортивной деятельности той или иной направленности.

Принципиально новый концептуальный подход к количественной оценке регуляторно-адаптивного состояния организма человека дан в работах В.М. Покровского [298, 299]. С позиции сердечно-дыхательного синхронизма, основанного на тесном взаимодействии дыхательной и сердечно-сосудистой систем, общности механизма ритмогенеза сердца и дыхания. Согласно выдвинутой концепции, при высокой частоте ритма возбуждения дыхательного центра сердечные эфферентные нейроны в продолговатом мозгу вовлекаются в эту ритмику, что подтверждает теорию об иерархической системе структур и механизмов в целостном организме [298, 299].

Существует мнение, что обычные спирографические и спирометрические исследования внешнего дыхания недостаточны для характеристики внешнего дыхания современных высококвалифицированных спортсменов и поэтому могут быть причиной ошибок при прогнозировании функциональных возможностей. В связи с чем рекомендуется использовать современные средства диагностики, которые позволяют оценить не только объемные и скоростные характеристики, но и показатели «поток–объем» [407].

Принципиальным отличием, обеспечивающим новый методологический подход к оценке уровня регуляторно-адаптивных возможностей явилось исследование комплексной реакции двух важнейших вегетативных функций – дыхания и сердечно-сосудистой системы (кардиореспираторной).

Несомненно, такой комплексный подход увеличивает информативность метода ВСП в оценке регуляторно-адаптивного статуса и позволяет объективизировать информацию о функциональном состоянии организма [298, 299]. В этом плане необходимо подчеркнуть, что взаимодействие между дыхательной и сердечно-сосудистой системой является двунаправленной, то есть между дыхательным и сердечно-сосудистым центрами существует прямая и обратная связь [298, 299]. В основе этого лежат такие общие принципы и механизмы ЦНС, как детерминизм,

иррадиация, синхронность, рефлекторность, кооперативность, полифункциональность.

Под влиянием физических упражнений отчетливо возрастает ЖЕЛ [57], большее количество кислорода используется из литра вентилируемого воздуха [427], совершенствуются механизмы тканевого дыхания [89], возрастает способность продолжения физических нагрузок в выраженных гипоксемических и гиперкапнических состояниях с образованием большего кислородного долга [128, 430].

Потребление кислорода при постоянном темпе выполнения физических упражнений значительно ниже, чем при переменном. По мере развития тренированности отмечается повышение кислородного потолка [324].

В зависимости от условий выполнения спортивных упражнений отмечается значительное многообразие различных форм дыхательных движений, происходящих в основном за счет оптимизации акта дыхания, в условиях измененных соотношений частоты и глубины дыхания [104].

Особенно велика роль внешнего дыхания в поддержании кислородного режима организма спортсменов, от того в какой степени происходит изменение параметров внешнего дыхания, зависит физическая работоспособность спортсменов и их спортивные результаты [89, 174, 261]. В связи с этим, правильная интерпретация показателей внешнего дыхания, установление степени их сопряженности с регуляторно-адаптивными возможностями ССС позволяют получить объективную оценку состояния физической работоспособности организма спортсмена.

На индивидуальный тип дыхания накладывает отпечаток и характер мышечной активности. Так, Ю.М. Шапкайц [406] отметил, что спортсмены, тренирующиеся главным образом на быстроту, при стандартной физической нагрузке больше учащают дыхание, а развивающие у себя выносливость – увеличивают в основном дыхательный объем.

Исследованиями [173, 417] установлено, что адекватная вентиляторная реакция на работу формируется в порядке образования временных связей в коре мозга, образующихся под действием сигналов, предшествующих и сопутствующих работе,

закрепляется в порядке «самообучения» дыхательной системы и совершенствуется в процессе систематических тренировок.

Ряд исследователей внешнее дыхание причисляют к факторам, лимитирующим физическую работоспособность. Это нашло подтверждение и в исследованиях С.Н. Кучкина [229], показавшего, что на начальном этапе адаптации к физической нагрузке рост аэробной производительности организма в значительной мере определяется увеличением объема легких и возрастающими вентиляционными возможностями аппарата внешнего дыхания [140, 261].

В зависимости от условий выполнения спортивных упражнений отмечается значительное многообразие различных форм адаптации дыхательной системы, происходящих в основном за счет оптимизации акта дыхания на фоне изменения соотношений частоты и глубины дыхания [67, 109].

Широкий диапазон этого сочетания при мышечной деятельности В.В. Михайлов [261] охарактеризовал как высокую степень эффективности внешнего дыхания. Поэтому большое значение приобретает выбор оптимальных режимов дыхания, то есть таких сочетаний ДО и ЧД, последовательности сокращения и расслабления разных дыхательных мышц и других факторов, при которых работа дыхания для данных условий является эффективной [417].

У спортсменов при высокой частоте дыхания растет и глубина дыхания. Это наиболее рациональный способ срочной адаптации дыхательного аппарата к нагрузке. В исследованиях автора [71] показано, что усиление легочной вентиляции находится в прямой зависимости от мощности выполняемой работы.

В работах Ю.С. Ванюшина [88, 89, 91] при изучении показателей внешнего дыхания и газообмена у спортсменов различных видов спорта, развивающих выносливость и скоростно-силовые двигательные качества, было установлено, что с увеличением мощности нагрузки происходит постепенный рост показателей внешнего дыхания, газообмена и парциального давления углекислого газа в альвеолярном газе.

По данным Ф.З. Меерсона и М.Г. Пшенниковой [254] адаптация функции дыхания к физической нагрузке приводит к экономизации ее работы за счет повышения объема вдоха и

емкости легких, что позволяет поддерживать адекватный минутный объем вентиляции при меньшей частоте дыхания, а также повышением кислородной емкости и способности скелетной мускулатуры и других тканей утилизировать кислород.

ЖЕЛ входит в число показателей, определяющих выносливость, степень тренированности дыхательных мышц и резервные возможности дыхательной системы в целом. Имеются данные, указывающие на то, что чем выше ЖЕЛ, тем может быть меньше затраты на работу аппарата внешнего дыхания [261].

Показатели ЖЕЛ зависят от спортивной специализации. Отмечается значительное увеличение ЖЕЛ свыше 70 % у баскетболистов по сравнению с легкоатлетами, тяжелоатлетами и нетренированными лицами [275]. Наибольшие величины ЖЕЛ наблюдаются у спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость и обладающих самой высокой кардиореспираторной производительностью [118]. Значительно ниже показатели ЖЕЛ, исключая силу мышц выдоха, у спортсменов, развивающих силу. У спортсменов, развивающих качества быстроты или ловкости показатели легочной вентиляции занимают промежуточное положение [140].

По данным А.В. Чоговадзе [405] большинство абсолютных и относительных показателей внешнего дыхания (ЖЕЛ, МОД и других) значительно выше у спортсменов, тренирующихся преимущественно на развитие физического качества выносливости, чем у спортсменов в игровых и других видах спорта с преимущественным развитием качеств быстроты – ловкости.

Известно, что адаптивные изменения показателей дыхательной функции легких зависят от характера физической нагрузки. Е.В. Соколов [344] показал возможность повышения резервов системы вентиляции в условиях физической нагрузки средней и большой мощности, используя показатели МВЛ.

Дыхательный объем (ДО), показывающий степень эффективности легочной вентиляции при максимальном режиме физической нагрузке, составляет примерно 10 % емкости легких или 15–18 % ЖЕЛ и равен у взрослых 500–700 мл, у спортсменов ДО возрастает и может достигать 900–1300 мл [118].

Резервный объем вдоха ($PO_{вд}$) используется для углубления дыхания при нагрузке и определяет способности легких к дополнительному их расширению и вентиляции. В покое этот объем примерно равен 55–63 % ЖЕЛ [118].

Резервный объем выдоха ($PO_{выд}$) зависит от положения тела, его величина колеблется от 25 до 34 % от ЖЕЛ.

Максимальная вентиляция легких (МВЛ) относится к числу показателей, которые наиболее полно характеризуют функциональную способность и резервные возможности системы внешнего дыхания. На величину МВЛ влияют показатели ЖЕЛ, силы и выносливости дыхательной мускулатуры, бронхиальной проводимости. МВЛ также зависит от возраста, пола, физического развития, состояния здоровья, спортивной специализации, уровня тренированности и периода подготовки. В норме у взрослых МВЛ 70–90 л/мин, а у спортсменов может достигать 190–250 л/мин [118].

Высокую степень детерминированности функциональных возможностей аппарата внешнего дыхания характером физической деятельности отмечает в своих работах и Ю.М. Шапкайтц [406], показавший на большом фактической материале тесную связь между направленностью тренировочного процесса на совершенствование основных двигательных качеств (выносливость, сила, быстрота, сочетание ловкости, быстроты и силы) и развитием функциональных показателей внешнего дыхания.

Известно, что в процессе систематических спортивных тренировок у спортсменов улучшается нейрогуморальная регуляция дыхания при мышечной работе, устанавливается лучшее согласование работы дыхания при выполнении упражнений как с мышечной, так и с другими функциональными системами организма; отмечается нарастание процессов экономизации системы дыхания как в условиях покоя, так и при стандартных физических нагрузках [128, 369].

По мнению Т.Д. Кузнецовой [224], механизмы реакции внешнего дыхания на физическую нагрузку достаточно сложны, но именно мышечная работа служит в процессе эволюции стимулом к формированию механизмов регуляции и адаптации дыхания.

Ж.Н. Булгакова [76] рекомендует использовать показатель легочной вентиляции для отбора и прогнозирования спортивных результатов в работе с пловцами, что может свидетельствовать о высокой степени информативности этого показателя.

Общеизвестна тесная функциональная связь систем кровообращения и дыхания в обеспечении энергетических потребностей организма при мышечной работе. Повышение уровня нагрузки закономерно приводит к увеличению сдвигов показателей со стороны обеих систем. Наряду, с этим данные литературы говорят о наличии определенных индивидуальных особенностей в адаптации систем энергообеспечения к физической нагрузке.

У одних лиц отмечаются более выраженные сдвиги – со стороны сердечно-сосудистой системы – циркуляторный тип, у других со стороны дыхательной системы – респираторный тип [151].

Имеются данные о реакции системы внешнего дыхания спортсменов на нагрузку и изменения оксигенации крови при этом. У тренированных лиц более высокая переносимость субкритических нагрузок по степени и длительности. При этом у них наблюдаются наименьшие отклонения в функциональных показателях относительно неспортсменов [348].

Характер интеграции звеньев сложного процесса обеспечения организма кислородом зависит в известной мере от структуры и интенсивности выполняемой работы, а также индивидуальных особенностей механизма адаптации вегетативных систем организма к мышечной деятельности. Р.Г. Каибов [184] выделяет три варианта реакции при выполнении нагрузки: первый вариант характеризуется адекватными реакциями со стороны дыхания и кровообращения, второй вариант – компенсаторный, при котором одна из функций отражает реакцию напряжения системы регуляции; третий вариант характеризуется выраженной дискоординацией исследуемых функций.

А.В. Шаханова [409] констатирует, что квалифицированные спортсмены имеют степень развития статических объемных характеристик на уровне должных величин (ЖЕЛ и ФЖЕЛ): $5,1 \pm 1,3$ л ЖЕЛ и $4,4 \pm 1,3$ л ФЖЕЛ у легкоатлетов-бегунов, тогда как у спортсменов-дзюдоистов $4,6 \pm 1,0$ л и $3,3 \pm 1,6$ л соответственно ($p < 0,05$). Наиболее высокие значения ЖЕЛ

отмечались у легкоатлетов-бегунов ($p < 0,05$). Для них особенно значимой является способность регулировать фоновые энергетические уровни для лучшего согласования дыхания и движения с целью достижения относительно экономичных энергозатрат на работу.

Для обеспечения организма кислородом в процессе длительной работы с достаточно большой интенсивностью, что характерно для представителей квалифицированных легкоатлетов-бегунов, должен был появиться механизм, обеспечивающий увеличение вентиляции за счет меньших затрат работы на один и тот же объем вентиляции, что энергетически выгодно для такого рода нагрузки. Такой механизм выработался у спортсменов с направленностью тренировочного процесса на выносливость – это большая по сравнению с другими видами спорта величина ЖЕЛ, что по мнению ряда авторов обеспечивает меньше затрат работы на один и тот же объем вентиляции и снижение кислородной стоимости вентиляции [140, 261, 467]. Для спортсменов циклических видов характерны высокие показатели бронхиальной проходимости и достаточно большая сила мускулатуры выдоха, что обеспечивает возможность получать большие величины МВЛ с наименьшими энергетическими затратами. Объяснение этого обстоятельства состоит, по-видимому, в том, что легкоатлеты-бегуны во время тренировочной деятельности осуществляют весьма длительное поддержание легочной вентиляции на высоком уровне. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость длительной и мощной работы дыхательной мускулатуры [409].

Высокую степень детерминированности функциональных возможностей внешнего дыхания характером физической деятельности отметил В.В. Дубилей [140], показавший на большом фактическом материале тесную связь между направленностью тренировочного процесса и развитием функциональных показателей внешнего дыхания.

Особенность тренировочного процесса представителей единоборств состоит в том, что эта категория спортсменов выполняет упражнения на фоне натуживания и частых задержек дыхания при фиксированном положении грудной клетки. Режим мышечной деятельности квалифицированных дзюдоистов в

указанных условиях, по-видимому, не способствует столь высоким значениям ЖЕЛ и ее производных ($PO_{\text{вд}}$ и $PO_{\text{выд}}$), как у легкоатлетов. А.В. Шаханова [409] экспериментальными данными наглядно демонстрирует, что показатели ЖЕЛ и дыхательных объёмов достоверно выше в группах циклического спорта и у представителей баскетбола ($p < 0,05$). В тоже время спортсмены, специализирующиеся в единоборствах, испытывают трудности с вентиляцией легких, связанные с положением тела, что требует сложной адаптации к динамике дыхания.

Среди студентов, занимавшихся в спортивных секциях, ЖЕЛ составляла у баскетболистов – $5,2 \pm 0,8$ л, у футболистов – $4,6 \pm 0,5$ л ($p < 0,05$), ФЖЕЛ – $4,2 \pm 1,1$ л и $4,0 \pm 1,2$ л. Показатели ЖЕЛ и ФЖЕЛ у студентов, не занимавшихся спортом, ниже, чем у спортсменов и студентов-игровиков, но соответствуют нормативным или «должным» величинам (таблица 4).

Таблица 4 – Результаты исследования объемных показателей системы дыхания квалифицированных спортсменов (дзюдоистов и легкоатлетов), занимавшихся в секциях футбола, баскетбола и неспортсменов ($M \pm m$) (по данным А.В. Шахановой, 2015)

Показатели	Студенты - дзюдоисты	Студента- легкоатлеты	Студенты- баскетболисты	Студенты- футболисты	Студенты , не занимавшиеся спортом
ЖЕЛ, л	$4,6 \pm 1,0$	$5,1 \pm 1,3^*$	$5,2 \pm 0,8$	$4,6 \pm 0,5^*$	$4,3 \pm 0,9$
$PO_{\text{вд}}$, л	$1,9 \pm 0,6$	$2,2 \pm 0,7^*$	$2,2 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,4$	$1,9 \pm 0,3$
$PO_{\text{выд}}$, л	$3,5 \pm 1,1$	$3,4 \pm 1,2$	$3,5 \pm 0,3$	$2,6 \pm 0,6^*$	$2,0 \pm 0,4$
ФЖЕЛ, л	$3,3 \pm 1,6$	$3,4 \pm 1,3^*$	$4,2 \pm 1,1$	$4,0 \pm 1,2$	$3,1 \pm 0,6^*$
МВЛ, л	$90,3 \pm 27,9$	$112,0 \pm 18,9^*$	$97,6 \pm 33,1$	$71,5 \pm 25,0^*$	$84,6 \pm 16,8^*$
Примечание: достоверность различий ($p < 0,05$)* между спортсменами разных видов спорта					

А.В. Шаханова [409] провела детальный анализ величины жизненной емкости легких, согласно которому один из ее

компонентов – резервный объем вдоха ($PO_{вд}$) составил у дзюдоистов $1,8 \pm 0,6$ л, у легкоатлетов-бегунов $2,2 \pm 0,7$ л, у баскетболистов $2,2 \pm 0,2$ и $1,9 \pm 0,4$ у футболистов. У нетренированных студентов он составил $1,9 \pm 0,3$ л. Достоверные отличия наблюдались только в группе спортсменов, занимавшихся легкой атлетикой. Другой показатель, $PO_{выд}$, как и $PO_{вд}$, не имел достоверных отличий, но наиболее высокий показатель наблюдался у легкоатлетов-бегунов и баскетболистов.

Об увеличении резервных возможностей дыхания говорит максимальная вентиляция легких, которая у спортсменов дзюдоистов составила $90,3 \pm 27,9$ л, $112,0 \pm 18,9$ л у легкоатлетов, $97,6 \pm 33,1$ л у баскетболистов, $71,5 \pm 25,0$ л у футболистов и $84,6 \pm 16,8$ л у неспортсменов ($p < 0,05$). Поскольку уровень МВЛ в 120 л является критической границей, выше которой энергетическая стоимость работы аппарата внешнего дыхания становится особенно значительной, не превышен, деятельность респираторной системы спортсменов может быть признана адекватной. Достоверные отличия обнаружены по показателю МВЛ у всех спортсменов ($p < 0,05$). Максимальные значения наблюдались у представителей циклического вида спорта. Достижение высоких значений легочной вентиляции, свойственные высококвалифицированным спортсменам, является результатом высокой согласованности дыхательных актов с сокращением дыхательных мышц [393]. Наименьшие величины зарегистрированы у студентов, занимавшихся в секции футбола и неспортсменов [409].

По тесту форсированного выдоха у спортсменов всех групп нарушений трахеобронхиальной проводимости выявлено не было.

У баскетболистов по сравнению с остальными группами спортсменов и неспортсменами был выше ряд объемно-скоростных показателей на различных участках бронхиального дерева: абсолютные значения ПОС, СОС₂₅₋₇₅, СОС₇₅₋₈₅ (состояние проходимости мелких бронхов) (таблица 5); абсолютные величины максимальной объемной скорости кривой «поток-объем» форсированного выдоха (МОС₂₅, МОС₅₀) (состояние проходимости крупных и средних бронхов), а также значение МОС₇₅ (состояние проходимости терминальных отделов бронхиального дерева) (таблица 5). Что говорит о высокой функциональной способности

дыхательной системы, которая является характерной для представителей игровых видов спорта [113].

У студентов, занимавшихся в секции футбола и студентами контрольной группы, по данным А.В. Шахановой [409] не выявлено достоверных различий в показателях бронхиальной проходимости легких.

Таблица 5 – Показатели пиковой, средней и мгновенной объёмной скорости кривой «поток-объем» форсированного выдоха у квалифицированных спортсменов и студентов, занимавшихся в спортивных секциях и не занимавшихся спортом ($M \pm m$) (по данным А.В. Шахановой, 2015)

Показатели	Студенты-дзюдоисты	Студента-легкоатлеты	Студенты-баскетболисты	Студенты-футболисты	Студенты, не занимавшиеся спортом
ПОС, л/с	7,7 ± 3,6	7,9 ± 2,4	9,4 ± 1,6*	6,6 ± 1,7*	6,6 ± 1,2
СОС ₂₅₋₇₅ , л/с	5,6 ± 2,8	6,0 ± 1,8	6,5 ± 1,0	4,7 ± 1,1*	4,3 ± 1,0
СОС ₇₅₋₈₅ , л/с	3,6 ± 2,0	3,6 ± 1,2	4,2 ± 1,4	2,7 ± 0,7*	2,6 ± 0,3
СОС ₂₀₀₋₁₂₀₀ , л/с	6,7 ± 3,8	6,9 ± 2,3	8,5 ± 1,4*	5,8 ± 1,5*	5,5 ± 1,3
T _{пос} , с	0,1 ± 0,1	0,2 ± 0,1*	0,1 ± 0,01*	0,2 ± 0,1*	0,2 ± 0,1
ОФВ1, л/с	3,2 ± 1,5	4,1 ± 1,2**	4,1 ± 0,9	3,8 ± 0,3	3,0 ± 0,2
МОС ₂₅ , л/с	7,0 ± 3,5	7,3 ± 2,4	8,4 ± 0,7*	5,6 ± 1,4*	5,7 ± 1,5
МОС ₅₀ , л/с	5,8 ± 3,0	6,5 ± 2,0	7,2 ± 0,9	5,1 ± 1,3*	5,0 ± 0,2
МОС ₇₅ , л/с	4,1 ± 2,2	4,1 ± 1,3	4,9 ± 0,9*	3,2 ± 0,8*	3,1 ± 0,6
Примечание: достоверность различий ($p < 0,05$)* между спортсменами разных видов спорта					

Для спортсменов игровых видов спорта важное значение имеет выносливость, что требует развития аэробной производительности, которая обеспечивается высоким уровнем

бронхиальной проходимости в средних и мелких бронхах. Выраженное проявление экономичности легочной вентиляции, нарастание резервных возможностей за счет увеличения бронхиальной проходимости и силы сокращения дыхательных мышц, повышение функциональных способностей дыхательной системы является характерным для представителей игровых видов спорта [165].

Достаточно высокие функциональные возможности дыхательного аппарата являются важным условием достижения высоких спортивных результатов и эффективности спортивной деятельности, ввиду потребности в резкой мобилизации функции внешнего дыхания, вызываемого постоянной необходимостью совершения «рывков» на короткие и средние расстояния в процессе игры.

Парадоксально более низкие показатели легочной вентиляции у футболистов в отличие от баскетболистов являются свидетельством перенапряжения организма в условиях больших по объему и интенсивности физических нагрузок, когда достижение результативности на игровом поле идет за счет более высокой «цены» адаптации на фоне высокого напряжения регуляторно-адаптивных механизмов. Т.Г. Петрова [292] отмечает, что высокое различие физической работоспособности и общей выносливости организма студентов-футболистов происходит на фоне столь же высокого напряжения нейрофизиологических механизмов адаптации.

Спортсмены дзюдоисты имели более низкие показатели бронхиальной проходимости. Это может объясняться положением тела борца во время выполнения броска, затрудняющее дыхание.

Приведенные в таблице 5 соотношения показателей функции внешнего дыхания свидетельствуют о закономерном различии в состоянии бронхиальной проходимости и уровне функциональных способностей дыхательного аппарата у лиц с различной спецификой физической деятельности [406, 140]. Причем, эффективность легочной вентиляции определяется в большей степени не спортивной квалификацией, а видом спорта и направленностью тренировочного процесса. У квалифицированных легкоатлетов-бегунов и баскетболистов феномен сопряженности между регуляторно-адаптивными

возможностями ССС и резервными возможностями системы внешнего дыхания выражен в значительно большей мере.

В целом, объемные (статические) параметры и объемно-скоростные характеристики системы внешнего дыхания спортсменов находятся на уровне должных величин или превышают их, что отражает хороший уровень функционального состояния и высокие адаптивные возможности и резервы дыхательной системы [409].

При этом наиболее экономичное функционирование аппарата внешнего дыхания наблюдалось у спортсменов, составивших группу с высокой степенью адаптации ССС. Высокие значения ЖЕЛ и ФЖЕЛ указывают на оптимальное приспособление вентиляционной системы дыхания к работе в условиях мышечной деятельности, на высокие резервные возможности и значительную степень эффективности легочной вентиляции при повышенном объеме физических нагрузок.

Для характеристики влияния физических упражнений на дыхательный аппарат необходимо учитывать не только абсолютную величину ЖЕЛ, но и соотношение составляющих ее объемов.

Высоко значимыми критериями адаптации к нагрузкам, влияющим на функциональную дееспособность дыхательных мышц, растяжимость системы «легкие – грудная клетка», проходимость дыхательных путей и резервные возможности легочной вентиляции, являются показатели МВЛ.

Все показатели статических и динамических объемов и емкостей легких были достоверно выше у контингента с высокой степенью адаптации ССС, что указывает на увеличение функциональных возможностей дыхательного аппарата. Показатели МВЛ выше примерно в два раза у легкоатлетов и у дзюдоистов в группах с высокой степенью адаптации, это означает, что имеется достаточно превалирующий положительный баланс функциональных ресурсов по отношению к категории спортсменов-легкоатлетов и дзюдоистов с напряжением регуляторных механизмов ССС [409].

А.В. Шаханова [409] доказывает, что высокая бронхиальная проходимость позволяет повысить степень аэробной производительности организма спортсменов, служить

своеобразным компенсаторным механизмом в случае выраженного напряжения адаптивных механизмов сердечно-сосудистой системы.

Повышение бронхиальной проходимости приводит к выводу об увеличении площади функционирующей поверхности альвеолярно-капиллярных мембран, возрастании объема кровотока в капиллярном русле легких, использовании большого количества кислорода в вентилируемом воздухе, что позволяет значительно повысить степень аэробной производительности организма спортсменов. По-видимому, это происходит вследствие расслабления гладкой мускулатуры трахей и бронхов и включения в процесс дыхания ранее не функционировавших альвеол [29].

Исследования А.В. Шахановой [409] показали, что у всех обследуемых студентов, как занимавшихся спортом в режиме секций, так и не занимавшихся, показатели внешнего дыхания находились в пределах нормативных значений, но при этом в группе с высокой степенью адаптационных возможностей ССС все показатели статических и динамических объемов и емкостей легких были достоверно выше, что указывает на увеличение функциональных возможностей дыхательного аппарата. Специфика вегетативного реагирования, сопровождающего тренировочную и соревновательную деятельность, обусловлена не только характером осуществляемой деятельности, но и индивидуальными особенностями реагирования вегетативной нервной системы. Комплексный учет данных респираторной системы и вегетативного компонента позволит существенно повысить надежность спортивной деятельности и более объективно прогнозировать успешность ее результатов. При этом у спортсменов-игровиков отмечен достоверно более высокий уровень развития всех исследуемых компонентов функциональной дыхательной системы по сравнению со студентами не занимавшимися спортом.

Такая согласованность в динамике показателей ССС и дыхательной системы является убедительным доказательством того, что скорость и объем адаптации, ее эффективность, динамичность лимитируется функциональным состоянием кардиореспираторной системы.

В целом, оценивая характер вентиляционных функций легких в состоянии покоя у квалифицированных спортсменов и студентов, занимавшихся в спортивных секциях и не имевших спортивных разрядов, мы можем говорить об экономизации функции дыхания и повышении эффективности газообмена, явившихся результатом нового уровня функциональных взаимоотношений в легких, установившихся в процессе долгосрочной адаптации к спортивным физическим нагрузкам в ходе тренировок.

1.7 Анализ показателей физического состояния и состояния здоровья современных школьников и студентов

Состояние здоровья детей – комплексный показатель, наиболее чутко реагирующий на воздействие различных факторов окружающей среды, что позволяет определить «здоровье» как результат многомерного, динамического процесса взаимодействия со средой обитания [47].

Вызовы XXI века обусловлены масштабными изменениями окружающей среды (выраженная урбанизация), новым укладом и качеством жизни детей и подростков, условиями их жизнедеятельности в бурно изменяющемся мире на фоне неблагоприятных тенденций в показателях здоровья и развития подрастающего поколения россиян, сложившихся в годы коренных преобразований в стране и дающих о себе знать до настоящего времени:

- изменениями в процессах физического и психофизиологического развития детей и подростков;
- гиперинформатизацией жизнедеятельности детей, подростков и молодежи;
- сниженной двигательной активностью;
- нездоровым питанием детей, подростков и молодежи с выраженным предпочтением фастфуда;
- ранней трудовой занятостью подростков, в том числе обусловленной экономическим положением семьи в условиях постиндустриального развития стран;

– поведением детей, опасным в отношении собственного здоровья;

– постоянным отставанием системы медицинского обеспечения от потребностей и состояния здоровья детей в процессе их обучения с учетом региональных особенностей [231].

В изменяющемся мире условия жизнедеятельности детей и подростков

должны обеспечивать им гармоничный рост и развитие, состояние здоровья, в том числе и психическое, позволяющие успешно социализироваться в современном обществе, трудоустроиться и достичь духовного и нравственного развития, адекватного как потребностям общества, так и личным исканиям.

Следует отметить, что в школьные годы увеличивается количество детей с дефицитом массы тела и уменьшением окружности грудной клетки, что характеризует тенденцию наметившегося процесса грациализации, лептосомизации и дисгармоничности показателей физического развития. Уменьшение размеров тела и появление значительного количество детей с низкой массой тела приводит к более позднему половому созреванию детей обоего пола, причем задержка полового развития встречается в 2 раза чаще у мальчиков, чем у девочек [46, 293, 378, 424]. С другой стороны ожирение в странах Европы и в России приобретает черты эпидемии, в России количество детей с избыточной массой тела достигает 16,0–20,0 % [49, 231].

Показатели мышечной силы у детей на протяжении всех лет наблюдения (с 1960 по 2014 г.) непрерывно уменьшаются и становятся существенно ниже в возрасте 8–15 лет: у мальчиков – на 8,9–9,8 кг, у девочек – на 7,9–9,4 кг [231].

Еще большее половое различие проявил моторный компонент простой сенсомоторной реакции. Во всех возрастных группах он достоверно ниже у лиц мужского пола, что означает более развитую у них психомоторику. При этом скорость ее развития у лиц женского и мужского пола примерно одинакова.

Проведенные исследования позволили выявить особенности возрастного-полового развития когнитивных функций и психомоторики, свидетельствующие о существенном различии лиц разного пола по темпам развития психофизиологических функций. Данные указывают на необходимость по-новому взглянуть на современные образовательные технологии с возможным переходом к дифференцированному обучению с учетом особенностей возрастного-полового развития психофизиологических функций [231].

Экспериментальные данные [231] свидетельствуют о том, что современные подростки, по сравнению с их сверстниками 10 лет назад, характеризуются лучшим развитием сенсомоторики, в том числе латентных и моторных компонентов принятия решений, а также лучшим развитием ряда когнитивных функций – логического мышления, переключения и распределения внимания.

Возможно, это связано с изменением условий жизни и школьного образования. Активное развитие подростков, обследованных 10 лет назад, приходилось в основном на конец 80-х и 90-е гг., отличавшиеся напряженными социально-экономическими условиями, которые могли способствовать негативным изменениям их личностного развития [231].

Напротив, время развития современных подростков приходилось в основном на конец 90-х и 2000-е гг., отличавшиеся более устойчивым социально-экономическим положением страны. Это могло повлиять на лучшие семейные условия жизни детей и обеспечить им более эффективное психофизиологическое развитие [231].

Выявленное более выраженное утомление у современных подростков, по данным критической частоты слияния мельканий (КЧСМ) может быть обусловлено широким внедрением компьютерной, планшетной, телефонной и другой электронной техники, обеспечивающей детей различными видами электронных игр, которым они уделяют много времени и внимания [231].

Электронные игры требуют быстрых и точных реакций на различные экранные стимулы, что способствует развитию психомоторики. Реагирование на различные сигналы может

приводить к развитию функций распределения и переключения внимания. Современные игры способствуют также развитию логического мышления.

Разнообразные технологии современного образования, использующие компьютерные средства обучения, могут оказывать положительное влияние на развитие психофизиологических функций школьников. Вместе с тем внедрение в жизнь электронных игр и компьютерных средств обучения, требующих постоянной концентрации зрения на близко расположенном и неподвижном экране компьютера или других электронных устройств, может приводить к перенапряжению и развитию утомления зрительного анализатора.

По данным ФГБУ «Научный центр здоровья детей» РАМН, у современных школьников появились признаки акселерации – увеличение длины и массы тела, окружности грудной клетки, опережение по выраженности вторичных половых признаков и сроков появления менструаций [231]. В связи с этим для разработки адекватных профилактических технологий региональные стандарты физического развития должны уточняться каждые 5–10 лет.

Функциональное состояние кардиореспираторной системы и ее резервные возможности обеспечивают адаптацию организма к физическим нагрузкам, сохраняя здоровье в условиях меняющихся факторов внешней среды, в том числе реагируя на физическое перенапряжение организма [27]. Особое значение приобретает изучение индивидуального здоровья детей и подростков в сенситивные периоды их развития [150, 401].

Наиболее подвержены заболеваемости дети, посещающие детские до-школьные учреждения [251]. Ухудшение состояния здоровья дошкольников сказывается на функциональной готовности детей к обучению в школе [335, 336, 337].

Е. Неверо [59] констатирует, что начало 90-х прошлого века характеризовалось резким снижением уровня здоровья детей, которое продолжалось два десятилетия. В последнее время уже не увеличивается число детей с хроническими заболеваниями и инвалидизацией. При этом очень беспокоит состояние здоровья школьников. Так, третью и четвертую группы здоровья

(хронические заболевания и инвалидность) имеют 13,7 % детей в возрасте до 17 лет. Среди школьников этот показатель – 17,4 %, в том числе среди подростков 15–17 лет – 19,8 %. Доля хронически больных детей с 6-летнего возраста до подросткового возрастает более чем в 2 раза. В структуре детской заболеваемости на первом месте находятся болезни органов дыхания, на втором – болезни глаз (это очень тревожит медиков, ведь раньше эта группа заболеваний была на 5–6-й позиции), на 3-м месте – заболевания органов пищеварения, на 4-м – детский травматизм. Возрастает число детей с нарушениями осанки: с дошкольного возраста до 17 лет – практически в 6 раз. Что касается состояния репродуктивного здоровья, то на него оказывает крайне негативное влияние курение (в подростковой среде 25 % мальчиков и девочек курят).

Заведующая отделением гигиены детей и подростков Республиканского центра гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья А. Малахова [162] констатирует, что зрение у детей продолжает ухудшаться. Если в 2006 году нарушения отмечались у 9 % школьников, то в 2015 году – примерно у 14 %. В 2006 году нарушения осанки наблюдались у 9 % учащихся, а в последние годы – у 8 % детей.

Начальник отдела медицинской помощи матерям и детям комитета по здравоохранению Мингорисполкома С. Манышева [99] приводит результаты проведенной в 2016 году диспансеризации детей и подростков, обучающихся в учреждениях образования г. Минска. Так, по ее итогам первую группу здоровья имеют 14,4 % школьников, вторую – 63,7 %, третью – 19,8 %, четвертую – 2,1 %. При этом в структуре заболеваний среди детей основную массу составляют болезни органов дыхания (56 %), на втором и третьем месте – болезни глаза и травмы и отравления (11,7 % и 7,5 % соответственно).

В числе неблагоприятных факторов, способствующих ухудшению здоровья детей, специалисты приводят высокий объем учебных и внеучебных нагрузок, низкую двигательную активность, длительное пребывание у компьютера, нарушение питания (избыточную массу тела и ожирение имеют более 15 %

школьников), несоблюдение гигиенических нормативов режима отдыха, сна и пребывания на воздухе.

Следует отметить, что учебная нагрузка на школьников за последние годы увеличилась, а их возможности воспринимать знания ускоряются не так быстро. Сегодня до 20 % учеников испытывают учебный стресс [99].

Также на здоровье детей негативно сказывается низкая двигательная активность. Ее дефицит уже в младших классах составляет 35–40 %, среди старшеклассников – 75–80 %. Не последнюю роль здесь играет и низкий уровень грамотности в вопросах укрепления и сохранения здоровья как у учащихся, так и у их родителей. По его словам, позитивно сказаться на сложившейся ситуации может лишь заинтересованное участие родителей: проведение в школах родительских суббот, праздников семьи, совместных походов выходного дня, игр и квестов на местности. Также комитетом по образованию рекомендовано расширить практику продажи льготных семейных абонементов в городские бассейны, фитнес-центры и физкультурно-оздоровительные учреждения [99].

Распределение детей по группам здоровья позволило Н.В. Бобок и Е.М. Тананко [65] выявить, что на протяжении всего периода обучения преобладают дети с функциональными нарушениями (II группа здоровья). Так, к обучению в начальной школе приступило 11,6 % здоровых детей (I группа здоровья), 69,4 % детей II группы здоровья, 16,6 % – с хронической патологией в стадии компенсации (III группа здоровья) и 2,5 % детей с хронической патологией в стадии субкомпенсации (IV группа здоровья). На II ступени обучения (5–9 классы) значимые отличия в распределении школьников по группам здоровья отсутствуют. Однако у школьников на III ступени обучения (10–11 классы) состояние здоровья достоверно хуже, нежели у учащихся начальных классов: удельный вес старшеклассников с хронической патологией в стадии компенсации в 2,5 раза больше ($p < 0,05$) при одновременном сокращении числа учащихся с функциональными нарушениями до 49,4 % ($p < 0,05$), что свидетельствует о хронизации патологических процессов.

Физическое развитие – это динамический процесс изменения совокупности морфофункциональных свойств организма, характеризующих процессы роста и созревания, определяющих запас физических сил, выносливость и дееспособность ребенка. Физическое развитие определяет уровень здоровья как индивидуума, так и коллектива в целом, и, поскольку обусловлено системным влиянием эндогенных и экзогенных факторов, является надежным и ранним информационным показателем санитарно-эпидемиологического неблагополучия [25, 48, 363].

Н.В. Бобок и Е.М. Тананко [65] в целях наиболее объективного отражения степени «потери здоровья» каждым ребенком использовали интегральный количественный показатель – индекс «нездоровья» (Инз), учитывающий как число выявленных отклонений по органам и системам, так и выраженность патологического процесса [303]. Отмечаемый за период обучения с I по II ступень рост функциональных отклонений и хронических заболеваний в обследуемой когорте детей и подростков (1–11 классов; 1205 детей: 696 девочек и 509 мальчиков), отразился на количественной оценке здоровья: индекс «нездоровья» учащихся увеличился в 2,0 раза: с 9,5 % в начальной школе до 20,3 % в базовой ($p < 0,05$). При этом индивидуальные показатели «нездоровья» достигали 28,7 %.

Необходимо отметить, что в структуре патологической пораженности учащихся на всех ступенях обучения преобладают болезни костно-мышечной системы и системы кровообращения: 17,9 % и 11,4 % – на I ступени обучения, 21,7 % и 14,3 % – на II ступени обучения, соответственно. Кроме того, в динамике обучения отмечен рост функциональных отклонений и хронических заболеваний зрительной системы: в 5,0 раз – у мальчиков (с 4,8 % по 24,0 %) и в 3,0 раза – у девочек (с 7,6 % по 19,3 %) [65]. Авторы обращают внимание на значительно большее (в 4,9 раза) число юношей со сколиозом (III ступень обучения), нежели мальчиков с аналогичным диагнозом на I ступени обучения ($p < 0,05$). Доказано, что формированию патологии костно-мышечной системы и соединительной ткани способствуют статическая направленность подавляющего

большинства уроков, снижение двигательной активности школьников [108, 230, 391].

При анализе физического развития учащихся I и II ступеней обучения установлено наличие дисгармоничного физического развития практически у каждого второго: у 58,2 % учащихся начальной школы и у 54 % учащихся базовой школы. При этом дисгармоничное физическое развитие чаще обусловлено избытком массы тела (ИМТ), нежели ее дефицитом (ДМТ): 34,5 % и 19,4 % ($p < 0,001$), соответственно [65].

Сравнительный анализ результатов динамометрии учащихся начальной и базовой школы позволил отметить снижение количества школьников с кистевой силой «ниже нормы» по мере взросления, что особенно ярко выражено в когорте девочек (с 53,3 % на I ступени обучения до 28,7 % на II ступени, $p < 0,05$). При этом обращает на себя внимание то, что в базовой школе число мальчиков с недостаточной мышечной силой в 1,5 раза больше, чем девочек с низкими результатами динамометрии [65].

При изучении здоровья школьников важнейшее значение имеет состояние ССС, поскольку ее функциональный уровень является индикатором адаптационно-приспособительных реакций организма к действию факторов среды обитания [25]. Анализ параметров коэффициента экономичности кровообращения свидетельствует о развитии утомления ССС практически у всех учащихся: средние значения показателя колеблются в пределах 3330–3960. При этом статистически достоверных гендерных различий установлено не было.

Определить потенциальную способность организма ребенка адаптироваться к учебному режиму школы и физическим нагрузкам, направленность изменения здоровья и физической тренированности при динамическом наблюдении позволяет оценка адаптационного потенциала, интегрально отражающая функциональное состояние организма [322]. Установлено, что обучение сопровождается ухудшением АП детей. Так, если в начальной школе численность учащихся с неудовлетворительной адаптацией и срывом адаптации составила 30,4 %, то в базовой школе (5–9 классы) – 44,7 % [65].

Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Т.В. Бадеева, А.Н. Писарева, Н.В. Котова, С.Н. Ковальчук [66] по результатам собственных углубленных медицинских обследований учащихся, проведенных в Нижнем Новгороде за период 1980–2015 гг. констатируют ухудшение состояния здоровья подростков, рост патологической пораженности подростков с увеличением в её структуре доли хронических заболеваний и снижением доли морфофункциональных отклонений. Рост уровней морфофункциональных отклонений, хронических заболеваний и, соответственно, патологической пораженности зарегистрирован по всем классам болезней. Ведущее место в структуре морфофункциональных отклонений и хронических заболеваний у школьников занимают школьно обусловленные заболевания: нарушения костно-мышечной системы, болезни нервной системы и болезни органов пищеварения.

Е.А. Теппер и Т.Е. Таранушенко [366] приводят результаты динамики соматического состояния здоровья детей в течение десяти лет обучения в зависимости от возраста начала школьного образования. В распределении по группам здоровья наименее неблагоприятная динамика для всего периода обучения отмечена в отношении 6-летних детей, а для первого года обучения – среди детей, начавших образование с 8 лет. Наиболее подверженными острой респираторной патологии верхних дыхательных путей были школьники, начавшие обучение с 6 и 8 лет, при этом изменения в структуре нозологий за период школьного обучения характеризуются формированием хронической патологии (хронический тонзиллит) без существенного снижения частоты острых заболеваний. Во всех обследованных группах и на всех этапах наблюдения преобладали школьники с частотой острых респираторных вирусных инфекции 3 эпизода и более в год; доля часто болеющих детей была наибольшей среди 6- и 8-летних школьников независимо от пола; к окончанию школы группа часто болеющих детей среди девочек, начавших обучение с 7 лет, значительно сократилась. Острые заболевания нижних отделов респираторного тракта у мальчиков значительно реже регистрировались в группе 7-летних школьников; в структуре патологии нижних дыхательных путей

ведущей нозологией был острый бронхит, который преобладал среди мальчиков, начавших обучение с 8 лет.

А.Г. Поливаев, А.В. Шабанов [300] приходят к выводу, что качество жизни молодого поколения напрямую зависит от их состояния здоровья и условий жизнедеятельности, а также авторами предлагаются условия повышения качества жизни путём формирования здоровьесберегающей среды учреждений образования.

Результаты собственных исследований самооценки физического здоровья школьников Гомельского региона [286] показали, что лишь 28,3 % респондентов стремятся регулярно заниматься физическими упражнениями в любых обстоятельствах. При этом только 27,2 % респондентов считают занятия физическими упражнениями модными и престижными.

Лишь 45,6 % респондентов считают уроки физической культуры и здоровья важными для формирования практических навыков и возможности их использования в будущем, что может свидетельствовать о недостаточной работе по формированию необходимых физкультурных знаний у учащихся.

Самостоятельно занимаются физическими упражнениями лишь 31,3 % респондентов. Причём нами констатировано, что лица женского пола в меньшей степени, чем лица мужского пола, любят присутствие духа борьбы и соперничества на уроках физической культуры и здоровья, как и их демонстрацию; в меньшей степени получают удовольствие и испытывают положительные эмоции от движений, участвуют в самостоятельных занятиях физическими упражнениями и спортивных соревнованиях. Это необходимо учесть для внесения коррекции в организацию физического воспитания в учреждениях общего среднего образования.

Анализ внутреннего мотива долга респондентов (долженствование) показал, что 59,3 % респондентов посещают уроки физической культуры и здоровья для получения оценки.

Таким образом, вышеизложенные данные свидетельствуют об ухудшении состояния здоровья учащихся с увеличением степени обучения: формирование хронической патологии, нарушение процессов роста и развития, адаптационно-

приспособительных механизмов. Это свидетельствует о необходимости поиска причинно-следственных связей с целью разработки и внедрения профилактических мероприятий, направленных на укрепление состояния здоровья детей и подростков в учреждениях образования. Так, в настоящее время активно обсуждаются новые подходы к созданию и развитию здоровьесберегающей среды в школах [99].

С.В. Веренич [96] отмечает, что медицинские обследования студентов свидетельствуют о более частых и глубоких отклонениях в состоянии их здоровья по мере увеличения учебной нагрузки, нарушения режима дня. Наиболее выраженные изменения отмечаются по таким показателям, как артериальное давление и острота зрения. Так, результаты его лонгитудинальных исследований свидетельствуют, что, если студенты первого курса вузов практически не отличаются от сверстников по уровню адаптационных возможностей, то уже к третьему курсу у них выявляется отчетливое снижение выносливости и физической работоспособности. К концу обучения в вузе уменьшается доля студентов со средним уровнем соматического здоровья, а 71 % студентов характеризуется дисгармоничным физическим развитием.

Это указывает на то, что состояние здоровья студентов находится в регрессирующей фазе и требуется введение корректирующих режимов учебной и двигательной активности, начиная с первого курса обучения.

О.Н. Замбрицкий, Н.Л. Бацукова, М.В. Катковская [158], выполнив комплексную оценку состояния здоровья студентов БГМУ, констатируют, что среднее значение адаптационного потенциала студентов составило $2,27 \pm 0,08$, что свидетельствует о неудовлетворительной адаптации испытуемых. Показатель индекса устойчивости к гипоксии в 62,3 % случаев не соответствовал значению физиологической нормы. Низкий показатель СДД ($88,2 \pm 0,82$ мм рт. ст.) свидетельствовал о неустойчивости механизмов регуляции кровообращения. При этом значения таких показателей деятельности кардиореспираторной системы как ДАД, ИФС и время задержки дыхания по пробе Генчи более чем в 85 % случаев находились в пределах физиологической нормы.

Однако значения пульсового давления, выносливости сердечно-сосудистой системы и индекса устойчивости к гипоксии не соответствовали норме в более 50 % случаев.

О.Н. Замбжицкий, Н.Л. Бацукова, М.В. Катковская [158] отмечают напряжение адаптационных резервов у студентов БГМУ и снижение показателей их соматического здоровья. Так, лишь 6,6 % всех испытуемых имеют показатели здоровья, которые позволяют отнести их к «безопасному уровню» здоровья («выше среднего» и «высокий»). При переходе к таким уровням здоровья как «среднее», «ниже среднего» и «низкое» (даже без изменения условий существования) у людей могут формироваться эндогенные факторы риска, которые приводят к возникновению и развитию патологического процесса и проявлению его в виде конкретной нозологической формы.

Ж.П. Лабодаева, Т.С. Борисова, Н.А. Болдина [390] констатируют, что у 85,3 % исследуемых студентов выявлено удовлетворительное состояние типа адаптивной реакции по адаптационному потенциалу системы кровообращения; у 8,8 % студентов – напряжение механизмов адаптации; у 1,5 % – неудовлетворительная адаптация, а у 4,4 % – срыв адаптации.

Определение коэффициента выносливости позволило диагностировать степень тренированности ССС студентов. Так, достаточные резервы и высокая степень тренированности ССС характерны всего лишь для 26,5% студентов. В то время как у 40,3 % обследованных зафиксировано снижение резервов и низкие адаптивные возможности [390].

Ж.П. Лабодаева, Т.С. Борисова, Н.А. Болдина [390] отмечают, что оптимальный баланс различных звеньев вегетативной регуляции, указывающий на должное функционирование организма и высокий уровень скорости восстановительных процессов, отмечается только у 13,7 % обследованных студентов-выпускников. У 86,3 % шестикурсников установлено напряжение функционального состояния ВНС, при этом для 49 % из них характерно преобладание симпатического тонуса, для остальных – усиление активности ее парасимпатического звена.

Ж.П. Лабодаевой, Т.С. Борисовой, Н.А. Болдиной [390] в ходе исследования установлено, что 16,7 % студентов имеют

тенденцию к повышению систолического артериального давления, устойчивое повышенное давление отмечалось у 7,8 % выпускников, гипотензия характерна для 3,9 % обследованных. Тенденция к повышению диастолического давления выявлена у 12,7 % выпускников, устойчиво повышенное – у 9,8 % обследованных. Для большинства студентов характерна неустойчивость сердечного ритма, риск формирования тахикардии зафиксирован у 19,6 % студентов-выпускников.

М.Ю. Куликова [226] провела самооценку здоровья учащихся и студентов медицинских учреждений образования г. Гомеля, результаты которой свидетельствуют, что большинство опрошенных оценивают свое состояние здоровья как удовлетворительное (67,8 % – учащиеся колледжа и 63,5 % – студенты университета) и слабое (20 % – учащиеся и 28,6 % – студенты). Кроме того обращает на себя внимание тот факт, что только 12,2 % опрошенных учащихся колледжа считают себя совершенно здоровыми. К сожалению ни один из опрошенных респондентов не смог высоко оценить состояние своего здоровья.

А.А. Артеменков [30] констатирует, что обучение в вузе приводит к изменению функционального состояния студентов, характеризующегося комплексом физиологических свойств организма и адаптивных резервов, определяющих учебную деятельность в течение длительного времени. Так, у юношей процесс обучения в вузе протекает при несколько повышенной ЧСС, отмечается снижение функции внешнего дыхания, понижение активности гуморального канала регуляции и симпатических влияний на сердце, повышение степени напряжения регуляторных механизмов. Распределение испытуемых по ИС показало наличие у большинства студентов IV курса хороших резервных возможностей кровообращения и дыхания, которые могут реализовываться в преморбидном состоянии при сохранении гомеостаза основных жизненно важных систем организма.

В процессе обучения у девушек выявляется повышение ДАД, но в пределах допустимых значений, снижение функции дыхания, повышение степени централизации регуляторных механизмов ритма сердца при удовлетворительных резервах

кардиореспираторной системы. К IV курсу у большинства девушек поддержание жизнедеятельности осуществляется за счет более высокого, чем в норме, напряжения регуляторных систем и функций.

Результаты собственных исследований самооценки физического здоровья студентов учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» основного и подготовительного отделений (юноши, девушки) позволяют сделать заключение о том, что 58,5 % респондентов оценивает своё состояние физического здоровья в текущем году как удовлетворительное. При этом 67,6 % респондентов считает, что оно не изменилось по отношению к прошлому году.

Оценка физической активности респондентов показала, что 68,5 % респондентов считают его умеренным, однако нами установлено, что с повышением курса обучения двигательная активность респондентов снижается.

55,6 % респондентов указали на наличие время от времени утомляемости при любых физических нагрузках.

В целом, более 50–60 % респондентов не имеют жалоб на дискомфортные признаки функциональных систем организма и общего самочувствия в покое и при выполнении физических нагрузок.

54,5 % респондентов констатировали, что недовольны сном, а 20,2 % – испытывают постоянный недосып.

Закаливающими процедурами не занимается 52,9 % опрошенных респондентов.

Более 80 % респондентов не ведут дневник самоконтроля за физическим здоровьем и самочувствием и не считают это необходимым.

Более 60 % респондентов не интересуются научно-методической литературой по физической культуре, спорту и здоровью.

Исходя из вышеизложенного считаем целесообразным усилить индивидуальную направленность воздействия на студентов отдельными элементами двигательной активности и сознательного отношения к режиму труда и отдыха, что в свою

очередь позволит внести определённые коррективы в учебный процесс по физическому воспитанию.

Необходимо обратить внимание студентов на целесообразность самостоятельных индивидуальных занятий физическими упражнениями и, в первую очередь, циклическими видами спорта (ходьба, бег, лыжные прогулки, плавание, ориентирование и другое).

2 Современные подходы к оценке функционирования показателей кардиореспираторной системы

2.1 Методы измерения аэробных возможностей

Напрямую оценить общее количество АТФ, ресинтезируемой за счет аэробных реакций в рабочих мышцах и даже отдельной мышце, к сожалению, невозможно. Однако можно измерить показатель, пропорциональный количеству ресинтезируемой АТФ в аэробных реакциях.

Для косвенной оценки скорости аэробного ресинтеза АТФ во время мышечной работы используют следующие основные методы: прямое измерение потребления кислорода; непрямая калориметрия; ^1H и ^{31}P магниторезонансная спектроскопия; позитронно-эмиссионная томография; инфракрасная спектрометрия. В спортивной практике наибольшее распространение получил метод непрямой калориметрии.

Непрямая калориметрия (газоанализ вдыхаемого и выдыхаемого воздуха)

Общее VO_2 организмом пропорционально суммарному количеству АТФ, ресинтезированному за счет реакций окисления в организме. VO_2 рассчитывают как произведение скорости легочной вентиляции, приведенной к стандартным условиям, на разницу между долями кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. Рассчитывая дыхательный коэффициент (отношение выделяемого углекислого газа к потребленному кислороду), можно приближенно определить вклад углеводов и жиров в окисление. Затем, используя калорический эквивалент кислорода, можно рассчитать количество энергии, полученной организмом за счет окисления каждого из этих субстратов [428, 470].

Достоинством этого метода является неинвазивность, простота в использовании и возможность проводить измерения во многих

видах мышечной деятельности. Возможности использования метода существенно расширились с появлением портативных газоанализаторов. К недостаткам газоанализа следует отнести следующее. С помощью непрямой калориметрии можно оценить VO_2 и энерготраты только для целого организма. Это значит, что невозможно определить, какая часть кислорода используется для обеспечения работы активных мышц, сердца, дыхательных мышц и остальных тканей. Это задача становится особенно актуальной при работе, в которой задействована небольшая мышечная масса. В этом случае потребление кислорода сердцем и дыхательными мышцами может вносить значительный вклад в величину общего потребления кислорода.

Нагрузочные тесты для изучения аэробных возможностей

Для определения аэробных возможностей организма в лабораторных условиях используют моделирование реальной мышечной деятельности – нагрузочные тесты. Основными требованиями к этим тестам должны быть надежность, информативность и специфичность. В спортивной физиологии последнее требование является особенно важным, поскольку при выборе теста необходимо, чтобы в используемом упражнении были задействованы те же мышечные группы, что и в соревновательном движении, а также использовался паттерн движений, максимально приближенный к реальным условиям (к соревновательному движению). Например, тестировать бегуна следует при беге на тредбане, а гребца при работе на специальном гребном эргометре.

Бессмысленно определять общее VO_2 организмом у пловца в тесте на велоэргометре (работа ногами), тогда как основные рабочие мышцы в его виде спорта это мышцы рук и туловища.

Все тесты, применяемые в физиологии мышечной деятельности, сводятся к измерению физиологических реакций в ответ на заданную или выбираемую нагрузку. В приросте любого физиологического показателя в ответ на увеличение нагрузки выделяют этап быстрого роста (0,5–1,5 мин), этап медленного прироста (квазиустойчивое состояние) и этап выхода показателя на истинное устойчивое состояние. При субмаксимальных и

максимальных по интенсивности аэробных нагрузках третий этап не всегда достижим. Для того, чтобы четко описать реакцию организма на ту или иную нагрузку, необходимо добиться выхода физиологических показателей на истинное устойчивое состояние или на максимальный уровень. Как правило, выход на истинное устойчивое состояние может занимать для разных показателей 5–15 мин даже при относительно небольшом (10–15 % от максимальной величины) приросте нагрузки. Это означает, что если дожидаться выхода показателя на истинное устойчивое состояние, то тест может занять слишком много времени. С другой стороны, при тестировании необходимо определить, как изменяются те или иные физиологические показатели в ответ на нагрузки разной интенсивности: от минимальной до максимальной. Поэтому желательно, чтобы тест включал в себя несколько нагрузок разной интенсивности.

Учитывая приведенные выше рассуждения становится понятно, почему в физиологии мышечной деятельности получил широкое распространение тест со ступенчато повышающейся нагрузкой. Данная тестовая модель позволяет оценить реакцию организма во всем диапазоне нагрузок от минимальной до максимальной аэробной нагрузки. Здесь и далее под максимальной аэробной мощностью будет пониматься максимальная мощность, достигнутая в тесте с повышающейся нагрузкой, то есть интенсивность, сопоставимая с нагрузкой, при которой достигается максимальная скорость потребления кислорода (VO_2_{max}). В последующем появился аналог данного теста – тест с непрерывно возрастающей нагрузкой. Оба способа задания нагрузки получили широкое распространение и являются практически общепризнанной моделью для тестирования аэробной работоспособности.

Недостатками данных моделей является наличие периода запаздывания между приростом нагрузки и приростом физиологического показателя, поскольку физиологический показатель в данном случае не успевает выйти на истинное устойчивое состояние. Поэтому результаты теста (показатель, отнесенный к мощности) будут несколько занижены относительно длительного теста с постоянной нагрузкой. Период запаздывания особенно выражен на низких нагрузках и несколько больше

проявляется в тесте с непрерывно возрастающей нагрузкой, чем в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой.

С другой стороны, тест с непрерывно возрастающей нагрузкой имеет ряд преимуществ. Различные физиологические показатели имеют разную скорость выхода на квазиустойчивое состояние, поэтому при скачкообразном приросте нагрузки неизбежна гетерогенность: например, скорость прироста потребления кислорода в этом случае будет выше скорости прироста выделения углекислого газа. Это может исказить некоторые расчетные показатели, такие как аэробно-анаэробный переход, определяемый с помощью метода V-slope. К тому же, если в тесте со ступенчато возрастающей нагрузкой величина прироста мощности достаточно велика (50 Вт), то спортсмен может отказаться от работы на последней ступени, так и не выйдя на свой индивидуальный максимум. Поэтому тесты с непрерывно возрастающей нагрузкой становятся все более популярными для оценки аэробных возможностей организма.

2.2 Способы оценки адаптации к физической нагрузке

В работах по адаптации к физическим нагрузкам [92, 100, 110, 128, 254, 295] фрагментарно представлены простые и надежные критерии оценки, которые можно использовать в практике спортивной подготовки. Как правило, процессы адаптации оценивают в лабораторных условиях по анализу крови [110, 128, 388].

Оценка срочной адаптации проводится путем сравнения показателей в относительном покое и после нагрузки: реакции на дозированную нагрузку, времени восстановления и типа реакции. При выявлении групповых критериев срочной адаптации добавляется амплитуда размаха показателей или вариативность (min–max).

Критериями долговременной индивидуальной адаптации к физическим нагрузкам являются те же показатели срочной адаптации (реакция, восстановление и тип реакции) но в динамике (сравнение до и после цикла тренировки), а также структурно-функциональные изменения в организме (мышечная масса, физические качества и способности и другое).

Реакцию на дозированную нагрузку можно выразить процентом отклонения (увеличения или уменьшения) показателей: АД, ЧСС, ЧД, расчета показателей МОК и МОД, в сравнении с показателями относительного покоя организма. По мере «роста» срочной и долговременной адаптации реакция на дозированную нагрузку снижается, время восстановления после нагрузки в состоянии относительного покоя по мере «повышения» адаптации уменьшается (таблица 6).

А.А. Васильков [92] констатирует закономерность, согласно которой независимо от возраста, пола, уровня здоровья и тренированности показатель соотношения ЧСС к ЧД в норме равен «пяти».

Сердечно-сосудистую систему оценивают по критериям сократимости (ЧСС), производительности (АД) сердца, периферическому кровообращению (сопротивление кровотоку, рН крови), вегетативной регуляции (преобладание симпатической и парасимпатической сосудистой реакции).

Амплитуда размаха (вариативность) – значения min–max реакции и времени восстановления после нагрузок в групповых исследованиях или сериях индивидуальных исследований может свидетельствовать (таблица 6):

- об индивидуальных особенностях адаптации организма (уровень адаптации, состояние здоровья, профессиональной деятельности и так далее);

- об изменениях условий проведения исследования (различное время суток, температуры среды, освещенности, наличие помех и сбивающих факторов и другое);

- об изменении внутреннего состояния организма (уровень усталости, наличие болезни, «наложение» предшествующего воздействия);

- об изменении мотивации и психологического настроения.

Исследование неоднородных групп населения с различным уровнем здоровья и спортивной квалификации позволили А.А. Василькову [92] выявить критерии оценки срочной адаптации к физическим нагрузкам, которые можно использовать в практике спортивной подготовки (таблица 6).

Таблица 6 – Оценка срочной адаптации к физическим нагрузкам (после пробы с 20 приседаниями за 30 с)

Категория Лиц	n	Реакция, %				Время восстановления, мин	Тип реакции	Амплитуда размаха, %
		ЧСС	ЧД	САД	ДАД			
Мастера спорта	21	< 3	< 5	< 2	< 1	< 1	Нормотонический	< 1
1-й взрослый разряд	34	4–10	6–15	3–6	2–3	1–2	Нормотонический	2–5
1-й юношеский разряд	40	11–20	16–25	7–10	4–5	2–3	Нормотонический	6–10
Здоровые неспортсмены	28	21–30	26–35	11–12	6–8	2–4	Нормотонический	11–20
Больные	25	> 30	> 35	> 13	> 9	> 5	Не нормотонический	21–50

Оценку долговременной адаптации можно проводить при помощи:

- сравнения показателей срочной адаптации за различные временные периоды, например, за микро-, мезо- и макроцикл годового цикла подготовки;
- по росту спортивного мастерства.

При этом необходимо учитывать, что по мере тренированности и роста спортивного мастерства темпы прироста срочной и долговременной адаптации замедляются (рисунок б).

На начальном этапе многолетней тренировки (уровень юношеских и массовых разрядов) спортивные результаты быстро растут при воздействии на организм любых средств общей и вспомогательной физической подготовки, что связано с действием механизма перекрестной (неспецифической) адаптации. Начиная с уровня резервного спорта и особенно спорта высших достижений действие перекрестной адаптации прекращается и рост

спортивных достижений возможен только прямым воздействием специальных средств спортивной подготовки.

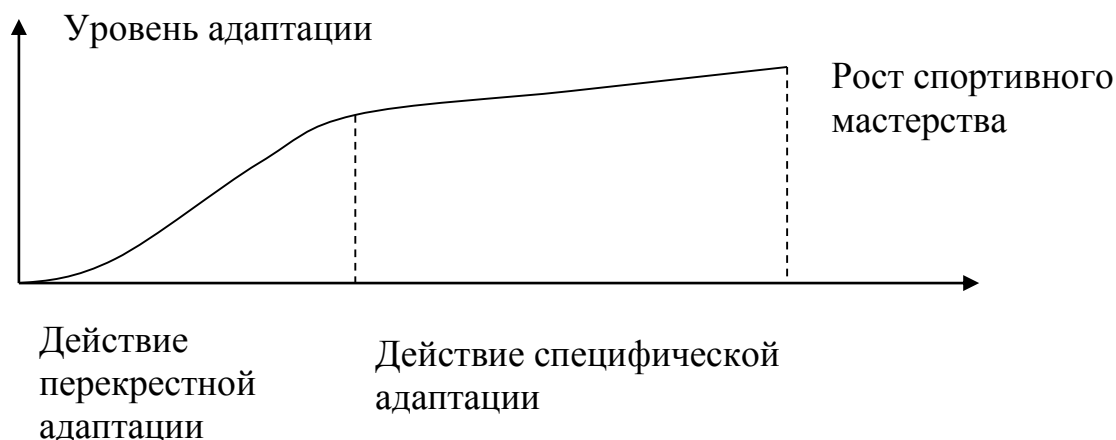


Рисунок 6 – Рост спортивного мастерства и механизмы действия адаптации

Для определения границы адаптационных возможностей организма можно использовать **универсальный кардиореспираторный показатель (УКРП)** [92] (таблица 7).

Для вычисления универсального кардиореспираторного показателя (УКРП) необходимо измерить ЧСС и ЧД за одно время, например, за 15 секунд, и по формуле 1 рассчитать показатель УКРП.

$$\text{УКРП} = \frac{\text{ЧСС (кол-во ударов)}}{\text{ЧД (кол-во раз)}}, \quad (1)$$

где:

УКРП – универсальный кардиореспираторный показатель;

ЧСС – частота сердечных сокращений;

ЧД – частота дыхания.

Затем по таблице 7 следует определить состояние рН крови, тип реакции и состояние адаптации. Допустимыми следует считать нагрузки, вызывающие реакцию в пределах от 3,5 до 6,5, дальнейшее увеличение мощности тренировочных нагрузок может привести к перенапряжению, перетренировке, то есть вызвать реакцию дистресса.

Таблица 7 – Универсальный кардиореспираторный показатель (по А.А. Василькову, 1999) [92]

УКРП	pH крови	Реакция	Состояние адаптации
Более 7,5	более 7,65 декомпенсированный алкалоз	Дистресс	Декомпенсация
$7,0 \pm 0,5$	$7,6 \pm 0,05$ декомпенсированный алкалоз	Граница с дистрессом	Может перейти в декомпенсацию
$6,0 \pm 0,5$	$7,5 \pm 0,05$ субкомпенсированный алкалоз	Эустресс	Хорошая, субкомпенсация
$5,0 \pm 0,5$	$7,4 \pm 0,05$ норма	Норма	Отличная, компенсация
$4,0 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,05$ субкомпенсированный ацидоз	Эустресс	Хорошая, субкомпенсация
$3,0 \pm 0,5$	$7,2 \pm 0,05$ декомпенсированный ацидоз	Граница с дистрессом	Может перейти в декомпенсацию
Менее 2,5	менее 7,15 декомпенсированный ацидоз	Дистресс	Декомпенсация

Измеряя УКРП до и после нагрузок необходимо пользоваться правилами:

– если показатель находится в пределах от 4,5 до 5,5 – нагрузки оптимальны;

– если показатель меньше 3,5 или больше 6,5 – нагрузку следует прекращать;

– если до нагрузки показатель меньше 3,5 или больше 6,5 – организм болен или не восстановился после предыдущей нагрузки, тренировку следует отложить до нормализации УКРП.

Таким образом, достаточно измерение показателей ЧСС и ЧД, общей продолжительностью замера 20–30 с, чтобы оперативно определить критерий адаптации к физическим нагрузкам. Данный метод простой в применении и надежен в оценке критериев адаптации организма к физическим нагрузкам.

Определение контрольных показателей адаптивных систем организма занимающихся

Для оценки уровня адаптации систем организма спортсменов разработаны контрольные показатели, на которые следует ориентироваться.

Существует программа комплексного тестирования состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) у спортсменов на базе модифицированной велоэргометрической пробы, разработана и апробирована система биоуправления тренировкой «Вектор», которая является аналогом известной финской системы «Поляр». С помощью разработанной программы и аппаратного обеспечения проводились наблюдения за спортсменами различных видов спорта и квалификации.

В основе разработанной программы комплексного тестирования ССС у спортсменов лежит принцип комплексности исследования функциональных систем организма. Программа состоит из ряда блоков:

1. Оценка субъективного статуса осуществляется по 10-бальной системе (продолжительность и качество ночного сна (кол-во часов), качество засыпания вечером и пробуждения утром, нервозность, спортивная форма, аппетит), фиксируются жалобы спортсмена. Избыточные психофизические перегрузки вне тренировок (учеба, быт, личная жизнь) провоцируют развитие патологических процессов.

Самооценка функционального состояния совместно с получаемыми данными объективного исследования дают возможность правильно оценить состояние спортсмена, выявить патогенетические механизмы развития патологических и предпатологических состояний. Такая корректировка объективных данных весьма важна при оценке явления диссимуляции у спортсменов.

2. Лабораторный контроль (определению основных прямых циркуляторных показателей, лактат дегидрогеназа (ЛДГ), креатин фосфокиназа (КФК), мочевины и других).

3. Антропометрические исследования (рост, вес, окружность грудной клетки с расчетом индексов (формулы 2–8):

$$\text{ВМІ} = \frac{\text{Масса тела (кг)}}{(\text{Длина тела (м)})^2}, \quad (2)$$

$$\text{ИК (индекс Кетле)} = \frac{\text{Масса тела (кг)}}{\text{Длина тела (см)}}, \quad (3)$$

$$\text{ПГТ (показатель гармоничности тела)} = \frac{\text{ОГК в паузе (см)}}{\text{Длина тела (см)}} \times 100, \quad (4)$$

$$\text{ППФР} = \left(\frac{\text{Длина тела стоя (см)} - \text{Длина тела сидя (см)}}{\text{Длина тела сидя (см)}} \right) \times 100\%, \quad (5)$$

где:

ППФР – показатель пропорциональности физического развития.

Силовой индекс (СИ) рассчитывается следующим образом:

$$\text{СИ} = \left(\frac{\text{МСК (кг)}}{\text{m (кг)}} \right) \times 100\%, \quad (6)$$

Оценка пропорциональности развития грудной клетки (индекс Эрисмана) рассчитывается следующим образом:

$$\text{Индекс Эрисмана} = \frac{\text{ОГК}_{\text{пауза}} (\text{см}) - \text{Длина тела стоя} (\text{см})}{2}, \quad (7)$$

где:

ОГК – окружность грудной клетки в паузе, см.

Индекс тучности (ИТ) рассчитывается так:

$$\text{ИТ} = \frac{\text{Масса тела (кг)}}{\text{Длина тела (м)}}, \quad (8)$$

4. Анализ стандартной ЭКГ в классическом варианте в 12-ти отведениях и по Небу (отведения D, A, I) с анализом количественных (интервалов RR, PQ, QT) и качественных характеристик (водитель ритма, соотношение R/T, динамика сегмента S/T, сумма R/T) в покое, при ФН и в восстановительный период.

Наличие патологических изменений, особенностей ЭКГ у спортсменов оценивается до и после физической нагрузки.

Электрокардиография является важным методом диагностики утомления. В состоянии острого утомления отмечаются признаки перегрузки желудочков сердца и диффузные изменения миокарда (уплощение зубца Г, удлинение электрической систолы и предсердно-желудочковой проводимости, отрицательный зубец Т в III и II отведениях). В основе дистрофических изменений в мышце сердца лежит недостаточное коронарное кровообращение и развитие гипоксии.

Наиболее часто явления перегрузки сердца наблюдаются у спортсменов с очагами хронической инфекции: хроническим тонзиллитом, кариесом зубов, гайморитом и другим. При функциональных пробах с физической нагрузкой наблюдаются неадекватная реакция, замедление времени восстановления, изменение конечной части желудочкового комплекса ЭКГ (низкий зубец Г на изолинии или отрицательный), экстрасистолия. Признаки гипоксии миокарда могут быть обнаружены на ЭКГ: смещается сегмент S–T, уплощается зубец Т, учащается ритм сердца. Гипоксия создает благоприятные условия для развития аритмии или для усиления уже имеющейся.

5. Определение биохимических показателей на 1, 3 и 8 минутах: оцениваются показатели уровней лактата, глюкозы, лактат дегидрогеназа (ЛДГ), аспаратат аминотрансфераза (АсАТ), креатин фосфокиназа (КФК), калия в периферической крови.

6. Частота сердечных сокращений (ЧСС) и артериальное давление (АД) наиболее полно характеризуют функциональное состояние сердечно-сосудистой системы занимающихся. Во время физической нагрузки при высокой тренированности ЧСС достигает 180–200 уд/мин. В состоянии острого утомления по сравнению с покоем она увеличивается в 1,5–2 раза [101, 347]. При нарастании утомления пульс может быть более частым или редким, нередко отмечается аритмия. Уровень АД также четко отражает степень утомления.

Обычно при нарастании утомления АД повышается на 20–50 мм рт. ст. При остром утомлении после большой физической нагрузки минимальное давление падает до нуля (феномен бесконечного тона).

Обследованным лицам предлагается велоэргометрическая проба, разработанная Engstrom (1993) в модификации [256].

Выполняется четырёхступенчатая повышающаяся нагрузка на велоэргометрах. В покое, во время нагрузки в конце каждого этапа и в восстановительный период – в конце 1, 3 и 8 минут – проводится ЭКГ по Небу по 20–30 кардиоинтервалам. В это же время проводится забор периферической капиллярной крови из пальца пациента.

Нагрузочное тестирование проводится по следующей методике:

1. 2–4 минутная разминочная нагрузка мощностью 1 Вт/кг (ФН 0).
2. Три ступенчато повышающихся нагрузки (ФН1–3) длительностью по 3 минуты и мощностью 1,5–2–2,3–3 (3,2) Вт/кг, соответственно.
3. Частота педалирования – 60–80 оборотов в минуту.
4. ЧСС, АД, забор крови осуществляются в конце каждой минуты за 15–20 сек.
5. После последней нагрузки 30–60 с – восстановительное педалирование со снижающейся нагрузкой.
6. Рассчитывается максимальная аэробная производительность (МАП) и МПК следующим образом:

$$\text{МАП (Вт)} = N_3 + \left((\text{ЧСС}_{\text{max}} - \text{ЧСС}_3) \times N_3 - (N^1 + N_{2/2}) \right), \quad (9)$$

$$\text{ЧСС}_3 = (\text{ЧСС}_1 + \text{ЧСС}_{2/2}), \quad (10)$$

где:

$N_{1, 2, 3}$ – мощность нагрузки в Ваттах;

$\text{ЧСС}_{1, 2, 3}$ – пульс в конце каждой нагрузки.

$$\text{ЧСС}_{\text{max}} = 220 - \text{возраст (лет)}, \quad (11)$$

$$\text{МПК (мл / кг/мин)} = \text{МАП} \times 12,48 + (217 / \text{вес (кг)}), \quad (12)$$

7. Запись и анализ кардиоинтервалограммы проводится с помощью прибора «Вектор 2-3» или «Polar» со статистической обработкой (поэтапно и в среднем).

«Цену» адаптации можно определить с помощью индекса напряжения (ИН) по Баевскому:

$$\text{ИН (индекс напряжения)} = \left(\frac{\Delta \text{Mo}}{2} \right) \times \text{Mo} \times dX, \quad (13)$$

где:

A_{Mo} – амплитуда моды (частота определения Mo);

Mo – мода (мс) – наиболее часто встречаемое значение RR;

dX – вариационный размах (мс).

8. Результаты ультразвукового исследования до и после нагрузки (на 10-й мин) с оценкой сократительной функции сердца. Критериями адаптации к ФН являются такие показатели, как диаметр аорты (Ao), конечные диастолические размеры и объёмы (см) (КДР, КСР и КСО, КДО), рассчитанные по формуле Teicholz (1976), толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП) и задней стенки левого желудочка (ТЗСЛЖ), ударный объём (УО) и фракция выброса (ФВ). Учитывается также степень пролабирования митрального клапана во 2-й стандартной позиции датчика.

Эхокардиографическая оценка морфо-функционального ремоделирования миокарда спортсменов проводится на ультразвуковых сканерах фазированным датчиком с частотой импульсации 3,5 МГц. Миокард, клапаны и подклапанные структуры изучают в М- и В- режимах. Основные измерения проводятся в М-режиме на изображении длинной оси левого желудочка, полученном при стандартном парастернальном положении датчика. Определяют толщину межжелудочковой перегородки в диастолу (МЖП, см), толщину задней стенки ЛЖ в диастолу ($ЗС_{лж}$, см), конечно-диастолический размер ЛЖ (КДРЛЖ, см), конечно-систолический размер ЛЖ (КСР_{лж}, см), конечно-диастолический объём ЛЖ (КДО_{лж}, мл), конечно-систолический объём ЛЖ (КСО_{лж}, мл), массу миокарда ЛЖ (ММЛЖ, г), ударный объём в покое (УО, мл), ударный индекс (УИ, отношение УО к площади поверхности тела, мл/м²) и минутный объём кровообращения в покое (МОК, л).

Для оценки эхокардиографических показателей морфометрии и гемодинамики принято исходить из нормативов, полученных при обследовании лиц, не занимающихся спортом, того же пола и возраста. Согласно этим нормативам, за верхнюю границу нормы ММЛЖ принимается величина, равная 170 г. Если ММЛЖ находится в пределах от 170 до 195 г., то есть основания думать об умеренной гипертрофии миокарда. При выраженной гипертрофии величина ММЛЖ превышает 200 г. В последние годы чаще

используется индекс – отношение ММЛЖ к площади поверхности тела (ИММЛЖ). ММЛЖ считается увеличенной, если индекс превышает 125 г/м² у мужчин и 118 г/м² у женщин.

Кроме того, степень гипертрофии можно оценивать по толщине межжелудочковой перегородки в диастолу (МЖП).

Гипертрофия отсутствует при значениях МЖП < 1,2 см; умеренная гипертрофия соответствует МЖП 1,3–1,4 см; при МЖП 1,5 см и более гипертрофия является выраженной [129].

9. Динамика основных гемодинамических показателей (ЧСС, АД) в покое, поэтапно в пробе, в восстановительный период определяются для типирования реакции ССС на ФН.

Для количественной оценки гемодинамики предложен универсальный экспресс-индекс – **общий гемодинамический показатель (ОГП)**:

$$\text{ОГП} = \text{АД}_{\text{ср}} + \text{ЧСС}_{(\text{ед.})}, \quad (14)$$

Учет исходного гемодинамического состояния в покое для последующей интерпретации исходного состояния и постнагрузочных изменений очень важен в прогнозировании спортивной деятельности. Исходя из ранее проведенных исследований, отличными результатами считаются значения ОГП в положении сидя до 135 единиц, хорошими 135–145 ед., удовлетворительными 145–155 ед., неудовлетворительными – более 155 ед. У высококвалифицированных спортсменов, особенно «на выносливость», эти значения несколько ниже.

Преимущество данного индекса над достаточно распространенным «двойным произведением» в том, что он является многофакторным (то есть учитывает изменения АД_{min}, АД_{max}, АД пульсовое и ЧСС), а суммирование составляющих уравнивает значимость каждого из них, и прежде всего, ЧСС. Более того, согласно исследованиям А.А. Бова, И.П. Замотаева [132, 256], двойное произведение не дает достаточно полного представления о состоянии коронарного резерва, и требует учета динамики ЧСС и АД при нагрузке.

На значение «двойного произведения» серьезно влияет эмоциональный фактор. Оценка значений «двойного произведения» проводится только при проведении

субмаксимальных тестов (как правило, PWC₁₇₀, Гарвардский степ-тест) с умеренными объемами ФН, которые редко используются в спортивно-медицинской практике наблюдения за высококвалифицированными спортсменами, что ограничивает применение индекса Робинсона в спортивной медицине. Поэтому, разрабатывая ОГП в различных условиях спортивной деятельности, акцентировано внимание на использование ОГП не столько при проведении функциональных проб, сколько для регулярного ежедневного экспресс-контроля спортсменов в командных видах спорта.

Функциональные сердечно-сосудистые пробы

Индекс Кердо. Известно, что величина пульса и минимального артериального давления в норме численно совпадают. Венгерский врач Кердо предложил рассчитывать их соотношение (индекс Кердо) по следующей формуле:

$$\text{ИК} = \frac{Д}{П}, \quad (15)$$

где:

Д – диастолическое давление;

П – пульс.

При нарушении нервной регуляции сердечно-сосудистой системы этот показатель становится больше или меньше единицы.

Коэффициент экономизации кровообращения. О функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы можно судить по коэффициенту экономизации кровообращения (КЭК), который отражает выброс крови за одну минуту. Он вычисляется по формуле:

$$\text{КЭК} = (АД_{\max} - АД_{\min}) \times ЧСС, \quad (16)$$

где:

АД_{max} – максимальное артериальное давление;

АД_{min} – минимальное артериальное давление.

КЭК у здорового человека равен 2600. Пусть, например, АД_{max}=140 мм рт. ст., АД_{min}=90 мм рт. ст. Тогда КЭК=(140–90)×72 = 3600. Увеличение КЭК указывает на затруднение работы сердца.

Ортостатическая и клиностатическая пробы. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и адекватность физической нагрузки можно контролировать с помощью ортостатической и клиностатической проб.

Ортостатическая проба. Ортостатическую пробу проводят при переходе из положения лёжа в положение стоя. В норме отмечается учащение пульса в положении стоя на 10–12 уд/мин. Учащение пульса до 18 уд/мин – удовлетворительная реакция, более 20 уд/мин – неудовлетворительная, указывающая на недостаточную нервную регуляцию сердечно-сосудистой системы.

Клиностатическая проба. Клиностатическая проба осуществляется при переходе из положения стоя в положение лёжа. В норме отмечается сокращение пульса в положении лёжа на 4–6 уд/мин. Более выраженное замедление пульса указывает на повышенный тонус вегетативной нервной системы.

Одномоментная проба 20 приседаний. Оценку реакции пульса на одномоментную физическую нагрузку (20 приседаний) можно провести с помощью одномоментной пробы методом сопоставления ЧСС в покое и после нагрузки, то есть определения процента учащения пульса. ЧСС в покое принимаем за 100 %, разницу в частоте до и после нагрузки – за x . Предположим, что пульс в покое до нагрузки был равен 12 ударам за 10 с, а после выполнения нагрузки, на первой минуте восстановления, – 20 ударам за 10 с.

Составляем пропорцию и рассчитываем процент учащения пульса:

$$\begin{aligned} 12 \text{ уд.} & - 100 \% ; \\ (20 - 12) \text{ уд.} & - x ; \\ (20 - 12) \times 100 / 12 & = 67. \end{aligned}$$

Проба Летунова. Наибольшее распространение для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы среди физически тренированных людей получила комбинированная трехмоментная проба Летунова. Она включает в себя три варианта нагрузки.

Первый вариант – это 20 глубоких приседаний за 30 с (силовая нагрузка). Во время приседания руки следует вытягивать вперед, при вставании – опускать. После выполнения упражнения в течение 3 мин измеряют пульс, артериальное давление и другие показатели.

Второй вариант – бег на месте в максимальном темпе в течение 15 с (скоростная нагрузка), после чего испытуемый наблюдается в течение 4 мин.

Третий вариант – 3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту под метроном при сгибании бедра на 70° , голени – до образования угла с бедром $40\text{--}45^\circ$, со свободными движениями рук, согнутых в локтевых суставах, с последующим наблюдением в течение 5 мин.

До и после каждой нагрузки определяют пульс (за 10 с) и давление (манжетка, закреплённая на плече, и во время нагрузки не снимается). После нагрузки пульс и давление измеряют в конце каждой минуты из 3–5 мин восстановительного периода.

Проба с натуживанием. Применяется для оценки влияния повышенного внутригрудного и внутрибрюшного давления на кровообращение. Особый интерес эта проба представляет для занимающихся силовыми нагрузками. В связи с резким ростом числа занимающихся такими видами нагрузок в тренажерных залах можно ее рекомендовать как для контроля, так и для самоконтроля занимающихся.

При натуживании вышеизложенные эффекты существенно усиливаются. Физиологические эффекты развиваются в следующей последовательности: повышение внутригрудного давления – снижение венозного возврата к правому предсердию – снижение систолического объема из правого желудочка – ухудшение легочного кровообращения – снижение сердечного выброса при одновременном снижении насыщения крови кислородом. Как компенсаторные реакции наблюдается рост ЧСС (для ограничения снижения минутного объема крови) и сужение сосудов большого круга (сохранение уровня АД). Очевидно, что при снижении интенсивности окислительного метаболизма падает и содержание CO_2 в крови, что уменьшает его местный сосудорасширяющий эффект и также способствует росту давления в большом круге. По данным В.Л. Карпмана с соавторами (1988),

у нетренированных людей учащение ЧСС продолжается примерно 15–20 с, затем происходит ее стабилизация. При сниженном качестве регулирования кровообращения прирост ЧСС может продолжаться в течение всей процедуры натуживания, а у больных после первоначального повышения наблюдается падение ЧСС.

Существует несколько вариантов тестов с натуживанием, однако наиболее удобен и применим вариант теста, предложенный Бюргером.

Оборудование и принадлежности: для дозирования величины натуживания можно использовать любую манометрическую систему, например манометр от прибора для измерения давления, соединенный с мундштуком.

Измеряется АД в состоянии покоя. Спортсмен должен выполнить 10 глубоких вдохов подряд и после 10 вдоха произвести выдох в манометр с поддержанием давления в нем 40–60 мм рт. ст. в течение 20 с. В начале пробы и сразу после нее измеряется АД.

Оценка результатов: при нормальной реакции у нетренированных людей систолическое давление почти не изменяется на протяжении всего натуживания.

У хорошо тренированных спортсменов оно повышается и через 20–30 с после пробы нормализуется.

Наиболее неблагоприятный тип реакции на пробу проявляется в снижении давления во время натуживания, что отражает нарушение механизма саморегуляции кровообращения в ответ на функциональную пробу. При этом может даже наблюдаться кратковременная потеря сознания (механизм изложен выше). Такое же состояние может наблюдаться и у спортсмена при резком натуживании, если ему предшествовала интенсивная гипервентиляция, снижающая уровень CO_2 и чувствительность дыхательного и сердечно-сосудистого центров.

После натуживания ЧСС быстро замедляется, так как систолический объем крови резко возрастает из-за притока крови, депонированной в сосудах нижних конечностей, и становится даже на 20–30 % выше исходных значений [283].

Проба по Н.А. Шалкову. Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы у школьников начальных классов используют пробу по Н.А. Шалкову.

Методика проведения. В состоянии покоя определяют ЧСС и измеряют АД, затем высчитывают минутный объем крови (МОК).

$$\text{МОК} = \text{ПД} \times \text{П}, \quad (17)$$

где:

МОК – минутный объем крови;

ПД – пульсовое давление;

П – пульс за 1 минуту.

После этого выполняется нагрузка в виде 10 глубоких приседаний в течение 20 с и вновь измеряется пульс (за первые 10 сек) и артериальное давление на первой, третьей и пятой, а при необходимости и десятой минутах. Рассчитывается МОК.

Оценка результатов. При благоприятной реакции на физическую нагрузку, как правило, отсутствует одышка, утомление. По сравнению с состоянием покоя пульс учащается не более чем на 25 %, максимальное АД умеренно повышается, а минимальное не изменяется или незначительно снижается. МОК после нагрузки повышается не более чем на 30 % от исходного уровня и на третьей минуте восстановительного периода возвращается к исходному уровню. Через три минуты после нагрузки все показатели возвращаются к показателям в покое. При неадекватной реакции на нагрузку пульс резко учащается (на 50 % и более), максимальное давление снижается, а минимальное не изменяется или повышается, восстановительный период длится 5–10 мин и более.

Проба Шеллонга. Это несложный тест позволяет проверять регуляцию кровообращения. Он состоит из двух частей:

1-я часть. Обследуемый в течение 5 мин лежит, после чего у него три раза с интервалом в 1 мин измеряются пульс и артериальное давление, подсчитывается среднее значение. Затем он встает, у него измеряются пульс и артериальное давление, и снова ложится. Пульс и артериальное давление прослеживается до тех пор, пока они не достигнут исходных величин.

2-я часть. Испытуемый выполняет 20 приседаний (или два раза подряд поднимается на 25 ступеней лестницы). Затем в положении лежа измеряют пульс и давление с одномоментными промежутками до восстановления.

Оценка. Пульс после нагрузки должен лишь незначительно повыситься и по истечении двух минут вернуться к исходному уровню. Признак хорошего состояния – увеличение амплитуды артериального давления (разница между верхним и нижним давлением).

Оценка Руфье-Диксона. Этот тест отражает состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) и ее реакцию на физическую работу. Рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{P_1 - 70 + (P_2 - P)}{10}, \quad (18)$$

где:

P – пульс после 3–5-минутного покоя перед нагрузкой;

P₁ – пульс после 30 приседаний, выполненных в течение 45 с;

P₂ – пульс через минуту после окончания выполнения приседаний.

Если P₂ меньше P₁, то формула принимает такой вид:

$$A = \frac{P_1 - 70 - 2 \times (P - P_2)}{10}, \quad (19)$$

Оценка: A = 8 – уровень тренированности ССС слабый; A = 6–7 – средний; A = 3–5 – хороший; A = 3 и менее – очень высокий.

Оценка функционального состояния дыхательной системы

Одним из показателей, отражающим функциональные возможности системы дыхания, является жизненная емкость легких (ЖЕЛ, VC), представляющая собой максимальный объем воздуха, который можно вдохнуть (инспираторная ЖЕЛ) или выдохнуть (экспираторная ЖЕЛ). Для измерения ЖЕЛ главное требование – завершенность маневра, а не скорость его выполнения.

Методика определения: закрыв нос зажимом и сделав максимальный вдох из атмосферы, испытуемый выполняет медленный максимально глубокий полный выдох в спирометр, не меняя вертикального положения тела. Повторяется 2–3 раза с 15-секундным промежутком и учитывается лучший показатель.

Частота дыхания зависит в основном от возраста, состояния здоровья, уровня подготовленности, величины физической нагрузки. У детей 5-летнего возраста она составляет 19 вдохов и выдохов в минуту. Как правило, частота дыхания к 15-летнему возрасту снижается до 15. У взрослого человека данный показатель обычно не превышает 14–18 в минуту. У систематически тренирующегося физкультурника и спортсмена частота дыхания в покое снижается и находится, как правило, в пределах 10–15 в минуту. Во время мышечных нагрузок она увеличивается тем больше, чем выше ее интенсивность: при легкой работе – 20–25, работе средней тяжести – 26–40, тяжелой работе – более 40. При занятиях физическими упражнениями нагрузку следует регулировать так, чтобы частота дыхания после занятий не превышала 30 у взрослых и 40 – у детей, а восстановление ее до исходной величины происходило не позднее чем через 9 мин.

ЖЕЛ зависит от массы тела, возраста, пола, уровня тренированности. Чтобы оценить полученные данные, величину ЖЕЛ обычно сравнивают с так называемой должной величиной жизненной емкости легких (ДЖЕЛ), которую для детей можно рассчитать по следующим формулам:

Для мальчиков:

при росте 100–165 см

$$\text{ДЖЕЛ (л)} = (4,53 \times \text{Длина тела (м)}) - 3,9, \quad (20)$$

при росте более 165 см

$$\text{ДЖЕЛ (л)} = (10,0 \times \text{Длина тела (м)}) - 12,85, \quad (21)$$

Для девочек:

$$\text{ДЖЕЛ (л)} = (3,75 \times \text{Длина тела (м)}) - 3,15, \quad (22)$$

Зная ДЖЕЛ, реальную величину выражают в процентах к должной:

$$\text{ДЖЕЛ (\%)} = \left(\frac{\text{Фактическая ЖЕЛ}}{\text{Должная ЖЕЛ}} \right) \times 100, \quad (23)$$

В норме у здоровых людей ЖЕЛ может отклоняться от должной величины в пределах 20 %. Снижение фактической ЖЕЛ от должной более чем на 20 % свидетельствует о возможной патологии легких. Превышение величины ЖЕЛ на 20 % указывают на высокие функциональные возможности системы внешнего дыхания.

Физическая нагрузка различной интенсивности вызывает изменения уровня ЖЕЛ, которые, по-видимому, связаны с утомлением дыхательных мышц. В зависимости от степени изменений ЖЕЛ можно судить о степени тяжести выполненной физической работы:

- легкая работа – ЖЕЛ остается без изменений или имеет тенденцию к повышению;
- средняя работа – ЖЕЛ снижается на 100–200 мл;
- тяжелая работа – ЖЕЛ снижается на 300 мл и более.

Для оценки ЖЕЛ часто используется *жизненный индекс (ЖИ)*, который определяется из соотношения ЖЕЛ в миллилитрах к весу тела в килограммах:

$$\text{ЖИ} = \frac{\text{ЖЕЛ (мл)}}{\text{Масса тела (кг)}}, \quad (24)$$

Состояние бронхиальной проходимости и функциональное состояние дыхательной мускулатуры определяется с помощью *форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ_{выд}, FVC)* – это ЖЕЛ, измеренная при максимально быстром и сильном выдохе и ОФВ1 (FEV1) – это объем воздуха, выдыхаемый за 1 секунду при максимально форсированном выдохе (рисунок 7). Испытуемому предлагается сделать максимально глубокий вдох, на несколько секунд задержать дыхание и с предельной быстротой выполнить максимальный выдох в спирометр. Измерение повторяется 2–3 раза, фиксируется лучший показатель.

Рассчитывается процентное соотношение ОФВ-1 к ЖЕЛ. Нет единого мнения о норме данного показателя. Так, по данным разных авторов, его нормальная величина составляет от 70 % до 80–85 % [283].

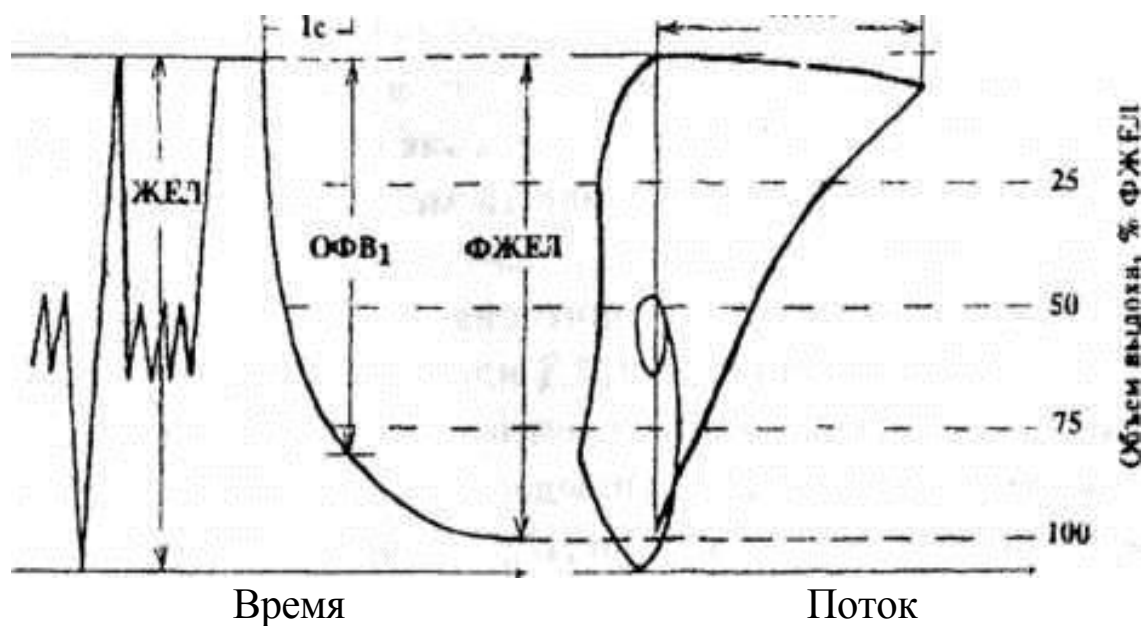


Рисунок 7 – Спирограмма в координатах «объем-время» (слева) и «поток-объем» (справа) при выполнении маневров ЖЕЛ и ФЖЕЛ

Важными показателями, отражающими калибр «центральных» дыхательных путей (состояние бронхиальной проходимости) и функциональное состояние дыхательной мускулатуры являются максимальные объемные скорости потока воздуха при форсированном вдохе (PIF) и выдохе (PEF).

Методика проведения: после максимального вдоха испытуемый плотно обхватывает губами мундштук трубки, после чего делает максимально резкий и сильный выдох. Затем из состояния глубокого выдоха испытуемому предлагается сделать быстрый глубокий вдох. Делается 2–3 попытки и фиксируется лучший результат.

По данным В.Л. Карпмана нормальное соотношение показателей PIF и PEF должно составлять примерно 0,8–1.

Другая важная спирометрическая величина – объемная скорость потока в средней части экспираторного маневра, представляющая собой форсированный экспираторный поток между 25 и 75 % ФЖЕЛ (FEF 25–75 %). Он равен наклону прямой, проведенной между точками FVC25 % и FVC75 % кривой форсированного выдоха. С помощью этой величины оценивается средняя объемная скорость воздушного потока.

Индекс Тиффно (ИТ) – форсированная легочная проба, являющаяся чувствительным индексом наличия или отсутствия

ухудшения проходимости дыхательных путей. Он рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Индекс Тиффно (\%)} = \frac{O_{ФВ1}}{ЖЕЛ} \times 100, \quad (25)$$

Индекс Генслара (ИГ) – крайне полезный показатель, позволяющий разграничить обструктивные и рестриктивные процессы.

$$\text{Индекс Генслара (\%)} = \frac{O_{ФВ1}}{\Phi_{ЖЕЛ}} \times 100, \quad (26)$$

Максимальная вентиляция легких (МВЛ, MVV) – форсированная легочная проба, заключающаяся в произвольном форсированном (глубоком) дыхании с максимально доступной частотой. В литературе этот показатель встречается под различными названиями: предел дыхания (Штейнград Ю.Н., Криппинт и другие), предел вентиляции (Аничков М.И., Тушинская Л.М. и другие).

Гипоксические (или сердечно-легочные) пробы отражают функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем, так как основная нагрузка по обеспечению организма кислородом в условиях гипоксии ложится на дыхательно-циркуляторную систему. Вынужденное напряжение дыхательных мышц, противостоящее вдоху, вызывает постепенное повышение внутригрудного давления. В результате ухудшается венозный возврат крови к сердцу и кровообращение в малом круге, что увеличивает нагрузку на правый желудочек. Это сопровождается повышением частоты сердечных сокращений и нарушением их ритмичности, вызывает рост венозного давления. Также ухудшается кровоснабжение головного мозга и повышается внутричерепное давление. Нормализация показателей происходит через 1–2 мин после пробы.

Оборудование и принадлежности: секундомер.

Проба с произвольной задержкой дыхания на вдохе (**проба Штанге**) выполняется следующим образом: испытуемый в положении сидя делает пробный вдох, затем полностью выдыхает воздух и после полного (но не предельного) вдоха задерживает дыхание. Нос зажимается пальцами. В момент

задержки дыхания включается секундомер, который останавливается при выдохе. Ее можно проводить как в покое, так и для оценки влияния различных функциональных проб и физических нагрузок.

Тренированные спортсмены способны задержать дыхание на 60–120 с. При утомлении время задержки резко снижается. Пробу можно записать на ленте кимографа от манжетки, наложенной на живот.

Проба Штанге с физической нагрузкой. После выполнения пробы Штанге в покое выполняется нагрузка – 20 приседаний за 30 с. В качестве нагрузки можно использовать восхождение на ступеньку высотой 22,5 см в течение 6 мин в темпе 16 раз в минуту. После окончания физической нагрузки тотчас же проводится повторная проба Штанге. Время задержки дыхания при повторной пробе сокращается в 1,5–2 раза.

Проба с задержкой дыхания на выдохе (**проба Генчи**) выполняется также после пробного вдоха и выдоха. Сделав вдох, испытуемый делает спокойный (не предельно возможный) выдох и задерживает дыхание. С момента задержки дыхания включается секундомер, который останавливается при первом вдохе. Изменения кровотока в малом круге и кровоснабжении головного мозга более выражены, чем при пробе Штанге.

В норме у здоровых людей время задержки дыхания составляет 25–40 с (на 40–50 % меньше показателей пробы Штанге).

Об оздоровительном эффекте физических упражнений свидетельствует увеличение времени задержки дыхания на 10 % и более, что характеризуется как положительный сдвиг; снижение на 10 % рассматривается как отрицательный сдвиг.

Исследование фонационного дыхания у учащихся и студентов проводится с помощью измерения длительности речевого выдоха без сопротивления органов артикуляции (фонация открытого слога).

Методика проведения: испытуемому предлагается сделать глубокий вдох и на выдохе как можно дольше произносить протяжное «Ма–а–а». С начала произнесения включался секундомер, который останавливается при первом вдохе. Фиксируется время произнесения и ровность звучания.

Проба Серкина. Она состоит из трех фаз.

Фаза 1. Определить время задержки дыхания на вдохе в положении сидя (проба Штанге).

Фаза 2. Выполнить 20 приседаний за 30 с и вновь определить время задержки дыхания на вдохе.

Фаза 3. Отдохнуть 1 мин (в положении стоя) и повторить фазу 1. Затем полученные данные следует сравнить с данными, представленными в таблице 8, и оценить свое состояние здоровья.

Таблица 8 – Оценка результатов трехфазной пробы (в сек)

Состояние здоровья	Фазы пробы		
	1	2	3
Здоров, тренирован	60 и более	30 и более	более 60
Здоров, не тренирован	45 – 50	15 – 25	35 – 55
Скрытая недостаточность кровообращения	20 – 35	12 и менее	24 и менее

Существенное сокращение времени выполнения пробы указывает на ухудшение функции дыхания, а также кровообращения и нервной системы. При регулярных и правильно построенных занятиях время задержки дыхания должно увеличиваться.

Для комбинированной оценки функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем рассчитывается **циркуляторно-респираторный коэффициент Скибински:**

$$\text{ЦРКС}_{\text{усл. ед.}} = \frac{\text{ЖЕЛ (л)} \times \text{пр. Штанге (с)} \times 10}{\text{ЧСС (мин)}}, \quad (27)$$

Комплексный показатель выносливости дыхательной системы (КПВ_{д.с.}) рассчитывается по формуле, предложенной Д.И. Зелинской (1992):

$$\text{КПВ}_{\text{д.с.}} = \frac{\text{ПШ} + \text{ПГ}}{2}, \quad (28)$$

где:

ПШ – проба Штанге (с);

ПГ – проба Генчи (с).

Проба Бутейко. Необходимо успокоить дыхание в течение 10 мин отдыха. Проба выполняется в положении сидя в позе «лотоса», «полулотоса», «по-турецки» или на пятках, приняв правильную осанку. Поза должна быть удобной, смотреть вверх, не поднимая головы, губы сложить трубочкой и слегка надуть.

В конце естественного выдоха зажмите двумя пальцами нос, заметьте время начала задержки дыхания, поднимите глаза вверх и не дышите до чувства легкого недостатка воздуха (появляются первые неприятные ощущения). Зафиксируйте время задержки дыхания. Это контрольная пауза (КП). Продолжайте задержку дыхания до предельной трудности. Зафиксируйте его, вычитите из полученной величины время КП, и вы получите значение волевой паузы (ВП). $КП + ВП = МП$ (максимальная пауза).

Если вы правильно провели замер КП, то после нее отсутствует глубокий вдох. Оценка МП у здорового человека – 60 с.

2.3 Оценка интегральных показателей, физической работоспособности, уровня физического состояния

Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения

Для массовых профилактических обследований населения существует метод оценки адаптационного потенциала системы кровообращения, предложенный Р.М. Баевским с соавторами (1987). На основании разработанной авторами концепции об индикаторной роли системы кровообращения в адаптационных реакциях организма предложено выделять ряд условных градаций функционального состояния в зависимости от степени его адаптации к условиям внешней среды [283].

Оборудование и принадлежности: прибор для измерения артериального давления, весы, ростомер, секундомер.

В покое у обследуемых измеряют рост и вес, регистрируют артериальное давление и пульс. Можно дополнительно к этим базовым показателям использовать врачебное заключение по данным ЭКГ.

Расчет адаптационного потенциала (АП) производят по формуле:

$$АП = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times СД + 0,008 \times ДД + 0,009 \times М + 0,014 \times В - 0,009 \times Р - 0,27, \quad (29)$$

где:

ЧСС – частота сердечных сокращений в покое;

СД – систолическое давление крови;

ДД – диастолическое давление;

М – масса тела (кг);

В – возраст (лет);

Р – рост (см).

Шкала оценки адаптационного потенциала приводится в таблице 9.

Таблица 9 – Оценка адаптационного потенциала системы кровообращения

Оценка адаптационного потенциала	Группа по АП	Значение АП
Удовлетворительная адаптация	1	< 2,1
Напряжение механизмов адаптации	2	2,11 – 3,2
Неудовлетворительная адаптация	3	3,21 – 4,3
Срыв адаптации	4	> 4,31

Для расчета коэффициента здоровья (КЗ) можно использовать модифицированную формулу Р.М. Баевского:

$$КЗ = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times СД + 0,008 \times ДД + 0,009 \times М + 0,014 \times В + 0,004 \times П - 0,009 \times Р - 0,273, \quad (30)$$

где:

КЗ – коэффициент здоровья;

ЧСС – частота сердечных сокращений;

СД – систолическое давление;

ДД – диастолическое давление;

М – масса тела;

В – возраст;
П – пол (1 – мужской, 2 – женский);
Р – рост (см).

Степень адаптации системы кровообращения оценивается по таблице 10.

Таблица 10 – Степень адаптации системы кровообращения

КЗ	Степень адаптации системы кровообращения
1	Оптимальная
2	Удовлетворительная
3	Неполная
4	Кратковременная
5	Недостаточная

Контрольный пример:

Женщина, 35 лет, ЧСС = 60 уд/мин, АД = 120/70 мм рт. ст., масса = 52 кг, рост, 164 см.

Подставляем значения в формулу:

$$\text{АП} = 0,011 \times 60 + 0,014 \times 120 + 0,008 \times 70 + 0,009 \times 52 + 0,014 \times 35 - 0,009 \times 164 - 0,27 = 0,66 + 1,68 + 0,56 + 0,5 + 0,47 - 1,48 - 0,27 = 2,12.$$

Заключение: у обследуемой незначительное напряжение механизмов адаптации.

Физическая работоспособность, ее изменение и физиологические основы были и остаются ведущими проблемами в физиологии труда и спорта, в спортивной медицине. Высокая физическая работоспособность служит показателем стабильного здоровья, а низкое ее значение рассматривается как фактор риска для здоровья. Как правило, высокая физическая работоспособность связана с более высокой двигательной активностью и низкой заболеваемостью. Физическая работоспособность является одним из наиболее важных и объективных показателей «динамического здоровья», для определения которого необходимо исследовать не только состояние отдельных органов и систем организма, но и проследить

за изменением его функционирования под воздействием определенных мышечных нагрузок.

Несмотря на кажущуюся ясность и простоту понятия «физическая работоспособность», до настоящего времени не существует теоретически общепринятого и практически обоснованного определения данному понятию. Различные авторы вкладывают в него разное по объему и характеру содержание в зависимости от задач, которые они ставят перед собой [283].

В настоящее время под термином «физическая работоспособность» понимают потенциальную возможность человека реализовать максимум физического усилия в статической, динамической или смешанной работе. В более узком смысле под данным термином понимают возможность кардиореспираторной системы обеспечивать работающие мышцы кислородом. На наш взгляд, данные определения требуют некоторого уточнения, поскольку в них говорится об абстрактной работе – «работе вообще», которой в природе не существует. Человек всегда выполняет не абстрактную, а конкретную работу, которая осуществляется в определенной зоне мощности. Известно, что механизмы энергетического обеспечения мышечной деятельности в разных зонах мощности имеют разную активность и, следовательно, неодинаковую значимость [283]. Поэтому если человек выполняет максимальную по мощности нагрузку, можно оценить его работоспособность в зоне максимальной мощности, а если выполняемая им нагрузка умеренной мощности, то и работоспособность оценивается только в данной зоне мощности. И совсем не обязательно, даже маловероятно, что тот, у кого наивысшая работоспособность в зоне максимальной мощности, покажет столь же высокий результат в зоне умеренной мощности. Совершенно очевидно, что работоспособность у стайера в умеренной зоне мощности несравненно выше, чем таковая у спринтера, тогда как последний безусловно будет иметь значительное превосходство перед стайером при выполнении нагрузки максимальной мощности.

Исходя из вышеизложенного, под физической работоспособностью следует понимать способность человека выполнить максимум работы в определенной зоне мощности с

учетом физиологической цены, которую организм платит при выполнении заданной нагрузки [283].

Проба Руфье. Пробу Руфье используют для оценки адаптации сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке, а также применяют как простой косвенный метод определения физической работоспособности.

Методика проведения. У испытуемого, находящегося в течение 5 минут в положении сидя, определяют пульс за 15 с (P_1). Затем испытуемый выполняет нагрузку в виде 30 приседаний за 45 с и садится. У него вновь подсчитывают пульс за первые 15 с (P_2) и последние 15 с (P_3) первой минуты восстановления. Оценивают физическую работоспособность по индексу Руфье (ИР).

$$\text{ИР} = \frac{4 \times (P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10}, \quad (31)$$

Оценка пробы по индексу Руфье (ИР):

≤ 3 – отличная;

от 4 до 6 – хорошая;

от 7 до 9 – средняя;

от 10 до 14 – удовлетворительная;

≥ 15 – плохая.

Гарвардский степ-тест. Общая идея теста заключается в изучении восстановительных процессов (динамики ЧСС) после прекращения дозированной мышечной работы. Достоинствами теста являются его методическая простота и доступность, попытка в качестве входного воздействия использовать относительно дозированную физическую нагрузку (установить точную мощность нагрузки затруднительно), возможность количественного выражения результатов исследования. Данный тест является достаточно нагрузочным и его целесообразно применять при обследовании начинающих спортсменов и после 40 лет.

Оборудование и принадлежности: ступеньки разной высоты, секундомер, метроном.

Методика проведения теста. Физическая нагрузка задается в виде восхождения на ступеньку. Высота ступеньки и время выполнения мышечной работы зависят от пола, возраста и

физического развития испытуемого (таблица 11). Во время тестирования испытуемому предлагается совершать подъемы на ступеньку в заданном темпе – с частотой 30 раз в 1 мин. Темп движений задается метрономом, частоту которого устанавливают на 120 уд/мин. Подъем и спуск состоят из четырех движений, каждому из которых будет соответствовать один удар метронома: 1 – испытуемый ставит на ступеньку одну ногу, 2 – ставит на ступеньку другую ногу, 3 – ставит назад на пол ноги, с которой начал восхождение, 4 – ставит на пол другую ногу.

Таблица 11 – Гарвардский степ-тест

Группы испытуемых	Высота ступеньки	Время восхождения
Мужчины старше 18 лет	50	5
Женщины старше 18 лет	43	5
Юноши и подростки 12–18 лет ($S > 1,85 \text{ м}^2$)	50	4
Юноши и подростки 12–18 лет ($S < 1,85 \text{ м}^2$)	45	4
Девушки 12–18 лет	40	4
Мальчики и девочки 8–11 лет	35	3
Мальчики и девочки до 8 лет	35	2

В положении стоя на ступеньке ноги должны быть прямыми, туловище должно находиться в строго вертикальном положении. При подъеме и спуске руки выполняют обычные для ходьбы движения. Во время выполнения теста можно несколько раз сменить ногу, с которой начинается подъем.

Перед проведением Гарвардского степ-теста испытуемому следует ознакомить с техникой выполнения нагрузки, предоставить ему возможность совершить несколько пробных восхождений на ступеньку.

В тех случаях, когда испытуемый прекращает работу раньше указанного в таблице 50 времени, фиксируется то время, в течение которого выполнялась работа. Если из-за утомления испытуемый не может поддерживать заданный темп восхождений в течение 20 с, тест прекращается, а при расчете учитывается фактическое время выполнения нагрузки.

После окончания физической нагрузки испытуемый отдыхает сидя. Начиная со 2-й мин у него 3 раза по 30-секундным отрезкам времени подсчитывается число пульсовых ударов: с 60 до 90-й с восстановительного периода, со 120 до 150-й и с 180 до 210-й с. Значения этих трех подсчетов суммируются и умножаются на 2 (перевод в ЧСС в 1 мин). Результаты тестирования выражаются в условных единицах в виде индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ). Эту величину рассчитывают из следующего уравнения:

$$\text{ИГСТ}_{(\text{усл. ед.})} = \frac{T \times 100}{(T_1 + T_2 + T_3) \times 2}, \quad (32)$$

где:

T₁ – частота сердечных сокращений за 60–90-секундный промежуток восстановительного периода;

T₂ – за 120–150-секундный промежуток;

T₃ – за 180–210 секундный промежуток;

T – фактическое время выполнения теста в секундах.

Коэффициент 100 необходим для выражения ИГСТ в целых числах, а 2 – для перевода суммы пульса за 30-секундные промежутки времени в число сердцебиений за минуту.

Оценка результатов тестирования. Величины ИГСТ характеризует скорость восстановительных процессов после достаточно напряженной мышечной работы. Чем быстрее восстанавливается пульс, тем меньше величины суммы пульса и, следовательно, тем выше индекс Гарвардского степ-теста.

Если ИГСТ ниже 50, то физическая работоспособность считается очень плохой, при 51–60 – плохой, 61–70 – достаточной, 71–80 – хорошей, 81–90 – очень хорошей, более 91 – отличной.

Оценка работоспособности производится по шкале, представленной в таблице 12.

Таблица 12 – Шкала оценки величин ИГСТ

Значение ИГСТ	менее 55	55 – 64	65 – 79	80 – 89	90 и более
Оценка работоспособности	низкая	ниже средней	средняя	хорошая	отличная
Шкала для оценки работоспособности в 3-минутном варианте теста					
Оценка работоспособности	< 67	67 – 82	83 – 106	107 – 122	> 122

На практике чаще используется вариант ИГСТ, модифицированный на военном факультете ГДОИФК (Санкт-Петербург). Продолжительность теста снижается до 3 мин, а высота ступеньки составляет 50 см для мужчин и 43 для женщин.

В этом случае индекс Гарвардского степ-теста рассчитывают по формуле:

$$\text{ИГСТ} = \frac{180 \times 100}{P_2 + P_3 + 2P_4}, \quad (33)$$

где:

P_2, P_3, P_4 – значения суммы ЧСС за вторую половину 2, 3 и 4-й мин восстановления; остальные обозначения те же.

У спортсменов значения ИГСТ, как правило, выше, чем у нетренированных людей, особенно высоки они у представителей видов спорта циклического характера, уделяющих особое внимание развитию выносливости (таблица 13).

Таблица 13 – Значения ИГСТ у спортсменов

Спортивная специализация	ИГСТ
Современное пятиборье	152,6
Спортивная ходьба	126,9
Гребля	125,5
Футбол	119,5
Волейбол	115,0
Фехтование	105,0
Гимнастика	92,9
Парусный спорт	74,8

Использовать Гарвардский степ-тест можно для людей, имеющих достаточную физическую подготовку. Применять его при обследовании лиц старшего, а тем более пожилого возраста, занимающихся массовыми формами физической культуры. Нецелесообразно, поскольку такое тестирование вызывает значительные функциональные сдвиги.

Определение физической работоспособности по тесту PWC₁₇₀

В настоящее время для определения физической работоспособности наиболее часто используется функциональная проба Съестранда, или тест PWC₁₇₀, получивший свое название от первых букв английского обозначения термина «физическая работоспособность» – Physical Working Capacity.

Теоретическим обоснованием данной пробы явился анализ результатов исследований скандинавских ученых Н. Wahlund и Т. Sjostrand, которые независимо друг от друга выявили наличие линейной зависимости между мощностью выполняемой физической нагрузки и ЧСС в диапазоне от 100–120 до 170–180 уд/мин.

Основной целью пробы PWC₁₇₀ является определение мощности физической нагрузки, при которой ЧСС повышается до 170 уд/мин. Величина ЧСС, равная 170 уд/мин, взята по двум причинам: 1) данная величина соответствует началу зоны оптимального функционирования сердечно-сосудистой и дыхательной систем при выполнении мышечных нагрузок; 2) начало нелинейности на кривой зависимости ЧСС и мощности выполняемой физической нагрузки возникает при пульсе выше 170 уд/мин.

В практике функциональной диагностики встречаются два варианта получения величины PWC₁₇₀: прямое и непрямое определение. Прямой способ определения искомой величины предусматривает постоянную регистрацию ЧСС при выполнении нагрузок со ступенчато возрастающей мощностью в 300, 600, 900 и 1200 кгм/мин. Продолжительность каждой ступени составляет 5 мин. Обследование прекращается, когда ЧСС достигает 170 уд/мин. Однако данный вариант определения PWC₁₇₀ не может

быть широко использован в практике, поскольку требует длительного времени, специального оборудования и квалифицированного персонала. Кроме того, он не безопасен для обследуемого. Поэтому при определении работоспособности наиболее широко используются непрямые методы. Наибольшей популярностью среди них пользуется двухступенчатый вариант проведения пробы, когда испытуемый выполняет две мышечных нагрузки в зонах умеренной и большой мощности. При этом фиксируется ЧСС в течение последних 30 с работы или в течение 10 с после окончания каждой из нагрузок. Расчет PWC_{170} выполняется чаще всего на основе математической формулы, предложенной В.Л. Карпманом с соавторами:

$$PWC_{170} = \frac{W_1 + ((W_2 - W_1) \times (170 - F_1))}{F_2 - F_1}, \quad (34)$$

где:

W_1 и W_2 – мощности соответственно 1-й и 2-й нагрузок;

F_1 и F_2 – ЧСС в конце 1-й и 2-й нагрузок.

Для повышения надежности величины PWC_{170} , полученной экстраполяционным путем, В.Л. Карпман с соавторами предлагает учитывать ряд условий при проведении пробы:

1) проба должна выполняться без предварительной разминки (в противном случае результаты получаются несколько заниженными);

2) ЧСС в конце первой нагрузки должна находиться в пределах от 100 до 120 уд/мин, в конце второй – 145–160 уд/мин. Желательно, чтобы разницы между этими величинами составляла не менее 40 уд/мин;

3) продолжительность каждой из нагрузок должна составлять 5 мин с отдыхом между ними в течение 3 мин.

Классический вариант использования данной пробы требует наличия специального прибора – велоэргометра, что несколько затрудняет использование данного варианта в практике функциональной диагностики и при самостоятельном контроле за уровнем физической работоспособности. Поэтому в дальнейшем речь пойдет о широкодоступном способе дозирования физических нагрузок – степэргометрии, когда нагрузка задается при помощи

восхождения на ступеньки определенной высоты в заданном ритмичном темпе.

При степэргометрии мощность нагрузки на 1 кг массы тела определяется по формуле:

$$W = 1,5 \times h \times n, \quad (35)$$

где:

h – высота ступеньки в метрах;

n – количество восхождений на скамейку в минуту;

1,5 – поправочный коэффициент для учета работы, затраченной на спуск со скамейки.

При проведении тестирования физической работоспособности на основе степэргометрии высоту ступеньки желательно подбирать с учетом длины ноги. Рекомендуют при длине ноги до 90 см высоту ступеньки 20 см, при 90–99 см – 30 см, при 100–109 см – 40 см, 110 см и более – 50 см.

Важным показателем при расчете мощности нагрузки, как видно из формулы, является количество восхождений на скамейку в минуту. Авторы предлагают следующий выбор количества подъемов на ступеньку при первой и второй нагрузках: при высоте ступеньки, равной 0,2 м, – соответственно 20 и 40 восхождений; при высоте 0,3 м – 15 и 30 восхождений; при высоте 0,4 и 0,5 м – 10 и 20 восхождений. Темп восхождений принято считать выполнение 4-х действий: 1 – наступить одной ногой на скамейку; 2 – выполнить подъем второй ноги; 3 – осуществить спуск со скамейки одной ногой; 4 – опустить со скамейки вторую ногу.

В случае, если величина ЧСС после выполнения первой нагрузки не достигнет значения 100 уд/мин, необходимо после 4–5-минутного отдыха выполнить вторую нагрузку, зафиксировать пульс после ее окончания и подставить в формулу 93, представленную ниже. Если пульс, равный 170 уд/мин, будет достигнут уже после выполнения первой нагрузки, вторая нагрузка не выполняется.

Наряду с двухступенчатым вариантом выполнения пробы PWC_{170} существует одноступенчатый вариант определения физической работоспособности, предложенный параллельно двумя авторскими коллективами [283].

Данный тест проводится следующим образом. Испытуемый отдыхает перед обследованием до получения и фиксирования устойчивых цифр ЧСС (в положении сидя). Затем выполняется одна нагрузка, в конце которой регистрируется пульс. ЧСС в покое не должен превышать величину 90 уд/мин, а по окончании нагрузки должен быть не менее 130 уд/мин. Расчет величины PWC_{170} проводится по следующей формуле:

$$PWC_{170} = \frac{W \times (170 - F_0)}{F_w - F_0}, \quad (36)$$

где:

W – мощность нагрузки;

F_0 – ЧСС в состоянии относительного покоя сидя;

F_w – ЧСС по окончании выполнения нагрузки.

Полученную в результате выполнения функциональной пробы величину, характеризующую уровень развития общей работоспособности учащихся, можно оценить, сравнив полученное значение с данными таблицы 14.

Таблица 14 – Средние значения физической работоспособности учащихся по абсолютной величине PWC_{170} (Шварц В.Б., 1977)

Возраст, лет	PWC_{170} (кгм/мин)	
	Для лиц женского пола	Для лиц мужского пола
7	307	236
8	351	285
9	385	306
10	427	337
11	494	361
12	554	417
13	655	451
14	728	437
15	740	444
16	853	459

Определение максимального потребления кислорода

Максимальное потребление кислорода (МПК) является величиной, надежно характеризующей аэробную работоспособность человека. Определение МПК имеет важное значение для спорта, поскольку позволяет получить данные о мощности окислительного фосфорилирования. Учитывая зависимость индивидуальной величины МПК от генетических факторов. А также его высокодостоверную корреляционную взаимозависимость со спортивными результатами в циклических видах спорта, данный показатель может широко использоваться при спортивной ориентации и отборе. Показатель МПК позволяет судить об уровне аэробной производительности, которая в значительной мере определяет общую и специальную работоспособность, предоставляет важные сведения о степени тренированности спортсменов. Поэтому понимание физиологических механизмов совершенствования аэробной производительности и факторов, ее определяющих и лимитирующих, является весьма необходимым современному тренеру, работающему как с высококвалифицированными спортсменами, так и с юными.

МПК может служить достаточно надежным критерием для нормирования интенсивности и продолжительности трудовых процессов. У людей, имеющих отклонения в состоянии здоровья (например, заболевания сердечно-сосудистой системы), показатель МПК надежно отражает их функциональный класс, что позволяет использовать данную величину при уточнении диагноза и в качестве критерия эффективности лечебно-профилактических мероприятий. Неслучайно всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) рекомендует определение величины МПК как один из наиболее надежных способов оценки дееспособности человека.

Для определения индивидуального уровня МПК предложено немало различных способов, которые можно разделить на две группы: прямые и прогностические (непрямые). Прямые методы направлены на реализацию принципа контролируемого истощения ресурсов мобилизации системы транспорта и утилизации кислорода в процессе физической работы. В случае

определения МПК прямым способом используются главным образом два типа нагрузок – велоэргометрические нагрузки и нагрузки на тредбане. Реже для этих целей используется восхождение на ступеньки или выполнение спортивных упражнений циклического характера.

При прямом способе тестирования МПК используются нагрузки, интенсивность которых равна ли может быть больше индивидуальной («критической мощности»), что достигается обычно в процессе однократной (непрерывной) физической нагрузки возрастающей мощности или серии дискретных (непрерывных) нагрузок возрастающей мощности. Прямое определение МПК, наряду с очевидным достоинством, заключающемся в получении наиболее достоверным результатов, имеет и ряд недостатков, к которым относятся применение максимальных по мощности нагрузок, сложной аппаратуры и участие в исследовании специально обученного персонала. Кроме того, напряжение предельной интенсивности небезопасно для здоровья. При подобно рода тестировании встречаются и летальные исходы, количество которых, по данным разных авторов, составляет от 0,005 % до 0,01 %. Поэтому определение индивидуальной величины МПК при массовых обследованиях осуществляется часто на основе второй группы – непрямых (прогностических) методов, предложенных различными авторами [283]. МПК при этом определяется преимущественно на основе использования нагрузок, величина которых не достигает критического уровня. Прогнозирование индивидуальной величины осуществляется главным образом при помощи номограмм или специальным математических формул.

В нормальных условиях между величиной потребления кислорода (ПК) и частотой сердечных сокращений (ЧСС) существует линейная зависимость. Это позволяет находить зависимость (ПК/ЧСС) уже при наличии двух точек в системе прямолинейных координат, где ПК откладывается на оси абсцисс, а ЧСС – на оси ординат. Эти точки находят на двух уровнях субмаксимальной нагрузки после образования так называемого устойчивого состояния (в конце 4–5 минуты работы). МПК определяется путем линейной экстраполяции, полученной между двумя точками прямой линии, до значения максимального пульса.

Для расчета значений максимального пульса можно использовать следующие формулы:

$$\text{ЧСС}_{\max/\min} = (210 - 0,8) \times T, \quad (37)$$

$$\text{ЧСС}_{\max/\min} = 220 - T, \quad (38)$$

где:

T – возраст (годы).

Наиболее распространенной формой определения МПК является формула Фон Добелна. Для выполнения теста применяется ступенька высотой 25–40 см. На пятой минуте нагрузки ЧСС должна находиться в пределах от 120 до 170 уд/мин. МПК в этом случае рассчитывают по формуле:

$$\text{МПК} = 1,29 \times W / F_5 - 60 \times e^{-0,000884} \times T, \quad (39)$$

где:

W – мощность нагрузки (кгм/мин);

F_5 – ЧСС на пятой минуте нагрузки (уд/мин);

e – основание натурального алгоритма;

T – возраст обследуемого (лет).

На основании высокой корреляционной связи между величинами PWC_{170} и МПК ($r = 0,905$) для прогнозирования максимального потребления кислорода у практически здоровых лиц разного возраста и пола В.Л. Карпманом и соавторами была предложена следующая формула определения МПК (таблица 15):

$$\text{МПК} = 1,7 \times \text{PWC}_{170} + 1240, \quad (40)$$

где:

МПК – максимальное потребление кислорода (мл/мин);

PWC_{170} – показатель физической работоспособности, определенный по тесту PWC_{170} (кгм/мин).

Таблица 15 – Расчетные величины МПК, полученные по данным PWC_{170}

PWC_{170} (кГм/мин) *	МПК (л/мин)	PWC_{170} (кГм/мин)	МПК (л/мин)
500	2,62	1300	3,88
600	2,66	1400	4,13
700	2,72	1500	4,37
800	2,82	1600	4,62
900	2,97	1700	4,83
1000	3,15	1800	5,06
1100	3,38	1900	5,19
1200	3,60	2000	5,32

Примечание: * Для перевода кГм/мин в Вт используйте соотношение: 1 Вт = 6 кГм/мин

Для квалифицированных спортсменов при расчете МПК коэффициент 1,7 заменяется на 2,6, а величина 1240 – на 1070.

При оценке показателя МПК у учащихся рекомендуется использовать данные, содержащиеся в таблице 16.

Таблица 16 – Оценка МПК у детей и подростков (С.А. Душанин, 1982)

МПК (мл/мин/кг)				
высокий	выше среднего	средний	ниже среднего	низкий
60 и более	51 – 59,9	42 – 50,9	35 – 41,9	35 и менее

Определение физической работоспособности на основе использования метода интенсивности накопления пульсового долга

Наряду с такими широко используемыми методами определения физической работоспособности, как PWC_{170} и МПК, существуют и другие методы. Одним из них является относительно новый и достаточно информативный метод определения интенсивности накопления пульсового долга (ИНПД). Физиологическое обоснование данного метода базируется на том, что если максимальная кислородная или пульсовая задолженность является отражением емкости анаэробных систем организма, то скорость ее накопления в

процессе работы должна быть тесно связана с интенсивностью нагрузки. В данном случае достаточно предположить, что скорость накопления задолженности сохраняется неизменной на всем протяжении равномерной работы «до отказа», в результате чего получается простой инструмент, позволяющий с довольно высокой точностью измерять физиологическое напряжение организма при выполнении работы анаэробного или смешанного характера.

В основе получения величины ИНПД лежит измерение пульсового долга за 5 мин реституции и длительности удержания нагрузки. Показатель ИНПД определялся на основе следующей формулы:

$$\text{ИНПД} = \frac{(F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 - 5F_0)}{t_{\text{уд}}}, \quad (41)$$

где:

F_1 – F_5 – частота сердечных сокращений (уд/мин) на 1–5 минутах восстановления после выполнения нагрузки;

F_0 – частота сердечных сокращений в покое (уд/мин);

$t_{\text{уд}}$ – время удержания заданной нагрузки (с).

Показатель ИНПД может быть использован для реализации двух целей: 1) оценки функциональных возможностей организма при выполнении работы анаэробного и смешанного характера. В данном случае полученную величину можно использовать как метод оценки «работоспособности»; 2) оценки интенсивности нагрузки, которая не поддается строгому измерению другими способами. Например, величина ИНПД уместна при оценке интенсивности нагрузки скоростной и скоростно-силовой направленности, часто используемых при выполнении упражнений на уроках физической культуры.

Определение показателей ИНПД может быть осуществлено при использовании в качестве теста любой стандартной нагрузки, например 5 подтягиваний на перекладине или преодоления дистанции определенной длины с одинаковой скоростью, выполнения любой другой нагрузки, одинаковой по объему и мощности. Применение метода ИНПД позволит проследить за своим состоянием, уровнем тренированности, оценить

физическую работоспособность. Снижение показателя ИНПД, полученное в результате повторных измерений, будет свидетельствовать о повышении мышечной работоспособности и снижении физиологической стоимости выполняемой нагрузки.

Следует помнить о том, что сдвиги в уровне работоспособности происходят, как правило, не раньше чем через 6 недель с момента регулярных занятий физическими упражнениями; именно этот срок необходим для достаточных изменений в организме, которые будут отражаться на результатах тестирования. Поэтому не следует увлекаться частыми исследованиями такого важного показателя, как физическая работоспособность.

Тест Новакки

Этот тест достаточно информативен и (что особенно важно) чрезвычайно прост. Для его проведения необходим лишь велоэргометр. Идея теста состоит в определении времени, в течение которого испытуемый способен выполнять нагрузку определенной, зависящей от его веса продолжительности. Таким образом, нагрузка строго индивидуализирована и выражается в Вт/кг. В этом тесте достигается определенная унификация мощности нагрузки. Например, для того чтобы выполнить нагрузку 4 Вт/кг, спортсмен, вес которого 100 кг, должен педалировать с мощностью 400 Вт (2400 кГм/мин), а спортсмен с весом 50 кг – с мощностью всего 200 Вт. Процедура тестирования заключается в том, что исходная нагрузка, равная 1 Вт/кг, через каждые 2 мин увеличивается на 1 Вт/кг до тех пор, пока испытуемый не откажется выполнять работу. В момент отказа потребление O_2 близко или равно МПК, ЧСС также достигает максимальных значений.

В таблице 17 приведены данные об оценке результатов тестирования, которые, по существу, характеризуют общую физическую работоспособность. По ним можно судить и о функциональной готовности спортсменов.

Таблица 17 – Оценка результатов теста Новакки

Оценка результатов тестирования	Мощность нагрузки (Вт/кг)	Время работы на каждой ступени (мин)
Нетренированные лица		
Низкая работоспособность	2	1
Удовлетворительная работоспособность	3	1
Нормальная работоспособность	3	2
Спортсмены		
Удовлетворительная работоспособность	4	1
Хорошая работоспособность	4	2
Высокая работоспособность	5	1–2
Очень высокая работоспособность	6	1

Проба пригодна для исследования как тренированных, так и нетренированных лиц. Она может быть использована и в лечебной физической культуре в процессе реабилитации после заболеваний и травм. В последнем случае начинать пробу нужно с нагрузки $\frac{1}{4}$ Вт/кг. Тест дает неплохие результаты при отборе в юношеском спорте.

При динамических наблюдениях за одним и тем же спортсменом необходимо точно регистрировать время отказа от работы на данной ступеньке нагрузки. Тогда удлинение или укорочение времени работы можно связывать с состоянием функциональной готовности спортсмена.

Экспресс-метод оценки уровня физического состояния по Е.А. Пироговой с соавт.

Согласно данному методу прогноз уровня физического состояния (УФС) можно получить в результате предварительного

измерения простых морфофункциональных параметров (ЧСС, артериального давления, массы тела) и использовать их при расчета индекса уровня физического состояния по формуле:

$$\text{ИФС} = \frac{700 - 3 \times \text{ЧСС} - 2,5 \times \text{АД}_{\text{ср.}} - 2,7 \times \text{А} + 0,28 \times \text{В}}{350 - 2,6 \times \text{А} + 0,21 \times \text{Р}}, \quad (42)$$

где:

ИФС – индекс физического состояния (усл. ед.);

ЧСС – частота сердечных сокращений (уд/мин);

А – возраст (лет);

В – вес (кг);

Р – рост (см).

$\text{АД}_{\text{ср.}}$ – среднее артериальное давление, которое можно рассчитать по формуле:

$$\text{АД}_{\text{ср.}} = \left(\frac{\text{АДС} - \text{АДД}}{3} \right) + \text{АДД}, \quad (43)$$

где:

АДС – артериальное давление систолическое (мм рт. ст.);

АДД – артериальное давление диастолическое (мм рт. ст.).

По мнению автора, информативность данного методы прогнозирования УФС сохраняется для практически здоровых лиц в возрасте от 20 до 59 лет. Проводимые исследования оценки УФС студентов с использованием данного способа показали, что его информативность сохраняется и в возрасте 17–19 лет, то есть может быть пригодной для учащихся выпускных классов. Однако следует отметить, что объективный прогноз УФС можно получить лишь в случае отсутствия: 1) превышения массы тела не более чем на 15% от должной; 2) исходных нарушений в состоянии ССС.

После вычисления ИФС полученный результат необходимо оценить по таблице 18.

Таблица 18 – Оценка физического состояния

Уровень физического состояния	Диапазон индекса физического Состояния	
	Для лиц женского пола	Для лиц мужского пола
Низкий	0,260 и менее	0,375 и менее
Ниже среднего	0,261 – 0,375	0,376 – 0,525
Средний	0,376 – 0,525	0,526 – 0,675
Выше среднего	0,526 – 0,675	0,676 – 0,825
Высокий	0,676 и более	0,826 и более

Экспресс-система оценки физического состояния по Г.Л. Апанасенко (1988)

Метод, предложенный Г.Л. Апанасенко, Р.Г. Науменко, Г.Д. Соколовской и другими, основан на зависимости между общей выносливостью, физиологическими резервами и проявлением экономизации в кардиореспираторной системе.

Заключение об уровне соматического (физического) здоровья производится на основании определения показателей физического развития: роста (Р), массы тела (М), максимальной произвольной силы кисти (МПС), жизненной емкости легких (ЖЕЛ).

Также исследуется состояние сердечно-сосудистой системы и ее лабильность по ЧСС и систолическому артериальному давлению (САД) в покое и продолжительности восстановления после дозированной нагрузки в виде пробы Мартинэ.

В связи с более широким спектром определяемых показателей он является весьма объективным и информативным, в силу чего получил широкое распространение. Кроме того, данный метод позволяет сделать выводы не только в отношении общего уровня соматического здоровья, но и в отношении отдельных его составляющих, выявить более слабые и сильные компоненты.

Оборудование и принадлежности: ростомер, весы, секундомер, аппарат для измерения артериального давления, кистевой динамометр, спирометр.

У испытуемого в покое измеряют рост, вес, систолическое артериальное давление, частоту сердечных сокращений (ЧСС), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), потом определяют

максимальную произвольную силу (МПС) правой и левой кисти и выбирают более высокое значение. Затем проводится проба Мартинэ (20 приседаний за 30 с) и регистрируется время полного восстановления пульса до исходной величины в положении сидя (по 10-секундным отрезкам).

Примечание: перед измерением ЖЕЛ не рекомендуется предварительная гипервентиляция легких.

После этого вычисляется ряд индексов, которые оценивают по таблице 19.

Таблица 19 – Экспресс-оценка уровня соматического здоровья

Показатель		ИК, г/см, баллы	ЖИ, мл/кг, баллы	СИ, %, баллы	ИР, баллы	Время восстановления, с, баллы	Сумма баллов, общая оценка уровня здоровья	Рекомендуется тренировка при ЧСС	
Уровень соматического	женщины	высокая	–	> 56	61	< 69	< 59	17 – 21	> 140
		–	–	5	4	4	7		
		выше среднего	–	51–56	56–60	70–84	60–89	14–16	> 130
		средняя	< 350	46–50	51–55	85–94	90–119	10 – 13	> 120
			0	2	2	2	3		
Уровень соматического здоровья	мужчины	ниже среднего	351 – 450	41–45	41–50	95–110	120–179	5–9	100–110
		–	–	1	1	0	1		
		низкая	451	< 40	< 40	> 111	> 180	< 4	Менее 100
		–	–	0	0	–2	–2		
		высокая	–	> 66	> 80	< 69	< 59	17–21	140
		–	–	5	4	4	7		
		выше среднего	–	61–65	71–80	70–84	60–89	14–16	> 130
		средняя	< 450	56–60	66–70	85–94	90–119	10–13	> 120
			0	2	2	2	3		
		ниже среднего	451–500	51–55	61–65	95–110	120–179	5 – 9	100 – 110
			–	1	1	0	1		
		низкая	501	< 50	< 60	> 111	> 180	< 4	Менее 100
			–	0	0	2	–2		

Экспресс-оценка уровня здоровья (по В.И. Белову, 1995)

Выполнить необходимые расчеты, представленные в таблице 20.

Таблица 20 – Экспресс-оценка физического здоровья

Наименование показателей		Уровень показателей и баллы					
		1	2	3	4	5	6
ЧСС в покое, уд/мин		Более 90	76 – 90	68 – 75	60 – 67	51 – 59	50 и менее
АД в покое, мм рт. ст.		140/90	130/80	120/75	120/70		110/70
Росто-весовой индекс (рост, см минус вес, кг)		90 и более	91 – 95	96 – 100	101 – 105		106 – 110
ЖЕЛ, мл/массу тела, кг	М	Менее 50	50 – 55	56 – 60	61 – 65	66 – 70	Более 70
	Ж	Менее 40	40 – 45	46 – 50	51 – 55	56 – 60	Более 60
Бег 2000 м, мин	М	Более 12,00	11,01 – 12,00	10,01 – 11,00	9,01 – 10,00	8,01 – 9,00	
	Ж	Более 14,00	13,01 – 14,00	12,01 – 13,00	11,01 – 12,00	10,01 – 11,00	
Подтягивание на перекладине, кол-во раз	М	Менее 2	2 – 3	4 – 6	7 – 10	11 – 14	15 и более
Сед из положения лежа на спине, кол-во раз	Ж	Менее 10	10 – 19	20 – 29	30 – 39	40 – 49	50 и более
Прыжки в длину с места, см	М	Менее 200	200 – 209	210 – 219	220 – 229	230 – 239	240 и более
	Ж	Менее 140	140 – 149	150 – 159	160 – 169	170 – 179	180 и более

Примечание: уровень здоровья определяется по среднему количеству баллов:

- 6,0 – супервысокий;
- 5,0–5,9 – очень высокий;
- 4,0–4,9 – высокий;
- 3,0–3,9 – средний;
- 2,0–2,9 – низкий;
- 1,0–1,9 – очень низкий.

**Оценка уровня индивидуального здоровья по методу
«Экспресс-оценка физического здоровья»
(по В.П. Петленко, 1996)**

Выполнить необходимые расчеты и заполнить таблицу, используя данные справочных таблиц в соответствии с полом. «Безопасный уровень» соматического здоровья индивида находится между III и IV группами здоровья – 12 баллов по шкале экспресс-оценки. Ниже этого уровня возможно развитие хронического соматического заболевания. При дальнейшем снижении этого показателя значительно растет риск патологических состояний (таблицы 21, 22, 23).

Таблица 21 – Экспресс-оценка физического здоровья мужчин

Уровень здоровья	I	II	III	IV	V
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Индекс массы тела, кг/м ²	Менее 19,0 – 2	19,0 – 20,0 – 1	20,1 – 25,0 0	25,1 – 28,0 – 1	Более 28,0 – 2
ЖЕЛ/масса тела, мл/кг	50 и менее – 1	51 – 55 0	56 – 60 1	61 – 65 2	66 и более 3
Динамометрия/массу тела x 100, %	60 и менее – 1	61 – 65 0	66 – 70 1	71 – 80 2	80 и более 3
(ЧСС*САД)/100	более 111 – 2	95 – 110 – 1	85 – 94 0	70 – 84 3	69 и менее 5

Время восстановления пульса после 20 приседаний за 30 с	Более 3-х мин. -2	2 – 3 1	1,3 – 1,59 3	1 – 1,29 5	59 и менее 7
Общая оценка уровня здоровья	3 и менее	4 – 6	7 – 11	12 – 15	16 – 18

Таблица 22 – Экспресс-оценка физического здоровья женщин

Уровень здоровья	I	II	III	IV	V
	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Индекс массы тела, кг/м ²	Менее 17,0 -2	17,0 – 18,6 -1	18,1 – 23,8 0	23,9 – 26,0 -1	Более 26,0 -2
ЖЕЛ/масса тела, мл/кг	Менее 40 -1	41 – 45 0	46 – 50 1	51 – 55 2	Более 55 3
Динамометрия / массу тела x 100, %	Менее 40 -1	41 – 50 0	51 – 55 1	56 – 60 2	Более 60 3
(ЧСС*САД) / 100	Более 111 -2	95 – 110 -1	85 – 94 0	70 – 84 3	Менее 70 5
Время восстановления пульса после 20 приседаний за 30 с	Более 3-х мин. -2	2 – 3 1	1,3 – 1,59 3	1 – 1,29 5	59 и менее 7
Общая оценка уровня здоровья	3 и менее	4 – 6	7 – 11	12 – 15	16 – 18

Таблица 23 – Экспресс-оценка уровня физического здоровья
Оценка количества здоровья курсантов (20-летнего возраста)

<i>Показатели и тесты</i>	Возраст- ная норма (Н)	Пример- ный результат (Ф)	% к норме	Изме- нения в %
1	2	3	4	5
ЧСС после подъема на 4-й этаж (не более чем – уд/мин)	106	124	117	– 17
ЧСС в покое утром после подъема (не более чем – уд/мин)	94	102	111	– 11
Тест Купера (не более чем – минут)	11,5	12,0	104	– 4
Систолическое давление (не более чем – мм рт. ст.)	105	126	120	– 20
Диастолическое давление (не более чем – мм рт. ст.)	65	72	111	– 11
Проба Генче (не менее чем – секунд)	40	36	90	– 10
Проба Бондаревского (не менее чем – секунд)	40	32	80	– 20
Подтягивание на перекладине (не менее чем – раз)	10	12	120	+ 20
Теппинг-тест (не менее чем – точек за 10 с)	65	85	131	+ 31

Примечание: для подсчета своих данных необходимо в графу, выделенную жирным шрифтом вставить свои цифры и произвести расчет по формуле:

$$K = \frac{\Phi}{H} \times 100, \quad (44)$$

где:

Φ – фактический результат,

H – возрастная норма,

K – отклонение от нормы.

Если полученный K в первых 5-ти показателях ниже 100 %, а с 6-го по 9-й – выше 100 %, то это свидетельствует о высоком уровне физической подготовленности. В противном случае

следует говорить об отрицательных результатах, свидетельствующих о низком уровне физического состояния и развития.

Индекс Робинсона (сердечно-сосудистый индекс) рассчитывается по следующей формуле:

$$ИР = \frac{ЧСС_{покоя} \times САД}{100}, \quad (45)$$

2.4 Оценка типов реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку

На основании аналитического материала научной литературы была модифицирована классификация типов реакции ССС на ФН. В основе стандартизации типов реакций положены следующие критерии:

1. Сопряженность изменений ЧСС и АД пульсового.
2. Адекватность изменений ЧСС, АД пульсового, АД среднего, ОГП объему ФН.
3. Абсолютные значения ЧСС и АД.
4. Время восстановления ЧСС и АД.
5. Внешние признаки утомления, субъективные жалобы.
6. Специфичность предъявляемой нагрузки.

В научно-методической литературе приводятся пять типов реакции организма на физические нагрузки: нормотонический, гипертонический, гипотонический (астенический), дистонический и ступенчатый. Первый тип, нормотонический, является физиологичным или нормальным, остальные патологичны – отражают реакцию больного органа. Типы реакции оцениваются по соотношению, синхронности и направленности реакции изменения показателей АД и ЧСС, характером (синхронностью, направленностью, изменчивостью вектора) и временем восстановления после нагрузки.

Реакция ССС на ФН классифицируется нами следующим образом:

1. Нормотонический тип:
 - а) гиперреактивный вариант.
2. Гипертонический тип:

- а) с повышением АД диастолического,
- б) без повышения АД диастолического,
- в) ступенчатый.

3. Гипотонический.

4. Дистонический:

- а) феномен бесконечного тона.

Нормотонический тип реакции характеризуется сочетанным и адекватным объему ФН повышением ЧСС и АД пульсового. Разность приростов ЧСС и АД пульсового может достигать 10–30 %. АД мин в зависимости от специфичности ФН либо не изменяется либо снижается на 10–30 мм рт. ст. АД макс. не достигает значений выше 170 мм рт. ст. АД ср. колеблется в пределах + 10 мм рт. ст.

Типы реакции кардио-респираторной системы на дозированную физическую нагрузку принято определять по результатам *функциональной пробы Мартине-Кушелевского*.

Обследование проводится в первой половине дня, не ранее чем через 1 час после физической нагрузки или контрольных работ, приема пищи, пребывания на воздухе, в тихой и спокойной обстановке при комфортной температуре. Присутствие посторонних лиц (педагоги, родители, обучающиеся других классов) в кабинете недопустимо. Мальчики и девочки должны проходить процедуру проведения проб отдельно. Для снижения психо-эмоционального напряжения каждому ребенку необходимо объяснить цель обследования.

Перед проведением пробы у обследуемого подсчитывают ЧСС за 10 с в положении сидя и регистрируют АД. Затем ребенок, не снимая манжеты, выполняет физическую нагрузку в виде 20 глубоких приседаний за 30 с. Очень важным является качество выполнения физической нагрузки и контроль темпа движений. Необходимо следить за тем, чтобы нагрузка была проведена точно в течение 30 с (одно приседание за 1,5 с) и приседания были достаточно глубокими. При каждом приседании обследуемый вытягивает руки вперед, при вставании – опускает вниз.

После нагрузки в течение первых 10 с подсчитывается ЧСС, затем измеряется АД. На протяжении 2-й и 3-й минуты исследование ЧСС повторяется и продолжается до восстановления пульса, затем производят измерение АД.

Значения ЧСС, зарегистрированные электронным тонометром

при измерении АД, при анализе не учитываются.

Различают следующие 5 основных типов реагирования ССС на нагрузку: нормотонический, гипертонический, ступенчатый, дистонический, гипотонический (рисунок 8).

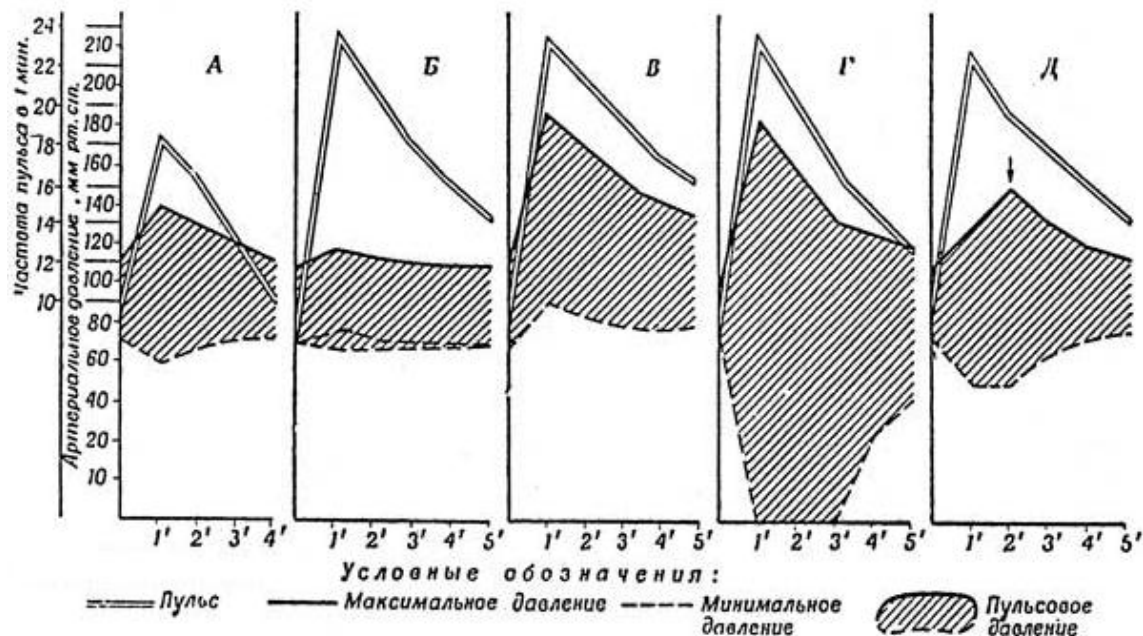


Рисунок 8 – Типы реакций ССС на физическую нагрузку и их оценки:

А – нормотонический, Б – гипотонический, В – гипертонический,
 Г – дистонический, Д – ступенчатый

Нормотонический тип проявляется в том, что происходит учащение пульса и увеличение пульсового давления (разности максимального и минимального) за счет выраженного повышения максимального давления и умеренного понижения минимального. Восстановительный период длится около 3 мин.

Гипертонический тип – тот, при котором значительно повышаются максимальное давление и пульс. Минимальное давление не изменяется, либо незначительно поднимается (но не понижается). Восстановительный период увеличивается до 4–6 мин.

Ступенчатый тип характеризуется тем, что непосредственно после нагрузки максимальное давление бывает ниже, чем на 2-й и даже 3-й минуте восстановительного периода. Нередко отмечается падение минимального давления и значительное учащение пульса. Восстановительный период затягивается.

Таблица 24 – Определение типа реакции кардио-респираторной системы на дозированную физическую нагрузку

Оценка	Учащение, %	Систолическое АД	Диастолическое АД	Пульсовое АД	Время восстановления, мин
Благоприятная	до 50	Увеличение от 10 до 25 мм рт. ст.	Снижение до 20 мм рт. ст.	Увеличение	1 – 3
Удовлетворительная	от 51 до 100	Увеличение от 25 до 40 мм рт. ст.	Снижение более 20 мм рт. ст.	Увеличение	4 – 6
Неблагоприятная	более 100	Без изменения или увеличение до 10 мм рт. ст. или уменьшение	Увеличение	Уменьшение	7 и более

При *дистоническом типе* реакции отмечается феномен «бесконечного тона» (неисчезающей звуковой пульсации) при определении минимального давления из-за значительного его снижения. Максимальное давление обычно значительно повышается. Все это обуславливает сильное увеличение пульсового давления. Восстановление замедлено.

Гипотонический (или астенический) тип реакции характеризуется незначительным подъемом максимального давления при значительном учащении пульса и продолжительном (более 7 мин) восстановительном периоде. Минимальное давление обычно несколько повышается, вследствие чего пульсовое давление не увеличивается, а нередко даже уменьшается.

Наиболее благоприятной реакцией на нагрузку является нормотонический тип. Неблагоприятной реакцией является понижение после нагрузки максимального артериального давления при различных реакциях изменения минимального или одновременное повышение максимального и минимального

давления. Гипертонический, ступенчатый, дистонический, гипотонический типы реакций рассматриваются как проявление ухудшения функционального состояния ССС и нарушения механизмов регуляции кровообращения.

Тип реакции кардио-респираторной системы на дозированную физическую нагрузку также устанавливается на основании анализа изменений значений АД и ЧСС в соответствии с таблицей 24.

2.5 Кардиореспираторный нагрузочный тест

Физическая нагрузка является идеальным и наиболее физиологичным видом провокации, позволяющим оценить состояние компенсаторно-приспособительных механизмов организма, а при наличии явной или скрытой патологии – степень функциональной неполноценности кардиореспираторной системы. Тест с физической нагрузкой (нагрузочный тест – НТ) является универсальным средством оценки физической работоспособности и определения механизмов нарушения толерантности к физической нагрузке.

В зависимости от технического оснащения НТ можно разделить на две группы: 1) высокотехнологичные, или кардиореспираторные НТ (КРНТ), для проведения которых необходимо дорогостоящее оборудование для оценки функции респираторной и сердечно-сосудистой систем, газообмена и устройства для дозирования физической нагрузки (эргометр); 2) НТ, не требующие специального оборудования, так называемые внелабораторные, или «полевые» НТ.

В отличие от последних КРНТ – более информативный и специфичный метод, так как позволяет максимально полно и объективно оценить реакцию организма человека на физическую нагрузку, а при наличии патологии не просто констатировать этот феномен, но и выявить конкретную патофизиологическую причину ограничения физической работоспособности.

Снижение толерантности к физической нагрузке часто наблюдается у людей с хроническими респираторными заболеваниями [15]. Выявлена слабая взаимосвязь (корреляция)

между снижением физической работоспособности и нарушением легочной функции [448].

Однако прогноз о переносимости физической нагрузки, основанный только на результатах исследования респираторной функции в покое, как правило, неточен [426].

Кроме того, НТ также может использоваться для диагностики гиперчувствительности / гиперреактивности дыхательных путей и, соответственно, бронхиальной астмы.

Кардиореспираторный НТ

Решение о проведении КРНТ необходимо принимать с учетом оценки показаний и противопоказаний к его выполнению.

Показаниями к проведению КРНТ являются:

- определение толерантности к физической нагрузке;
- исследование причин ограничения физической нагрузки;
- измерение максимального (пикового) потребления кислорода (МПК, или $VO_2 \max$) – параметра, который играет важную роль в оценке заболеваемости или смертности при многих заболеваниях, включая хроническую обструктивную болезнь легких (ХОБЛ), первичную легочную гипертензию, фиброзирующий альвеолит, муковисцидоз и др.;

- оценка риска осложнений и выживаемости после хирургического вмешательства (например, при резекции легкого).

Абсолютные противопоказания к проведению КРНТ [426]:

- острый инфаркт миокарда в первые 2 суток;
- нестабильная стенокардия с высоким риском развития инфаркта миокарда;
- неконтролируемая аритмия с клиническими проявлениями или гемодинамическими нарушениями;
- тяжелый аортальный стеноз;
- неконтролируемая сердечная недостаточность;
- острая тромбоэмболия легочной артерии или инфаркт легких;
- острый миокардит и перикардит;
- спонтанный пневмоторакс;
- острое расслоение аорты.

Относительные противопоказания (не учитываются в случаях, когда предполагаемая польза от планируемого исследования превышает его риск) [426]:

- стеноз ствола левой коронарной артерии;
- умеренные клапанные стенозы;
- электролитные нарушения;
- тяжелая артериальная гипертензия (систолическое артериальное давление (АД) > 200 мм рт. ст. и/или диастолическое АД > 110 мм рт. ст.);
- тахикардии или брадикардии;
- гипертрофическая кардиомиопатия или другие болезни с обструкцией выходного тракта левого желудочка;
- психическая или физическая неполноценность, обуславливающая невозможность адекватного проведения нагрузки и ее оценки;
- высокая степень атриовентрикулярной блокады.

К противопоказаниям также относят: миопию высокой степени, склонность к обморочным состояниям, тромбофлебит и варикозное расширение вен нижних конечностей, лихорадочные состояния, политопную экстрасистолию, декомпенсированные сахарный диабет и тиреотоксикоз [136].

Как и при любой другой процедуре, связанной с риском осложнений, врач должен быть уверен, что обследуемый понимает цели и суть исследования и осознает возможный риск планируемого тестирования.

Кардиореспираторный НТ должен проводиться только хорошо подготовленным персоналом, обладающим знанием физиологических процессов, происходящих при физической нагрузке, и способным провести экстренную сердечно-легочную реанимацию. Обследование должно проводиться врачом и медсестрой, готовыми к оказанию экстренной помощи обследуемому при появлении у него патологических реакций во время проведения пробы.

По типу изменения нагрузки КРНТ делят на тесты с возрастающей нагрузкой и тесты с постоянной нагрузкой.

Кардиореспираторный НТ с возрастающей нагрузкой

«Золотой стандарт» КРНТ – это тест с возрастающей нагрузкой с одновременным электрокардиографическим и клиническим наблюдением, который позволяет определить МПК и оценить уровень аэробных возможностей организма. Кардиореспираторный НТ с возрастающей нагрузкой необходим для того, чтобы получить важные данные, которые не могут быть получены при измерении респираторной и сердечно-сосудистой функций в покое, при анализе газов крови или при проведении других НТ. Благодаря техническому прогрессу и внедрению технологии, позволяющей оценивать газообмен при каждом дыхательном цикле (breath by breath), КРНТ с возрастающей нагрузкой стал доступным во многих клинических лабораториях [426]. Это позволило разработать стандарты проведения КРНТ [136].

Учитывая, что расход энергии и динамика повышения потребления кислорода (VO_2) зависят, прежде всего, от интенсивности работы, эргометрические исследования используют для оценки величины МПК. Удобно выражать VO_2 в единицах, кратных потреблению кислорода в условиях покоя. Метаболический эквивалент (MET) – это потребляемое организмом количество кислорода в состоянии покоя, равное 3,5 мл O_2 /кг массы тела/мин (мл/кг / 1 мин) [294]. В действительности каждый человек в состоянии покоя потребляет в 1 мин индивидуальное количество кислорода, так что MET является усредненной величиной. Максимальное потребление кислорода зависит от возраста, пола, массы тела, уровня тренированности, наследственности, исходного состояния сердечно-сосудистой системы.

Регистрация и запись мышечной работы проводятся с помощью специальных приборов – эргометров. Широкое распространение получили велоэргометры, которые используют для измерения работы, совершаемой человеком при вращении педалей неподвижного велосипеда, и тредмилы (моторизированные беговые дорожки) – для измерения работы, совершаемой при ходьбе или беге по движущейся дорожке. Каждый из эргометров имеет как преимущества, так и недостатки, которые необходимо учитывать при выборе НТ и интерпретации результатов.

При использовании тредмила для повышения физической нагрузки увеличивают скорость и/или угол наклона полотна

дорожки, причем степень повышения нагрузки зависит от массы тела обследуемого. Такие факторы, как эффективность ходьбы (зависит от обуви, длины стопы и степени тренированности) и использование в качестве поддержки рук, могут иметь непрогнозируемое влияние на профиль потребления кислорода во время НТ. Однако в сравнении с тестом на велоэргометре ходьба является более физиологичным видом нагрузки, поэтому при таком же уровне VO_2 в мышцах синтезируется меньшее количество молочной кислоты (лактата). Ходьба на тредмиле часто рекомендуется в качестве НТ в педиатрической практике. Однако использование велоэргометра позволяет лучше контролировать уровень физической нагрузки, выполняемой пациентом, – работа в меньшей степени зависит от массы тела по сравнению с нагрузкой на тредмиле. Динамика увеличения потребления кислорода при вращении педалей без нагрузки зависит от массы ног; однако при добавлении нагрузки этот показатель далее повышается независимо от массы тела (≈ 10 мл / мин / 1 Вт) [426].

Кроме того, велоэргометр лучше, чем тредмил, позволяет исследователю определить переносимость пациентом субмаксимальной нагрузки, а также оценить ее механическую эффективность. Стабильное положение пациента на велоэргометре приводит к меньшей «сетевой наводке» при регистрации ЭКГ и измерении АД. Артериальные и венозные катетеры также в большей степени доступны при использовании велоэргометра по сравнению с тредмилом.

Велоэргометр для проведения КРНТ должен быть снабжен электромагнитным тормозом. Протокол исследования должен предусматривать увеличение физической нагрузки в шаге 5–50 Вт/мин.

Протокол. Кардиореспираторный НТ с возрастающей нагрузкой состоит из 4 фаз (покой, разогрев, нагрузка и восстановление), в протоколе определяется длительность каждой фазы, выбор начальной ступени и шаг увеличения нагрузки.

В покое должны быть зарегистрированы стандартная ЭКГ в 12 отведениях, частота сердечных сокращений (ЧСС) и АД как в положении лежа на спине, так и стоя (или сидя – для велоэргометра). Это необходимо для выявления патологии и/или расстройств гемодинамики, служащих противопоказанием для

максимального нагрузочного тестирования и проявляющихся в определенном положении тела. Если проводится анализ газообмена, должны быть зарегистрированы данные в покое (в течение по-крайней мере 2–3 мин) или при достижении стабильного состояния («состояния равновесия») (то есть $\dot{V}O_2$ приблизительно 3,5 мл O_2 /кг/мин и отношение респираторного обмена ($RER = \dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$) $<0,8$, где $\dot{V}CO_2$ – продукция углекислого газа). Если RER превышает 1,0, то стабильное состояние обычно достигается после того, как обследуемый спокойно посидит еще несколько минут.

Затем следует фаза разогрева – выполнение работы без нагрузки в течение 3 мин (например, вращение педалей со скоростью 60–70 об/мин без нагрузки или с минимальной нагрузкой).

Далее наступает третья фаза – «нагрузка», которая длится до достижения МПК. Наиболее широко применяют два типа возрастания нагрузки: ступенчатый (interval protocol) и непрерывный (ramping protocol). В первом случае интенсивность нагрузки увеличивается ступенчато на 5–25 Вт каждую минуту (у профессиональных спортсменов до 50 Вт), во втором случае – непрерывно (то есть каждую секунду), но с таким же средним увеличением на 5–25 Вт каждую минуту. Выбор адекватного шага возрастания нагрузки – один из важнейших этапов в индивидуальной подготовке теста для каждого пациента. В идеале длительность нагрузки должна составлять 8–12 мин. Можно достаточно точно прогнозировать пиковую нагрузку по результатам предварительной оценки функционального состояния пациента, основанной на данных анкетного опросника в сочетании с исходными параметрами. Такой подход может использоваться для индивидуализации протокола нагрузки у каждого конкретного пациента и увеличивает вероятность своевременного завершения теста.

Измерение уровня максимальной нагрузки важно для последующего назначения уровня физической нагрузки при тренировке в программе легочной реабилитации. Шаг увеличения нагрузки не влияет на МПК или максимальное значение ЧСС, но приводит к значительным различиям при определении максимальной мощности нагрузки: протоколы с большим шагом

увеличения нагрузки приводят к более высокой пиковой мощности нагрузки [436].

Вместе с тем выбор большого шага может приводить к преждевременному прекращению теста. В этом случае МПК может быть не достигнуто. Следовательно, это может оказывать влияние на уровень физической нагрузки при тренировке, поскольку последний часто назначается исходя из пика максимальной нагрузки, полученной при тесте с возрастающей нагрузкой.

На протяжении всего КРНТ должны непрерывно контролироваться ЧСС, ЭКГ и АД. Кроме того, ЧСС, ЭКГ, АД, усилие мышц и симптомы (одышка, болезненные ощущения/ощущение дискомфорта за грудиной) также должны равномерно регистрироваться в течение всего НТ.

После достижения пиковой нагрузки ее постепенно снижают, наступает фаза восстановления, но в течение первых 2–3 мин пациент продолжает выполнение работы без нагрузки, чтобы избежать внезапного снижения АД вследствие депонирования венозной крови. Наблюдение продолжают до момента восстановления ЧСС, АД и показателей ЭКГ практически до исходных значений (как правило, в течение 15 мин после прекращения нагрузки все показатели восстанавливаются). Если КРНТ был прекращен из-за нежелания пациента продолжать исследование, проводящему следует выяснить причину прекращения теста. Кроме того, если во время НТ возникли нежелательные симптомы, наблюдение необходимо продолжать до их исчезновения.

Если симптомы и/или патологические изменения сохраняются более 15 мин периода восстановления, врач должен рекомендовать пациенту дальнейшее наблюдение или лечение. Если изменения сегмента ST на ЭКГ наблюдаются только в восстановительном периоде или усугубляются в восстановительном периоде, это должно быть отмечено в заключении. При неоднократном тестировании пациента необходимо сохранять постоянным размер шага возрастающей нагрузки.

Измерения. В клинической практике при проведении КРНТ оценивают следующие параметры: уровень физической нагрузки, ЭКГ в 12 отведениях, ЧСС, АД, параметры газообмена (VO_2 и

VCO_2), минутную вентиляцию легких (VE), степень насыщения (сатурацию) гемоглобина артериальной крови кислородом, измеренную методом пульсоксиметрии (SpO_2), а также такие клинические симптомы, как одышка и усталость ног. Если дополнительно исследовать в покое и при нагрузке газы артериальной крови, что обеспечивает прямое и точное измерение сатурации гемоглобина кислородом, парциальное давление кислорода в артериальной крови (PaO_2), парциальное давление углекислого газа в артериальной крови ($PaCO_2$) и pH, то возможно разрешить большинство клинических проблем относительно ограничения физической нагрузки. Стандартизованные и технические процедуры для воспроизводимого НТ были опубликованы Американским торакальным обществом (ATS) / Американской коллегией торакальных врачей (ACCP) [426].

Важно определить, при каком уровне нагрузки происходит переход от аэробного метаболизма к анаэробному (определение анаэробного порога (АП), известного также как лактатный порог). В норме метаболизм в покое является аэробным процессом, и значительные физические нагрузки также выполняются за счет аэробного метаболизма.

Однако при высоком уровне нагрузки или при сердечно-легочной патологии метаболизм может становиться в значительной мере анаэробным. Соответственно, при величинах VO_2 ниже АП физическая нагрузка может выполняться продолжительное время, выше АП ее выполнение ограничено.

Существует несколько подходов для оценки АП – инвазивный (определение уровня молочной кислоты в крови) и неинвазивные: определение точки преломления кривой «потребление кислорода – продукция углекислого газа», так называемый V-slope метод; методика расчета АП на основе вентиляционного эквивалента – при анаэробном метаболизме резко возрастает VCO_2 и в связи с этим возрастает VE и снижается эффективность потребления кислорода, происходит повышение вентиляционного эквивалента по кислороду (VE / VO_2), но не по углекислому газу (VE / VCO_2); методика расчета АП на основе RER (в результате механизма анаэробного метаболизма $RER > 1,0$). Наиболее широко применяется V-slope метод.

Балльная оценка динамики одышки и физического усилия / утомления также дает важную клиническую информацию для интерпретации результатов КРНТ. Наиболее часто для оценки симптомов используют модифицированную шкалу Борга (таблица 25). Можно использовать также визуально-аналоговую шкалу. Показатели обеих шкал хорошо коррелируют друг с другом и могут служить инструментами для оценки симптомов одышки и физического усилия / утомления [265].

Различия параметров, получаемых при субмаксимальной физической нагрузке и на пике нагрузки, позволяют клиницисту определить толерантность пациента к физической нагрузке, оценить безопасность и ограничения физической нагрузки, а также назначить физические упражнения для тренировки в программе реабилитации.

Интерпретация. В физиологическом смысле физическая нагрузка считается максимальной, когда уровень одного или нескольких компонентов цепи транспорта кислорода достигает максимума. К компонентам транспортной цепи кислорода относятся легочный газообмен, вентиляция, кровообращение и функция мышц (включая тканевый газообмен). Выполнение нагрузки может быть ограничено самым слабым компонентом этой цепи или возникновением ощущения утомления и/или одышки (7–8 баллов по шкале Борга).

Таблица 25 – Модифицированная шкала Борга

Кол-во баллов	Ощущения при физической нагрузке
0	отсутствуют
0,5	едва заметны
1	очень слабые
2	слабые
3	средние
4	довольно сильные
5; 6	сильные
7; 8; 9	очень сильные
10	очень-очень сильные (почти максимальные)
11	максимальные (не переносимые)

Для того чтобы понять, снижена толерантность к физической нагрузке или нет, необходимо выполнить диагностические операции в определенной последовательности.

Первый этап – анализ $\dot{V}O_2\text{max}$, или МПК. Максимальное потребление кислорода – основной показатель, который регистрируется при НТ с максимальной нагрузкой [265, 426].

Полученное значение МПК следует сравнить с должным значением. Чтобы проверить, насколько выбранные уравнения должных значений подходят для технического оснащения лаборатории, перед началом обследования лиц желательно провести биологический контроль – выполнить КРНТ у здоровых добровольцев. Кроме того, МПК необходимо стандартизовать на килограмм массы тела. Это особенно важно для лиц с избыточной массой тела.

Снижение МПК отражает уменьшение толерантности к физической нагрузке. Причины снижения МПК неспецифичны: легочная патология, нарушение транспорта кислорода (изменение сердечного выброса, свойств крови), нейромышечные заболевания, недостаточное усилие при выполнении КРНТ и др.

Во время КРНТ ожидается увеличение $\dot{V}O_2$ на 10 мл на каждый 1 Вт возрастающей нагрузки. Более высокие значения наблюдаются у лиц с ожирением или при низкой механической эффективности.

На втором этапе необходимо определить АП (как было описано выше).

В норме АП обычно наступает при потреблении кислорода $> 40\%$ от $\dot{V}O_2\text{max}$, диапазон нормальных значений достаточно широк – $40\text{--}80\%$ от $\dot{V}O_2\text{max}$ [426].

Неинвазивные методы оценки АП: уровень минутной вентиляции ($\dot{V}E$), потребление кислорода ($\dot{V}O_2$), выделение углекислого газа ($\dot{V}CO_2$), отношение респираторного обмена ($REER = \dot{V}CO_2 / \dot{V}O_2$), $\dot{V}E / \dot{V}O_2$ – ответ, $\dot{V}E / \dot{V}CO_2$ – ответ и V-slope график во время теста с возрастающей нагрузкой [265].

Кардиореспираторный НТ у здорового добровольца: классический анализ графических результатов по Вассерману (9 графиков). Графики позволяют оценить легочную вентиляцию и ее ограничения; ЧСС max ; профиль кислородного пульса ($\dot{V}O_2 / \text{ЧСС}$) и его максимальное значение; профиль потребления

кислорода (VO_2) и пиковое его потребление (VO_{2max}); (не) эффективность вентиляции; АП; паттерн отношения респираторного обмена (ДО – дыхательный объем, ЖЕЛ – жизненная емкость легких, РЕТ – давление в конце выдоха).

Анаэробный порог используется как индикатор тренированности, для подбора тренировочных или реабилитационных программ [15]. Однако снижение АП, как и МПК, неспецифично, и для выявления причин его изменения требуется оценка других параметров реакции на нагрузку [15].

Третий этап – анализ ЧСС и отношения $VO_2 / ЧСС$ (кислородного пульса), значений газов крови, ЭКГ при МПК и на уровне АП: выявление нарушений или заключение о нормальных значениях.

Четвертый этап – определение причин прекращения КРНТ, представлены на рисунке 9. Для этого следует проанализировать как количественные данные, так и их графическое представление [265].

Ограничение работы сердечно-сосудистой системы определяется как причина прекращения теста в случае, когда сердечный выброс не нарастает и не может в должной мере обеспечить кислородом работающие мышцы. В качестве показателя неинвазивной оценки сердечного выброса используется ЧСС. Известно, что существует прямая зависимость между ЧСС и VO_2 . Достижение максимального значения ЧСС ($ЧСС_{max} = 220 - \text{возраст} (\pm 10)$ ударов в 1 мин) отражает максимум сердечного выброса. Это ограничение наблюдается у здоровых обследуемых и часто у лиц с объемом форсированного выдоха за 1-ю секунду ($ОФВ1 > 50\%$ от должного [265]).

Причина	Pa_{O_2}	Pa_{CO_2}	$D[A-a]O_2$, кПа	ЧСС	$V'_{E_{max}}$	Шкала Борга, одышка/усилие
Ограничение сердечно-сосудистой системы	=	↓	<2	> $ЧСС_{max}$	<МВЛ	↑ усилие
Несоответствие V'/Q'	↓/=	=	↑/=	< $ЧСС_{max}$	<МВЛ	↑ одышка
Вентиляционное ограничение	↓	↑	<2	< $ЧСС_{max}$	>70% МВЛ	↑ одышка
Легочный газообмен	↓	=	>2	< $ЧСС_{max}$	<МВЛ	↑ одышка
Слабость периферических мышц	=	=	<2	< $ЧСС_{max}$	<МВЛ	↑↑ усилие
Психологическое ограничение	=	=	<2	< $ЧСС_{max}$	<МВЛ	↑↑ одышка

Обозначения: МВЛ – максимальная произвольная вентиляция легких; $ЧСС_{max}$ (должное значение) = $220 - \text{возраст (годы)}$; $D[A-a]O_2$ – альвеолярно-артериальный градиент кислорода; V'/Q' – вентиляционно-перфузионное отношение; = – нет изменений; ↓ – снижение; ↑ – повышение.

Рисунок 9 – Причины прекращения НТ

В этом случае прекращение КРНТ не является следствием легочного заболевания. При других состояниях, таких как сердечная недостаточность или ишемическая болезнь сердца, $ЧСС_{max}$ может быть не достигнута, но низкий кислородный пульс и высокая субмаксимальная ЧСС вместе с изменениями параметров эхокардиографии и ЭКГ могут помочь выявить ограничения работы со стороны сердечно-сосудистой системы.

Вентиляционное ограничение определяется как дисбаланс между нагрузкой и работой респираторных мышц. Нагрузка на респираторные мышцы может возрасти вследствие обструкции дыхательных путей, снижения упругости (эластичности) грудной клетки и из-за гиперинфляции. Кроме того, нарушение работы вентиляционного насоса, изменяющее легочную механику, может быть обусловлено слабостью респираторных мышц и/или снижением вентиляционного импульса [265]. Об этом можно судить по снижению наклона кривой VE / VCO_2 на графике или по возрастанию концентрации CO_2 в конце выдоха.

Вентиляционное ограничение часто наблюдается у лиц с прогрессирующим легочным заболеванием, обструкцией дыхательных путей, деформацией грудной клетки, заболеванием / слабостью респираторных мышц, с интерстициальным легочным заболеванием. Вентиляционное ограничение может быть определено несколькими способами. Во-первых, по возрастанию уровня $PaCO_2$ артериальной крови во время КРНТ, однако этот ответ находится также под влиянием центральной регуляции. Во-вторых, по VE : если она превышает 70–80 % от максимальной вентиляции легких (МВЛ, часто рассчитывается как $\sim 37,5 - OFV1$), это рассматривается как вентиляционное ограничение. Измерение емкости вдоха во время КРНТ помогает выявить динамическую гиперинфляцию и снижение резерва дыхания, что также указывает на вентиляционное ограничение при выполнении КРНТ.

Ограничение легочного газообмена определяется изолированным снижением PaO_2 артериальной крови и/или повышением альвеолярно-артериального градиента кислорода ($D[A-a]O_2$) более чем на 2 кПа. Часто неясно, почему лица с ограничением легочного газообмена прекращают выполнение КРНТ; некоторые обследуемые не чувствуют гипоксемию и

продолжают выполнять КРНТ при очень низких значениях P_{aO_2} , в то время как другие при снижении P_{aO_2} прекращают КРНТ. Кардиореспираторный НТ следует остановить, если SpO_2 снижается менее 80 %. Низкое значение диффузионной способности легких (или трансфер-фактора – TLCO), измеренной в покое, является определенным предиктором гипоксемии, вызванной физической нагрузкой. При отсутствии значительной обструкции дыхательных путей значения TLCO менее 50 % от должных были ассоциированы с гипоксемией у большинства обследуемых. Напротив, у лиц с тяжелым течением ХОБЛ (и снижением диффузионной способности легких) вентиляционно-перфузионная неоднородность может снижаться во время КРНТ и P_{aO_2} и $D[A-a]O_2$ не изменяются [265].

Слабость периферических мышц может также вносить вклад в снижение толерантности к физической нагрузке. В этом случае в конце КРНТ обследуемый будет оценивать свой уровень усталости / усилия как высокий (более 7–8 баллов по шкале Борга). Для определения мышечной слабости как ограничивающего фактора выполнения КРНТ необходимы измерения мышечной силы ног и рук. Проблемы периферического газообмена более сложные для решения.

Итоговый этап – формулирование итогового протокола исследования.

Кардиореспираторный НТ с постоянной физической нагрузкой

Для того, чтобы провести КРНТ с постоянной нагрузкой (тест на выносливость), первоначально необходимо выполнить по крайней мере один тест с возрастающей нагрузкой до достижения МПК. Полученный при этом показатель максимальной нагрузки используют для определения фиксированного уровня постоянной нагрузки (преимущественно используют нагрузку, составляющую 75 % от максимальной).

Анализируют те же параметры (VO_2 , VCO_2 , VE , ЭКГ, АД и ЧСС), что и при проведении КРНТ с возрастающей нагрузкой, а также такой показатель, как постоянная времени (время, необходимое для достижения 63 % заключительной стадии изменения состояния [265]).

Кардиореспираторный НТ с постоянной нагрузкой не позволяет определить МПК, основными показателями являются длительность нагрузки (показатель, обладающий высокой воспроизводимостью по сравнению с МПК) и постоянная времени. Поэтому КРНТ с постоянной нагрузкой используют для оценки эффективности лечебных/реабилитационных программ. Было показано, что КРНТ, выполняемые на велоэргометре или тредмиле, с постоянным уровнем нагрузки чувствительны для оценки толерантности к физической нагрузке после респираторной реабилитации и терапии [265].

Таким образом, НТ приобретают популярность, и их активно внедряют в диагностические и/или лечебные алгоритмы разнообразных состояний, особенно респираторной реабилитации. Кардиореспираторный НТ с возрастающей нагрузкой позволяет определить МПК и имеет большое значение для диагностики нарушений толерантности к физической нагрузке и механизмов, относящихся к этим нарушениям. Кардиореспираторные НТ с постоянной нагрузкой обладают высокой воспроизводимостью результатов и являются методом выбора для оценки эффективности педагогического вмешательства.

2.6 Оценка регуляторно-адаптивного статуса организма посредством активной ортостатической пробы

Идея использовать изменение положения тела в пространстве в качестве воздействия для исследования функционального состояния организма реализована в практике функциональной диагностики давно [392, 403]. Известно, что при переходе тела из горизонтального положения в вертикальное в нижней его половине депонируется значительное количество крови. В результате этого ухудшается венозный возврат крови к сердцу и в связи с этим уменьшается выброс крови (на 20–30 %). Компенсация этого неблагоприятного воздействия осуществляется за счет увеличения ЧСС [413]. Ортостатическая проба является одним из информативных методов для выявления скрытых изменений со стороны ССС, в частности, со стороны механизмов регуляции. Переход из положения «лежа» в положение «стоя» сам по себе не представляет заметной нагрузки для практически здорового человека, а стояние в течение нескольких минут при отсутствии заболеваний также не причиняет существенных неудобств. Однако если регуляторные механизмы не обладают необходимым функциональным резервом или имеется скрытая недостаточность системы кровообращения, то ортостаз оказывается для организма стрессорным воздействием [89, 90].

Эта проба дает важную информацию прежде всего в тех видах спорта, характерным для которых является изменение положения тела в пространстве (спортивная гимнастика, художественная гимнастика, акробатика, прыжки на батуте, прыжки в воду, прыжки в высоту и с шестом и другое). В этих видах спорта ортостатическая устойчивость является необходимым условием спортивной работоспособности [318, 413]. Обычно под влиянием систематических тренировок ортостатическая устойчивость повышается [211, 301].

Имеющиеся в литературе результаты проведенных исследований позволяют говорить об ортостатическом тесте как об адекватном методе оценки функциональных механизмов регуляции кровообращения [62, 103]. При этом показано, что

реакция на ортостатическое воздействие содержит два компонента: специфический и неспецифический. Неспецифический компонент представляет собой аналог общего адаптационного синдрома и проявляется повышением активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Специфический компонент является целенаправленной реакцией, связанной с регуляцией сосудистого тонуса. Роль неспецифического компонента ортостатической реакции состоит в мобилизации энергетических и метаболических ресурсов организма [103]. Здесь механизм активации симпатического отдела вегетативной нервной системы такой же, как и при ответе организма на любые другие стрессорные воздействия [126].

Специфический компонент ортостатической реакции, как и другие специфические регуляторы в организме, обеспечивает экономичность и эффективность расходования функциональных резервов организма на восстановление нарушенного гомеостаза [131]. Он реализуется через вазомоторный центр и заключается в его активации в ответ на ортостатическое воздействие.

Э.М. Казин с соавторами [179] считают, что степень напряжения кардиорегуляторных механизмов в покое и при проведении ортопробы является объективным типологическим маркером для оценки уровня функционального резерва вегетативно-гуморального комплекса. В частности, Е.В. Быковым с соавторами [201] получены достоверные различия показателя индекса напряжения при выполнении ортопробы у учащихся с различным уровнем двигательной активности. Данный факт автор использует как свидетельство разных адаптивных механизмов в сравнительной оценке состояния здоровья детей.

Ортостаз может рассматриваться как естественный элемент повседневной жизни человека. Показано, что реакция организма при ортостатической пробе, по мнению Э.М. Казина [178] и других авторов, характеризует адаптивную реакцию с высокой степенью активации автономного контура управления сердечным ритмом и сбалансированным влиянием парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы на сердце.

Э.М. Казин с соавторами [179] применили анализ динамики индекса напряжения при ортостатической пробе для сравнительной оценки адаптивных возможностей организма

учащихся. Ими показано, что дети с меньшим уровнем индекса напряжения регуляторных систем в покое и значительным приростом этого показателя в ортостазе обладают более высокими адаптационными возможностями и наиболее эффективно используют функциональные резервы ССС. Эти результаты совпадают с мнением Е.В. Быкова и соавторами [201] о более экономном реагировании на ортопробу лиц с преобладанием парасимпатического тонуса. Из данных исследований следует, что у учащихся с альтернативными показателями вегетативного гомеостаза при ортопробе отсутствовал прирост индекса напряжения и наблюдалась большая степень централизации управления кардиоритмом. Авторы характеризуют данное состояние как критическое функциональное напряжение. Сходные выводы сделаны Э.М. Казиным и соавт. [178] при анализе взаимосвязи типа функциональной повышенной активности центральных механизмов управления: уровень их активации при переходе в вертикальное положение понижается и, наоборот, при сниженной активности – повышается.

Исследованиями Т.Е. Кондратьевой и соавторами [205] установлено, что автономно-центральный вариант реакции на ортостатическую пробу у детей 11–12 лет более устойчиво сохранялся после 5-ти часовой учебной нагрузки по сравнению с другими вариантами. Авторы данной публикации делают вывод о том, что устойчивость типа реакции на ортостаз у каждого ребенка может являться показателем степени напряжения механизмов вегетативной регуляции.

Е.Д. Сняк и соавторами [339] высказывают мнение о том, что тип ортостатической реакции младших школьников изменяется в зависимости от периода учебного года. К концу учебного года увеличивается число детей с дизрегуляторными реакциями ответа на ортостатическую пробу.

Авторами Н.И. Шлык [421], И.И. Шумихиной [422], А.П. Жужговым [153] в зависимости от динамики активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и центральных механизмов регуляции сердечного ритма выявлено 4 варианта реакции на ортостатическую пробу, статические и динамические нагрузки у спортсменов и здоровых молодых людей. Это «автономно-центральный», «автономный»,

«центральный» и «тормозной». При «автономно-центральном» варианте реакции вегетативной регуляции ритма сердца увеличивается активность как автономного, так и центрального контуров регуляции ритма сердца, то есть рост LF-волн сопровождается увеличением в спектре ВСР VLF-волн. Это означает, что центрально-эрготропный компонент усиливает свое влияние по сравнению с фоном. В результате «автономного» варианта реакции существенно повышает активность автономный контур регуляции ритма сердца, увеличивается доля LF-волн, а VLF-волны не меняются, оставаясь на стабильном уровне или снижаясь. При «центральном» варианте реакции понижается активность автономного контура регуляции сердечного ритма и существенно повышается – центральный, когда на фоне относительно низкого включения LF-волн наблюдается высокий прирост VLF-волн. При «тормозном» варианте реакции снижается активность как автономного, так и центрального контуров регуляции сердечного ритма, развивается так называемая парадоксальная реакция, с преобладанием тонуса парасимпатического звена регуляции на фоне роста HF-волн в ответ на активную ортостатическую пробу (АОП).

В норме при переходе в вертикальное положение в наибольшей степени снижается мощность высокочастотных компонентов и в меньшей – мощность низкочастотных волн. Спектральная мощность низкочастотных колебаний (LF-компонент), отражающая активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, в абсолютных цифрах меняется незначительно [41]. Причем, у здоровых молодых людей показатель LF несколько возрастает, в результате чего относительная мощность низкочастотных компонентов в нормализованных единицах (LFn.u.) и процентах возрастает [28, 41].

В работе И.И. Шумихиной с соавторами [422] были обследованы 47 спортсменов различных специализаций в возрасте 20–21 года. В ответ на ортостатическую пробу ими выявлены три варианта реакции: автономно-центральный, автономный и центральный. При этом они считают, что специфической реакцией на ортостаз является автономный вариант реакции, а неспецифической – автономно-центральный и центральный варианты.

По данным Г.В. Рябыкиной [317, 318] у здоровых людей при проведении ортостатической пробы ЧСС несколько возрастает (17%) и при этом увеличивается мощность низкочастотной части спектра ритмограммы.

Используя ортостатическое тестирование в оценке функциональной готовности спортсменов И.Т. Корнеева и С.Д. Поляков [207] установили, что ортостатическая проба позволяет оценить как резервные возможности системы регуляции кровообращения, так и адаптационные возможности организма спортсменов в целом. При ортостатическом тестировании указанными авторами выявлено несколько основных вариантов вегетативной реактивности – асимпатикотоническая, симпатикотоническая и нормотоническая. Авторы считают, что индивидуальные колебания основных параметров гемодинамики определяются состоянием ССС и регуляцией ее функции в ортостазе прежде всего со стороны симпатической нервной системы.

А.В. Шаханова и С.С. Гречишкина [409] отмечают, что ортостатическое тестирование с учетом показателей variability ритма сердца и гемодинамики имеет несомненное диагностическое значение при оценке адаптивных реакций на физические нагрузки и стартовую готовность у спортсменов, способствует выявлению ранних и скрытых изменений функционального состояния ССС, а также рациональному управлению тренировочным процессом. При этом авторами отмечается, что в большинстве работ по исследованию ортостатического тестирования обращается внимание лишь на реакцию механизмов автономной регуляции без учета состояния центральных механизмов.

Исследования А.В. Шахановой и С.С. Гречишкиной [409] свидетельствуют, что у легкоатлетов с высокой степенью адаптации наблюдался благоприятный вегетативный баланс, что свидетельствует о хороших функциональных и адаптивных возможностях организма.

Преобладание автономной регуляции при проведении активной ортостатической пробы (АОП) у квалифицированных легкоатлетов-бегунов с высокой степенью адаптации ССС подтверждает известное положение медицинской кибернетики о

том, что именно управляемая саморегуляция позволяет достигнуть оптимума без перенапряжения системы управления. Исследованиями В.Л. Карпмана и Н.Г. Степочкиной также показано, что у квалифицированных спортсменов, тренирующихся на выносливость, показатели качества регулирования кардиоритма выше, чем у спортсменов, тренирующихся в скоростно-силовых режимах [190].

В группе легкоатлетов-бегунов с напряжением регуляторных механизмов, несмотря на благоприятный вегетативный баланс в покое, в ответ на активную ортостатическую пробу наблюдалось более выраженное включение центрального звена регуляции, чем у спортсменов-легкоатлетов с высокой степенью адаптации. В 1,1 раз увеличивалась ЧСС по сравнению с фоном ($p < 0,05$), уменьшались показатели: SDNN в 1,4 раза ($p < 0,05$), RMSSD в 2,6 раза ($p < 0,05$), pNN50 в 2,6 раза ($p < 0,05$).

Включение в процесс управления центрального контура регуляции дестабилизирует управляемую систему (организм), особенно когда выраженная высокая активность центрального контура полностью подавляет процессы саморегуляции. Ф.А. Иорданская [171] подобное нарушение вегетативной регуляции относит к ранним симптомам дезадаптации. Ю.М. Стойда с соавт. [355], А.А. Кузьмин [225] предлагают использовать нарушения ортостатической устойчивости как критерий утомления у спортсменов.

Благодаря вышеизложенному можно говорить о том, что реакция ССС на активную ортостатическую пробу расширяет информативную характеристику ее адаптивных и резервных возможностей, указывая на ухудшение адаптации центральной гемодинамики к физическим нагрузкам в этой группе спортсменов. Определенное напряжение вегетативных механизмов регуляции сердечной деятельности, которое не регистрируется в состоянии покоя, но четко выявляется при проведении активной ортостатической пробы, еще раз доказывает целесообразность проведения функциональных проб для определения резервных и адаптивных возможностей организма.

Причем, в группе легкоатлетов напряжение выразилось во включении только центральных механизмов регуляции ритма сердца. Дефицит автономной регуляции деятельности сердца

является прогностически неблагоприятным признаком, свидетельствующим о неполноценности неспецифических адаптационных систем в этой группе испытуемых (А.П. Берсенева, Р.М. Баевский [37]). Однако, по мнению А.А. Кылосова [233], такая картина не всегда связана с перетренировкой, а может быть физиологической реакцией на рост нагрузки.

Данный факт также нашел отражение в работах L. Schmitt et al. [409], который считал, что отсутствие признаков утомления или переутомления в состоянии покоя и появление их только при нагрузочных пробах свидетельствует о нормальной адаптации организма спортсменов к спортивным нагрузкам.

Анализ проведенной активной ортостатической пробы (АОП) у спортсменов-дзюдоистов с высокой степенью адаптации, показал, что для них наиболее характерным был автономно-центральный вариант реакции, что свойственно для тренированных спортсменов.

В регуляции сердечной деятельности дзюдоистов с неудовлетворительной адаптацией ССС преобладают церебрально-эрготропные и симпатические влияния, что говорит о значительном напряжении регуляции сердечной деятельности, когда для достижения оптимального адаптивного результата необходимо включение центральных механизмов регуляции [68].

По мнению В.М. Михайлова (2006), А.С. Солодкова, Е.Б. Сологуб (2008), данный факт может служить признаком нарастания утомления или перетренированности спортсменов и отражает высокий уровень напряжения регуляторных механизмов ССС. Подобные состояния вегетативной регуляции у спортсменов, по мнению Н.И. Шлык и соавт. [421], негативно сказываются на функционировании синусового узла, что приводит к нарушению сердечного ритма. Постоянно выраженное напряжение центральной регуляции у спортсменов требует особого внимания тренеров и врачей. Поскольку функциональное рассогласование отделов вегетативной нервной системы не ведет к достижению полезного приспособительного результата и может указывать, по мнению В.Г. Рябыкиной и А.В. Соболева [317], на внутрисистемную или межсистемную дезинтеграцию. В этом случае необходимо пересмотреть адекватность физической

нагрузки и более рационально построить режим тренировок, так как при дальнейшем развитии процессов дезадаптации в ответ на чрезмерные нагрузки могут формироваться стойкие неблагоприятные изменения функций организма, что неизбежно приведет к снижению физической работоспособности.

А.В. Шаханова и С.С. Гречишкина [409] выполнили анализ проведенной активной ортостатической пробы у студентов, не занимавшихся спортом и отнесенных ко 2-й группе с напряжением адаптивно-регуляторных механизмов в покое. Авторы констатируют, что напряжение при изменении положения тела сохраняется. Увеличивается ЧСС в 1,1 раза в сравнении с фоном. Причем ЧСС достоверно выше, чем у квалифицированных спортсменов, также отнесенных к данной группе ($p < 0,05$). Существенно снижаются в сравнении с фоном показатели RMSSD и рNN50 (в 1,9 и 2,0 раза соответственно, $p < 0,05$).

Суммарный эффект регуляции кровообращения увеличивается по сравнению с фоном незначительно ($p > 0,05$), но ниже, чем аналогичный показатель у дзюдоистов и легкоатлетов с напряжением регуляторных механизмов ($p < 0,05$).

Приведенные выше изменения вегетативного баланса при проведении АОП у студентов, согласно точке зрения А.П. Жужгова (2003), соответствуют автономно-центральному варианту реакции.

А.В. Шаханова и С.С. Гречишкина [409] доказали, что наиболее благоприятным механизмом ответа регуляторных систем организма при выполнении ортостатического теста является автономный и автономно-центральный варианты, в то время как центральный вариант реакции характеризуется разной степенью выраженности дисрегуляции между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС и свидетельствует о низких функциональных резервах системы регуляции кровообращения.

Сравнительный анализ показал, что в условиях активной ортостатической пробы наилучшая реактивность симпатического звена регуляции при АОП была отмечена у спортсменов, занимавшихся легкой атлетикой (обеих групп) и у дзюдоистов, отнесенных к группе с высокой степенью адаптации ССС в покое. Вместе с тем, более выраженное напряжение регуляторных механизмов отмечалось у дзюдоистов 2-й группы и студентов, не

занимавшихся спортом. Это означает, что у студентов, тренировавшихся преимущественно на развитие скоростно-силовых качеств (дзюдо), не столь эффективно совершенствуются механизмы экономизации ССС в покое, чем у студентов, тренировавшихся на выносливость (легкая атлетика). Последнее также подтверждается отсутствием легкоатлетов среди контингента 3-й группы. В целях оптимизации функционального состояния организма дзюдоистов 3-й группы и студентов группы контроля требуется индивидуальный пересмотр режима тренировок и соревнований, организация медицинской коррекции.

Методика проведения ортостатической пробы

У обследуемого после 3–5-минутного спокойного лежания на спине подсчитывают ЧСС в течение минуты по 10-секундным промежуткам и измеряют АД. Затем предлагают быстро встать и в этом положении вновь подсчитывают ЧСС и измеряют АД. Считается нормальным, если после перехода обследуемого из горизонтального положения в вертикальное ЧСС учащается не более чем на 4 уд/мин, а систолические АД (САД) повышается не более, чем на 10 мм рт. ст. При неблагоприятной реакции кардиореспираторной системы ЧСС увеличивается (на 40 уд/мин более), а САД уменьшается (на 10 мм рт. ст.).

Гомеостаз поддерживается только благодаря определённому напряжению регуляторных систем. Это говорит о целесообразности применения функциональных проб для своевременного выявления резервных и адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы, которая является главным лимитирующим звеном в процессах адаптации организма к физическим нагрузкам.

2.6.1 Кардиоинтервалографическая методика с применением клино-ортостатической пробы

Клиностатическая проба. Урежение пульса при переходе в горизонтальное положение в норме не более 4–12 ударов в 1 мин, в то время как более уреженный пульс указывает на недостаточную тренированность.

Кардиоинтервалографическая методика предназначена для автоматизированного проведения кардиоинтервалографических исследований с применением функциональных проб с целью характеристики вегетативного гомеостаза и вегетативного реагирования. Методика используется для донозологической диагностики, характеристики процессов адаптации организма и его функциональных резервов. В комплексе «ЭКГ-триггер-Heart Mirror 3 ИКО» реализуется такая схема применения клино-ортостатической пробы, которая позволяет оценить исходный вегетативный тонус (состояние вегетативной регуляции в условиях физиологического покоя), реакцию на нагрузку, способность организма к быстрому восстановлению.

Ритмологические исследования проводятся после 10–15 минутного отдыха обследуемого. Время полного обследования одного человека от момента запуска программ до выдачи заключения до 20 минут.

Исследование включает в себя три основных этапа:

- заполнение паспортной части;
- ввод и обработка КИГ;
- выдача заключения.

1. Комплекс обеспечивает создание электронной картотеки.

2. При заполнении паспортной части на экране появляется окно с различными разделами, куда вносятся исходные данные.

3. Проводится создание новой карточки обследуемого при первичном обследовании или выбор уже существующей при повторном обследовании.

4. В карточке содержатся данные об обследуемом: код человека, фамилия, имя, отчество, дата рождения, пол; а также данные о ранее проведенных исследованиях (дата проведения, тип исследования).

5. В графе «Группа» отображаются данные о принадлежности человека к какой-либо группе обследуемых. Например, здоров –

условно здоровые люди, заболевания ССС – люди с различными заболеваниями ССС и так далее.

Если открыть это окно с помощью кнопки «Редактировать», то появляется возможность изменить ошибочно введенные данные о пациенте.

7. Наложение электродов. Места наложения электродов предварительно очищаются спиртом, а на поверхность электродов наносится проводящая паста.

Затем электроды в следующих точках: красный электрод на лучезапястном суставе правой руки, черный электрод на внутренней стороне лучезапястного сустава левой руки, желтый электрод на правой руке выше лучезапястного сустава.

8. Следующим этапом обследования после заполнения паспортной части является кардиоинтервалографическое исследование, включающее пятикратный съем 256 кардиоинтервалов в следующих условиях:

– фоновая кардиоинтервалограмма – 256 кардиоинтервалов, введенных в состоянии покоя;

– клино-ортостатическая кардиоинтервалограмма – 256 кардиоинтервалов, введенных сразу после команды «Встать», то есть после перевода пациента в ортоположение;

– 1-я ортостатическая кардиоинтервалограмма – 256 кардиоинтервалов, введенных на шестой минуте ортостаза;

– 2-я ортостатическая кардиоинтервалограмма – 256 кардиоинтервалов, введенных на одиннадцатой минуте ортостаза;

– клино-ортостатическая кардиоинтервалограмма – 256 кардиоинтервалов, введенных через 4 минуты после команды «Лечь» (перевод пациента в клиноположение).

9. Анализ КИГ.

Измеряемые параметры (для каждой из 5 кардиоинтервалограмм):

1) мода (M_0) – наиболее часто встречающееся значение кардиоинтервала, характеризующее гуморальный канал регуляции и уровень функционирования системы;

2) амплитуда моды (AM_0) – число значений интервалов соответствующих M_0 , и выраженное в процентах к общему числу

кардиоциклов массива; отражает степень влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм;

3) вариационный размах длительности кардиоинтервалов (ΔX) – разница между максимальным и минимальным значениями длительности интервалов R-R в секунду, отражает степень влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм;

4) отношение $A_{Mo}/\Delta X$ – баланс симпатических и парасимпатических влияний на сердце;

5) отношение A_{Mo}/M_o – указывает на реализующий путь центрального стимулирования (нервный или гуморальный);

б) вегетативный показатель ритма:

$$\text{ВПР} = 1 / M_o \times dX, \quad (46)$$

7) индекс напряжения.

Интегральный показатель уровня централизации регуляции сердечным ритмом (в усл. ед.). Характеризует активность механизмов симпатической регуляции, состояние центрального контура регуляции. Информирован о степени напряжения компенсаторных механизмов организма. Был предложен в 1979 г. Р.М. Баевским;

Перечень заключений

Исходный вегетативный тонус:

- ваготония;
- эйтония;
- симпатикотония;
- гиперсимпатикотония;

Вегетативная реактивность:

- асимпатикотоническая;
- нормотоническая;
- гиперсимпатикотоническая;

Вегетативное обеспечение деятельности и тип реакции на ортостатическую нагрузку:

- недостаточное (симпато-астеническая, астено-симпатическая, астеническая реакция);
- достаточное (умеренная симпатикотоническая реакция);

– избыточное (симпатикотоническая, астено-симпатическая реакция);

Период восстановления:

– удлинён (реакция утомления);

– нормальный;

– удлинён (симпатикотоническая реакция).

2.7 Авторская компьютерная программа «Пульсометрия» как индикатор напряжения функциональных систем организма школьников

Система физического воспитания в Республике Беларусь, как и в Российской Федерации, отражает процессы построения и практической реализации физкультурно-спортивной деятельности, целью которой является освоение учебной программы индивидуально запрограммированных действий и формирование телесно-двигательных характеристик человека, что проявляется в виде тренировочных эффектов.

Необходимо отметить, что в условиях учреждений общего среднего образования естественная потребность занимающихся в движении не удовлетворяется. Причём наибольшие вклады в её реализацию вносят урок физической культуры и здоровья и занятия в спортивных секциях. Чем выше недельная двигательная активность школьников, тем большую у них долю времени занимают организованные формы двигательной активности (занятия в спортивных секциях и участие в соревнованиях) [185].

Для ликвидации сложившейся ситуации некоторые специалисты считают перспективным направлением совершенствование физического воспитания школьников – его спортизация, так как не только основной, но и наиболее распространённой организационной формой физического воспитания остаётся модель урока физической культуры и здоровья [240].

Известно, что сердечно-сосудистая система является базовой системой гомеостатического и адаптивного уровня, лимитирующей работоспособность организма учащихся. Поэтому автоматизированное получение оперативной информации об

адекватности физической нагрузки возрастно-половым характеристикам занимающихся по физиологической кривой пульса и последующая коррекция процесса их физического воспитания имеет важное теоретическое и практическое значение.

В тоже время Н.В. Бобок [63] отмечает низкие функциональные резервы кардиоваскулярной системы школьников у каждого третьего ребёнка в начальной и базовой школе, и у каждого пятого – в старшей. Автором установлено, что изученные показатели здоровья значимо хуже у старшеклассников по сравнению с учащимися начальной школы (хронизация патологического процесса, ухудшение адаптационно-приспособительных реакций организма), что свидетельствует о негативном влиянии факторов среды обитания, в том числе факторов внутришкольной среды, на формирование состояния здоровья учащихся.

Вышеизложенное подчеркивает актуальность и практическую значимость рассматриваемой тематики не только в диагностике, но и профилактической работе (стимуляции физической работоспособности учащихся), индивидуализации физического воспитания школьников [285].

Проведение пульсометрии на уроке физической культуры и здоровья или его части помогает оценить соответствие нагрузки возрасту, индивидуальным особенностям занимающихся, содержанию и условиям проведения занятий, а также оценить степень напряжения функциональных систем организма. Пульсометрия играет вспомогательную роль в контроле за уроком физической культуры и здоровья в учреждении образования. На основании показателей пульса (ЧСС) выясняется реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку, вызванная определенным упражнением или серией упражнений, а также динамика этих реакций на протяжении всего занятия, что позволяет оценить эффективность регулирования нагрузки с учетом возрастных особенностей занимающихся.

Следует также отметить, что пульсометрия строится студентами факультета физической культуры при прохождении педагогической практики в учебных заведениях и является обязательным документом при ее сдаче.

Методика проведения пульсометрии общеизвестна. Так, частота сердечных сокращений подсчитывается на уроке

физической культуры и здоровья в течение 10 секунд в наиболее характерные моменты урока. За 5 минут до звонка, на первой минуте урока, после подготовительной части, 2–3 раза в процессе основной части урока (до и после основных упражнений или серии упражнений не чаще, чем через 3–5 минут) и после заключительной части урока.

Для обеспечения информативности данных важно соблюдать следующее:

1. Своевременно подготовить часы (с секундной стрелкой) или секундомер, который включается по звонку и не выключается до конца урока.

2. Подготовить протокол для черновой записи показателей пульса.

3. Заблаговременно выбрать объект наблюдения – по возможности наиболее значимый для анализа. Это должен быть «средний» школьник, характеризующий основную массу учащихся данного класса.

Намеченного для наблюдения учащегося необходимо заблаговременно предупредить, поставив его в известность о цели, содержании и порядке предстоящей процедуры. Подсчитывается пульс перед выполнением упражнений или серии упражнений и сразу после их выполнения. Для этого хронометрист должен своевременно подойти к испытуемому, чтобы не отвлекать его от работы. Желательно все измерения производить, когда занимающийся находится в одной и той же свободной стойке.

Нами была разработана, апробирована и внедрена в ряд учебных учреждения компьютерная программа «Пульсометрия» (Pulsometrija), исходный код которой написан в среде веб-проектирования (рисунок 10).



Рисунок 10 – Свидетельство о государственной регистрации компьютерной программы «Пульсометрия» (Pulsometrija)

Программа имеет несколько блоков. На рисунке 11 представлен общий вид авторской компьютерной программы «Пульсометрия». В блок анкетных данных вносятся сведения об учреждении образования, Ф.И.О. проводящего урок физической культуры и здоровья, задачах и типе урока, дате, времени и месте проведения, а также информация об испытуемом (пол, возраст, класс, медицинская группа).

Пульсометрия урока физической культуры и здоровья

Ф.И.О. наблюдаемого:	Назаренко Мария	Задачи	
Учреждение образования:	Средняя школа №28 г. Гомеля	1	Разучить мини-комплекс ритмической гимнастики
Класс:	11	2	Продолжать учить опорному прыжку: прыжок ноги врозь через козла
Возраст:	17	3	Развивать быстроту посредством подвижной игры "Дети и медведь"
Пол:	женский	Тип урока	нестандартный
Медицинская группа:	основная		
Урок проводил (а):	Осипенко Е.В.		
Пульсометрию урока проводил (а):	Осипенко Е.В.		
Дата проведения:	12.10.2017		
Время проведения:	11-25 : 12-10		
Место проведения:	спортивный зал ГУО "СП №28"		

Замеряйте пульс учащегося за 10" и заносите данные в графу ЧСС за 10".
 В таблице фиксируйте деятельность ученика на протяжении урока.
 Например: построение, ОРУ, бег, ходьба, прыжки, отдых, подготовка инвентаря, простой, игра в баскетбол...

[Справка](#)

Рисунок 11 – Общий вид компьютерной программы «Пульсометрия»

По мере выполнения задач урока физической культуры и здоровья, необходимые сведения вносятся в соответствующие поля программы с занесением измерений испытуемого (рисунок 12).

17	20	17-21	Мини-комплекс ритмической гимнастики.
21	22	21-25	Мини-комплекс ритмической гимнастики.
25	23	25-29	Опорный прыжок: прыжок ноги врозь через козла. Выполнение подводящих упражнений на гимнастическом мосту.
29	22	29-33	Опорный прыжок: прыжок ноги врозь через козла. Расчленённое выполнение упражнения.
33	20	33-37	Опорный прыжок: прыжок ноги врозь через козла. Выполнение упражнения деликом со страховкой.
37	19	37-41	Подвижная игра "Дети и медведь" с музыкальным сопровождением.
41	17	41-45	Дыхательные упражнения, построение, подведение итогов урока.
45	11		

Рисунок 12 – Вид компьютерной программы «Пульсометрия»

Программа переводит десятисекундные измерения пульса в минутные, а затем, когда все поля программы заполнены, она формирует автоматизированное заключение в виде графического изображения динамики пульса учащегося в течение урока с соответствующими пояснениями. С программой можно работать

параллельно проведению урока физической культуры и здоровья, не нарушая образовательный процесс.

При анализе полученных результатов необходимо учитывать тип урока и запланированное в плане-конспекте содержание. По высоте «кривой» условно можно судить об интенсивности физической нагрузки, а по величине площади «кривой» и проекций от исходного пульса об объёме.

Разработанная нами компьютерная программа «Пульсометрия» позволяет в автоматизированном режиме после внесения всех необходимых данных: возраста занимающегося, сопутствующей физической нагрузки, построить физиологическую кривую урока физической культуры и здоровья (рисунок 13).

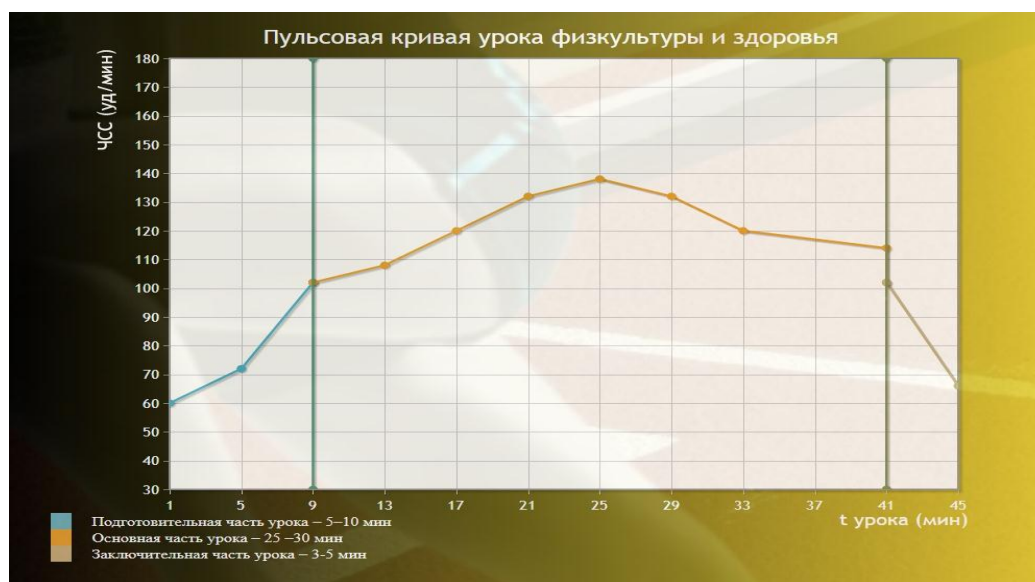


Рисунок 13 – Вид графического построения пульсовой кривой урока физической культуры и здоровья

Так, реальная кривая нагрузки оценивается с учётом общих требований к разворачиванию работоспособности организма школьников. При дозировании нагрузок в целях повышения функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы их величина по показателям ЧСС должна быть не ниже 130 уд/мин. В оздоровительных целях оптимальный диапазон физических нагрузок на занятиях находится в пределах ЧСС от 130 до 170 уд/мин. Верхняя граница ЧСС после интенсивной нагрузки для учащихся основной медицинской группы не должна превышать 170–180 уд/мин. Диапазон нагрузок высокой интенсивности

составляет 161–175 уд/мин, средней интенсивности – 130–160 уд/мин и низкой – 110–130 уд/мин. В каждый урок рекомендуется включать 2–3 пика нагрузки продолжительностью до 2-х минут при ЧСС 90–100 % от максимальной.

Следует отметить, что авторская компьютерная программа апробирована, внедрена в ряд учреждений общего среднего образования Гомельского региона (ГУО «СШ №4 им. В. Маркелова г. Гомеля», ГУО «СШ № 7 г. Гомеля», ГУО «СШ №28 г. Гомеля имени Э.В. Серёгина», ГУО «СШ №43 г. Гомеля», ГУО «СШ №31 г. Гомеля»), физкультурно-оздоровительную и спортивно-массовую работу детского оздоровительного лагеря ГУО «ОЛ «Чёнковский бор» Гомельского района, а также практику работы фитнес-клуба «СССР Сокольники» (г. Москва) и получены положительные отзывы при её использовании.

В программе «Пульсометрия» есть возможность распечатать полученные результаты и сформированный отчёт (рисунок 14).

Компьютерная программа «Пульсометрия» позволяет сделать заключение об объёме и интенсивности физической нагрузки на уроке физической культуры и здоровья, степени решения задач урока; внести соответствующую коррекцию в процесс физического воспитания школьников.

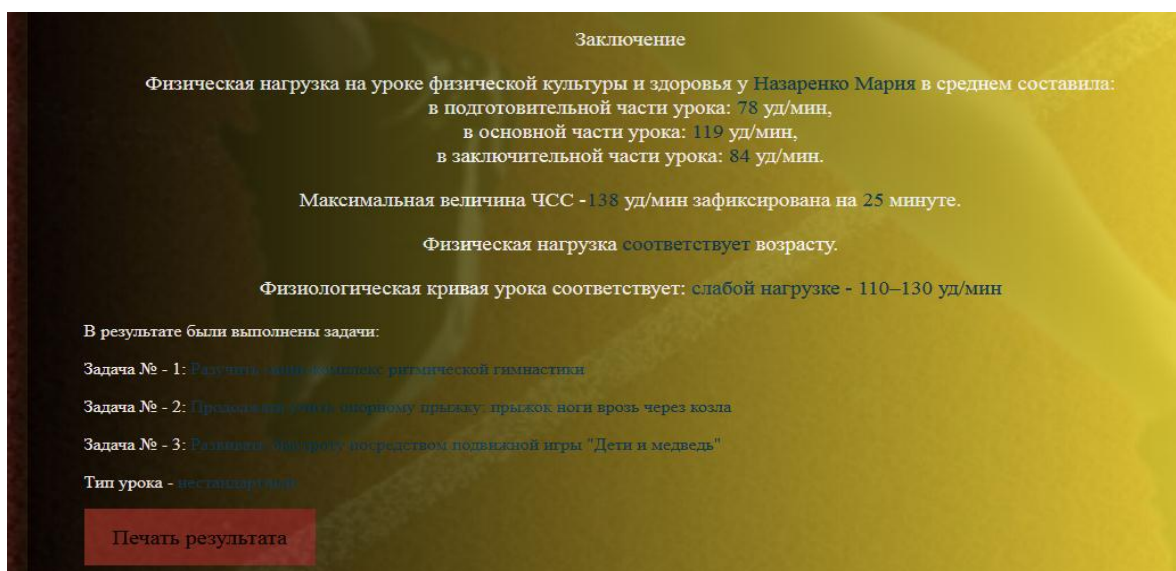


Рисунок 14 – Вид заключения компьютерной программы «Пульсометрия»

Авторская компьютерная программа «Пульсометрия» рекомендуется к использованию учителям физической культуры и здоровья, тренерам-преподавателям, студентам учреждений среднего и высшего образования, другим заинтересованным специалистам. Она предназначена для получения своевременной информации о динамике показателей сердечно-сосудистой системы (сердечного ритма) занимающихся; способствует принятию обоснованных управленческих решений со стороны педагога по коррекции физкультурно-спортивной деятельности, формам двигательной активности, объёму и интенсивности физической нагрузки для школьников.

Известно, что сердечно-сосудистой системе наряду с выполнением гидродинамических функций отводится роль согласующего звена во взаимоотношениях механизмов регуляции и информации с морфологическими структурами организма. При этом изменения сердечного ритма в связи с деятельностью механизмов регуляции можно рассматривать как результат активности различных звеньев вегетативной нервной системы, модулирующих сердечную деятельность, в том числе ритм сердца.

Компьютерная программа «Пульсометрия» определяет адекватность физической нагрузки возрасту и полу занимающихся, в автоматизированном режиме строит пульсовую кривую урока физической культуры и здоровья.

3 Экспериментальное изучение воздействия упражнений аэробной направленности на показатели кардиореспираторной системы занимающихся

3.1 Цель и задачи исследования

Цель исследования – разработать и апробировать концепцию оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных возможностей занимающихся.

Задачи исследования:

1. Выявить наиболее эффективные подходы к совершенствованию функционального состояния и увеличению адаптационного потенциала школьников и студентов.
2. Разработать технологию коррекции кардиореспираторной системы школьников и студентов и повышения их резервов здоровья, включающую оздоровительные методики, направленные на улучшение показателей физического состояния занимающихся, и компьютерную программу для мониторинга.
3. Обосновать эффективность предлагаемой концепции оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных резервов занимающихся.

3.2 Методы исследования

Для решения поставленных задач были использованы следующие методы исследования:

- анализ научно-методической литературы;
- педагогический эксперимент с применением ряда инструментальных методик (хронометрирование, антропометрия);
- контрольно-педагогические испытания (тестирование);
- математико-статистическая обработка полученных результатов.

Анализ научно-методической литературы проводился с целью выяснения существующих взглядов на исследуемую проблему. Анализировалась специальная литература, освещающая вопросы

использования средств и методов физической культуры в оздоровительных целях и их влияние на организм занимающихся. Изучались педагогические, биомеханические, физиологические и психологические аспекты проблемы. Полученные данные использовались при обсуждении результатов исследования.

Была проанализирована специальная литература, освещающая построение и планирование занятий по физическому воспитанию в учреждениях общего среднего образования, возрастные особенности развития организма школьников, особенности воспитания двигательных качеств.

В процессе педагогических наблюдений уточнялись и корректировались фактический объем и интенсивность физических нагрузок оздоровительной направленности, осуществлялся педагогический анализ экспериментальных занятий. Данные педагогических наблюдений были использованы для изучения динамики функционального состояния, физической подготовленности и физического развития исследуемого контингента – основных составляющих физического состояния.

О состоянии физического развития судили по следующим показателям: масса тела, длина тела стоя, окружность грудной клетки в покое, динамометрия правой и левой кистей. Измерения проводились по общепринятой методике В.В. Бунака [77].

Длина тела измерялась антропометром с точностью до 0,5 см утром всегда в одно и тоже время.

Вес тела определялся взвешиванием испытуемых в короткой спортивной форме на медицинских весах (с точностью до 50 г).

Сила мышц правой и левой кистей определялась ручным плоскопружинным динамометром типа ДПУ (погрешность не более 2 %). Взяв его кистью (стрелкой к ладони), обследуемый вытягивал прямую руку в сторону и сжимал динамометр максимально сильно. Измерение повторялось два раза. Регистрировался лучший показатель.

Окружность грудной клетки измерялось в спокойном состоянии сантиметровой лентой (с точностью до 1,0 мм).

Цель педагогического тестирования – определить уровень физической подготовленности детей, а также проследить динамику показателей физической подготовленности в результате занятий аэробными упражнениями. Выбор тестовых упражнений

осуществлялся на основе данных учебной программы для учреждений общего среднего образования по учебному предмету «Физическая культура и здоровье». Нами были отобраны тесты, наиболее объективно характеризующие данные о развитии двигательных способностей и физических качеств.

Оценка двигательной подготовленности проводилась с использованием контрольных нормативов, рекомендованных учебной программой [381].

Для оценки уровня развития координационных способностей использовался челночный бег 4×9 м. Тест проводился в спортивном зале на дорожке длиной 9 м. Учитывалось время с точностью до 0,1 с.

Общая (аэробная) выносливость оценивалась по результату в беге на 1000 м. Данный тест проводился в спортивной форме без шиповок на стадионе с высокого старта. Судейская бригада состояла из двух человек: судья на старте и судья на финише.

Скоростно-силовые качества оценивались при помощи теста «прыжок в длину с места» – тест проводился на твердом покрытии в условиях спортивного зала. Испытуемый с исходной линии, не переступая ее, совершает прыжок. Регистрируется лучший результат из трех попыток.

Скоростные качества оценивались по результатам бега на 30 м. Тест проводился с высокого старта, в спортивной форме, без шиповок. Судейская бригада состояла из двух человек: судья на старте и судья на финише.

Мышечная сила у мальчиков оценивалась по количеству подтягиваний на перекладине. Исходное положение – вис хватом сверху. Подтягивание производится до момента перехода подбородком линии перекладины, без пауз отдыха. Засчитывается число подтягиваний, выполненных в соответствии с указанными требованиями.

Показатель гибкости позвоночного столба определялся выполнением наклона вперед в положении сидя. Выполняется из исходного положения сидя. Испытуемый садится на пол со стороны знака «минус» на нанесенной разметке так, чтобы пятки находились на средней линии, но не касались ее. Ступни вертикально. Выполняется два предварительных наклона и один

зачетный с задержкой три секунды. Результат засчитывается по кончикам пальцев с точностью до 1,0 см.

Функциональное состояние организма оценивалось по следующим показателям:

- жизненная емкость легких;
- частота сердечных сокращений в покое;
- артериальное давление в покое.

Функциональное состояние дыхательной системы учащихся оценивалось по величине показателя жизненной емкости легких (ЖЕЛ), который определялся воздушным спирометром с точностью до 100,0 мм. Испытание проводилось два раза, фиксировался лучший результат.

Функциональное состояние ССС определялось по частоте сердечных сокращений в состоянии покоя, при нагрузке и в период восстановления. При пальпаторном измерении ЧСС регистрировалась за 15 с и умножалась на 4. Получали показатели в пересчете количества ударов в одну минуту.

Для оценки приспособляемости организма к физическим нагрузкам проводилось измерение артериального давления (АД) по методике Короткова при помощи аппарата Рива-Роччи с точностью до 5 мм рт. ст.

Определение статистически достоверных различий с помощью t-критерия Стьюдента, U-критерия Манна-Уитни, основных характеристик выборок происходило в статистических пакетах программ IBM SPSS Statistics v.25, StatSoft Statistica v.12.7.

3.3 Организация исследования

Организация исследования предусматривала следующую последовательность:

1. На первом этапе были изучены и обобщены данные научно-методической литературы по выявлению наиболее эффективных средств и методов физического воспитания оздоровительной направленности, оказывающих наибольший оздоровительный и корректирующий эффект.

2. На втором этапе были проведены педагогические эксперименты с целью определения эффективности

использования физкультурно-оздоровительных занятий преимущественно аэробной направленности (бег, ходьба на лыжах и лыжероллерах, дыхательные упражнения, плавание, танцевальная аэробика), а также программа подвижных игр с преимущественным развитием выносливости у занимающихся.

В педагогических экспериментах принимали участие: юноши 5–7-х классов, которые систематически занимались по разработанной методике 3 раза в неделю по 1,5 часа (бег, ходьба на лыжах и лыжероллерах) и 1 раз в недельном цикле по 1 часу плаванием; а также учащиеся I ступени образования, которые в режиме групп продленного дня занимались во время физкультурно-оздоровительных занятий на спортивном часу.

В ходе экспериментальной работы уточнялись и корректировались фактический объем и интенсивность физических нагрузок оздоровительной направленности, осуществлялся педагогический анализ экспериментальных занятий. Данные педагогических наблюдений были использованы для изучения динамики функционального состояния, физической подготовленности и физического развития исследуемого контингента – основных составляющих физического состояния.

Авторская методика оздоровительных занятий включала в себя упражнения циклического характера аэробной направленности: бег, лыжная подготовка (в зимний период), подвижные и спортивные игры, а также плавание в бассейне 1 раз в недельном цикле длительностью 1 час. За весь период исследования было проведено более 120 занятий, включающих легкоатлетические упражнения (элементы лыжной подготовки), в объеме от 240 до 300 км (в зависимости от возраста и уровня физической подготовленности). Кроме циклических упражнений аэробного характера занятия включали в себя специально разработанные комплексы ОФП (общей физической подготовки). Во время занятий плаванием дети проплывали в среднем 300–400 м, что за весь период исследования составило 12–16 км.

Оздоровительные занятия традиционно состояли из подготовительной, основной и заключительной частей. Подготовительная часть включала в себя разминочный бег (до 1 км), общеразвивающие и специальные беговые упражнения. Комплексы общеразвивающих упражнений проводились в основном поточным,

проходным или игровым методом, что также позволяло приблизить их к нагрузке аэробного характера.

Основная часть состояла из бега оздоровительно–спортивной направленности (ЧСС до 170 уд/мин), спортивных или подвижных игр (преимущественно проходящих в аэробном режиме) и комплексов общей физической подготовки.

Заключительная часть включала в себя медленный (восстановительный) бег и упражнения на гибкость.

Занятия по плаванию также состояли из 3-х частей: подготовительной, основной и заключительной. Подготовительная часть (30 мин) проводилась в спортивном зале при бассейне и включала в себя, в основном, упражнения на гибкость, на развитие подвижности суставов, и средства ОФП. Основная часть (около 1 часа) проходила непосредственно на воде и включала как плавание разными стилями, так и подвижные игры в воде (эстафеты, игры с мячом). Заключительная часть занятия по плаванию представляла собой купание.

Для определения эффективности разработанных методик нами было проведено педагогическое тестирование физической подготовленности школьников; проведены исследования физического развития и функционального состояния изучаемого контингента. Результаты исследований представлены в разделе 3.4.

3.4 Теоретическое и экспериментальное обоснование воздействия упражнений аэробной направленности на показатели физического состояния занимающихся

Изменения в современном обществе вызывают смену образовательной парадигмы: главным ориентиром педагогического процесса становится развитие личности на основе индивидуальных способностей. Переход к новой модели образования сопровождается пересмотром его содержания, возрастанием значения продуктивного обучения и развития творческих способностей учащихся и студентов. Укрепление здоровья подрастающего поколения, приобщение их к здоровому образу жизни на основе валеологически обоснованной организации образовательного процесса, а также коррекция

физического состояния занимающихся сегодня является одной из наиболее острых проблем социальной политики [279, 395].

Общеизвестно, что физическое состояние определяется как изменяющаяся во времени совокупность ощущений, признаков и свойств, присущих человеку, которая выражается его самочувствием, отношением к какой-либо физической деятельности и возможностями ее осуществления. Для оценки физического состояния человека используются такие показатели, как физическое развитие, функциональное состояние (артериальное давление, частота сердечных сокращений и другие), данные, характеризующие уровень развития физических качеств (физическая подготовленность).

Физическое состояние учащихся учреждений общего среднего образования в значительной степени характеризует их здоровье, состояние которого вызывает обоснованную тревогу. Одной из важнейших причин создавшегося положения является все возрастающий дефицит их двигательной активности, который сегодня в основной массе школьников далеко еще не достигает гигиенических норм. Недостаточная двигательная активность повышает риск негативных изменений в состоянии здоровья в 1,06–1,31 раза и в 1,19–3,68 раза – риск снижения гармоничности физического развития. Наиболее выраженное влияние этого фактора на состояние здоровья выявлено у студентов и школьников младших классов. Вместе с тем, многими специалистами подчеркивается биологическое значение двигательной активности, в частности, в период развития организма. Достаточный объем двигательной активности можно рассматривать как мощное профилактическое средство, направленное на формирование здорового организма на основе направленного использования средств и методов физического воспитания. Можно полагать, что посредством рационального воздействия на моторную функцию появляется возможность компенсации недостаточной двигательной активности детей и тем самым способствовать правильному развитию организма [276, 277, 280, 284].

Чтобы улучшить физическую подготовленность учащихся, на наш взгляд, необходимы новые организационные, методические и научные разработки, поиск новых подходов к их физической подготовке. Один из таких подходов предполагает использование в качестве содержательной основы физического воспитания

средств одного из видов спорта в сочетании со средствами общеподготовительной направленности, обеспечивающими разностороннюю физическую подготовленность.

Анализ научно-методической литературы показал, что наибольшим оздоровительным эффектом обладают занятия с преимущественным использованием упражнений аэробной направленности, способствующих повышению физической подготовленности, улучшению функционального состояния и укреплению физического здоровья – основных составляющих физического состояния учащихся [98, 166, 227, 237]. В результате регулярных занятий аэробными упражнениями не только увеличиваются аэробные возможности организма (по пробе PWC_{170}), но и происходят положительные изменения в сердечно-сосудистой системе. Рационально подобранная нагрузка развивает адаптационные механизмы сердечно-сосудистой системы, что проявляется в экономичности сердечной деятельности в условиях мышечного покоя и повышении резервов. При этом урежается ЧСС в покое и ускоряется ее восстановление после нагрузок, снижается общее периферическое сопротивление сосудов и системное артериальное давление, улучшаются насосная функция сердца и сократительные свойства миокарда без существенных структурных изменений [281, 282, 283].

Циклические аэробные упражнения обладают уникальной способностью повышать резервные возможности ключевых жизнеобеспечивающих систем. Этот специфический результат адаптации к аэробным упражнениям слабо выражен или даже отсутствует при анаэробной тренировке. Мнение большинства специалистов по оздоровительной физической культуре сходится в том, что для достижения оздоровительного эффекта физические упражнения должны удовлетворять следующим критериям:

- участие в работе больших мышечных групп;
- возможность продолжительного выполнения упражнения;
- ритмический характер мышечной деятельности;
- энергообеспечение работы мышц в основном за счет аэробных процессов.

Другими словами, оздоровительными можно считать лишь аэробные упражнения. Подтверждают данное заключение результаты наблюдений за людьми, в двигательном режиме

которых значительное место занимает мышечная работа аэробной направленности.

В отечественной и зарубежной литературе имеются сведения о возможности целенаправленного влияния упражнений аэробной направленности на повышение функциональных возможностей [282], но авторы не дают конкретных методических рекомендаций к использованию нагрузок аэробной направленности как средства профилактики ухудшения функциональных возможностей занимающихся.

В своих исследованиях К. Купер [227] отмечает ряд физических изменений в результате занятий аэробными упражнениями:

- возрастает общий объем крови;
- увеличивается объем легких;
- укрепляется сердечная мышца и, как следствие, возрастает ударный объем крови;
- повышается содержание липопротеинов высокой плотности.

В результате занятий аэробными упражнениями происходит ряд сдвигов в состоянии здоровья:

- укрепление костной системы;
- улучшение интеллектуальных способностей, повышение работоспособности;
- нормализация веса тела;
- повышение устойчивости к стрессовым ситуациям;
- снижение риска сердечных заболеваний.

Главное доказательство эффективности аэробных упражнений – морфофункциональная перестройка в организме, лежащая в основе совершенствования адаптации, на всех уровнях организма: от клеточного до целостно-организменного. В результате занятий аэробными упражнениями происходят метаболические изменения, способствующие росту функционального потенциала клетки.

Способность выполнять аэробную работу, в частности достигать уровня ее предельной мощности, определяется возможностями потребления кислорода. Аэробная тренировка улучшает деятельность дыхательной и сердечно-сосудистой систем, благоприятно влияет на ее функции.

Аэробные возможности человека определяются максимальной для него скоростью потребления кислорода. С увеличением

максимального потребления кислорода увеличивается аэробная способность занимающихся. В результате регулярных занятий упражнениями на выносливость совершенствуется функция дыхания: увеличиваются сила и мощность дыхательных мышц, жизненная емкость легких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция легких, создаются благоприятные условия для выполнения мышечной работы.

Занятия аэробными упражнениями приводят к увеличению объема циркулирующей крови. В свою очередь упражнения скоростно-силовой направленности не дают подобного результата.

Аэробные упражнения (по К. Куперу) включают в себя большую разновидность двигательных действий, которые объединяет аэробный характер энергообеспечения [227]. В рамках оздоровительной физической культуры целесообразными считаются только такие аэробные упражнения, которые могут выполняться длительное время и охватывают работой большую группу мышц (около 2/3 от мышечной массы тела). В основном аэробные упражнения имеют циклический характер (ходьба, бег, ходьба на лыжах, бег на коньках, езда на велосипеде, плавание, гребля и другое).

В настоящее время среди учащихся и студенческой молодежи наиболее популярной является аэробика. К ней относится базовая (классическая) аэробика, степ-аэробика, танцевальная аэробика, хип-хоп, латин-аэробика, афро-аэробика, самба-аэробика и другие направления. Некоторые экспериментальные комплексы танцевальной аэробики для учащихся и студентов представлены в приложении В.

Характер и степень выраженности оздоровительных эффектов при занятии циклическими аэробными упражнениями делает их незаменимым средством оздоровительной физической культуры.

Определение уровня и динамики физического состояния занимающихся за период проведения педагогического эксперимента осуществлялось в соответствии с учебной программой для учреждений общего среднего образования по предмету «Физическая культура и здоровье». Нами проводились следующие тесты, наиболее объективно характеризующие данные о развитии двигательных способностей:

– наклон вперед из положения сидя;

- челночный бег 4×9 м;
- прыжок в длину с места;
- бег 30 м;
- подтягивание в висе на перекладине;
- бег 1000 м.

В таблице 26 представлены результаты тестирования физической подготовленности школьников до и после проведения педагогического эксперимента.

Таблица 26 – Показатели физической подготовленности учащихся учреждений общего среднего образования до и после проведения педагогического эксперимента

Двигательные тесты	До эксперимента, $M_1 \pm \sigma$	Оценка (балл) по школьной программе	После эксперимента, $M_2 \pm \sigma$	Оценка (балл) по школьной программе	Достоверность различий, p
Прыжок в длину с места, см	149,47 ± 16,27	4,1	164,77 ± 14,6	6,3	< 0,05
Бег 30 м, с	6,04 ± 0,39	6,1	5,9 ± 0,36	7	< 0,05
Челночный бег 4x9 м, с	11,18 ± 1,20	5,1	10,55 ± 1,22	6,9	< 0,05
Бег 1000 м, с	291,63 ± 27,09	5,7	280,7 ± 26,8	6,8	< 0,05
Наклон вперед из положения сидя, см	3,9 ± 4,5	7,6	6,27 ± 4	8,6	< 0,05
Подтягивание на перекладине, количество раз	3,37 ± 2,24	6,0	4,27 ± 2,1	6,9	< 0,05

Анализ данных, полученных по окончании педагогического эксперимента позволяет констатировать, что статистически достоверные различия выявлены в следующих контрольных испытаниях:

- прыжок в длину с места ($149,47 \pm 16,27 - 164,77 \pm 14,6$; $p < 0,05$);

- бег 30 м ($6,04 \pm 0,39 - 5,9 \pm 0,36$; $p < 0,05$);
- челночный бег 4×9 м ($11,18 \pm 1,20 - 10,55 \pm 1,22$; $p < 0,05$);
- подтягивание, количество раз ($3,37 \pm 2,24 - 4,27 \pm 2,1$; $p < 0,05$);
- бег 1000 м ($291,63 \pm 27,09 - 280,7 \pm 26,8$; $p < 0,05$);
- наклон вперед из положения сидя ($3,9 \pm 4,5 - 6,27 \pm 4$).

Для оценки физического развития учащихся учреждений общего среднего образования нами были использованы следующие показатели:

- масса тела;
- длина тела;
- ОГК;
- кистевая динамометрия.

Данный комплекс тестов достаточно полно характеризует физическое развитие исследуемого контингента.

Таблица 27 – Показатели физического развития учащихся учреждений общего среднего образования до и после проведения педагогического эксперимента

Показатели		До эксперимента, $M_1 \pm \sigma$	После эксперимента, $M_2 \pm \sigma$	Достоверность различий, p
Рост, см		$148,88 \pm 8,61$	$152,18 \pm 8,9$	$< 0,05$
Вес, кг		$38,65 \pm 9,07$	$41,43 \pm 9,71$	$< 0,05$
ОГК, см		$74,67 \pm 6,09$	$76,73 \pm 6,07$	$< 0,05$
Кистевая динамометрия	правая	$15,83 \pm 8,30$	$18,87 \pm 8,26$	$< 0,05$
	левая	$13,87 \pm 7,0$	$16,27 \pm 7,12$	$< 0,05$

По окончании эксперимента статистически достоверные различия у мальчиков 5–7-х классов были обнаружены в следующих контрольных испытаниях (таблица 27):

- рост ($148,88 \pm 8,61 - 152,18 \pm 8,9$; $p < 0,05$);
- вес ($38,65 \pm 9,07 - 41,43 \pm 9,71$; $p < 0,05$);
- окружность грудной клетки ($74,67 \pm 6,09 - 76,73 \pm 6,07$; $p < 0,05$);
- кистевая динамометрия:
 правая рука ($15,83 \pm 8,30 - 18,87 \pm 8,26$; $p < 0,05$);
 левая рука ($13,87 \pm 7,0 - 16,27 \pm 7,12$; $p < 0,05$).

Для оценки функционального состояния организма исследуемого контингента мы использовали следующие показатели:

- жизненная емкость легких (ЖЕЛ);
- частота сердечных сокращений в покое (ЧСС);
- артериальное давление в покое (АД) (таблица 28).

Статистически достоверные различия были обнаружены в следующих контрольных испытаниях:

- жизненная емкость легких ($1674,33 \pm 369,49 - 2045 \pm 300$; $p < 0,05$);
- частота сердечных сокращений ($91,73 \pm 9,6 - 86,2 \pm 7,53$; $p < 0,05$).
- АД систолическое ($105,17 \pm 12 - 100,4 \pm 10,22$; $p < 0,05$);
- АД диастолическое ($63 \pm 6,10 - 60,67 \pm 5,98$; $p < 0,05$).

Таблица 28 – Показатели функционального состояния учащихся учреждений общего среднего образования до и после проведения педагогического эксперимента

Показатели	До эксперимента, $M_1 \pm \sigma$	После эксперимента, $M_2 \pm \sigma$	Достоверность различий, p
ЖЕЛ, мл	$1674,3 \pm 369,49$	2045 ± 300	$< 0,05$
ЧСС, уд/мин	$91,73 \pm 9,6$	$86,27 \pm 7,53$	$< 0,05$
АДС, мм рт. ст.	$105,17 \pm 12$	$100,4 \pm 10,22$	$< 0,05$
АДД, мм рт. ст.	$63 \pm 6,10$	$60,67 \pm 5,98$	$< 0,05$

Из представленных выше результатов следует заключить, что разработанная нами методика использования циклических упражнений аэробной направленности положительно влияет на повышение уровня физического состояния занимающихся, что подтверждается достоверным повышением показателей развития скоростно-силовых качеств, силовой выносливости, скорости, общей выносливости, координационных способностей, гибкости. Показатели функционального состояния и физического развития максимально приблизились к рекомендуемым возрастным физиологическим нормам.

Следует добавить, что апробация методики позволила расширить теоретические знания учащихся о средствах и методах физической культуры, сформировать новые двигательные действия, умения к самостоятельным занятиям физическими

упражнениями, повысила мотивационную сферу личности занимающихся.

Данные, полученные в результате исследования, говорят о необходимости и возможности массового внедрения в образовательный процесс учащихся учреждений общего среднего образования дополнительных оздоровительных занятий преимущественно аэробного характера, что само по себе влечет изменения в структуре организации физического воспитания школьников и дает основу для дальнейших исследований.

Средства и методы развития общей выносливости у учащихся I ступени образования

Направленное развитие выносливости следует начинать в школе с 1-го класса, так как имеются данные о большой эффективности развития общей выносливости уже в младшем школьном возрасте, особенно если посредством игрового метода. У младших школьников выявлены высокие темпы прироста статической выносливости. На наш взгляд, педагогам учреждений образования необходимо больше внимания уделять повышению у детей сопротивляемости к утомлению в разнообразных видах двигательной деятельности, то есть развитию общей выносливости.

При выборе средств физического воспитания в работе со школьниками следует руководствоваться следующими принципами:

– принцип всестороннего развития личности, предусматривающий применение таких средств, которые обеспечивают эффект наибольшего всестороннего физического развития (пропорциональное развитие всех частей тела, основных мышечных групп и физических качеств);

– принцип связи физического воспитания с трудовой практикой ориентирует на использование в физическом воспитании детей школьного возраста таких средств, которые наиболее эффективно готовят их к предстоящей трудовой и военной деятельности. К ним относятся прежде всего жизненно важные, в особенности прикладные упражнения;

– принцип оздоровительной направленности предусматривает применение средств эффективных для укрепления здоровья и обеспечения нормального функционирования всех систем организма. Такими средствами являются, прежде всего, циклические упражнения, а также оздоровительные силы природы и гигиенические факторы [269].

В качестве главных средств развития общей выносливости должны использоваться естественные движения, связанные с относительно легко регулируемой, предпочтительно ритмичной, одновременной работой большей части мускулатуры. Такие упражнения активизируют кровообращение и дыхание, вызывают более значительные функциональные сдвиги в организме и усиливают обменные процессы. Это, прежде всего, бег в равномерном темпе, ускоренная ходьба, повторные прыжки в чередовании с ходьбой (особенно, если они выполняются на открытом воздухе), а также передвижение на лыжах. Ценным средством являются подвижные игры с достаточной подвижностью (преимущественно развивающие общую выносливость).

Для развития выносливости рекомендуем использовать:

- 1) легкоатлетические упражнения (бег в равномерном темпе до 10 мин);
- 2) лыжную подготовку;
- 3) плавание;
- 4) передвижение на велосипеде;
- 5) гимнастические упражнения (многократные прыжки через короткую скакалку);
- 6) подвижные игры.

Для совершенствования общей выносливости используются: циклические упражнения, выполняемые в аэробном режиме энергообеспечения, продолжительностью не менее 15–20 минут, пешие прогулки, спортивные игры, а также продолжительные тренировочные занятия с невысокой интенсивностью [269].

Выносливость развивается лишь тогда, когда в процессе занятий занимающиеся доходят до необходимых степеней утомления. При том организм адаптируется к подобным состояниям, что внешне выражается в повышении выносливости. Величина и направленность приспособительных изменений

соответствуют степени и характеру реакций, вызванных тренировочными нагрузками. Поскольку утомление при нагрузках разного типа неодинаково, важным является вопрос о природе вызванного утомления. Иначе говоря, при воспитании выносливости важна не только глубина утомления, но и его характер. Отсюда основная задача в тренировочном занятии при воспитании выносливости – добиться в организме ответных сдвигов желаемого характера и величины.

В качестве основных средств воспитания общей выносливости (как аэробной, так и комплексного характера) используются преимущественно те физические упражнения и комплексы их, характерными признаками которых являются:

- активное функционирование большинства или всех крупных звеньев опорно-двигательного аппарата;
- преимущественно аэробное энергообеспечение мышечной работы;
- сравнительно значительная суммарная продолжительность работы (от нескольких минут до многих десятков минут);
- умеренная, большая и переменная интенсивность (соответственно и аналогичная физиологическая мощность) работы.

Упражнения, не имеющие этих признаков, хотя и могут при известных условиях способствовать воспитанию общей выносливости, не позволяют достаточно эффективно воздействовать на ее главные факторы и обеспечить ее широкий перенос на виды двигательной деятельности, типичные для повседневной жизни.

Для развития выносливости широко применяются, в частности, ациклические и смешанные гимнастические, легкоатлетические и игровые упражнения, которым придается необходимая действенность как средствам воспитания общей выносливости путем многократных слитных повторений, суммации эффекта отдельных упражнений, увеличения моторной плотности занятий и другими методически оправданными путями.

М.Н. Алиев [17] отмечает, что на уроках физической культуры в общеобразовательных школах Махачкалы уделяется недостаточно внимания развитию общей выносливости у младших школьников, используется ограниченное количество упражнений,

требующих повышения выносливости. В результате учащиеся 6–7 лет поздно получают физические нагрузки на выносливость. Это приводит к тому, что младшие школьники не готовы к бегу на 300 м и 500 м. Возрастная динамика развития общей выносливости и экспериментальное обоснование эффективных средств и методов воспитания общей и специальной выносливости у детей младшего школьного возраста достаточно глубоко исследованы, однако вопросы методики воспитания общей выносливости у младших школьников освещены фрагментарно. В целом такая методика не разработана, несмотря на то, что многие специалисты по физическому воспитанию указывают на возможность и целесообразность развития этого физического качества.

Благодаря собственным педагогическим наблюдениям можно предположить, что учащиеся не только I ступени образования (1–4 классы), но и II (5–9 классы) и III (10–11 классы) ступеней в Республике Беларусь достаточно слабо выполняют норматив общей выносливости (бег на 500/750 м, 1000/1500 м и более). Это связано, на наш взгляд, с недостаточным использованием на уроках физической культуры и здоровья средств по развитию общей выносливости у занимающихся в течение учебного года. Усугубляется ситуация ещё и тем, что занятия на улице преимущественно проходят лишь 3,5–4 месяца из 9.

М.Н. Алиев [17] отмечает, что ряд специалистов по физическому воспитанию детей школьного возраста для развития общей выносливости рекомендуют использовать в условиях умеренных нагрузок продолжительные циклические упражнения (например, кроссовый бег с равномерной скоростью, длительную ходьбу в чередовании с медленным бегом и другое). В процессе занятий по физической культуре внимание преимущественно уделяется циклическим упражнениям и подвижным играм с элементами бега, прыжков, ходьбы и метаний. На каждом уроке этим упражнениям отводится 10–15 мин. С целью развития общей выносливости используется бег в медленном темпе на расстояние от 300 до 500 м; дозированная ходьба в чередовании с бегом умеренной интенсивности, смешанное передвижение (бег–ходьба) на расстояние от 200 до 500 м; подвижные и спортивные игры с продолжительностью от 5 до 12 мин. Эти движения доступны и привычны учащимся первого класса и не вызывают значительного

утомления. Дети младшего школьного возраста, как правило, стремятся как можно быстрее пробежать заданное расстояние, не соблюдая указанные темп и интенсивность, нарушая порядок передвижения. Для правильного обучения детей медленному бегу и дозированной ходьбе применяется медленный бег в чередовании с ходьбой с лидером. Функцию лидера выполняет наиболее подготовленный ученик.

Объем беговых нагрузок повышается постепенно, от занятия к занятию с учетом физической подготовленности и функциональных возможностей занимающихся. Нагрузка регулируется путем изменения продолжительности, объема и интенсивности выполняемых упражнений. В зависимости от возраста и функциональной подготовленности каждого ученика предлагается разная степень нагрузки, осуществляется индивидуальный подход.

М.Н. Алиев [17] отмечает, что в первую и вторую недели дистанция бега в медленном темпе в чередовании с ходьбой составляла 25–30 % от максимального расстояния. Автором установлено, что максимальное расстояние, которое способны пробегать учащиеся первого класса, составило в среднем 850–1000 м. От занятия к занятию постепенно увеличивали пробегаемое расстояние, продолжительность бега. Физическую нагрузку контролировали по частоте сердечных сокращений и внешним признакам утомления (более 140 уд/мин). Не допускались признаки большого утомления и резкого учащения пульса более 145 уд/мин. Объем и интенсивность применяемых беговых нагрузок с целью воспитания выносливости достигали наибольшей величины к концу учебного года. Так, в начале учебного года, когда учащиеся имели недостаточную подготовку для физических нагрузок на выносливость, применялись ходьба и бег в чередовании 50/100 м, ходьба – 70/100 м, бег – 70/100 м, ходьба – 100/150 м. Каждые 100 м бега преодолевались за 37–38 с (ориентировочно), каждые 100 м ходьбы – за 80–85 с. В конце учебного года, когда у детей повысилась физическая работоспособность и улучшилась общая подготовка к нагрузкам на выносливость, использовались более длинные дистанции: бег – 100/150 м, ходьба – 150/200 м; бег – 150/200 м, ходьба – 200/250 м. Каждые 100 м бега преодолевались за 30–32 с, каждые 100 м ходьбы – за 70–75 с. Объем беговой

нагрузки на каждом уроке в первые две недели составил 300–350 м, время преодоления дистанции – 90–95 с, скорость бега – 1,5–2 м/с. Длину пробегаемой дистанции дозировали по следующей схеме: 50 м бега + 50 м ходьбы + 15 м бега + 5 с ходьбы – 2 раза с интервалом не менее 5 мин после каждого повторения, 50 м бега + 50 м ходьбы + 70 м бега + 15 с бега + 15 с ходьбы – 2 раза с интервалом отдыха 5–6 мин, 20 с бега + 20 с ходьбы + 100 м бега + 100 м ходьбы – 2 раза с интервалом отдыха 5–6 мин.; 100 м бега + 100 м ходьбы, 150 м бега + 150 м ходьбы – 2 раза с интервалом отдыха 6–7 мин с выполнением дыхательных упражнений. В следующие две недели пробегаемое расстояние составляло 350–400 м. Через каждые шесть уроков объем беговой нагрузки увеличивали на 5–10 % от первоначального. Когда дистанция достигала 450–500 м, увеличение беговой нагрузки осуществлялось за счет постепенного повышения скорости и интенсивности бега. На первых шести занятиях скорость бега не превышала 35–40 % от максимального, а на последующих – 45–50 %. В конце учебного года она достигла 60–65 %.

Максимальная скорость определялась по времени преодоления дистанции среднего 10-метрового отрезка в беге на 30 м с низкого старта.

На уроках физической культуры для развития общей выносливости наряду с циклическими упражнениями применялись подвижные и спортивные игры (футбол, баскетбол, настольный теннис, волейбол, бадминтон по упрощенным правилам и с ограничением времени) продолжительностью 5–12 мин. С целью воспитания выносливости 2–3 раза в месяц использовались прыжки со скакалкой на месте в темпе 100–110 подскоков (прыжков) в минуту до 1,5–2 мин с последующим увеличением общего времени на 6–8 с через каждые два урока. Кроссовая подготовка проводилась один в раз в конце месяца в течение учебного года. В холодное время года при сильном ветре и низкой температуре занятия проводились в закрытом помещении. В таких случаях для воспитания общей выносливости применялись подвижные и спортивные игры с элементами бега, прыжков, метания. Указанные выше беговые нагрузки, объем, темп и интенсивность выполняемых циклических и ациклических упражнений наиболее рациональны для развития общей

выносливости и повышения физической работоспособности детей младшего школьного возраста, обучающихся в первом классе. Дети 6–7 лет хорошо переносят указанные нагрузки, но превышать эти пределы нежелательно, так как это вызывает у них значительное утомление [17].

Физические нагрузки на выносливость в зависимости от их вида, объема, величины, интенсивности и длительности вызывают у младших школьников различные изменения функциональных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем. В связи с этим все физические упражнения на выносливость, их объем, интенсивность и темп должны соответствовать индивидуальным психическим и физическим возможностям каждого ребенка. Осуществление индивидуально-дифференцированного подхода к дозировке физических нагрузок и постепенное повышение их объема и интенсивности могут быть реализованы на основе знания возрастных и индивидуальных закономерностей роста и биологического развития детского организма, физической работоспособности и функциональных возможностей каждого учащегося. Индивидуальный подход в процессе выполнения упражнений на выносливость предусматривал предъявление к каждому учащемуся таких требований, которые позволяли без ущерба для здоровья реализовать его функциональные возможности в соответствии с уровнем развития двигательных качеств и физической работоспособности. Реализация индивидуально-дифференцированного подхода к учащимся младших классов при подборе упражнений на выносливость и их дозировке, последовательности выполнения и применения создавала благоприятные условия для воспитания общей выносливости, развития физической работоспособности, укрепления их здоровья и, в конечном счете, оказывала эффективное воздействие на организм занимающихся.

Оздоровительный и тренировочный эффект занятий во многом зависит от правильного дозирования физической нагрузки. При применении упражнений для развития общей выносливости очень важно, чтобы физическая нагрузка соответствовала функциональным возможностям организма детей и не превышала эти возможности.

Для детей со слабой физической подготовленностью, сниженными функциональными возможностями ограничивали количество трудных упражнений, уменьшали число повторений и подходов, увеличивали паузы для отдыха между повторением заданий. Отдых у этих детей был более длительным и частым, чем у здоровых и сильных школьников, имеющих высокий уровень подготовленности.

Для слабых учащихся уменьшался объем беговых нагрузок, снижалась интенсивность выполняемых упражнений, упражнения на выносливость применялись по принципу постепенно возрастающей трудности по мере улучшения физической подготовленности и повышения функциональных возможностей. Для правильного дозирования нагрузок на выносливость применялись следующие методы и методические приемы: величину физической нагрузки на уроках регулировали увеличением или уменьшением количества упражнений, повторений и подходов, интервалов для отдыха, времени на выполнение заданий, объема, темпа интенсивности выполняемых упражнений; снятием эмоционального напряжения путем введения дыхательных упражнений на расслабление мышц, участвующих в выполнении упражнений на выносливость. Эти методы позволяли подобрать доступные физические нагрузки, использовать посильные по объему и интенсивности упражнения для развития выносливости детей 6–7-летнего возраста и давали возможность применять их, не превышая функциональные возможности учащихся первого класса [17].

В зависимости от самочувствия детей и реакции сердечно-сосудистой системы после выполнения упражнений на выносливость продолжительность медленного бега в чередовании с ходьбой умеренной интенсивности к концу учебного года доводилась от 2 до 6 мин, объем беговых нагрузок – от 300 до 1000 м, подвижных и спортивных игр – от 5 до 12 мин, а продолжительность прыжков со скакалкой на месте – от 60 с до 2 мин. В процессе занятий физическую нагрузку контролировали по чистоте сердечных сокращений и внешним признакам утомления. Во время выполнения упражнений на выносливость не допускалось учащения пульса более 145 уд/мин и большого утомления (резкое покраснение, сильная одышка, потеря

координации, снижение темпа и амплитуды движений, сильное потовыделение). Оптимальной частотой пульса при выполнении упражнений на выносливость считалось в начале учебного года 135–140 уд/мин, а в середине и в конце учебного года, когда у детей улучшилась физическая подготовленность и повысилась работоспособность, 140–145 уд/мин, восстановительный период длился не более 2–3 мин. Указанный выше двигательный режим работы не вызывал большого утомления и являлся наиболее оптимальным при воспитании общей выносливости у детей 6–7-летнего возраста, обучающихся в первом классе. С учащимися опытной группы за период исследования (учебный год) по изложенной выше методике было проведено 70 уроков физической культуры (из них 50 – на открытом воздухе). В закрытом помещении занятия проводились лишь при неблагоприятных погодных условиях. Занятия физическими упражнениями, проводимые в опытной группе по разработанной нами методике, способствовали интенсивному развитию общей выносливости и скоростно-силовых качеств, значительно улучшили функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также повысили физическую работоспособность детей. По всем исследуемым показателям у детей опытной группы в конце учебного года наблюдались более выраженные, статистически достоверные сдвиги с высоким уровнем значимости. У детей опытной группы значительно улучшились показатели по физической подготовке (в беге на 30 м, прыжках в длину с места, метании набивного мяча, ручной динамометрии, в беге на 300 м), повысились физическая работоспособность и общая выносливость. Реакция сердечно-сосудистой системы в конце наблюдения характеризовалась уменьшением частоты пульса, увеличением пульсового давления и сокращением восстановительного периода. Благоприятная реакция сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу (20 приседаний за 30 с) наблюдалась у 90 % детей опытной группы и у 60 % – контрольной. К концу учебного года у учащихся первого класса из опытной группы заметно улучшилась сосудистая реакция на охлаждение.

М.Н. Алиев [17] констатирует, что в процессе исследования выявлены возможность и необходимость воспитания общей

выносливости у младших школьников 6–7 лет с применением циклических упражнений в аэробном режиме.

Опытно-экспериментальная работа показала, что применение дозированных циклических упражнений в аэробном режиме значительно улучшает работу органов кровообращения и дыхания, повышает физическую работоспособность и способствует постепенному развитию общей выносливости у младших школьников.

Занятия по физической культуре с использованием дозированных циклических упражнений, проводимые по разработанной методике, положительно повлияли на развитие общей выносливости и повышение физической подготовленности. Это подтверждается позитивными результатами педагогического эксперимента: за один учебный год у младших школьников, занимавшихся в опытной группе, произошли более выраженные, статистически достоверные сдвиги по всем исследуемым показателям.

Необходимо отметить, что в процессе воспитания общей выносливости применяется большинство разновидностей методов строго регламентированного упражнения, дополняемых игровым и соревновательным методами (таблица 29). Конкретные особенности применения их зависят от уровня подготовленности занимающихся и специфики выполняемых двигательных действий.

Следует отметить, что для увеличения аэробных возможностей организма с помощью длительных ходьбы, бега, передвижения на лыжах, езды на велосипеде и других локомоций естественного циклического характера особенно широко пользуются методами слитного (непрерывного) упражнения с нагрузкой умеренной и переменной интенсивности. Менее распространены, но при известных условиях высокоэффективны для достижения аналогичного эффекта некоторые методы повторно-интервального упражнения.

Ведущим в развитии выносливости является метод строго регламентированного упражнения, позволяющий точно задавать величину и объем нагрузки. Повторное выполнение упражнения или серий можно начинать при ЧСС 110–120 уд/мин. В паузах для

отдыха выполняют упражнения на дыхание, расслабление мышц и развитие подвижности в суставах.

Таблица 29 – Методы и характерные показатели нагрузки при развитии общей (аэробной) выносливости в процессе физического воспитания детей 7–17 лет

№ п/п	Метод	Число повторений	Длительность	Интенсивность	Отдых	Упражнение (средство)
1	2	3	4	5	6	7
1	Слитного (непрерывного) упражнения	1	Не менее чем 5–10 мин (I–IV кл.), 10–15 мин (V–IX кл.), 15–25 мин (X–XI кл.)	Умеренная и переменная ЧСС от 120–130 до 160–170 уд/мин	Без пауз	Ходьба, бег, передвижения на лыжах, езда на велосипеде, многократные прыжки через короткую скакалку и другое
2	Повторного интервального упражнения	3–4 (при хорошей подготовке больше)	1–2 мин (для начинающих), 3–4 мин (для достаточно тренированных)	Субмаксимальная ЧСС от 120–140 до 170–180 уд/мин	Активный (бег трусцой, ходьба), неполный	То же
3	Круговая тренировка по методу длительной непрерывной работы	Число кругов (1–3)	Время прохождения круга от 5 до 10 мин, длительность работы на одной станции 30–60 с	Умеренная или большая	Без пауз	Повторный максимум (ПМ) каждого упражнения (индивидуально): 1/2–1/3 ПМ (в начале), 2/3–3/4 ПМ (через несколько месяцев занятий)

4	Круговая тренировка в режиме интервальной работы	Число кругов (1–2)	5–12 мин, длительность работы на одной станции 30–45 с	Субмаксимальная переменная	Отдых между станциями 30–60 с; отдых между кругами и 3 мин	Бег, многоскоки, приседания, отжимания в упоре, подтягивания в висе, упражнения с набивным мячом на гимнастической стенке и т.д.
5	Игровой	1	Не менее 5–10 мин	Переменная	Без пауз	Подвижные и спортивные игры типа «Два мороза», «Мяч капитану», «Охотники и утки», «Мини-баскетбол» и другое
6	Соревновательный	1 (не чаще 4 раз в год)	В соответствии с требованиями программы	Максимальная	Без пауз	6- или 12-минутный бег, бег на 600–800 м (I–IV кл.), 1000–1500 м (V–IX кл.), 2000–3000 м (X–XI кл.)

Развивать выносливость при субмаксимальных нагрузках целесообразно после упражнений на развитие координации движений или обучения двигательным действиям при начинающемся утомлении. Продолжительность упражнений, их количество и интервалы для отдыха между ними должны быть соотнесены с характером предшествующей работы [248, 249].

Ведущим методом развития общей выносливости у школьников является метод непрерывного упражнения, которое может

выполняться в равномерном и переменном темпах. Минимальная продолжительность непрерывного упражнения составляет 2–5 мин (время, необходимое для развертывания дыхательных процессов) [123].

Методы слитного упражнения с нагрузкой умеренной и переменной интенсивности. Основу всех методов этой группы составляет сравнительно длительное непрерывное воспроизведение двигательных действий, вызывающее значительную активацию аэробного обмена. При этом в зависимости от уровня подготовленности упражняющегося и других условий параметры нагрузки могут изменяться в довольно широком диапазоне. Граничные параметры определяются следующим.

Интенсивность нагрузки не должна выходить за пределы, соответствующие зонам умеренной и большой относительной мощности физиологической работы. В беге и подобных передвижениях это требование выполняется в тех случаях, если скорость не превышает так называемую критическую, при которой кислородный запрос удовлетворяется при полной мобилизации аэробных возможностей организма, то есть не превышает индивидуального МПК. Вместе с тем слишком малая скорость, как, например, при медленной ходьбе, не позволяет существенно активизировать аэробный обмен.

Продолжительность нагрузки – от нескольких минут до десятков минут. В предельном выражении она может быть весьма значительной; достаточно вспомнить, что регистрируются рекорды в непрерывном беге суточной продолжительности. Однако в обычных условиях нет необходимости доводить объем нагрузки до таких предельных величин.

На первых порах он может составлять несколько минут, но не менее 4–5, поскольку иначе не успевают развертываться дыхательные процессы. По мере увеличения функциональных возможностей организма желательно довести продолжительность непрерывной разовой нагрузки до нескольких десятков минут. Дело в том, что слаженность и общее совершенствование систем кислородного обеспечения достигаются непосредственно во время работы, требующей сбалансированного постоянно активного функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной и других

систем в условиях истинного устойчивого состояния, когда кислородный запрос полностью удовлетворяется в процессе работы.

Выносливость в условиях больших нагрузок наиболее интенсивно увеличивается у мальчиков с 8 до 11 лет, а у девочек – с 9 до 11 лет. Основными средствами ее развития являются циклические упражнения (например, бег, плавание, ходьба на лыжах), выполняемые с интенсивностью в 65–70 % от максимальной. По своему воздействию упражнения должны вызывать значительное повышение ЧСС и легочной вентиляции. В зависимости от возраста ЧСС может достигать 180–200 уд/мин, а минутный объем дыхания от 40 до 60 л/мин при частоте дыханий 45–60 цикл/мин. Выносливость в условиях больших нагрузок развивают, как правило, в конце основной части урока на фоне начального утомления. Чем больше утомление от предшествующей работы, тем меньше надо времени для получения одноразового тренировочного эффекта в развитии выносливости [248, 249].

Методы повторного интервального упражнения. При воспитании общей аэробной выносливости эта группа методов используется главным образом не на начальных этапах, а после достижения некоторого уровня тренированности. Наиболее значительные требования к функциональным возможностям организма предъявляет так называемая интервальная тренировка с жестко нормированными интервалами отдыха.

В младшем школьном возрасте продолжительность беговых нагрузок достигает 3–5 мин, а интервалы для отдыха 6–8 мин. Повторное выполнение упражнения осуществляется при ЧСС 110–115 уд/мин и минутном объеме дыхания на уровне 110–120 % от исходной величины [570, 571].

Важные черты *интервальной тренировки*:

– интенсивность упражнения в рабочих фазах, где повторяются основные двигательные действия, создающие повышенную нагрузку, субмаксимальная, чему при беге и других передвижениях соответствует надкритическая скорость, составляющая примерно 75–85 % от максимальной; по показателям ЧСС интенсивность нагрузки в течение каждой из таких фаз может возрастать у достаточно подготовленных

занимающихся от 120–140 (в начале фазы) до 170–180 уд/мин. Интенсивность же в интервалах между рабочими фазами минимальная (неторопливый бег «трусцой», ходьба и другое); по ЧСС она регулируется из расчета примерно 120–140 уд/мин к концу интервала;

– продолжительность каждой из повторно воспроизводимых рабочих фаз упражнения устанавливается в пределах 1–2 мин (меньшее время не позволяет в нужной мере активизировать функции сердечно-сосудистой и дыхательных систем, а значительно большее приводит к уменьшению интенсивности работы и мешает создать некоторый необходимый в данном случае кислородный долг); продолжительность интервалов относительного отдыха задается в тех же или в несколько больших пределах (для достаточно тренированных занимающихся) – до 3–4 мин. Конкретно она определяется по указанным критериям ЧСС: к концу интервала 120–140 уд/мин (меньшая ЧСС нежелательна, поскольку она свидетельствует о чрезмерном свертывании активности сердечно-сосудистой системы, что помешает получить необходимый тренировочный эффект);

– число повторений рабочих фаз и соответственно интервалов между ними главным образом зависит от того, насколько занимающийся способен соблюдать указанные параметры упражнения (если, например, по мере повторений к концу рабочей фазы ЧСС начинает значительно превышать 170–180 уд/мин и в пределах установленного интервала активного отдыха не удается уменьшить ее до 120–140 уд/мин, значит, следует прекратить упражнение). Практически нередко начинают с 3–4 повторений; квалифицированные же спортсмены, специализирующиеся в видах спорта, требующих предельного проявления аэробных возможностей, доводят число повторений до нескольких десятков (например, бег 20–30×400 м за 60–70 с и даже более раз).

Методы «круговой тренировки» при воспитании общей выносливости комплексного характера

Детальная разработка методики «круговой тренировки» в последние десятилетия привела к распространению ряда ее вариантов, рассчитанных на воспитание общей выносливости,

связанной с комплексным проявлением различных двигательных способностей (в том числе силовых и скоростных) в рамках комбинированной двигательной деятельности. Некоторые из таких вариантов описаны ниже.

Слитная «круговая тренировка». Эта форма «круговой тренировки» строится в режиме непрерывной длительной работы умеренной и большой интенсивности. Упражнения, составляющие «круг», подбираются в соответствии с общим символом «круговой тренировки», то есть по правилу последовательного воздействия на все основные мышечные группы. Упражнения выполняются серийно, повторно, без пауз. Время, выделяемое для прохождения «круга», и число повторений «кругов» определяются по показателям теста на максимум повторений, так называемый повторный максимум – ПМ (предварительной «прикидки» на индивидуально доступный максимум повторений каждого упражнения за 1 мин либо несколько большее или меньшее время, в зависимости от трудности упражнения).

Первый вариант. Исходное время работы устанавливается с таким расчетом, чтобы занимающиеся могли в отдельном занятии пройти целиком хотя бы один «Круг» без пауз, повторив каждое упражнение не менее чем в объеме $1/2-1/3$ ПМ. В ходе тренировочных этапов (например, в течение каждых 3–6 недель) увеличивают число повторений упражнений в «круге» (например, до 3Д ПМ), по возможности не слишком удлиняя исходное общее время прохождения «круга», а также число прохождений «кругов» (например, до 2–3). Эффект тренировки контролируется поэтапно по приросту этих показателей, а также по увеличению ПМ и уменьшению функциональных сдвигов (в частности, по ЧСС) на стандартную нагрузку, в качестве которой может служить на каждом этапе прохождение исходного «круга».

Второй вариант. Порядок формирования «круга» такой же, как и в первом варианте, с тем, однако, отличием, что, во-первых, подбираются менее трудные упражнения, которые выполняются вначале в меньшем темпе, но с большим числом повторений (к примеру, 3Д ПМ) и, во-вторых, число прохождений «круга» с самого начала составляет не менее двух. На протяжении определенного периода тренировки (например, 3–6 недель) решается задача сократить время, затрачиваемое на прохождение

«кругов», не уменьшая их числа и входящего в них числа повторений, что достигается увеличением темпа повторений и суммарной моторной плотности занятий. Степень сокращения этого времени служит одним из критериев эффективности тренировки. Так же как и в первом варианте, оцениваются прирост ПМ и уменьшение функциональных сдвигов на стандартную нагрузку по этапам тренировки.

Интервальная «круговая тренировка». Для воспитания выносливости комплексного характера, проявляемой в двигательной деятельности с выраженными моментами силовых напряжений и скоростных движений, в большей мере подходят разновидности «круговой тренировки», которые строятся в режиме интервальной работы субмаксимальной и переменной интенсивности. Содержанием их являются сравнительно кратковременные упражнения, определенная часть которых выполняется с дополнительными отягощениями, нормированными с таким расчетом, чтобы сохранялись достаточно значительный темп движений и возможность неоднократных повторений.

Игровой метод позволяет за счет повышенной эмоциональности достигать большего объема работы. Потому игровому методу принадлежит ведущая роль в организации учебно-воспитательного процесса у младших школьников. Особое место отводится различным подвижным играм. На каждом уроке обязательно проводятся подвижные игры. Игровой материал должен занимать примерно половину общего времени занятий с детьми в возрасте до 10–11 лет. Данное обстоятельство связано с тем, что особенности функционирования основных систем организма младшего школьника в наибольшей степени характерны именно игровой деятельности. Понять природу игрового метода возможно только на основе раскрытия сущности игры вообще.

Основу игрового метода составляет определенным образом упорядоченная игровая двигательная деятельность в соответствии с образным или условным «сюжетом» (замыслом, планом игры), в котором предусматривается достижение определенной цели многими дозволенными способами, в условиях постоянного и в значительной мере случайного изменения ситуации.

Игровой метод не обязательно связан с какими-либо общепринятыми играми, например, хоккеем, бадминтоном, волейболом, а может быть применен на материале любых физических упражнений: бега, прыжков, метаний и так далее. Особенно широкое использование игровой метод находит при проведении занятий с детьми дошкольного и школьного возраста. Он является методом комплексного совершенствования физических и психических качеств человека. С его помощью решаются самые различные задачи: развитие координационных способностей, быстроты, силы, выносливости, воспитание смелости, решительности, находчивости, инициативы, самостоятельности, тактического мышления, закрепления и совершенствования двигательных умений и навыков. Этот метод характерен наличием взаимной обусловленности поведения занимающихся эмоциональностью, что, безусловно, содействует при его применении воспитанию нравственных черт личности: коллективизма, товарищества, сознательной дисциплины и так далее.

Подвижные игры обладают еще одним достоинством: играющие в зависимости от уровня физической подготовки сами регулируют интенсивность нагрузок, выбирая моменты для отдыха.

Недостаток игры как средства и метода физического воспитания состоит только в том, что физическая нагрузка в игре не поддается точной и индивидуальной дозировке, как это имеет место в гимнастике, легкой атлетике и так далее. Поэтому игры должны подбираться с учетом физической подготовленности и двигательного опыта учащихся.

Известно, что дополнительным средством воспитания общей выносливости, особенно аэробной, относятся, в частности, так называемые дыхательные упражнения, постановка рационального дыхания во время выполнения основных упражнений и дозированное использование некоторых факторов внешней среды: насыщения кислородом вдыхаемого воздуха, барометрического давления, температурных факторов естественного и искусственного происхождения и другое.

Дыхательные упражнения и постановка дыхания. Несмотря на то, что мощность аппарата внешнего (легочного) дыхания обычно

не является главным фактором, лимитирующим проявление общей выносливости, роль его в большинстве видов двигательной деятельности и в гарантировании здоровья существенна. Этим определяется значение упражнений, специально направленных на совершенствование функций дыхательной системы, дыхательных упражнений. В современных комплексах они достаточно разнообразны и представляют в своей основе целесообразно регулируемые циклы дыхательных актов, выполняемых в определенных режимах, различными способами, в сочетании с усиливающими и оптимизирующими дыхательные процессы двигательными действиями. В числе их есть упражнения, включающие направленное изменение частоты, глубины и ритма дыханий, легочную гипервентиляцию и временную (нормированную) задержку дыхания, избирательное использование дыхания разного типа – ротового и носового, грудного и брюшного (диафрагмального), целесообразную синхронизацию дыхательных актов с фазами двигательных действий.

Одно из существеннейших условий положительного эффекта дыхательных упражнений, вызывающих значительную активизацию газообмена, – сочетание их с предшествующей и (или) сопутствующей физической нагрузкой достаточно значительного объема. Без этого гипервентиляция легких вызываемая активным дыханием, ведет к чрезмерному вымыванию углекислоты из крови, что чревато функциональными нарушениями: суживанием кровеносных сосудов мозга, головокружением и другим. Вообще, нельзя забывать, что совершенствование дыхательной системы, повышение и сохранение уровня ее функциональных возможностей обеспечиваются в процессе физического воспитания не столько отдельно взятыми дыхательными упражнениями, сколько целостными формами активной двигательной деятельности, во время которой соблюдаются правила рационального регулирования дыхания.

Постановка рационального дыхания при выполнении основных двигательных действий предполагает соблюдение, в частности, следующих положений:

– использование носового (через нос) и ротового (через рот) дыхания в зависимости от степени двигательной активности;

– акцентирование выдоха во время мышечной работы большой интенсивности (в таком случае поступающий в легкие богатый кислородом воздух смешивается с меньшим объемом остаточного резервного воздуха, имеющего пониженное содержание кислорода);

– соподчинение фаз дыхательного цикла и фаз двигательных действий в зависимости от структуры последних.

Нами была разработана инновационная методика комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников, основанная на способности к произвольному управлению дыханием, обеспечивающая существенное повышение уровня функциональных резервов дыхательной системы, физической подготовленности и работоспособности, улучшение состояния здоровья, что значительно сокращает потери учебного времени по болезни и, в целом, повышает эффективность процесса физического воспитания занимающихся.

Инновационная методика комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников рассчитана на два учебных полугодия ежедневных занятий (15–35 минут) в режиме продленного дня и состоит из четырех этапов (учебная четверть – этап). Ее продолжительность на I этапе составляет 15–17 минут, на II этапе – 20–24 минуты, на III этапе – 25–30 минут, на IV этапе – 30–35 минут. От этапа к этапу происходит плавное с прогрессирующим эффектом к окончанию учебного года увеличение респираторной нагрузки, усложнение условий выполнения упражнений, постепенное повышение интенсивности занятий (рисунок 15).

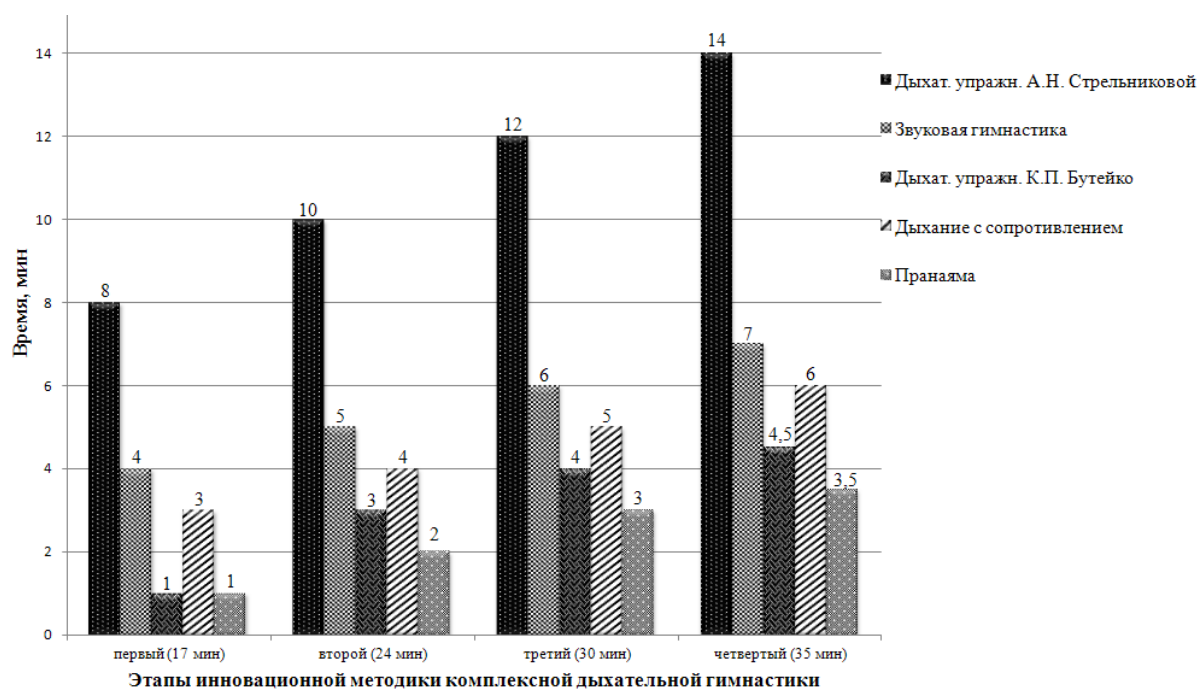


Рисунок 15 – Годовая динамика времени выполнения инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для учащихся I ступени образования

Каждое занятие дыхательной гимнастикой включало в себя 5 блоков, построенных по принципу «физиологической кривой»:

- парадоксальная дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой (комплекс упражнений представлен в приложении А), удачно сочетающая в себе тренировку дыхания и опорно-двигательного аппарата. Фазы отдыха между упражнениями заполняются простыми ритмическими движениями (хлопки, пружинки, постукивания, перекаты и другое);

- звуковая гимнастика по методу трехфазового дыхания Е.А. Лукьяновой;

- дыхание по методу К.П. Бутейко;

- резистивный тренинг (дыхание с сопротивлением в стакан с водой);

- элементы индийской хатха-йоги (Пранаяма).

I блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики включал в себя упражнения дыхательной гимнастики А.Н. Стрельниковой. В отличие от всех других школ дыхательных гимнастик, которые уделяют основное внимание задержке дыхания и выдоху, в методике А.Н. Стрельниковой главное – вдох. Выполнение дыхательных упражнений заключалось в активном,

напряженном, коротком вдохе, который тренирует все мышцы дыхательной системы. Выдох после активного вдоха происходит как бы сам собой. Сочетание дыхательных циклов с движениями тела, согласно данным С.Ю. Козловой, формирует интерес у детей к занятиям и начальное обучение проходит легко.

Правила выполнения упражнений

1. «Гарью пахнет! Тревога!» И резко, шумно, на весь класс, нюхайте воздух, как собака след. Чем естественнее, тем лучше.

Самая грубая ошибка – тянуть воздух, чтобы взять воздуха побольше. Вдох короткий, как хлопок в ладоши, его нельзя растянуть, его можно только повторить. Думайте только о вдохе. Чувство тревоги организует активный вдох лучше, чем рассуждения о нём. Поэтому, не стесняясь, яростно, до грубости, нюхайте воздух.

2. Выдох – результат вдоха.

Не мешайте выдоху уходить после каждого вдоха как угодно, сколько угодно – но лучше ртом, чем носом. Не помогайте ему. Думайте только: «Гарью пахнет! Тревога!» И следите за тем только, чтобы вдох шел одновременно с движением.

Выдох уйдет самопроизвольно. Во время гимнастики рот должен быть слегка приоткрыт. Увлекайтесь вдохом и движением, не будьте скучно-равнодушными. Движения создают короткому выдоху достаточный объём и глубину без особых усилий.

Таблица 30 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений Стрельниковой А.Н. (1989) в течение учебного года для учащихся I ступени образования

№ п/п	Упражнение	I четверть		II четверть		III четверть		IV четверть	
		7-8 лет	8-9 лет	7-8 лет	8-9 лет	7-8 лет	8-9 лет	7-8 лет	8-9 лет
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Ладочки	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32

2.	Погончики	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
3.	Насос	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
4.	Кошка	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
5.	Обними плечи	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
6.	Повороты головы	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
7.	Ушки	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
8.	Маятник головой	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
9.	Большой маятник	–	–	–	–	1 × 16	2 × 16	1 × 32	2 × 32
10.	Шаги	–	–	–	–	1 × 16	2 × 16	1 × 32	2 × 32
Итого вдохов:									
		256	256	256	384	416	576	576	896
Примечание: 4 × 8 – первая цифра (4) обозначает количество подходов выполнения упражнения, вторая цифра (8) обозначает количество вдохов-движений									

3. Повторяйте вдохи так, как будто вы накачиваете шину в темпоритме песен. И, тренируя движения и вдохи, считайте на 2, 4 и 8. Вдохи громче выдохов. Паузы между дозами вдохов –

1–3 секунды, которые можно заполнять простыми ритмическими движениями (хлопки, пружинки, перекаты и др.).

В таблице 30 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений для учащихся I ступени образования в течение учебного года.

Выполнение специальных дыхательных упражнений парадоксальной гимнастики А.Н. Стрельниковой позволяет усилить носовое дыхание и вызвать раздражение слизистых оболочек сильной струей воздуха. При этом многочисленными исследованиями выявлено большое преимущество носового дыхания перед ротовым. При переключении трахеального дыхания на носовое уже через непродолжительный срок может быть достигнуто изменение в сторону повышения количества кислорода в артериальной крови.

В своей работе мы учитывали и то, что упражнения дыхательной гимнастики А.Н. Стрельниковой необходимо выполнять продолжительное время, что носит однообразный монотонный характер. Поэтому еще в ходе констатирующего эксперимента были выбраны наиболее приемлемые для детей младшего школьного возраста дыхательные упражнения и подобрано соответствующее музыкальное сопровождение.

II блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики включал звуковую гимнастику по методу трехфазового дыхания Е.А. Лукьяновой – «школа трехфазового дыхания», направленную на развитие дыхательной мускулатуры и диафрагмы в основном за счет сопротивления выдыхаемому воздуху со стороны артикуляционных (речевых) органов, для чего на выдохе произносятся различные звуковые сочетания. Принципиальной чертой этой методики является фиксация внимания на паузе после выдоха.

Пауза используется для того, чтобы последующий вдох происходил быстро, естественно и самопроизвольно. Для звуковой гимнастики характерны следующие особенности: вдох через нос (1–2 с), пауза (1 с), активный выдох через рот (2–4 с), пауза (4–6 с). Выдох должен быть вдвое дольше вдоха. Звуки и их сочетания должны произноситься в определённом наборе и строго определённым способом – произнесение с обязательным первоначальным выполнением двух упражнений: «закрытого

стона» – «mmm» и «очистительного выдоха» – «пфф»). Система сочетаний строится на следующем порядке гласных – У, О, А, Э, И. Согласные произносятся в такой последовательности – Д, Б, П, Т, М, Н, Л, Р, Г и далее произвольно.

Используются дикционные упражнения с текстом, а также тренировка дыхания в движении. Описание упражнений представлено в приложении Б.

Таблица 31 – Дозировка выполнения упражнений звуковой дыхательной гимнастики для учащихся I ступени образования в течение учебного года

I четверть		II четверть		III четверть		IV четверть	
7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет
3–4 мин	3–4 мин	5–6 мин	5–6 мин	6–7 мин	6–7 мин	7–8 мин	7–8 мин

В таблице 31 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений звуковой гимнастики для учащихся I ступени образования в течение учебного года.

Согласно данным ряда авторов выполнение специальных дыхательных упражнений, связанных с кратковременными задержками дыхания (упражнения из методики Е.А. Лукьяновой), повышает устойчивость организма к кислородной недостаточности, что благотворно влияет на ферментные системы, кровоснабжение головного мозга и сердца, способствует оптимальному насыщению организма кислородом, уравниванию нервных процессов, активизирует функцию внутренних органов, способствует увеличению жизненной емкости легких.

В методике освоения трехфазового дыхания нами были отобраны упражнения для тренировки равномерного выдоха и глубокого резонирования на согласных звуках, использовалась тренировка дыхания в движении.

Обучение детей дыхательным упражнениям было своеобразной обучающей игрой, в которой дети имели возможность самостоятельно на слух контролировать ровность, длину, плотность звука и с интересом овладевали навыками правильного дыхания.

III блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики включал дыхательные упражнения метода волевой ликвидации глубокого дыхания (ВЛГД), разработанного врачом К.П. Бутейко. Автор рекомендует задерживать, уменьшать дыхание по принципу «выдох, задержка дыхания, легкий вдох, задержка дыхания и так далее».

По мере задержки дыхания и при неглубоком дыхании в организме нормализуется кислотно-щелочное равновесие, улучшаются обменные процессы.

Тест на задержку дыхания (для проверки здоровья): после небольшого вдоха в покое следует как можно дольше задержать дыхание; если трудно не дышать после 3–5 с, то это – признак серьёзной болезни; пауза в 30 с свидетельствует, что человек здоров, но он «глубоко дышащий»; абсолютно здоровый человек без усилий способен не дышать 1 мин, а при тренировке – и более.

Каждому школьнику необходимо научиться измерять частоту своего пульса, частоту дыхания (число вдохов и выдохов) и контрольную паузу (задержку дыхания после обычного выдоха до первой трудности). Так, если ваша КП равна 15 секундам (норма – 60 секунд для взрослого человека), то $60 : 15 = 4$, то есть это показывает, что при каждом вдохе вы вдыхаете в четыре раза больше воздуха, чем нужно.

Тренировка по методу К.П. Бутейко с младшими школьниками производится так: необходимо удобно сесть, спина должна быть прямой, потянуть вверх шею, руки положить свободно на колени, но чтобы они не соприкасались. Теперь необходимо максимально расслабиться, успокоить дыхание и пульс. При расслаблении контролировать расслабление плеч, рук (особенно изгибы руки и кисти), лицо (особенно мышцы вокруг глаз и лоб), ноги (особенно ступни), мышцы грудной клетки, живота и диафрагмы.

Если у вас во время выполнения дыхательных упражнений сильно напрягается спина, то нужно опереться на спинку стула, но держать спину ровной.

Школьникам рекомендуется вести дневник здоровья, в который вносятся результаты измерений. По ним в дальнейшем сверяется ход тренировочного процесса.

Итак, приняв нужное положение, необходимо постепенно уменьшать глубину дыхания, сводя её на нет с одновременным подсчётом дыхательных движений в течение каждой минуты. При этом будет возникать ощущение лёгкой нехватки воздуха. Внешнее дыхание должно стать незаметным. Уменьшению глубины дыхания способствует поднятие глаз вверх (подбородок не поднимать) и слегка надутые губы.

Данный блок дыхательных упражнений по методу К.П. Бутейко проводится в форме игры–соревнования. В связи с этим по истечении каждой минуты выполняется опрос школьников с целью выявления учащихся, которые сделали наименьшее количество дыхательных движений.

Закончив выполнение дыхательных упражнений данного блока выполняется измерение частоты пульса и частоты дыхания с последующим внесением результатов в дневник здоровья.

Известно, что частота дыхания и количество пульсовых ударов на каждое дыхательное движение меняется соответственно возрастным изменениям. Так, по данным А.Ф. Тура и Н.А. Шалкова, частота дыхания с возрастом становится реже и к 10–12 годам приближается к норме дыхания у взрослых (дети 10–12 лет – 20–23, взрослые 16–20).

В таблице 32 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений по методу К.П. Бутейко для учащихся I ступени образования в течение учебного года.

Следует отметить, что любая подвижная игра для младших школьников («Волк и зайцы», «Весёлые тараканчики», «Удочка», «Кошки–мышки», «Пост ГАИ») может быть использована на занятиях с дыханием по методике К.П. Бутейко. По сигналу проводящего (по мере усталости) игра останавливается для проверки дыхания у детей (дышать по возможности тихо и незаметно). Дети, которые дышат глубоко и учащённо выбывают из игры на несколько минут для восстановления дыхания.

Таблица 32 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений для учащихся I ступени образования по методу К.П. Бутейко (1986) в течение учебного года

I четверть		II четверть		III четверть		IV четверть	
7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет
1–2 мин	1–2 мин	2–3 мин	2–3 мин	3–4 мин	3–4 мин	4–5 мин	4–5 мин

Главный указатель состояния дыхательной системы – естественная максимальная пауза между вдохом и выдохом (МП), которая не вызывает у испытуемого ощутимого дискомфорта и напряжения. Продолжительность этой паузы (апное) является достаточно информативным показателем состояния дыхательной системы человека. В теории К.П. Бутейко этот показатель является основным в определении насыщенности организма человека углекислотой.

IV блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики заключался в резистивном тренинге (применении метода «дыхание с сопротивлением»). Этот способ должен имитировать положительное давление в конце выдоха (ПДКВ). Так, А.П. Зильбер рекомендует ПДКВ при низкой функциональной остаточной емкости (ФОЕ) легких, для снижения внутрилегочного объема крови, уменьшения экспираторного закрытия дыхательных путей и др.

Среди многих врачей бытует мнение, что дыхание с сопротивлением, повышая давление в дыхательных путях, способствует тем самым наполнению легких воздухом, а значит их «расправлению». За рубежом этот метод был популярен в 60–70-х годах, благодаря чему получили распространение специально сконструированные так называемые «бутылки для раздувания» – «blow bottles», в которых дозированное сопротивление дыханию создавалось выдуванием воды из одной емкости в другую.

Однако, Bartlett R. высказал предположение о том, что в основе лечебного действия этих бутылок лежит не сопротивление дыханию, а глубокий вдох, который занимающийся должен сделать перед выдохом в воду. Nunn J. показал, что энергичный выдох способен вызывать заметное снижение оксигенации

артериальной крови, причем этот эффект оказался более значительным при добавлении кислорода к вдыхаемому воздуху. Kaplan J. считает, что форсированный выдох с сопротивлением способствует снижению транспульмонального давления на выдохе и снижению объема легких, вызывает утомление, ухудшает легочный кровоток, снижает сердечный выброс, ФОЕ и артериальную оксигенацию. В связи с вышеизложенным метод дыхательной гимнастики путем дыхания с сопротивлением за рубежом давно и окончательно оставлен.

Таким образом, принцип дыхания через трубочку сводился к созданию дополнительного сопротивления при выдохе в трубочку, вставленную в стакан с водой.

При занятиях дыхательной гимнастикой нами использовались трубочки, которые погружались в стакан с водой, с внутренним диаметром 5 мм и длиной 21 сантиметр, что соответствует дополнительному объему 16,49 см³.

Школьнику необходимо было сделать небольшой вдох через нос, задержать дыхание на несколько секунд, затем выполнить плавный и ровный выдох в трубочку, обхватив ее плотно губами, образуя при этом пузырьки воздуха в воде. Ритм, частота и глубина дыхания изменялись согласно указаниям экспериментатора.

Дыхание с сопротивлением проводилось в форме игры «Кто больше образует пузырей», «У кого дольше всех выдох».

IV блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики заключается в выполнении упражнений удлиненного выдоха через трубку, погруженную в воду. Дыхательные упражнения проводятся в форме игры. Необходимо выполнить вдох через нос, затем выдохнуть в трубку с образованием пузырей. Сила и скорость выдоха изменяются по указаниям проводящего. Дозировка выполнения упражнений детьми представлена в таблице 33.

Таблица 33 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений удлиненного выдоха для учащихся I ступени образования с сопротивлением в стакан с водой в течение учебного года

I четверть		II четверть		III четверть		IV четверть	
7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет
3 мин	3 мин	4 мин	5 мин	5 мин	6 мин	6 мин	7 мин

V блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики состоял из дыхательных упражнений индийской хатха-йоги (Пранаяма), которые при их систематическом выполнении модифицируют (хотя бы на время) привычный рисунок дыхания, пролонгируя его, акцентируя задержки дыхания. Это способствовало повышению экономичности дыхания, улучшению вентиляции и газообмена, причем не столько за счет увеличения дыхательного объема, сколько за счет большей равномерности вентиляции, сбалансированности движений всей дыхательной мускулатуры.

Педагогические наблюдения при разучивании детьми младшего школьного возраста дыхательных упражнений Пранаямы показали, что выполнение данных упражнений требует от младших школьников умения удерживать сконцентрированное внимание продолжительное время, что накладывает дополнительные требования на проводящего.

При этом для детей оказалось сложным и непривычным действием освоение медленного, продолжительного вдоха с постепенным выпячиванием стенки живота вперед, как и выполнение выдоха с одновременным втягиванием живота. Схожие результаты отмечены в диссертационной работе С.Ю. Козловой.

В разработанную нами инновационную методику входили элементы специальных дыхательных упражнений из системы хатха-йога (пранайама), направленные на кратковременную задержку дыхания на вдохе и на выдохе, что способствовало возникновению последующего более глубокого вдоха и выдоха.

V блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики содержит элементы дыхания по йоге

(диафрагмальное, грудное, ключичное, смешанное, дыхание с одной ноздрей, дыхание с паузами, очищающее дыхание и так далее).

Все дыхательные упражнения Хатха-йоги основаны на замедлениях, задержке дыхания в сочетании с физическими упражнениями. По мнению йогов, между дыханием и психическим состоянием существует определённая связь. Ритмизация дыхания приводит к психической релаксации, уравниваемости, спокойствию. Йоги применяют различное соотношение вдоха, задержки и выдоха (например: 1 : 4 : 2 или 1 : 4 : 1).

Йоги считают: дышать следует реже, но вдыхать глубже. Нормальная частота дыхания – около 10 вдохов в минуту в спокойном состоянии и не больше 40 при напряженной физической работе.

Комплекс дыхательных упражнений Хатха-йоги

1. Погладить нос (боковые его части) от кончика к переносице – вдох. Дыхание только через левую, а потом только через правую ноздрю (при этом для закрытия правой ноздри используют большой палец правой руки, остальные пальцы смотрят вверх, а для закрытия левой ноздри применяют мизинец правой руки). Дыхание медленное, глубокое. На выдохе постучать по ноздрям 5 раз.

Дыхание только через левую ноздрю активизирует работу правого полушария головного мозга, способствует успокоению и релаксации. Дыхание только через правую ноздрю активизирует работу левого полушария головного мозга, способствует решению рациональных задач.

2. Сделать 8–10 вдохов и выдохов через правую и левую ноздри, по очереди закрывая отдыхающую ноздрю указательным пальцем.

3. *Успокаивающее дыхание.* Нормальный вдох, продолжительный выдох; пауза в два раза короче, чем вдох.

4. *Мобилизующее дыхание.* Продолжительный вдох, пауза в два раза короче, чем вдох; выдох нормальный, произвольный. Вариант: вдох через левую ноздрю при закрытой правой, выдох через правую; вдох через правую при закрытой левой и т.д.

5. *Ритмическое дыхание*. Варианты: 1) спокойный, лёгкий вдох – пауза – такой же выдох – пауза – чуть довыдохнуть – пауза – цикл повторяется; продолжительность вдоха и выдоха – по самочувствию; 2) вдох четырьмя порциями – пауза – выдох четырьмя порциями; такое дыхание способствует нормализации возбудительных и тормозных процессов при расстройствах нервной и сердечно-сосудистой систем.

6. *Вьетнамский метод дыхания*. Глубокий вдох – пауза – активный полный выдох – пауза. При вдохе максимально надуть живот, при выдохе максимально втянуть живот.

7. *Полное дыхание йогов*. Стоя или сидя прямо, развернув плечи, сделать выдох до конца, а затем усилием диафрагмы, направленными вниз, выдвинуть живот вперед (насколько получится) и, вдыхая воздух, раздвинуть средние ребра. Затем расширить верхние ребра вплоть до ключичных (поднимая ключицы кверху). Теперь легкие наполнены воздухом хорошо. Но чтобы он попал в окраинные части лёгких, надо, задержав (на конце вдоха) дыхание, втягивать живот (насколько возможно) несколько секунд, и, не опуская диафрагмы, сделать медленный выдох.

На начальном этапе рекомендуется дышать так: вдох – 8 с, задержка дыхания – 4 с, выдох – 8 с, задержка – 4 с. Позже можно согласовывать дыхание с шагами или биением пульса.

Для здорового человека достаточно 10–15 мин полного дыхания в день. Полное дыхание способствует оздоровлению дыхательной системы, улучшению деятельности сердечно-сосудистой системы, нормализации кровяного давления. Положительно влияет оно и на нервную систему: улучшает настроение, снимает чувство тревоги, придаёт уверенность в себе.

8. *Очищающее дыхание*. Сделав медленно глубокий вдох, ненадолго задержать воздух и потом короткими и сильными толчками выдыхать его через сложенные трубочкой губы, не надувая щёк. Кончик языка прижать к нижним зубам, но не прятать его. Силу толчков постепенно уменьшать. Каждая порция выдыхаемого воздуха должна быть меньше предыдущей. Вначале можно выполнять не более трёх актов очищающего дыхания. При этом способе дыхания из организма выходит «остаточный» углекислый газ, проходит чувство усталости.

9. *Стимулирующее шипящее дыхание («шумное дыхание»)*. Глубокий вдох, задержка и выдох через рот как можно медленнее и полнее, издавая свистящий звук, как при произнесении «с-с-с-с» (сопротивление выходящему воздуху создает язык).

В таблице 34 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений V блока инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики в течение учебного года.

Таблица 34 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений для учащихся I ступени образования по системе йогов в течение учебного года

I четверть		II четверть		III четверть		IV четверть	
7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет	7–8 лет	8–9 лет
1–2 мин	1–2 мин	1–2 мин	1–2 мин	2–3 мин	2–3 мин	3–4 мин	3–4 мин

На всех этапах занятий с младшими школьниками в группе продленного дня проводились тематические беседы, раскрывающие значение дыхательной системы в жизнедеятельности человека; изучались основы анатомического строения и основных функций аппарата дыхания и его взаимосвязь с органами и системами человеческого организма; рассматривались основные нормы правильного рационального физиологического и фонационного дыхания, фазы дыхательных циклов; разъяснялась необходимость правильного дыхания и др. Беседы проводились в занимательной игровой форме, информация излагалась простым доступным языком, широко использовались наглядные средства (плакаты, рисунки), тематические загадки и игры. Младшие школьники учились находить, чувствовать движение диафрагмы, предварительно изучив на схеме положение и значение легких, диафрагмы, желудка; учились разделять части дыхательного акта – вдох, выдох, паузу.

При обучении детей дыхательным упражнениям использовались методы: строго регламентированного (стандартно-повторного и вариативного) упражнения и игровой. Вариативность относилась к преобразованию условий выполнения упражнений (изменение исходных положений, темпа движений, усложнение привычного действия добавочными движениями).

Педагогический контроль за детьми на занятиях дыхательной гимнастикой предусматривал особо строгое наблюдение за внешними признаками утомления (покраснение лица, одышка, носовые кровотечения, нарушение произвольной регуляции дыхательных движений и др.). Занимающиеся предварительно предупреждались о возможности появления неприятных ощущений в процессе занятия (покалывание в носу, головокружение) и необходимости немедленно сообщить об этом экспериментатору. Появление данных признаков служило сигналом к снижению нагрузки или временному прекращению занятия и свидетельствовало о превышении индивидуальных возможностей ребенка.

При появлении первых признаков утомления у младших школьников и во время релаксации использовались упражнения с удлиненным выдохом (релаксирующей направленности), с кратковременными паузами после вдоха и выдоха. Стимуляция восстановительных процессов и повышение эффективности отдыха во время релаксации происходит благодаря снижению потока импульсов от расслабленных мышц в ЦНС, а также усилению кровотока в работавших мышечных группах. Обучение расслаблению с опорой на естественные ритмы напряжения и релаксация в процессе дыхания дает хорошие результаты в связи с тем, что свободное дыхание сопряжено с сокращением дыхательной мускулатуры на вдохе и ее расслаблением на выдохе. Таким образом, в момент выдоха общее расслабление всегда будет более полным и глубоким, чем в момент вдоха.

Заключение

В настоящее время здоровье учащихся из года в год ухудшается, а в процессе обучения происходит снижение их функциональных возможностей, что затрудняет усвоение учебной программы, ограничивает выбор будущей профессии. Можно утверждать, что одно из ведущих мест в системе профилактических мероприятий, направленных на коррекцию здоровья и повышение резервных возможностей организма школьников и студенческой молодежи, занимают средства физического воспитания.

В процессе выполнения работы выявлено, что из всего многообразия средств физической культуры наиболее эффективными являются упражнения аэробной направленности, так как они в большей степени способствуют улучшению показателей здоровья занимающихся и не требуют дополнительных спортивных сооружений и инвентаря.

Согласно поставленным задачам исследования нами разработана авторская концепция оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных возможностей занимающихся. При этом основные компоненты разработанных авторских методик – легкоатлетические упражнения, элементы лыжной подготовки, плавание, дыхательные упражнения, комплексы танцевальной аэробики, специально разработанные комплексы общей физической подготовки, подвижные игры, развивающие преимущественно общую выносливость.

Нами доказано, что разработанные методики направлены на коррекцию физического состояния занимающихся; положительно влияют на повышение их уровня морфо-функционального состояния и физической подготовленности, что отразилось в достоверном улучшении показателей развития скоростно-силовых качеств, силовой выносливости, скорости, общей выносливости, координационных способностей, гибкости. При этом показатели функционального состояния и физического развития максимально приблизились к рекомендуемым возрастным физиологическим нормам.

Представленная на страницах научного издания авторская компьютерная программа «Пульсометрия» (Pulsometrija)

предназначена для получения своевременной информации о динамике показателей сердечно-сосудистой системы (сердечного ритма) занимающихся; способствует принятию обоснованных управленческих решений со стороны педагога по коррекции физкультурно-спортивной деятельности, формам двигательной активности, объёму и интенсивности физической нагрузки для школьников. Компьютерная программа определяет адекватность физической нагрузки возрасту и полу занимающихся, в автоматизированном режиме строит пульсовую кривую урока физической культуры и здоровья. Программный продукт рекомендуется к использованию учителям физической культуры и здоровья, тренерам-преподавателям, студентам учреждений среднего и высшего образования, другим заинтересованным специалистам.

Таким образом, разработанная и апробированная нами концепция оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных возможностей занимающихся благотворно влияет на физическое состояние в целом, позволяет сформировать необходимые физкультурные компетенции занимающихся, помогает овладеть умениями к самостоятельным занятиям физическими упражнениями, повышает потребностно-мотивационно-ценностный компонент физической культуры занимающихся.

Практические рекомендации

1. Полученные результаты и наши предложения, проверенные в педагогическом эксперименте, могут быть использованы как один из эффективных путей оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных резервов занимающихся.

Основными компонентами разработанных авторских методик являются легкоатлетические упражнения, элементы лыжной подготовки, плавание, дыхательные упражнения, комплексы танцевальной аэробики, специально разработанные комплексы общей физической подготовки, подвижные игры, развивающие преимущественно выносливость. Так, при организации и проведении подвижных игр, ориентация в подборе игр должна быть такова, чтобы они соответствовали уровню подготовленности занимающихся и развивали преимущественно общую (аэробную) выносливость.

2. При выполнении комплексов базовых аэробики следует:

- обеспечить занятия музыкальным сопровождением, которое создает положительный эмоциональный фон;
- способствовать стремлению занимающихся не только демонстрировать хорошо отработанные упражнения, но и согласовывать свои движения с движениями партнеров по группе;
- разрабатывать занятия на основе разнообразных «базовых» шагов и прыжков в сочетании с различными движениями рук;
- использовать специальную терминологию движений;
- применять разработанную знаковую систему в сочетании со словесными указаниями для управления группой, что значительно облегчает проведение занятий;
- постепенно требовать от занимающихся эмоционального выразительного исполнения отдельных слагаемых комбинаций, а тем более, комбинации целиком. Необходимо сконцентрировать внимание на технической стороне выполнения движений, правильной последовательности элементов, ориентировки в пространстве с последующим повышением эмоциональности, раскрепощенности и выразительности.

3. Проведение диагностики функционального состояния

кардиореспираторной системы занимающихся с использованием авторской компьютерной программы «Пульсометрия» позволяет педагогу следить за индивидуальной и групповой динамикой показателей функционального состояния кардиореспираторной системы, своевременно и адекватно корректировать учебные задания, внося изменения в методику организации и проведения физкультурно-оздоровительных и спортивных занятий для занимающихся.

4. Проведение комплексных исследований особенностей функционального состояния кардиореспираторной системы позволяет определить изменения функционального состояния организма, его регуляторно-адаптивный статус, в том числе с учетом спортивной специализации и квалификации; своевременно выявлять состояние дезадаптации и целенаправленно подбирать средства восстановления для занимающихся, относящихся к группе риска.

5. У квалифицированных спортсменов, студентов и школьников, занимающихся в спортивных секциях, отнесенных к группе с неудовлетворительной адаптацией сердечно-сосудистой системы, необходимо своевременно обратить внимание на истощение функциональных резервов механизмов регуляции и снижения объема спортивных физических нагрузок, особенно при занятиях игровыми видами спорта в режиме спортивных секций, поскольку тренировочная и соревновательная деятельность в этих видах спорта требует выполнения большего объема скоростно-силовых и собственно-силовых нагрузок, высокого развития общей и скоростной выносливости. Необходимо ставить остро вопрос о соблюдении принципа адекватности с учетом выделенных трех типов адаптации: нагрузка не должна превышать функциональные и регуляторно-адаптивные возможности организма. Понятие адекватности физических нагрузок возрастным и индивидуальным особенностям организма занимающихся объединяет приспособительные свойства кардиореспираторной системы, в первую очередь ССС, которая является базовой системой гомеостатического и адаптивного уровня, лимитирующая работоспособность организма.

6. Для восстановления и оптимизации функционального состояния организма контингента «риска» могут быть

рекомендованы нагрузки циклического характера (легкоатлетический бег, аэробика), развивающие общую и скоростную выносливость, способствующие высокому развитию регуляторно-адаптивного статуса кардиореспираторной системы и организма в целом.

7. На выявленных характеристиках регуляторно-адаптивного статуса кардиореспираторной системы учащихся и студентов может быть разработана теоретическая модель специальной функциональной системы адаптации занимающихся к учебным и физическим нагрузкам различной направленности, которая может быть положена в основу системы коррекции их физического состояния, прогнозирования развития и становления регуляторно-адаптивного статуса при выборе спортивной специализации.

Список использованных источников

1. Абзалов, Р.А. Развивающееся сердце и двигательный режим / Р.А. Абзалов, Ф.Г. Ситдигов. – Казань: КГПУ, 1998. – 96 с.
2. Абзалов, Р.А. Насосная функция сердца развивающегося организма и двигательный режим / Р.А. Абзалов. – Казань, 2005. – 277 с.
3. Аболенская, А.В. Способ оценки адаптационных возможностей детского организма / А.В. Аболенская, В.П. Самохвалов, Г.Н. Разживина // Педиатрия. – 1989. – № 6. – С. 50–54.
4. Абрамович, М.П. Влияние занятий спортом на характер соматического развития и адаптивные возможности кардиореспираторной системы школьников 10–16 лет: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / М.П. Абрамович. – Майкоп, 2010. – 167 с.
5. Абросимова, Л.И. Возрастные изменения гемодинамики при физической нагрузке максимальной мощности у школьников / Л.И. Абросимова, В.Ф. Киселев, Н.М. Скорнякова // Возрастные особенности физиологических систем детей и подростков. – М., 1981. – С. 72–74.
6. Агаджанян, Н.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма / Н.А. Агаджанян, И.В. Рушенкова, Н.В. Ермакова // Физиология человека. – 1997. – Т.23. – №1–2. – С. 93–97.
7. Агаджанян, Н.А. Экологическая физиология [Текст] / Н.А. Агаджанян, А.Г. Марачев, Г. А. Бобков. – М.: КРУК, 1998. – 416 с.
8. Агаджанян, Н.А. Сравнительная характеристика особенностей реакций организма на воздействие различных экстремальных факторов / Н.А. Агаджанян, А.В. Блытов, Т.Е. Батоцыренова // Журнал «Экология человека». – 2004. – № 2. – С. 3–7.
9. Агаджанян, Н.А. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
10. Агаджанян, Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье: учебн. пособие / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 281 с.

11. Агеева, Г.Ф. Стимулирование двигательной активности детей дошкольного возраста средствами физического воспитания: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Г.Ф. Агеева. – Набережные Челны, 2013. – 142 с.
12. Ажипа, Я.И. Нервы желез внутренней секреции и медиаторы в регуляции эндокринных функций / Я.И. Ажипа. – М.: Наука, 1976. – 200 с.
13. Айзман, Р.И. Возрастные изменения морфо-функциональных показателей и физической работоспособности у школьников 10–14 лет с разным уровнем организованной двигательной активности / Р.И. Айзман, В.Б. Рубанович // Физиология человека. – 1994. – № 3. – С. 137–143.
14. Айзман, Р.И. Физиологические основы здоровья / Р.И. Айзман, А.Я. Тернер. – Новосибирск: Лада, 2001. – 524 с.
15. Айсанов, З.Р. Респираторная медицина: руководство : в 3 т. / Российское респираторное общество; под ред. академика РАН А.Г. Чучалина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Литтерра, 2017. –Т. 3. – 463 с.
16. Алексеева, Э.А. Оценка функционального состояния организма студентов в период экзаменационного стресса / Э.А. Алексеева, Л.Н. Шантанова, А.Н. Петунова, И.К. Иванова // Вестник Бурятского госуниверситета. – 2010. – № 12. – С. 108–113.
17. Алиев, М.Н. Воспитание общей выносливости младших школьников / М.Н. Алиев, Р.Т. Гаджимурадова // Известия ВГПУ: раздел «Воспитание и дополнительное образование». – 2010. – № 9 (53). – С. 90–95.
18. Алтынова, Н.В. Физиологический статус студентов-первокурсников в условиях адаптации к обучению в вузе / Н.В. Алтынова, А.В. Панихина, Н.И. Анисимов, А.А. Шуканов // В мире научных открытий. – 2009. – № 3. – С. 99–103.
19. Ананьева, Н.А. Физическое развитие и адаптационные возможности школьников / Н.А. Ананьева // Вестн. РАМН. – 1999. – № 5. – С. 19–24.
20. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 447 с.
21. Анохин, П.К. Избранные труды. Философские аспекты теории функциональных систем. Принципиальные вопросы общей

теории функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978. – С. 49–106.

22. Анохин, П.К. Кибернетика функциональных систем. Избр. труды / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1998. – 400 с.

23. Антропова, М.В. Нормализация учебной нагрузки школьников: экспериментальное физиолого-гигиеническое исследование / Под ред. М.В. Антроповой, В.И. Козлова. – М.: Педагогика, 1988. – 160 с.

24. Антропова, М.В. Реакция основных физиологических систем организма детей 6–12 лет в процессе адаптации к физической нагрузке / М.В. Антропова // Физиология человека. – 1989. – Т. 9. – № 1. – С. 18–24.

25. Антропова, М.В. Здоровье школьников: результаты лонгитюдного исследования / М.В. Антропова, Г.Г. Манке, Л.М. Кузнецова. – М.: Педагогика, 1995. – № 2. – С. 26–31.

26. Антропова, М.В. Возрастная динамика работоспособности / М.В. Антропова, Г.Г. Манке, Л.М. Кузнецова [и др.] // Физиология развития ребенка: теоретические и практические аспекты. – М.: УРАО, 2000. – С. 259–274.

27. Апанасенко, Г.Л. Медицинская вапеология / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова. – Ростов на Дону: Феникс; Киев: Здоровье, 2000. – 245 с.

28. Ардашев, А.В. Практические аспекты современных методов анализа variability сердечного ритма / А.В. Ардашев, А.Ю. Лоскутов. – М.: МЕДПРАКТИКА, 2011. – 128 с.

29. Артеменков, А.А. Изменение вегетативных функций у студентов при адаптации к умственным нагрузкам / А.А. Артеменков // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 62–63.

30. Артеменков, А.А. Концепция оптимизации функционального состояния и повышения адаптационных возможностей человека: дис. ... д-ра биол. наук: 03.03.01 / А.А. Артеменков; [Место защиты: ФГБОУ ВПО «Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма»]. – Смоленск, 2015. – 367 с.

31. Аршавский, И.А. Основы возрастной периодизации / И.А. Аршавский // Возрастная физиология. Сер. «Руководство по физиологии». – Л.: Наука, 1975. – С. 5–68.

32. Аршавский, И.А. Функциональные особенности сердца при физических нагрузках в возрастном аспекте [Текст]: Сб. / Ред. кол.: ... канд. мед. наук, доц. Н.А. Панова (отв. ред.) [и др.]; М-во прос. РСФСР. Ставропольск. гос. пед. ин-т. – Ставрополь: [б. и.], 1975. – С. 5–21.
33. Аршавский, И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И. А. Аршавский. – М.: Наука, 1982. – 270 с.
34. Аскарлова, З.А. К вопросу о функциональном состоянии кардиореспираторной системы студентов при адаптации к учебному процессу / З.А. Аскарлова, Г.Т. Сраилова // Вестник КазНУ, биологическая серия. – 2011. – № 3 (48). – С. 30–32.
35. Бабахан, Ю.С. Самооценка студента как показатель его способности к учебной адаптации. Психологические и социально-психологические особенности адаптации студента / Ю.С. Бабахан. – Ереван, 1973. – С. 21–25.
36. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 296 с.
37. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск заболевания / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 256 с.
38. Баевский, Р.М. Современное состояние исследований по variability сердечного ритма в России / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Г.В. Рябыкина // Вестник аритмологии. – 1999. – № 14. – С. 71–75.
39. Баевский, Р.М. Адаптационные возможности организма и понятие физиологической нормы / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // Тез. докл. XVIII съезда физиол. общества им. И.П. Павлова. – М.: ГЭОТАР–МЕД, 2001. – С. 304.
40. Баевский, Р.М. Основы экологической валеологии человека / Р.М. Баевский, А.Л. Максимов, А.П. Берсенева. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2001. – 267 с.
41. Баевский, Р.М. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Р.М. Баевский. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
42. Бажин, Р.В. Разработка автоматизированной системы регистрации и анализа показателей ритма сердца и дыхания для оценки функционального состояния организма человека: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.В. Бажин. – М., 1999. – 16 с.

43. Байгужин, П.А. Особенности адаптации к учебной нагрузке школьников 8–9 лет с различным психотипом: дис. ... канд. биол. наук: 25.03.05 / П.А. Байгужин. – Челябинск, 2005. – 150 с.

44. Байгужин, П.А. Особенности срочной регуляции сердечного ритма у студенток в условиях воздействия напряженной умственной деятельности / П.А. Байгужин // В мире научных открытий. – 2011. – № 4. – С. 1812–1819.

45. Баранов, А.А. Задачи педиатрической науки по охране здоровья детей / А.А. Баранов // Вестн. РАМН. – 2003. – № 8. – С. 3–5.

46. Баранов, А.А. Здоровье, обучение и воспитание детей: история и современность (1904–1959–2004) / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева. – М.: Династия, 2006. – 312 с.

47. Баранов, А.А. Физическое развитие детей и подростков на рубеже тысячелетий: монография / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2008. – 216 с.

48. Баранов, А.А. Универсальная оценка физического развития младших школьников: пособие для мед. работников / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, Н.А. Скоблина и др. – М.: Изд-во НЦЗД РАМН, 2010. – 34 с.

49. Баранов, А.А. Основные закономерности морфо-функционального развития детей и подростков в современных условиях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева // Вестник РАМН. – 2012. – № 12. – С. 35–40.

50. Бартош, О.П. Адаптация кардиореспираторной системы у детей и подростков северо-востока России в зависимости от соматотипа / О.П. Бартош, А.Я. Соколов // Гигиена и санитария. – 2006. – № 6. – С. 59–61.

51. Батенкова, И.В. Особенности функционирования сердечно-сосудистой системы младших школьников в условиях реализации различных педагогических систем: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.В. Батенкова. – Казань, 2001. – 22 с.

52. Бебякова, Н.А. Особенности физического развития и адаптационных возможностей детей и подростков, работающих на компьютере / Н.А. Бебякова, Т.П. Экономова // Экология человека. – 2003. – № 4. – С. 39–42.

53. Безобразова, В.Н. Развитие системы кровообращения у детей / В.Н. Безобразова, С.Б. Догадкина, Г.В. Кмить и др. // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 364.
54. Безруких, М.М. Возрастная физиология. (Физиология развития ребенка): учеб. пособие для ВУЗов / М.М. Безруких, М.М. Сонькин, В.Д. Фарбер. – М.: Академия, 2002. – 413 с.
55. Безруких, М.М. Педагогическая физиология / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2004. – № 1–2 (6–7). – С. 74–75.
56. Безруких, М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 416 с.
57. Беленко, И.С. Влияние занятий спортом на функциональное состояние нервной и дыхательной систем юных футболистов и баскетболистов 10–15 лет разных соматотипов: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / И.С. Беленко. – Майкоп, 2010. – 246 с.
58. Белов, А.А. Оценка функции внешнего дыхания. Методические подходы и диагностическое значение: учеб. пособие / А.А. Белов. – М.: Изд-во ММА им. Н.М. Сеченова, 2002. – 68 с.
59. Белорусские медики обеспокоены состоянием здоровья школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belta.by/society/view/belorussskie-mediki-obesporoenu-sostojaniem-zdorovjja-shkolnikov-17142-2013>. – Дата доступа: 10.04.2018.
60. Беляков, В.А. Адаптационные возможности здоровья детей раннего возраста / В.А. Беляков, Т.С. Подлевских // Рос. педиатр. журн. – 2005. – № 2. – С. 8–11.
61. Березина, Л.А. Оптимизация двигательного режима учащихся младшего школьного возраста в учебных заведениях нового типа: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Л.А. Березина. – Волгоград, 2003. – 24 с.
62. Благилин, А.А. Ортостатическая проба как метод оценки стрессового воздействия / А.А. Благилин, В.Н. Филатов // Функциональная диагностика. – 2005. – № 2. – С. 23–28.
63. Бобок, Н.В. Анализ показателей состояния здоровья современных школьников г. Минска / Н.В. Бобок, Е.М. Тананко // Матер. V Национ. конгресса по школьной и университетской

медицине с международным участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи». – М.: ФГАУ НЦЗД, 2016. – С. 29–33.

64. Бобок, Н.В. Актуальность здоровьесбережения в учреждения образования / Н.В. Бобок, А.А. Балашенко // Матер. V Национ. конгресса по школьной и университетской медицине с междунар. участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодёжи». – М.: ФГАУ НЦЗД, 2016. – С. 24–29.

65. Бобок, Н.В. Анализ показателей состояния здоровья современных школьников г. Минска / Н.В. Бобок, Е.М. Тананко // Матер. V Национ. конгресса по школьной и университетской медицине с междунар. участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодёжи». – М.: ФГАУ НЦЗД, 2016. – С. 30–33.

66. Богомолова, Е.С. Динамика состояния здоровья подростков г. Нижнего Новгорода (1980–2015 года) / Е.С. Богомолова, Ю.Г. Кузмичев, Т.В. Бадеева, А.Н. Писарева, Н.В. Котова, С.Н. Ковальчук // Медицинский Альманах. – 2016. – № 5 (45). – С. 14–17.

67. Борилкевич, В.Е. Физическая работоспособность в экстремальных условиях мышечной деятельности / В.Е. Борилкевич. – Л.: ЛГУ, 1982. – 257 с.

68. Борисова, Т.С. Социально-гигиенический мониторинг в гигиене детей и подростков: учеб.-метод. пособие / Т.С. Борисова. – Мн.: БГМУ, 2017. – 68 с.

69. Бородюк, Н.Р. Адаптация и гуморальная регуляция / Н.Р. Бородюк. – М.: Советский спорт, 2003. – 164 с.

70. Бреслав, И.С. Факторы, определяющие паттерн дыхания / И.С. Бреслав // Успехи физиологич. наук. – 1985. – № 3 (16). – С. 32–51.

71. Бреслав, И.С. Лимитирует ли система дыхания аэробную работоспособность человека? / И.С. Бреслав, М.О. Сегизбаева, Г.Г. Исаев // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 4. – С. 115–122.

72. Бреслав, И.С. Феномен отказа в мышечной деятельности. Роль системы дыхания / И.С. Бреслав, Н.И. Волков // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 1. – С. 121–129.

73. Бровяков, В.П. Функциональные элементы валеологии / В.П. Бровяков, Л.И. Кудрявцева, П.П. Пурыгин. – Самара: СФ МГУС, 2003. – 242 с.

74. Букина, Л.Г. Соматотип и показатели соматического здоровья девочек-подростков / Л.Г. Букина, Н.Н. Тятенкова // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – Т. III (Естественные науки). – № 2. – С. 124–128.

75. Булатецкий, С.В. Влияние типа вегетативной регуляции сердечного ритма на физическую выносливость организма / С.В. Булатецкий, Ю.Ю. Бяловский // Вестник новых медицинских технологий. – 2001. – № 2. – С. 58–61.

76. Булгакова, Н.Ж. Физиологические воздействия непрерывного и интервального плавания на организм юных пловцов / Н.Ж. Булгакова, Н.И. Волков, В.Р. Соломатин // Плавание: сб. – Вып. 2. – М.: ФиС, 1981. – С. 49–52.

77. Бунак, В.В. Антропометрия / В.В. Бунак. – М.: Учпедгиз, 1941. – 368 с.

78. Бурханов, А.И. Характеристика внешнего дыхания у школьников 5–7 классов общеобразовательной школы / А.И. Бурханов // Гигиена и санитария. – 1994. – № 4. – С. 51–53.

79. Бурханов, А.И. Состояние здоровья учащихся школ различного профиля / А.И. Бурханов, Т.А. Хорошева // Гигиена и санитария. – 2006. – № 3. – С. 58–61.

80. Бурых, Э.А. Различия в стратегиях и возможностях адаптации человека к гипоксическому воздействию / Э.А. Бурых, С.И. Сороко // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 3. – С. 63–74.

81. Бутова, О.А. Функциональное состояние респираторной системы спортсменов с различной тренировочной активностью / О.А. Бутова, С.В. Масалов // Вестник РУДН Серия «Медицина». – 2008. – № 6. – С. 119–122.

82. Быков, Е.В. Адаптация к школьным нагрузкам учащихся образовательных учреждений нового типа / Е.В. Быков, А.П. Исаев // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 76–81.

83. Быков, Е.В. Влияние уровня двигательной активности на функциональное состояние здоровых учащихся 12–17 лет и физиологическое обоснование оздоровительных программ: дис. ... д-ра мед. наук / Е.В. Быков. – Челябинск, 2002. – 316 с.

84. Быков, Е.В. Возрастные особенности колебательной активности показателей гемодинамики / Е.В. Быков // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 6. – С. 130.

85. Вайнер, Э.Н. Валеология: учебник для вузов / Э.Н. Вайнер. – 9-е изд. – М.: Флинта: Наука, 2011. – 448 с.

86. Валеев, И.Р. Функциональное состояние коры надпочечников и сердечнососудистой системы детей 11–15 лет в процессе адаптации к учебной деятельности: дис. ... канд. биол. наук / И.Р. Валеев. – Казань, 2005. – 173 с.

87. Валеева, Э.Р. Сравнительный анализ заболеваемости учащихся гимназии и общеобразовательной школы / Э.Р. Валеева // Гигиена и санитария. – 2003. – № 5. – С. 47–48.

88. Ванюшин, Ю.С. Адаптация сердечной деятельности подростков к нагрузке повышающейся мощности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдинов // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 2. – С. 91–97.

89. Ванюшин, Ю.С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторных систем: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ю.С. Ванюшин. – Казань, 2001. – 40 с.

90. Ванюшин, Ю.С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы при различных видах мышечной деятельности / Ю.С. Ванюшин, Ф.Г. Ситдинов. – Казань: Таглитат, 2003. – 128 с.

91. Ванюшин, Ю.С. Взаимосвязь показателей кардиореспираторной системы как инновационный способ оценки функциональных возможностей организма спортсменов / Ю.С. Ванюшин, М.Ю. Ванюшин // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 1. – С. 148–150.

92. Васильков, А.А. Способ определения общего состояния организма: патент на изобретение № 2142733 / А.А. Васильков // Открытия и изобретения. – 1999. – № 35.

93. Васютинский, Н.А. Золотая пропорция / Н.А. Васютинский. – М.: Мол. гвардия, 1990. – 238 с.

94. Вейн, А.М. Заболевания вегетативной нервной системы / А.М. Вейн, Т.Г. Вознесенская, В.А. Голубева. – М.: Медицина, 1991. – 624 с.
95. Вейн, А.М. Вегетативные расстройства / А.М. Вейн. – М.: Наука, 2003. – 480 с.
96. Веренич, С.В. Оценка состояния здоровья студентов: Антропоморфометрический подход [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://elib.bspu.by/bitstream/doc/5654/1F_2013.pdf. – Дата доступа: 10.04.2018.
97. Верихов, Б.В. Эпидемиологические аспекты изучения костно-мышечной патологии у детей (на примере Приморской области) / Б.В. Верихов, О.Ю. Устинова, Н.В. Зайцева // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 58–60.
98. Виру, А.А. Аэробные упражнения: научно-популярная литература / А.А. Виру, Т.А. Юримяз, Т.А. Смирнова. – М.: ФиС, 1988. – 142 с.
99. В Минске разрабатывают новые подходы к сбережению здоровья школьников [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://minsknews.by/v-minske-razrabatyivayut-novyie-podhodyi-k-sberezheniyu-zdorovya-shkolnikov/>. – Дата доступа: 13.04.2018.
100. Волков, В.М. Восстановительные процессы в спорте / В.М. Волков. – М.: Физкультура и спорт, 1977. – 198 с.
101. Волков, В.М. Тренировка и восстановительные процессы: учеб. пособие / В.М. Волков; Смоленский гос. ин-т физ. культуры. – Смоленск, 1990. – 140 с.
102. Воронин, И.М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых людей во время ночного сна / И.М. Воронин, Е.В. Бирюкова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 13–18.
103. Воронов, Н.А. Регуляция кровообращения при ортостазе и психоэмоциональном напряжении у юных волейболисток под влиянием высоких тренировочных нагрузок: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Воронов. – Ярославль, 2010. – 27 с.
104. Вульфсон, И.Н. Возрастные особенности гемодинамики большого круга кровообращения у здоровых детей, как показатели расширения их адаптационных возможностей / И.Н. Вульфсон // Функциональные и адаптационные возможности детей и подростков: тез. конф. – Т. 1. – М., 1974. – С. 74–76.

105. Гавриков, К.В. Индивидуальные особенности кардиогемодинамики детей и устойчивость к «школьному» эмоциональному напряжению / К.В. Гавриков, О.С. Глазачев // Педиатрия. – 1993. – № 4. – С. 44–47.

106. Гаврилова, И.Н. Особенности физиологической адаптации студентов, принадлежащих к различным этническим группам / И.Н. Гаврилова, Н.П. Горбунов // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 184.

107. Гайтон, А. Минутный объем сердца и его регуляция / А. Гайтон. – М.: Медицина, 1969. – 472 с.

108. Галимов, Р.Р. Состояние двигательной активности школьников в современных условиях их обучения и воспитания / Р.Р. Галимов, А.Г. Муталов // Медицинский вестник Башкортостана. – 2012. – Т. 7. – № 5. – С. 82–85.

109. Гандельсман, А.Б. Функциональные резервы дыхания и гемодинамика при физических нагрузках у спортсменов / А.Б. Гандельсман, Т.А. Евдокимова, Л. Захариев, М.А. Шансков, В.П. Пономарев, А.А. Темиров, А.М. Чуков // Физиологические механизмы адаптации спортсменов к работе различного вида, мощности и продолжительности: сб. науч. трудов. – Л., 1980. – С. 38–59.

110. Гаркави, Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов-на-Дону: РГУ, 1990. – 224 с.

111. Глазачев О.С. Вегетативная нервная система. Принцип строения. Функция. Методы исследования / О.С. Глазачев. – М., 1995. – 256 с.

112. Глазун, Т.В. Функциональное состояние организма учащихся 1–6-х классов в условиях применения вариативных образовательных и физкультурно-оздоровительных технологий: дис. ... канд. биол. наук / Т.В. Глазун. – Майкоп, 2006. – 204 с.

113. Горбанева, Е.П. Сравнительный анализ морфофункциональных показателей организма спортсменов, адаптированных к специфической мышечной деятельности / Е.П. Горбанева, М.В. Лагутина, И.Н. Солопов // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2011. – № 24. – С. 7–15.

114. Горбунов, Н.П. Процессы физиологической адаптации школьников в условиях дифференцированного образования: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.П. Горбунов. – Тюмень, 2002. – 37 с.

115. Городниченко, Э.А. Оценка влияния изометрической нагрузки по показателям ритма сердца / Э.А. Городниченко // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 6. – С. 35–41.

116. Горст, В.Р. Формирование ритма сердца и адаптационные возможности организма при различных функциональных состояниях: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / В.Р. Горст. – Астрахань, 2009. – 45 с.

117. Государственная программа «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 14.03.2016 № 200 // Нац. правовой Интернет – портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: http://www.newsby.org/documents/20160330/npp20160330_102.pdf. – Дата доступа: 15.04.2018.

118. Граевская, Н.Д. Спортивная медицина: курс лекций и практические занятия: учеб. пособие: в 2 ч. – Ч.1 / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2008. – 304 с.

119. Гребнева, Н.Н. Функциональные резервы и формирование детского организма в условиях Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.Н. Гребнева. – Томск, 2001. – 47 с.

120. Гречишкина, С.С. Влияние спортивных физических нагрузок на регуляторно-адаптивные возможности кардиореспираторной системы организма студентов: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / С.С. Гречишкина. – Майкоп, 2012. – 208 с.

121. Григорьева, О.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и умственной работоспособности детей 7–9 лет в течение недели и учебного года: дис. ... канд. биол. наук / О.В. Григорьева. – Казань, 2000. – 126 с.

122. Громбах, С.М. Школа и психическое здоровье учащихся / С.М. Громбах. – М.: Медицина, 1988. – 180 с.

123. Гужаловский, А.А. Развитие двигательных качеств у школьников / А.А. Гужаловский. – Мн.: Народная асвета, 1978. – 88 с.

124. Гузик, Е.О. Формирование здоровьесберегающей среды в учреждениях общего среднего образования: инструкция по применению / Е.О. Гузик, Н.А. Гресь, В.А. Зайцев, О.Л. Сидукова, И.В. Мащенко; ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены». – Мн., 2016. – 24 с.

125. Гуштурова, И.В. Особенности центральной и периферической гемодинамики в покое и при физических нагрузках у детей дошкольного возраста: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.В. Гуштурова. – Казань, 1996. – 26 с.

126. Двоеносов, В.Г. Особенности адаптационных реакций кардиореспираторной системы спортсменов-гребцов разного возраста в условиях напряженных физических нагрузок / В.Г. Двоеносов // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 1. – С. 86–90.

127. Двоеносов, В.Г. Физиологическая характеристика адаптивных индивидуально-типологических реакций организма при действии экстремальных факторов: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13; 14.00.51 / В.Г. Двоеносов. – М., 2009. – 40 с.

128. Дембо, А.Г. Врачебный контроль в спорте / А.Г. Дембо. – М.: Медицина, 1988. – 288 с.

129. Дембо, А.Г. Спортивная кардиология: руководство для врачей / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Медицина, 1989. – 464 с.

130. Демидко, Н.Н. Особенности состояния сердечно-сосудистой системы подростков в городах с разным уровнем промышленного загрязнения / Н.Н. Демидко [и др.] // Экология человека. – 2011. – № 7. – С. 27–33.

131. Демиров, В.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы к дозированной физической нагрузке циклического характера у лиц юношеского возраста, занимавшихся лыжными гонками / В.А. Демиров // Проблема формирования здоровья и здорового образа жизни: сб. науч. тр. – Тюмень, 2005. – С. 35–37.

132. Денещук, Ю.С. Гемодинамические механизмы обеспечения физической нагрузки у летчиков / Ю.С. Денещук, А.А. Бова, Е.П. Леонов // Военно-медиц. журнал. – 1994. – № 6. – С. 50–52.

133. Диверт, В.Э. Реакции внешнего дыхания у спортсменов-лыжников в сеансе прерывистой нормобарической гипоксии / В.Э. Диверт, С.Н. Водяницкий, С.Г. Кривошеков // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 2. – С. 71–76 .

134. Димитриев, А.Д. Антропологические критические периоды и их воздействие на правовую социализацию личности / А.Д. Димитриев, Ю.В. Баранов. – Чебоксары, 2007. – 105 с.

135. Долгих, В.В. Особенности состояния кардиореспираторной системы у детей дошкольного и младшего школьного возраста в зонах экологического неблагополучия / В.В. Долгих, Л.В. Рычкова, Т.В. Мандзяк, Н.И. Маторова // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН «Клинические исследования». – 2006. – №3 (49). – С. 185–187.

136. Домницкая, Т.М. Применение проб с физической нагрузкой в кардиологии: метод. рек. / Мед. центр Упр. делами Президента РФ ; [Сост.: Т.М. Домницкая и др.] ; Под ред. Б.А. Сидоренко. – М.: Мед. центр Упр. делами Президента РФ, 2002. – 36 с.

137. Дратцев, Е.Ю. Вегетативное управление сердечным ритмом и региональные сосудистые реакции / Е.Ю. Дратцев, А.Д. Викулов, А.А. Мельников, В.В. Алехин // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 2. – С 34–49.

138. Држевецкая, И.А. Функция коры надпочечников у детей 6 лет, проживающих в регионе загрязненном отходами химического производства / И.А. Држевецкая, Л.И. Губарева, Г.Д. Солгалов // Физиология человека. – 1994. – Т. 20. – № 4. – С. 106–109.

139. Дрижика, А.Г. Проблемы психодиагностики в образовании и психическое здоровье обучаемых / А.Г. Дрижика, Е.Е. Мамаева // Валеология. – 2001. – № 4. – С. 6.

140. Дубилей, В.В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / В.В. Дубилей, П.В. Дубилей, С.Н. Кучкин. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1991. – 146 с.

141. Дубровинская, Н.В. Психофизиология ребенка: Психофизиологические основы детской валеологии / Н.В. Дубровинская, Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – М.: ВЛАДОС, 2000. – 144 с.

142. Дубровский, В.И. Валеология, здоровый образ жизни / В.И. Дубровский. – М.: RETORIKA-A: Флинта. – 1999. – 560 с.

143. Дубровский, В.И. Спортивная медицина: учеб. для студентов вузов / В.И. Дубровский. – М.: ВЛАДОС, 2006. – 528 с.

144. Дудник, Е.Н. Формализованный критерий респираторно-кардиальной синхронизации в оценке оперативных перестроек вегетативного гомеостаза / Е.Н. Дудник, О.С. Глазачев // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 4. – С. 59–56.

145. Евдокимов, В.Г. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем человека на Севере: дис. ... д-ра биол. наук / В.Г. Евдокимов. – Сыктывкар, 2004. – 287 с.

146. Едранова, А.В. Влияние различных режимов двигательной активности на состояние гемодинамики и параметры вегетативной регуляции сердечного ритма школьников: выпускная квалификационная работа (магистерская диссертация) / А.В. Едранова. – Казань, 2014. – 104 с.

147. Елисеев, Ю.Ю. Детские болезни: полный справочник / Ю.Ю. Елисеев. – М.: Эксмо, 2008. – 667 с.

148. Ермакова, И.В. Изменение глюкокортикоидной функции надпочечников у мальчиков-первоклассников в период адаптации к началу обучения в школе и в течение учебного года / И.В. Ермакова // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 1. – С. 35–41.

149. Ефимова, И.В. Амбидекстры. Нейропсихология индивидуальных различий / И.В. Ефимова. – М.: Каро, 2007. – 160 с.

150. Жданова, Л.А. Научные исследования в области формирования здоровья детей в различных микросоциальных условиях: история и перспективы / Л.А. Жданова, А.В. Шишова, И.Е. Бобошко, С.И. Мандров, Т.В. Русова // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2016. – Т. 21. – № 3. – С. 5–13.

151. Жемайтите, Д.И. Вегетативная регуляция синусового ритма сердца у здоровых и больных / Д.И. Жемайтите // В кн.: Анализ сердечного ритма. – Вильнюс. – 1982. – С. 22–32.

152. Жмулин, А.В. Оптимизация двигательной активности учащихся младших классов в системе школьного физического воспитания: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / А.В. Жмулин; [Место защиты: МГАФК]. – М., 2008. – 189 с.

153. Жужгов, А.П. Вариабельность сердечного ритма у спортсменов различных видов спорта: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.П. Жужгов. – Казань, 2003. – 23 с.
154. Зайнеев, М.М. Возрастные особенности реакции кардиореспираторной системы младших школьников на динамическую и изометрическую нагрузки в различные периоды учебного года: дис. ... канд. биол. наук / М.М. Зайнеев. – Казань, 2009. – 207 с.
155. Зайцев, А.В. Оптимизация формирования адаптационного потенциала личности студентов технического вуза средствами бокса / А.В. Зайцев // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». – 2014. – № 10 (116). – С. 59–63.
156. Зайцева, В.П. Физическое развитие / В.П. Зайцева // Здор. детей. – 2005. – № 12. – С. 15–19.
157. Залесский, В.Н. Психическое здоровье и сердечно-сосудистые заболевания: стресс индуцированные нарушения ритма сердца, коморбидные депрессивные расстройства / В.Н. Залесский, О.Б. Дынник // Врач. дело. – 2005. – № 8. – С. 3–7.
158. Замбржицкий, О.Н. Состояние адаптационных резервов и уровней соматического здоровья у студентов-медиков [Электронный ресурс] / О.Н. Замбржицкий, Н.Л. Бацукова, М.В. Катковская. – Режим доступа: <https://www.bsmu.by/files/8971/>. – Дата доступа: 05.04.2018.
159. Зациорский, В.М. Исследование физиологических аритмий сердца / В.М. Зациорский, С.К. Сарсания // В сб.: Математические методы анализа сердечного ритма. – М.: Наука, 1968. – С. 31–50.
160. Звезда, И.В. Артериальное давление в старшем подростковом возрасте / И.В. Звезда // Российский педиатрический журнал. – 1998. – № 6. – С. 16–19.
161. Здоровьесберегающая инфраструктура в системе образования: учеб. пособие / [Э.М. Казин, Н.П. Абаскалова, Р.И. Айзман и др.; отв. ред. Э.М. Казин, Н.Э. Касаткина]. – М.: Издательство «Омега-Л», 2014. – 576 с.
162. Здоровые и умные дети: Можно ли сохранить здоровье в школе? [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.aif.by/social/science/zdorovye_i_umnye_deti_mozhno_li_sohranit_zdorove_v_shkole. – Дата доступа: 05.04.2018.

163. Земцовский, Э.В. Функциональная диагностика состояния вегетативной нервной системы / Э.В. Земцовский, В.М. Тихоненко, С.В. Рева, М.М. Демидова. – СПб.: ИНКАРТ, 2004. – 80 с.

164. Зефирова, Т.Л. Новый взгляд на механизмы возрастных изменений сердечного ритма / Т.Л. Зефирова, Н.И. Зиятдинова, Н.В. Святова // Бюлл. эксп. биол. и мед. – 2001. – № 6. – С. 612–616.

165. Иванова, Н.В. Функциональное состояние кардиореспираторной системы спортсменов с различной спецификой мышечной деятельности в подготовительном и соревновательном периодах подготовки: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.В. Иванова. – М., 2010. – 21 с.

166. Иващенко, Л.Я. Программирование занятий оздоровительным фитнесом / Л.Я. Иващенко, А.Л. Благий, Ю.А. Усачев. – К.: Науковий світ, 2008. – 197 с.

167. Игишева, Л.Н. Влияние умеренной физической нагрузки на показатели сердечного ритма у детей младшего и среднего школьного возраста / Л.Н. Игишева, Э.М. Казин, А.Р. Галеев // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 55–61.

168. Ильин, А.Г. Функциональные возможности подростков, их значение в оценке состояния здоровья / А.Г. Ильин, Л.А. Агапова // Гигиена и санитария. – 2000. – № 5. – С. 43–46.

169. Ильясова, В.Н. Особенности гемодинамики школьников 9–10 лет поведенческих типов А и Б: дис. ... канд. биол. наук / В.Н. Ильясова. – Казань, 2000. – 155 с.

170. Илюхина, В.А. Физиологические основы различий устойчивости организма к субмаксимальной физической нагрузке до отказа у здоровых лиц молодого возраста / В.А. Илюхина, И.Б. Заболотских // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 3. – С. 92–99.

171. Иорданская, Ф.А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений / Ф.А. Иорданская. – М.: Советский Спорт, 2011. – 142 с.

172. Исаев, А.П. Особенности вегетативной регуляции волновых процессов центральной и периферической гемодинамики юных спортсменов (на примере самбо) / А.П. Исаев // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 1. – С. 40–44.

173. Исаев, А.П. Адаптация человека к спортивной деятельности / А.П. Исаев. – Ростов н/Д.: Изд-во РГПУ, 2004. – 74 с.
174. Исаев, Г.Г. Физиология дыхания (Основы современной физиологии) / Г.Г. Исаев; отв. ред. И.С. Бреслав, Г.Г. Исаев. –СПб.: Наука, 1994. – 680 с.
175. Исаев, И.И. Возрастная динамика формирования кардиореспираторной системы и адаптационный потенциал детей школьного возраста / И.И. Исаев, Б.В. Талыбова // Международный медицинский журнал. – 2010. – № 3. – С. 36–40.
176. Кавязин, О.Л. Возрастная морфология сердечно-сосудистой системы человека / О.Л. Кавязин, А.А. Харьков. – М.: Медицина, 1998. – 360 с.
177. Казин, Э.М. Автоматизированные системы в комплексной оценке здоровья и адаптивных возможностей человека / Э.М. Казин, А.Д. Рифтин, А.И. Федоров и др. // Физиология человека. – Т. 1. – 1990. – № 3. – С. 94–100.
178. Казин, Э.М. Автоматизированная оценка адаптивных возможностей организма у лиц с различным морфотипом / Э.М. Казин, Ю.П. Шорин, С.Б. Лурье // Физиология человека. – 1992. – Т. 18. – № 1. – С. 97–103.
179. Казин, Э.М. Использование автоматизированных программ для комплексной прогностической оценки индивидуальных адаптивных возможностей организма / Э.М. Казин, Г.А. Кураев, Ю.П. Шорин // Физиология человека. – 1993. – Т. 19. – № 3. – С. 88–93.
180. Казин, Э.М. Динамика изменения функционального состояния младших школьников в зависимости от режима двигательной активности в ходе учебного процесса / Э.М. Казин, А.И. Федоров, Л.Г. Лушпа // Валеология. – 2002. – № 3. – С. 65–70.
181. Казин, Э.М. Теоретическая и организационная основа формирования здоровьесберегающей образовательной среды в регионе: методическое пособие / Э.М. Казин, И.А. Свиридова, Т.Н. Семенкова. – Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2006. – 106 с.
182. Казначеев, В.П. Проблемы адаптации и конституции человека на Севере / В.П. Казначеев // Здоровье и болезнь как состояния человека. – Ставрополь: СГМА, 2000. – С. 25–28.
183. Казначеев, В.П. Здоровье нации, культура, футурология XXI века. Сб. статей и докладов В.П. Казначеева (2007–2012 гг.). /

Под общ. ред. д.м.н. А.В. Трофимова; составители: В.В. Ромм, С.В. Чиркова. – Новосибирск: ЗСО МСА, 2012 г. – 386 с.

184. Каибов, Р.Г. Исследование функциональной подготовленности студентов Академии физкультуры и спорта по реакции сердечно-сосудистой системы на тестовые нагрузки / Р.Г. Каибов [и др.] // Науч. труды III съезда физиологов СНГ. – Ялта, 2011. – С. 309.

185. Каинов, А.Н. Содержание недельной двигательной активности школьников и её самоанализ / А.Н. Каинов, К.А. Каинов // Учёные записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 9 (127). – С. 104–109.

186. Калинина, Т.С. Онтогенез норадренергической системы мозга и его модификация глюкокортикоидами: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Т.С. Калинина. – Новосибирск, 2007. – 32 с.

187. Калюжная, Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков / Р.А. Калюжная. – М.: Медицина, 1973. – 328 с.

188. Карпенко, Ю.Д. Функциональное состояние организма детей в зависимости от экологических условий: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ю.Д. Карпенко. – Чебоксары, 2005. – 22 с.

189. Карпенко, Ю.Д. Физиологические механизмы функционирования и реактивности кардиореспираторной системы у студентов: дис. ... д-ра биол. наук: 03.03.01 / Ю.Д. Карпенко; [Место защиты: Казан. (Приволж.) федер. ун-т]. – Чебоксары, 2014. – 372 с.

190. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.Ф. Гудков. – М.: ФиС, 1988. – 207 с.

191. Карпов, М.С. Замечательные свойства функциональных систем (о конструктивных свойствах живого) / М.С. Карпов // Мир психологии. – 2005. – № 3 (43). – С. 260–266.

192. Кассиль, Г.Н. Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности / Ред. коллегия: доц. А.А. Виру (отв. ред.) [и др.]; Тартуский гос. ун-т. Проблемная науч.-исслед. лаборатория по основам мышечной деятельности, 1982. – С. 19–27.

193. Катульская, О.Ю. Оценка возрастной динамики адаптационных возможностей детей Ангарска / О.Ю.

Катульская, Н.В. Ефимова // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 56–58.

194. Кимяева, С.И. Функциональное состояние кардиореспираторной системы у школьников старших классов с повышенной учебной нагрузкой и различным двигательным режимом: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / С.И. Кимяева. – Челябинск, 2014. – 24 с.

195. Кмить, Г.В. Функциональное состояние миокарда детей 6–11 лет в процессе развития и адаптации к учебной нагрузке: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.В. Кмить. – М., 1992. – 18 с.

196. Кмить, Г.В. Продолжительность отдельных фаз и периодов сердечного цикла в зависимости от типа автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7–8 лет / Г.В. Кмить // Новые исследования Альманах. – 2005. – № 1. – С. 78–83.

197. Ковалева, А.В. Лонгитюдное исследование динамики созревания центральной и автономной нервной системы у детей 6–10 лет / А.В. Ковалева // Физиология развития человека. – М.: «Образование от А до Я», 2000. – С. 210–214.

198. Козинец, Г.И. Физиологические системы организма человека, основные показатели / Г.И. Козинец. – М.: Триада-Х, 2000. – 336 с.

199. Кокорева, Е.Г. Гетерохронизм развития психофизиологических функций у детей с сенсорными нарушениями: дис. ... д-ра биол. наук: 19.00.02 / Е.Г. Кокорева. – Челябинск, 2010. – 332 с.

200. Коломиец, О.И. Вегетативная реактивность спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса: дис. ... канд. биол. наук / О.И. Коломиец. – Челябинск, 2004. – 157 с.

201. Коломиец, О.И. Механизмы регуляции сократительной функции сердца у спортсменов различных видов спорта / О.И. Коломиец, Е.Ф. Орехов, Е.В. Быков // Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта». – 2014. – № 12 (118). – С. 103–109.

202. Колупаев, В.А. Сезонная динамика состояния систем транспорта кислорода и иммунитета у спортсменов с преимущественно анаэробным или аэробным

энергообеспечением мышечной деятельности: дис. ... д-ра биол. наук / В.А. Колупаев. – Челябинск, 2009. – 402 с.

203. Колчинская, А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка / А.З. Колчинская // Киев: Наукова думка, 1973. – С. 233–234.

204. Колызаева, Н.Г. Формирование адаптивных характеристик личности у студентов на начальном периоде обучения: автореф. дис. ... канд. психол. наук / Н.Г. Колызаева. – Л., 1989. – 15 с.

205. Кондратьева, М.Н. Динамика физического развития и функционального состояния кардиореспираторной системы студентов при использовании различных двигательных режимов / М.Н. Кондратьева, Н.И. Ишекова // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 10. – С. 64–66.

206. Коркушко, О.В. Сердечно-сосудистая система и возраст (клинико-биологические аспекты) / О.В. Коркушко. – М.: Медицина, 1983. – 176 с.

207. Корнеева, И.Т. Ортостатическое тестирование в оценке функциональной готовности юных спортсменов / И.Т. Корнеева, С.Д. Поляков // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 2. – С. 9–12.

208. Корниенко, И.А. Адаптация организма подростков к учебной нагрузке / И.А. Корниенко. – М., 1987. – 148 с.

209. Коробков, А.В. Атлас по нормальной физиологии / А.В. Коробков, Н.А. Агаджанян. – М.: Наука, 1960. – 320 с.

210. Котельников, А.В. Роль витамина Е в регуляции проницаемости гистогематических барьеров на разных этапах постнатального онтогенеза / А.В. Котельников. – М.: Изд-во «Академия Естествознания», 2005. – 148 с.

211. Красноперова, Т.В. Вариабельность сердечного ритма и центральная гемодинамика у высококвалифицированных спортсменов с разной активностью вегетативной регуляции: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.В. Красноперова. – Ижевск, 2005. – 21 с.

212. Криволапчук, И.А. Психофизиологические показатели у детей 6–8 лет при информационной нагрузке в зависимости от тревожности как устойчивой индивидуальной характеристики /

И.А. Криволапчук // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 6. – С. 13–21.

213. Круцевич, Т.Ю. Моделирование гармоничности физического развития подростков / Т.Ю. Круцевич // Физич. культура. – 2000. – № 7. – С. 12–16.

214. Крыжановский, Г.Н. Дизрегуляторная патология / Г.Н. Крыжановский // Патол. физиол. и экспер. терапия. – 2002. – № 3. – С. 2–19.

215. Крыжановский, Г.Н. Некоторые общепатологические и биологические категории: здоровье, болезнь, гомеостаз, саногенез, адаптация, иммунитет. Новые подходы и представления / Г.Н. Крыжановский // Патогенез. – 2003. – Т. 1. – № 1. – С. 11–14.

216. Крылова, А.В. Динамика умственной работоспособности школьников 11–16 лет в течение учебной недели / А.В. Крылова, В.К. Константиныди // Матер. VIII Всерос. симпоз. – Казань, 2006. – С. 53.

217. Крысюк, О.Н. Возрастные, типологические и индивидуальные особенности биоэлектрической активности миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей 7–11 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.Н. Крысюк. – М., 2007. – 20 с.

218. Крысюк, О.Н. Срочная адаптация миокарда и автономной нервной регуляции сердечного ритма к работе на компьютере у детей 10–11 лет // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 5. – С. 74–81.

219. Кубергер, М.В. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста / М.В. Кубергер. – М.: Медицина, 1983. – 368 с.

220. Кудря, О.Н. Особенности вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы и энергообеспечения при мышечной деятельности у юных спортсменов 9–14 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук / О.Н. Кудря. – Тюмень, 2002. – 26 с.

221. Кузнецова, А.П. Сравнительная характеристика резервных возможностей кардиореспираторной системы у подростков в зависимости от гармоничности физического развития / А.П. Кузнецова, Н.Н. Тятенкова // Ярославский

педагогический вестник. – 2013. – № 2. – Т. III (Естественные науки). – С. 109–113.

222. Кузнецова, О.В. Автономная регуляция респираторно-гемодинамической системы у детей 8–11 лет с разной барорефлекторной чувствительностью / О.В. Кузнецова, В.Д. Сонькин // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 106–116.

223. Кузнецова, О.В. Вегетативный тонус в звеньях респираторно-гемодинамической системы у детей младшего школьного возраста / О.В. Кузнецова, В.Д. Сонькин // Физиология человека: журнал РАН. – 2009. – Т. 35. – № 6. – С. 94–102.

224. Кузнецова, Т.Д. Возрастные особенности дыхания детей и подростков / Т.Д. Кузнецова. – М.: Медицина, 1986. – 128 с.

225. Кузьмин, А.А. Влияние спортивных физических нагрузок на морфофункциональное развитие и регуляторно-адаптивные возможности юных футболистов и баскетболистов 10–15 лет разных соматотипов: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / А.А. Кузьмин. – Майкоп, 2011. – 252 с.

226. Куликова, М.Ю. Анализ состояния здоровья учащихся и студентов медицинских учреждений образования г. Гомеля / М.Ю. Куликова // Современные проблемы общественного здоровья и здравоохранения : сб. матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, УО «Гродн. гос. мед. ун-т»; редкол.: Е.М. Тищенко (отв. ред.), М.Ю. Сурмач (отв. ред.), Г.И. Заборовский [и др.]. – Гродно, 2016. – С.145–148.

227. Купер, К. Аэробика для хорошего самочувствия / К. Купер. – М.: ФИС, 1987. – 127 с.

228. Курочкин, А.А. Особенности нейроциркуляторной дистонии у детей и подростков: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / А.А. Курочкин. – М., 2000. – 46 с.

229. Кучкин, С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / С.Н. Кучкин. – Казань, 1986. – 48 с.

230. Кучма, В.Р. Школы здоровья в России / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт, М.И. Степанова, П.И. Храмцов,

И.В. Звезда, И.Э. Александрова, Н.А. Бокарева, С.Б. Соколова. – М.: Научный центр здоровья детей РАМН, 2009. – 128 с.

231. Кучма, В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде: актовая речь члена-корреспондента РАН для заседания Учёного совета Научного центра здоровья детей / В.Р. Кучма. – М.: ПедиатрЪ, 2016. – 76 с.

232. Кушнир, С.М. О механизме нарушения вегетативной регуляции у детей, больных нейро-циркуляторной астенией / С.М. Кушнир // Вестник аритмологии. – 2000. – № 18. – С. 40–41.

233. Кылосов, А.А. Динамика физической работоспособности, variability ритма сердца, биохимических и гематологических показателей в течение годового цикла подготовки у юных лыжников: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.А. Кылосов. – Ярославль, 2009. – 26 с.

234. Лавриненко, Г.В. Санитарно-гигиенический контроль за организацией питания в учреждениях для детей и подростков: метод. реком. / Г.В. Лавриненко, Е.О. Гузик. – Мн., 2005. – 33 с.

235. Лагерев, В.В. Адаптация студентов к условиям обучения в техническом ВУЗе и особенности организации учебно-воспитательного процесса первокурсниками / В.В. Лагерев. – М., 1991. – 135 с.

236. Лапшин, М.С. Особенности развития и функционального состояния кардиореспираторной системы детей 6–11 лет, занимающихся спортивным ушу: дис. ... канд. биол. наук / М.С. Лапшин. – Челябинск, 2007. – 153 с.

237. Лебедева, Н.Т. Двигательная активность и вопросы обучения младших школьников: гигиенические основы физического воспитания / Н.Т. Лебедева. – Мн.: Народная асвета, 1979. – 88 с.

238. Литвинова, Н.А. Роль индивидуальных психофизиологических особенностей студентов в адаптации к умственной и физической деятельности: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / Н.А. Литвинова. – Томск, 2008. – 38 с.

239. Литовченко, О.Г. Особенности морфофункционального и психофизиологического развития уроженцев Среднего Приобья

в возрасте 7–20 лет: дис. ... д-ра биол. наук / О.Г. Литовченко. – Челябинск, 2009. – 285 с.

240. Лубышева, Л.И. Спортизация в системе физического воспитания : от научной идеи к инновационной практике : [монография] / [Л. И. Лубышева [и др.]; под ред. проф. Л.И. Лубышевой. – М.: Теория и практика физической культуры и спорта, 2017. – 199 с.

241. Лушпа, Л.Г. Влияние различных режимов двигательной активности на показатели физического развития и параметры вегетативной регуляции сердечного ритма младших школьников: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Л.Г. Лушпа. – Томск, 2002. – 23 с.

242. Макарова, И.М. Особенности функционального состояния кардиореспираторной системы школьников 8–16 лет с нарушением зрения (в условиях относительного покоя и при физических нагрузках): автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.М. Макарова. – Тюмень, 2006. – 23 с.

243. Максимов, С.А. Возрастно-половые особенности состояния здоровья школьников Кемерово / С.А. Максимов, Н.С. Амбурцева, С.Ф. Зинчук, М.С. Куракин // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 66–69.

244. Мальцева, Т.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы подростков Ямала при адаптации к учебной деятельности / Т.В. Мальцева, С.А. Токарев, А.А. Буганов, Е.Н. Леханова // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 64–65.

245. Малых, Т.В. Влияние интенсивности учебной нагрузки на умственную работоспособность, функциональное состояние кардиореспираторной системы и физическую подготовленность учащихся 1–3-х классов: дис. ... канд. биол. наук / Т.В. Малых. – Киров, 2005. – 150 с.

246. Маркосян, А.А. Вопросы возрастной физиологии / А.А. Маркосян. – М.: Просвещение, 1974. – 223 с.

247. Маршак М.Е. Регуляция дыхания у человека / М.Е. Маршак; Акад. мед. наук СССР, Ин-т нормальной и патологической физиологии. – М.: Медгиз, 1961. – 267 с.

248. Матвеев, Л.П. Основы спортивной тренировки: учебн. пособие для институтов физической культуры / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 271 с.

249. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры: учеб. для институтов физ. культуры / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 543 с.
250. Махинова, М.В. Влияние различных режимов двигательной активности на физическое состояние учащихся начальных классов учебных заведений нового типа: дис. ... канд. пед. наук / 13.00.04 / М.В. Махинова. – Краснодар, 2000. – 136 с.
251. Машина, Н.С. Состояние здоровья детей первого года жизни и определяющие его факторы / Н.С. Машина, М.Ю. Галактионова // Сибирское медицинское обозрение. – 2015. – № 2. – С. 26–31.
252. Меерсон, Ф.З. Общий механизм адаптации и профилактика / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1973. – 180 с.
253. Меерсон, Ф.З. Адаптация, стресс, профилактика / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 256 с.
254. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 130 с.
255. Мекешкин, Е.А. Особенности адаптации к умственным нагрузкам учащихся младших классов с различным уровнем школьной тревожности: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 19.00.02 / Е.А. Мекешкин. – Челябинск, 2010. – 23 с.
256. Методические рекомендации по оценке уровня функциональной подготовленности и адаптации организма к выполнению физических нагрузок московскими спортсменами с ограниченными возможностями с учетом специфики заболевания. – М., 2012. – 34 с.
257. Минасян, С.М. Изменение кардиогемодинамических показателей и ритма сердца студентов под воздействием учебной нагрузки / С.М. Минасян, Э.С. Геворкян, Ц.И. Адамян, Н.Н. Ксаджикян // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2006. – Т. 92. – № 7. – С. 817–826.
258. Минина, Е.Н. Возрастные особенности кардиореспираторного функционирования у школьников / Е.Н. Минина, И.Н. Богач // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. – Серия «Биология, химия». – 2015. – Т. 1 (67). – № 2. – С. 83–93.

259. Миняев, В.И. Роль торакального и абдоминального компонентов системы дыхания при гипервентиляции на фоне хеморецепторной стимуляции различной интенсивности / В.И. Миняев, В.Г. Давыдов // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 4. – С. 83–87.

260. Миронова, Т.Ф. Вариабельность сердечного ритма при ишемической болезни сердца / Т.Ф. Миронова, В.А. Миронов. – Челябинск: «Рекпол», 2006. – 136 с.

261. Михайлов, В.В. Дыхание спортсмена / В.В. Михайлов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 103 с.

262. Морман, Д. Физиология сердечно-сосудистой системы / Д. Морман, Л. Хеллер. – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.

263. Мотылянская, Р.Е. Спорт и здоровье подрастающего поколения / Р.Е. Мотылянская // Теория и практика физической культуры. – 1979. – № 11. – С. 27–29.

264. Мруц, И.Д. Обоснование недельного режима двигательной активности в самостоятельных занятиях учащихся 11–15 лет: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / И.Д. Мруц; [Место защиты: Национальный институт физического воспитания и спорта Республики Молдова]. – Кишинев, 2005. – 31 с.

265. Мустафина, М.Х. Кардиореспираторный нагрузочный тест / М.Х. Мустафина, А.В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. – 2013. – № 3. – С. 56–62.

266. Назипова, Г.А. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и умственная работоспособность младших школьников 7–9 лет при разных режимах обучения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.А. Назипова. – Казань, 2002. – 15 с.

267. Нигматуллина, Р.Р. Гемодинамика у спортсменов различной квалификации, возраста и пола / Р.Р. Нигматуллина // Тез. докл. «История, опыт работы и перспектива развития естественно-географического факультета». – Казань, 1998. – С. 125–126.

268. Нидеккер, И.Г. Возможности пульсограммы в оценке волновой структуры ритма сердца / И.Г. Нидеккер, О.О. Куприянова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 4. – С. 29–41.

269. Никитушкин, В.Г. Методология программно-нормативного обеспечения многолетней подготовки квалифицированных юных спортсменов: автореф. дис. ... д-ра пед. наук / В.Г. Никитушкин. – М.: ВНИИФК, 1995. – 38 с.

270. Никитюк, Н.Ф. Проблема укрепления здоровья молодежи в аспекте системы образования / Н.Ф. Никитюк // Вест. Оренбургского гос. ун-та. – 2002. – № 2. – С. 163–165.

271. Ноздрачев, А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – №27 (6). – С. 95–101.

272. Ноздрачев, А.Д. Физиология вегетативной нервной системы / А.Д. Ноздрачев. – М., 2001. – С. 100–130.

273. Ноздрачев, А.Д. Уровни и механизмы регуляции сердечного ритма / А.Д. Ноздрачев // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 2. – С. 221–232.

274. Овсянникова, Н.Н. Физиологическая адаптация подростков к учебной деятельности в классах с углубленным, нормальным и компенсирующим уровнями обучения: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н.Н. Овсянникова. – Ярославль, 2003. – 22 с.

275. Опарина, О.Н. Изменение показателей внешнего дыхания при адаптации к физической нагрузке / О.Н. Опарина // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 3. – С. 56–57.

276. Осипенко, Е.В. Мониторинг физического состояния школьников на основе применения компьютерных технологий / Е.В. Осипенко // Физическая культура, спорт и туризм. Интеграционные процессы науки и практики: матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. / Под ред. д-ра пед. наук, профессора В.С. Макеевой. – Орёл: Госуниверситет–УНПК, 2013. – С. 90–95.

277. Осипенко, Е.В. Некоторые подходы к организации и проведению мониторинга функционального состояния школьников и студентов в процессе физического воспитания / Е.В. Осипенко, И.Г. Герасимов // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: матер. X Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ч. 1 : редкол.: О.М.

Демиденко (гл. ред.) [и др.]. – Гомель : ГГУ им. Ф.Скорины», 2013. – С. 145–147.

278. Осипенко, Е.В. Совершенствование функции внешнего дыхания у младших школьников: монография / Е.В. Осипенко, С.В. Севдалев. – М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 212 с.

279. Осипенко, Е.В. Инновационные аспекты обеспечения здоровья детей школьного возраста / Е.В. Осипенко, И.Л. Ярчак // Здоровье человека – 7: Матер. VII Междунар. науч. конгресса валеологов / под ред. В.В. Колбанова. – СПб.: Издательство СПбГМУ, 2014. – С. 83–87.

280. Осипенко, Е.В. Использование мониторинговых технологий в физическом воспитании детей, подростков и молодёжи / Е.В. Осипенко, И.Г. Герасимов // Научный журнал «Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології». – Суми: СумДПУ імені А.С.Макаренка. – 2014. – № 2 (36). – С. 299–307.

281. Осипенко, Е.В. Современные методики в мониторинге психофизического состояния школьников и студентов (*раздел 2.3 в коллективной монографии*). Проблемы оздоровительной физической культуры и физической реабилитации: монография / Под ред. А.П. Романчука, В.В. Клапчука. – Одесса: Букаев Вадим Викторович, 2015. – С. 116–128.

282. Осипенко, Е.В. Мониторинг физического состояния и кардиореспираторной системы учащихся учреждений общего среднего образования / Е.В. Осипенко // Проблемы физкультурного образования: содержание, направленность, методика, организация: Матер. IV Междунар. науч. конгресса, посвящ. 45-летию Уральского госуд. университета физической культуры / Под ред. д.м.н., проф. Е.В. Быкова. – Челябинск: Издательский центр «Уральская Академия», 2015. –Т. 1. – С. 411–413.

283. Осипенко, Е.В. Мониторинг физического состояния школьников и студентов: учеб. пособие рекомендовано ФГАУ «ФИРО» в качестве учебного пособия для использования в учебном процессе образовательных организаций, реализующих программы высшего образования / Е.В. Осипенко,

В.С. Макеева, В.Н. Пушкина. – Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – М.: РадиоСофт, 2016. – 320 с.

284. Осипенко, Е.В. Научно-методические подходы к организации спортивного часа в группах продлённого дня / Е.В. Осипенко, С.В. Севдалев; М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2016. – 407 с.

285. Осипенко, Е.В. Компьютерная программа «Пульсометрия» как индикатор напряжения функциональных систем организма школьников / Е.В. Осипенко // Матер. Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, посвящ. памяти доктора биол. наук, профессора А.С. Чинкина «Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам». – Казань, 2017. – С. 304–307.

286. Осипенко, Е.В. Мотивационная сфера учащихся учреждений общего среднего образования к занятиям физической культурой и спортом / Е.В. Осипенко // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 3 (157). – С. 232–236.

287. Османов, Э.М. Кровообращение и дыхание у студентов института физической культуры / Э.М. Османов, Н.Г. Романова // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 8. – С. 8–10.

288. Осокина, Г.Г. Новый подход к оценке вегетативной нервной системы здоровых детей / Г.Г. Осокина // Сб. научн. трудов «Современные методы диагностики в педиатрии». – М., 1985. – С. 94–98.

289. Павлова, Г.А. Сравнительный анализ морфофункциональных показателей детей младшего школьного возраста, проживающих в разных экологических условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Г.А. Павлова. – Казань: ТГГПУ, 2005. – 23 с.

290. Парин, В.В. Космическая кардиология / В.В. Парин, Р.М. Баевский, Ю.Н. Волков, О.Г. Газенко. – Л.: Медицина, 1967. – 208 с.

291. Петрова, Н.А. Особенности морфофункционального развития и формирование функциональной ассиметрии у детей

6–8 лет: дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Петрова. – Казань, 2006. – 384 с.

292. Петрова, Т.Г. Влияние спортивных физических нагрузок на функциональное состояние нервной системы и аэробные возможности организма студентов: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Т.Г. Петрова. – Майкоп, 2012. – 24 с.

293. Петросян, Г.Г. Физическое развитие и мониторинг состояния здоровья сельских дошкольников Ставропольского края: дис. ... канд. мед. наук. / Г.Г. Петросян. – Ставрополь, 2009. – 115 с.

294. Петроф, Б.Д. Патофизиология легких / Б.Д. Петроф, М.А. Гриппи; под ред. М.А. Гриппи. – М., 1999. – С. 279–296.

295. Платонов, В.Н. Адаптация в спорте / В.Н. Платонов. – Киев: Здоровья, 1988. – 216 с.

296. Плотников, В.П. Влияние изометрических мышечных напряжений на реакцию сердечно-сосудистой системы здоровых и больных нейроциркуляторной дистонией / В.П. Плотников, Г.Е. Иванова, Б.А. Поляев, А.В. Чоговадзе // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 4. – С. 94–97.

297. Побежимова, О.К. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы школьников 7–10 лет разных режимов обучения: дис. ... канд. биол. наук / О.К. Побежимова. – Казань, 2000. – 188 с.

298. Покровский, В.М. Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивного статуса организма / В.М. Покровский. – Краснодар: Кубань-книга, 2007. – 243 с.

299. Покровский, В.М. Формирование ритма сердца в организме человека и животных / В.М. Покровский. Краснодар: Из-во Кубань-книга, 2007. – 144 с.

300. Поливаев, А.Г. Анализ состояния здоровья обучающихся общеобразовательных школ как показателя качества жизни подрастающего поколения / А.Г. Поливаев, А.В. Шабанов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2016. – № 7 (137). С. 103–108.

301. Поскотинова, Л.В. Вегетативная регуляция ритма сердца и эндокринный статус подростков и молодых лиц в условиях европейского севера России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Л.В. Поскотинова. – Архангельск, 2009. – 37с.

302. Прокопьева, М.А. Функциональное состояние кардиореспираторной системы детей 6–9 лет при применении оздоровительных технологий: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.А. Прокопьева. – Курган, 2006. – 24 с.

303. Пронина, Т.Н. Лабораторно-аналитический мониторинг показателей качества воздуха внутри и вне школьных помещений / Т.Н. Пронина, А.Н. Ганькин, Н.В. Бобок, Н.В. Карпович // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2013. – № 3. – С. 39–48.

304. Псеунок, А.А. Влияние образовательных технологий на адаптивные возможности детей и подростков (лонгитудинальное исследование): дис. ... д-ра биол. наук / А.А. Псеунок. – Майкоп, 2005. – 380 с.

305. Пшенникова, М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии / М.Г. Пшенникова // Актуальные проблемы патофизиологии (избранные лекции) / под ред. Б.Б. Мороза. – М.: Медицина, 2001. – С.220–353.

306. Раевский, В.В. Онтогенез функциональных систем / В.В. Раевский // Науч. труды I съезда физиологов СНГ. – М.: Медицина-Здоровье, 2005. – С. 165–166.

307. Реан, А.А. Психология адаптации личности. Анализ. Теория. Практика. / А.А. Реан, А. Р. Кудашев, А.А. Баранов. – СПб.: Прайм-Еврознак, 2006. – 479 с.

308. Ревина, Н.Е. Вариабельность сердечного ритма как вегетативный показатель конфликт-индуцированного поведения человека при эмоциональных нагрузках / Н.Е. Ревина // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 2. – С.67–71.

309. Рогов, А.В. Адаптационные характеристики человека (оценка и прогнозирование) / А.В. Рогов, Я.С. Пеккер, М.А. Медведев, О.Г. Берестнева. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1997. – 279 с.

310. Розанов, В.Б. Прогностическое значение артериального давления в подростковом возрасте (22-летнее проспективное наблюдение) / В.Б. Розанов // Рос. вестн. перинатол. и педиатр. – 2006. – № 5. – С. 27–41.

311. Рублева, Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7–15 лет, проживающих в различных экологических

условиях: дис. ... канд. биол. наук / Л.В. Рублева. – М., 1999. – 188 с.

312. Рублева, Л.В. Особенности электрофизиологических процессов в миокарде у младших школьников с различными типами автономной нервной регуляции / Л.В. Рублева // Новые исследования Альманах. – 2005. – № 1. – С. 70–77.

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

314. Рукавкова, Е.М. Анализ морфофункциональных и психофизиологических показателей школьников в классах с различными профилями обучения: дис. ... канд. биол. наук / Е.М. Рукавкова. – Брянск, 2007. – 143 с.

315. Румба, О.Г. Система педагогического регулирования двигательной активности студентов специальных медицинских групп: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / О.Г. Румба. – Санкт-Петербург, 2011. – 53 с.

316. Русинова, С.И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и симпато-адреналовой систем детей младшего школьного возраста в течение учебного года: дис. ... канд. биол. наук / С.И. Русинова. – Казань, 1989. – 218 с.

317. Рябыкина, Г.В. Вариабельность ритма сердца: монография / Г.В. Рябыкина, А.Г. Соболев. – М.: Оверлей, 2001. – 200 с.

318. Рябыкина, Г.В. Мониторирование ЭКГ с анализом вариабельности ритма сердца / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: Медпрактика, 2005. – 222 с.

319. Сабирьянов, А.Р. Медленноволновые колебания показателей кровообращения у детей: монография / А.Р. Сабирьянов. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2004. – 115 с.

320. Сабирьянова, Е.С. Закономерности онтогенетической адаптации сердечно-сосудистой системы и уровней ее регуляции к комплексу факторов внешней среды у детей, проживающих в условиях села и города: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Е.С. Сабирьянова. – Курган, 2010. – 44 с.

321. Савельев, Б.П. Функциональные параметры системы дыхания у детей и подростков: руководство для врачей / Б.П. Савельев, И.С. Ширяев. – М.: Медицина, 2001. – 232 с.

322. Савилов, Е.Д. Состояния адаптации как показатель здоровья / Е.Д. Савилов, С.А. Выборова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 3. – С. 7–8.

323. Савилов, Е.Д. Техногенное загрязнение окружающей среды и здоровье населения: анализ ситуации и прогноз / Е.Д. Савилов // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (6). – С. 507–512. (DOI: 10.18821/0016–9900–2016–95–6–507–512).

324. Самбунова, И.П. Возрастная динамика и адаптационные реакции системы дыхания девочек в подростковом возрасте: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 – физиология / И.П. Самбунова. – М., 1992. – 22 с.

325. Сапронов, Н.С. Фармакология гипофизарно-надпочечниковой системы / Н.С. Сапронов. – Санкт-Петербург, 1998. – 167 с.

326. Сафиулин, Р.Ф. Влияние различных методик оздоровительной гимнастики на функциональное состояние кардиореспираторной системы учащихся 12–14 лет: дис. ... канд. биол. наук / Р.Ф. Сафиулин. – Челябинск, 2009. – 159 с.

327. Сафонов, В.А. Дыхание?!? / В.А. Сафонов, В.И. Миняев, И.Н. Полунин. – М., 2000. – 254 с.

328. Сафонов, В.А. Нервная регуляция дыхания / В.А. Сафонов, Н.Н. Тарасова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 4. – С. 64–76.

329. Сафонов, В.А. Структурно-функциональная организация дыхательного центра / В.А. Сафонов, Н.Н. Тарасова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 1. – С. 118–131.

330. Сафронова, А.И. Функциональное состояние вегетативной нервной системы школьников и гимназистов в условиях комплексного воздействия факторов школьной и окружающей среды / А.И. Сафронова, А.В. Вахмистрова, В.Н. Никулин, Л.Н. Каримова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 55–58.

331. Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье. – М.: МЕДГИЗ, 1960. – 253 с.

332. Семенова, М.А. Роль половых гормонов и вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у крыс в условиях покоя и стресса: автореф. дис. ... канд. биол. наук / М.А. Семенова. – Астрахань, 2005. – 26 с.

333. Семенова, М.В. Межпопуляционные эколого-физиологические особенности детей школьного возраста: монография / М.В. Семенова, А.А. Шибков. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2013. – 211 с.

334. Сетко, А.Г. Методические основы гигиенической оценки факторов, формирующих здоровье детского населения, проживающего на урбанизированной и сельской территориях: дис. ... д-ра мед. наук. / А.Г. Сетко. – Оренбург, 2008. – 320 с.

335. Сетко, Н.П. Гигиенические проблемы формирования здоровья школьников в системе гимназического образования: монография / Н.П. Сетко, М.М. Мокеева, А.Г. Сетко. – Оренбург: Изд-во ГУ «РЦРО», 2009. – 213 с.

336. Сетко, Н.П. Функциональные адаптационные резервы организма студентов как основа количественной оценки здоровья в условиях современного высшего образования / Н.П. Сетко, Е.В. Булычева, И.М. Сетко // Матер. V Национ. конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи». – М.: ФГАУ НЦЗД, 2016. – С. 276–278.

337. Сетко, Н.П. Современные подходы к организации медико-психолого-педагогического сопровождения учащихся начальных классов и оценка её эффективности / Н.П. Сетко, Е.В. Булычева, И.М. Сетко, Е.Б. Бейлина // Матер. V Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием «Здравоохранение и медицинские науки – от области образования к профессиональной деятельности в сфере охраны и укрепления здоровья детей, подростков и молодежи». – М.: ФГАУ НЦЗД, 2016. – С. 278–280.

338. Сеницкая, Е.Ю. Спектральная характеристика variability сердечного ритма у детей 8–10 лет при умственной и физической деятельности: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Е.Ю. Сеницкая. – Архангельск, 2006. – 21 с.

339. Синяк, Е.Д. Особенности variability сердечного ритма у младших школьников при умственной и физической нагрузках / Е.Д. Синяк, Н.Ю. Лаврова // Олимпизм, олимпийское

движение и олимпийское образование: сб. тезисов докл. – Ижевск: изд-во Удм. ун-та, 2001. – С. 38–39.

340. Ситдиков, Ф.Г. Функциональное состояние симпатoadреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников / Ф.Г. Ситдиков, М.В. Шайхелисламова, А.А. Ситдикова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 5. – С. 22–27.

341. Ситдиков, Ф.Г. Лекции по возрастной физиологии сердца: уч. пособие / Ф.Г. Ситдиков, Т.Л. Зефирова. – Казань: Изд-во ТГГПУ, 2006. – 102 с.

342. Ситдиков, Ф.Г. Функциональное состояние симпатoadреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников / Ф.Г. Ситдиков, М.В. Шайхелисламова, А.А. Ситдикова // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 6. – С. 22–27.

343. Слоним, А.Д. Среда и поведение: формирование адаптивного поведения [этология] / А.Д. Слоним. – Ленинград: Наука, 1976. – 211 с.

344. Соколов, Е.В. Возрастное развитие резервных и адаптивных возможностей системы дыхания / Е.В. Соколов, Т.Д. Кузнецова, И.П. Самбура // Физиология развития ребенка. – М., 2000. – С. 167–184.

345. Соколов, Е.В. Внешнее дыхание: общие закономерности и особенности возрастного развития (обзор) / Е.В. Соколов // Альманах «Новые исследования». – 2001. – № 1. – С. 35–47.

346. Соловьев, В.Н. Физическое здоровье как интегральный показатель уровня адаптации организма студентов к учебному процессу / В.Н. Соловьев // Современные проблемы науки и образования. – 2005. – № 2. – С. 61–66.

347. Солодков, А.С. Особенности утомления и восстановления спортсменов / А.С. Солодков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. – № 6 (100). – С. 131–143.

348. Солопов, И.Н. Сущность и структура функциональной подготовленности спортсменов / И.Н. Солопов, А.А. Шамардин, В.В. Чёмов // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 18. – С. 56–60.

349. Солтан, М.М. Медико-гигиеническое сопровождение образовательного процесса в современных условиях: учеб.-метод. пособие / М.М. Солтан, Т.С. Борисова. – Мн.: БГМУ, 2014. – 72 с.

350. Сонькин, В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / В.Д. Сонькин. – М., 1990. – 50 с.

351. Сонькин, В.Д. Здоровье и школа / В.Д. Сонькин // Новые исследования. – М.: Вердана. – 2002. – № 1. – С. 6–12.

352. Сонькин, В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека / В.Д. Сонькин // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 3. – С. 81–99.

353. Соснина, Е.В. Влияние инновационных систем обучения на формирование адаптационных возможностей гимназистов / Е.В. Соснина, А.Г. Сетко // Гигиена и санитария: научно-практический журнал. – 2009. – № 4. – С. 64–65.

354. Спивак, Е.М. Синдром вегетативной дистонии в раннем и дошкольном детском возрасте / Е.М. Спивак. – Ярославль, 2003. – 118 с.

355. Стойда, Ю.М. Кровоснабжение мышц голени при ходьбе и беге с различной скоростью / Ю.М. Стойда // Теория и практика физ. культуры. – 1988. – № 12. – С. 39–41.

356. Стропус, Р. Состояние гистохимической активности адрено-холинергической нервной системы сердца при сердечно-сосудистой патологии / Р. Стропус, Р. Абрайтис, Ю. Бредикис, Н. Алексоните, В. Вайчекаускас // Мат. респуб. конф. патанат. – Каунас, 1978. – С. 70–72.

357. Судаков, К.В. Системная организация функций человека: теоретические аспекты / К.В. Судаков // Успехи физиол. наук. – 2000. – Т. 31. – № 1. – С. 81–96.

358. Судаков, К.В. Теория функциональных систем и профилактическая медицина / К.В. Судаков // Вестн. РАМН. – 2001. – № 5. – С. 7–14.

359. Судаков, К.В. К 100-летию мадридской речи И.П. Павлова (апрель 1903 г.). Субъективная сторона психической деятельности как объект системного анализа / К.В. Судаков,

Ю.В. Урываев // Журн. высш. нерв. деят. – 2004. – Т. 54. – № 3. – С. 293–303.

360. Судаков, К.В. Системокванты поведения: нейрофизиологические и химические характеристики / К.В. Судаков // Научные труды I Съезда физиологов СНГ; под ред. Р.И. Сепиашвили / М.: Медицина – Здоровье, 2005. – Т. 2. – С. 305.

361. Судаков, К.В. Адаптивный результат в функциональных системах организма / К.В. Судаков // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129. – № 1. – С. 3–9.

362. Судаков, К.В. Развитие теории функциональных систем в научной школе П.К. Анохина / К.В. Судаков // Электронное периодическое издание «Вестник Международной академии наук. Русская секция». – 2011. – № 1. – С. 1–5.

363. Суханова, Н.Н. Физическое развитие школьников к концу XX в.: анализ и прогноз / Н.Н. Суханова // Российский педиатрический журнал. – 1999. – № 2. – С. 36–41.

364. Сысоева, И.В. Сравнительный анализ адаптационных реакций сердечно-сосудистой системы у студентов-атлетов с различным уровнем тренированности / И.В. Сысоева // Матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье для всех». – В 3 ч. – Ч. 1 / Национальный банк Республики Беларусь [и др.]; редкол.: К.К. Шебеко [и др.]. – Пинск: ПолесГУ, 2012. – С. 276–279.

365. Тамбовцева, В.И. Функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы у детей и подростков: современный взгляд на проблему / В.И. Тамбовцева // Рос. педиатр. журнал. – 2007. – № 2. – С. 35–38.

366. Теппер, Е.А. Анализ состояния здоровья школьников, начавших обучение в разном возрасте / Е.А. Теппер, Т.Е. Таранушенко // Здоровоохранение Российской Федерации: науч.-практ. журнал. – 2013. – № 3. – С. 42–50.

367. Терещенко, А.Г. Изменение особенностей психических процессов у студентов в связи с адаптацией к учебной деятельности / А.Г. Терещенко // Адаптация учащихся и молодежи к трудовой и учебной деятельности. – Иркутск, 1986. – С. 89–103.

368. Типисова, Е.В. Реактивность и компенсаторные реакции эндокринной системы у мужского населения Европейского

Севера: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Е.В. Типисова. – Архангельск, 2007. – 37 с.

369. Тихвинский, С.Б. Детская спортивная медицина: рук-во для врачей / С.Б. Тихвинский, С.В. Хрущев. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.

370. Тихвинский, С.В. Влияние систематических занятий спортом на систему дыхания у детей и подростков / С.В. Тихвинский // Детская спортивная медицина. – М.: Медицина, 1980. – С. 60–66.

371. Трутнева, Е.А. Применение расчетных методов для оценки функции дыхания у студентов специальной медицинской группы / Е.А. Трутнева, В.Д. Прошляков // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 1999. – № 2. – С. 177–180.

372. Трушинский, З.К. Проблема адаптации детского и взрослого организма в норме и патологии / З.К. Трушинский. – М., 1990. – С. 10–18.

373. Тубол, И.Б. Уровень артериального давления у школьников 7–17 лет г. Москвы / И.Б. Тубол // Кардиология. – 1980. – Т. 20. – № 4. – С. 58–60.

374. Тупицын, И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников / И.О. Тупицын. – М.: Педагогика, 1985. – 88 с.

375. Тупицын, И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / И.О. Тупицын. – М., 1986. – 43 с.

376. Тюрнина, А.И. Влияние условий Севера на формирование адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы у детей 7–15 лет: дис. ... канд. биол. наук / А.И. Тюрнина. – Сыктывкар, 2003. – 119 с.

377. Удельнов, М.Г. Физиология сердца / М.Г. Удельнов. – М.: МГУ, 1975. – 303 с.

378. Уланова, С.А. Гигиеническая оценка активной сенсорно-развивающей среды обучения младших школьников в районах Крайнего Севера: автореф. дис. ... канд. биол. наук / С.А. Уланова. – М., 2006. – 25 с.

379. Улановская, И.М. Что такое образовательная среда? / И.М. Улановская // Начальная школа плюс. – М.: «Баласс» – 2002. – № 1. – С. 3–13.

380. Учакина, Р.В. Эколого-физиологическое обоснование гормонального статуса, физического и полового развития детей Дальневосточного региона: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Р.В. Учакина. – М., 2006. – 38 с.

381. Учебные программы по учебному предмету «Физическая культура и здоровье» для V–VII классов учреждений общего среднего образования с русским языком обучения и воспитания. – Мн., 2017. – 124 с.

382. Файнзильберг, Л.С. ФАЗАГРАФ – эффективная информационная технология обработки ЭКГ в задаче скрининга ишемической болезни сердца / Л.С. Файнзильберг // Клиническая информатика и телемедицина. – 2010. – № 6–7. – С. 22–30.

383. Фарбер, Д.А. Физиология школьника / Д.А. Фарбер, И.А. Корниенко, В.Д. Сонькин. – М.: Педагогика, 1990. – 64 с.

384. Фарино, Н.Ф. Стратегия формирования здоровья школьников: комплексный подход / Н. Ф. Фарино // Здаровы лад жыцця. У дапамогу педагогу. – 2007. – № 1. – С. 3–7.

385. Федоров, А.И. Общая модель проведения мониторинга показателей здоровья и адаптации субъектов образовательного процесса / А.И. Федоров, Н.Г. Блинова, Л.Н. Игишева, Е.В. Белоногова // Валеология. – 2004. – № 4. – С. 20–23.

386. Федотова, Т.К. Соотношение показателей биологического возраста у детей в процессе роста // Рос. педиатр. журн. – 2007. – № 1. – С. 20–23.

387. Феодосиади, О.С. Мониторинг состояния здоровья сельских школьников Ставропольского края / О.С. Феодосиади, А.С. Калмыкова, М.А. Попова // Гигиена и санитария. – 2008. – № 5. – С. 68–70.

388. Физиология адаптационных процессов / АН СССР, Отделение физиологии, Науч. совет по комплекс. пробл. физиологии человека и животных; [Ф.З. Меерсон и др.]. – М.: Наука, 1986. – 638 с.

389. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практ. руководство:

в 2 т. Т. 1 / под ред. А. А. Баранова, Л. А. Щеплягиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 432 с.

390. Физическая активность и адаптационные резервы организма выпускников медицинского Вуза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bsmu.by/files/8971/>. – Дата доступа: 10.04.2018.

391. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации // Сб. матер. (вып. VI) / Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. – М.: Издательство «ПедиатрЪ», 2013. – 192 с.

392. Филеши, П.А. Методические рекомендации по оценке адаптационного потенциала системы кровообращения школьников / П.А. Филеши, Н.Н. Сивакова. – Ставрополь: СГПИ, 1989. – 16 с.

393. Фомин, Н.А. Адаптация: общебиологические и психофизиологические основы / Н.А. Фомин. – М.: Теория и практика физической культуры, 2003. – 383 с.

394. Хаматова, Р.М. Типологические особенности кровообращения у детей 8–16 лет: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р.М. Хаматова. – Казань, 2000. – 21 с.

395. Харитонов, В.И. Валеологические подходы в формировании здоровья учащихся / В.И. Харитонов, М.В. Бажанова, А.П. Исаев. – Челябинск: ЮУрГУ АТиСо, 1999. – 157 с.

396. Хомич, М.М. Критерии оценки функционального состояния кардио-респираторной системы в определении здоровья ребенка: дис. ... д-ра мед. наук / М.М. Хомич. – СПб., 2005. – 262 с.

397. Храмов, Ю.А. Вегетативная регуляция центральной гемодинамики у лиц разного пола и возраста / Ю.А. Храмов, В.Р. Вебер // Физиология человека. – 1985. – Т. 11. – № 6. – С. 911–914.

398. Хрисанфова, Е.Н. Антропология: учебник / Е.Н. Хрисанфова, И.В. Перевозчиков. – 4-е изд. – М.: Изд-во Моск. ун-та «Наука», 2005. – 400 с.

399. Цветков, В.Д. Сердце, «золотое сечение» и симметрия / В.Д. Цветков. – Пущино: ПНЦ РАН, 1997. – 170 с.

400. Цыганок, А.В. Особенности формирования функциональных возможностей девочек школьного возраста при систематических занятиях гандболом / А.В. Цыганок // Вісник Запорізького національного університету «Фізичне виховання та спорт». – 2009. – № 1. – С. 152–157.

401. Чекалова, Н.Г. Особенности функциональных резервов организма школьников в динамике обучения / Н.Г. Чекалова, Ю.Р. Силкин, Н.А. Матвеева, С.А. Чекалова, А.И. Миронова, А.Э. Ершов, О.А. Ершова, В.В. Столярова, Н.Ю. Литвинова, Е.В. Литвинова // Медицинский альманах. – 2016. – №5 (45). – С. 232–234.

402. Чеснокова, Л.Л. Особенности кардиореспираторной системы у детей с различным уровнем двигательной активности на препубертатном периоде развития: дис. ... канд. мед. наук: 03.00.13 / Л.Л. Чеснокова. – Томск, 2004. – 139 с.

403. Чинкин, А.С. Двигательная активность и сердце / А.С. Чинкин. – Казань: Изд-во КГУ, 1995. – 192 с.

404. Чмель, И.Б. Возрастная динамика антропометрических показателей детского населения Красноярска / И.Б. Чмель, Л.Н. Медведев // Гигиена и санитария. – 2002. – № 2. – С. 49–51.

405. Чоговадзе, А.В. Аппарат внешнего дыхания / А.В. Чоговадзе // В кн. «Спортивная медицина». – М.: Медицина, 1984. – С. 60–74.

406. Шапкайтц, Ю.М. Возможности методов изучения функции системы внешнего дыхания в оценке восстановления / Ю.М. Шапкайтц // Основные вопросы восстановления работоспособности спортсменов. – Л.: ГДОИФК, 1984. – С. 33–38.

407. Шайхелисламова, М.В. Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей 7–15 лет: дис. ... д-ра биол. наук / 03.00.13 / М.В. Шайхелисламова. – Казань, 2008. – 489 с.

408. Шаханова, А.В. Онтогенетические особенности формирования психофизиологических механизмов роста, развития и адаптации детей в условиях вариативных образовательных сред / А.В. Шаханова, К.Д. Чермит, Н.Н. Хасанова, М.Н. Силантьев // Валеология. – 2002. – № 3. – С. 15–21.

409. Шаханова, А.В. Студенческий спорт, адаптация, кардиореспираторная система / А.В. Шаханова, С.С. Гречишкина. – Майкоп: АГУ, 2015. – 155 с.

410. Швалев, В.Н. Анализ возрастных изменений нервной трофики сердечно-сосудистой системы в норме и в условиях патологии / В.Н. Швалев, В.П. Реутов, А.Н. Рогоза и другие // Морфологические ведомости. – 2012. – № 3. – С. 6–11.

411. Шварков, С.Б. Особенности вегетативной дисфункции у детей / С.Б. Шварков // Заболевания вегетативной нервной системы. – М., 1991. – С. 508–548.

412. Шведов, Д.Н. Ранние признаки психофизиологических нарушений у студентов-бакалавров в процессе учебной деятельности: дис. ... канд. биол. наук: 03.03.01 / Д.Н. Шведов; [Место защиты: Орловский государственный университет]. – Орел, 2015. – 159 с.

413. Шевченко, А.Ю. Сравнительная характеристика основных параметров variability ритма сердца у спортсменов с разной направленностью тренировочного процесса: дис. ... канд. биол. наук: / А.Ю. Шевченко. – Ярославль, 2006. – 114 с.

414. Шибков, А.А. Морфофункциональный статус детей на этапе поступления в школу, проживающих в промышленном центре Южного Урала – г. Челябинск / А.А. Шибков, Н.В. Ефимова // Высокие технологии, фундаментальные и прикладные исследования в физиологии и медицине: сб. трудов II Междунар. науч.-практ. конф. – СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2011. – Т. 2. – С. 363–365.

415. Шибкова, Д.З. Электронная модель мониторинга физического развития и состояния здоровья школьников / Д.З. Шибкова, О.А. Скворцова, П.А. Байгужин // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 349.

416. Шибкова, Д.З. Организация здоровьесформирующей среды с использованием автоматизированной программы «Мониторинг здоровья»: монография / Д.З. Шибкова, П.А. Байгужин. – Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2011. – 168 с.

417. Шик, Л.Л. Регуляция дыхания при мышечной работе / Л.Л. Шик // Биологические науки. – 1985. – № 6. – С. 18–29.

418. Ширяева, И.С. Функция внешнего дыхания у здоровых детей и при хронических бронхолегочных болезнях: дис. ... д-ра мед. наук / И.С. Ширяева. – М., 1976. – 362 с.

419. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: филиал Издательства Нижегородского Университета, 1991. – 418 с.

420. Шлык, Н.И. Об особенностях медленноволновой структуры variability ритма сердца у школьников с разной исходной активностью регуляторных систем организма / Н.И. Шлык, Е.Е. Сапожникова // Науч. тр. под ред. Р.И. Сепиашвили. – М.: Медицина-Здоровье, 2005. – Т. 1. – С. 149.

421. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский университет, 2009. – 259 с.

422. Шумихина, И.И. Особенности variability сердечного ритма и центральной гемодинамики у юных футболистов под влиянием тренировочного процесса: автореф. дис. ... канд. биол. наук / И.И. Шумихина, 2005. – 187 с.

423. Щедрина, А.Г. Здоровый образ жизни: методологические, социальные, биологические, медицинские, психологические, педагогические, экологические аспекты / А.Г. Щедрина. – Новосибирск: ООО «Альфа – Виста», 2007. – 144 с.

424. Ямпольская, Ю.А. Физическое развитие школьников жителей крупного мегаполиса в последние десятилетия: состояние, тенденции, прогноз, методика скринингоценки: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Ю.А. Ямпольская. – М., 2000. – 76 с.

425. Янов, А.Ю. Физическое развитие и функциональное состояние системы кровообращения детей 11-летнего возраста, проживающих в районе расположения предприятия атомной промышленности: автореф. дис. ... канд. биол. наук / А.Ю. Янов. – Челябинск, 2009. – 23 с.

426. American Thoracic Society (2003); American College of Chest Physicians // Am. J. Respir. Crit. Care Med. – V. 167. – № 2. – P. 211.

427. Baggot, M.G. The Valves, Baffles and Sphincters of the Respiratory System / M.G. Baggot // *Medical Hypotheses*. – 1992. – № 37. – pp. 103–106.

428. Beaver, W.L. Breath-by-breath measurement of the true alveolar gas exchange / W.L. Beaver, N. Lamarra and K. Wasserman // *Journal of Applied Physiology*, 1981. – № 51. – pp. 1662–1675.

429. Brede, M. Differential control of adrenal and sympathetic catecholamine release by α_2 -adrenoceptor subtypes / G. Nagy, M. Philipp, J.B. Sorensen, M.J. Lohse, L. Hein // *Molecular Endocrinology*, 2003. – V. 17. – №8. – pp. 1640–1641.

430. Chizhik, L.Y. Physiological parameters of external respiration in sportsmen with diseases of musculoskeletal system / L.Y. Chizhik, G.D. Aleksfnyants // *European journal of natural history*. – 2011. – № 1. – P. 13–16.

431. Chrousos, G.P. The HPA axis and the stress response // *Endocr Res.*, 2000. – V. 26. – № 4. – pp. 513–514.

432. Czyrak, A. Role of glucocorticoids in the regulation of dopaminergic neurotransmission / M. Mackowiak, A. Chocyk, K. Fijal, K. Wedzony // *Pol J Pharmacol*, 2003. – V. 55. – № 5. – pp. 667–674.

433. Coats, E.M. Intensity-dependent tolerance to exercise after attaining $V(O_2)$ max in humans / E.M. Coats, H.B. Rossiter, J.R. Day, A. Miura, Y. Fukuba, B.J. Whipp // *J Appl Physiol.*, 2003. – pp. 483–490.

434. Cornoni-Huntley, J. Blood pressure in adolescence. The United States Health Examination survey / J. Cornoni-Huntley, W.R. Harlan, P.E. Leaverton // *Hypertension*. – 1979. – V.1. – pp. 566–571.

435. Davrath, L.R. Evaluation of autonomic function underlying slow postexercise heart rate recovery / S. Akselrod, I. Pinhas, E. Toledo, A. Beck, D. Elian, M. Scheinowitz // *Med Sci Sports Exerc.*, 2006. – V. 38. – № 12. – pp. 2095–2101.

436. Debigar, R. et al. (2000) // *Med. Sci. Sports Exerc.* – V. 32. – № 8. – P. 1365.

437. Ferguson, C. Effects of prior very-heavy intensity exercise on indices of aerobic function and high-intensity exercise tolerance / C. Ferguson, B.J. Whipp, A.J. Cathcart et al. // *J Appl Physiol.*, 2007.

438. Fountoulakis, S. Molecular genetic aspects and pathophysiology of endocrine hypertension / A. Tsatsoulis // *Hormones (Athens)*, 2006. – V. 5. – № 2. – pp. 90–106.
439. Gouarne, C. Critical study of common conditions of storage of glucocorticoids and catecholamines in 24-h urine collected during resting and exercising conditions / A. Foury, M. Duclos // *Cli Chim Acta*, 2004. – V. 348. – № 1–2. – pp. 207–214.
440. Harlan, W.R. Blood pressure in childhood. The National Health Examination Survey / W.R. Harlan, J. Cornoni-Huntley, P.E. Leaverton // *Hypertension*. – 1979. – V.1. – pp. 559–565.
441. Jack, S. Behavioral influences and physiological indices of ventilatory control in subjects with idiopathic hyperventilation / S. Jack, H.B. Rossiter, C.J. Warburton, B.J. Whipp // *Behav Modif.*, 2003. – № 27 (5). – pp. 637–652.
442. Kamath, M.V. Power spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function / M.V. Kamath, E.L. Fallen // *Crit. Rev. Biomed. Eng.* – 1993. – V. 21 (3). – pp. 245–311.
443. Katyal, S. Adaptations to Short Term Aerobic Training In Younger versus Older Women: Plasma Volume and Cardiac Function: Master of Science / Sonia Katyal. – Graduate Department of Rehabilitation Science. University of Toronto, 2000. – 127 p.
444. Kristal-Boneh, E. Heart rate variability in health and disease / E. Kristal-Boneh, M. Raifel, P. Froom, J. Ribak // *Scand. J. Work. Environ Health*, 1995. – V. 21 (2). – pp. 85–95.
445. Lebenthal, Y. (2006) Effect of sex hormone administration on circulating ghrelin levels in peripubertal children / Y. Lebenthal, G. Gat-Yablonski, B. Shtauf // *J. Clinic. Endocrinol. Metabolism*. – V. 91. – № 1. – pp. 328–331.
446. Levy, A. Physiological implications of pituitary trophic activity / A. Levy // *Journal Endocrinol.*, 2002. – V. 174. – № 2. – pp. 147–155.
447. Marchal, F. Filtering artefacts in measurements of forced oscillation respiratory impedance in young children / F. Marchal, C. Schweitzer, B. Demoulin, et al. // *Physiol Meas.*, 2004. – pp. 1153–1166.
448. Mathiowetz, V. et al. (1985) // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – V. 66. – № 2. – P. 69.

449. McCartney, C.R. Obesity and sex steroid changes across puberty: evidence for marked hyperandrogenemia in pre- and early pubertal obese girls / C.R. McCartney, S.K. Blank, K.A. Prendergast // *Ibid.*, 2007. – V. 92. – № 2. – P. 430–436.

450. Miura, A. The effect of glycogen depletion on the curvature constant parameter of the power-duration curve for cycle ergometry. *Ergonomics* / A. Miura, H. Sato, B.J. Whipp, Y. Fukuba. – 2000. – pp. 133–141.

451. Nakamoto, T. Variability of ventricular excitation interval does not reflect fluctuation in atrial excitation interval during exercise in humans: AV nodal function as stabilizer / K. Matsukawa // *Journal Physiol Sci.*, 2006. – V. 56. – № 1. – pp. 67–77.

452. Ortega, E. Neuroendocrine mediators in the modulation of phagocytosis by exercise: physiological implications / E. Ortega // *Exerc Immunol Rev.*, 2003. – V. 9. – pp. 70–93.

453. Osaka, M. Correlation demention of heart rate varia-bility: a new index of human autonomic function / M. Osaka, H. Saitoh, H. Atarashi, H. Hayakawa // *Front. Med Biol. Eng.*, 1993. – V. 5 (4). – pp. 289–300.

454. Ostrander, M.M. Hypoactivity of the hypothalamo pituitary adrenocortical axis during recovery from chronic variable stress / M.M. Ostrander, Y.M. Ulrich-Lai, D.C. Choi // *Ibid.*, 2006. – V. 147. – № 4. – pp. 2008–2017.

455. Perry, C.G. Glucocorticoids and insulin sensitivity: dissociation of insulin's metabolic and vascular actions / A. Spiers, S.J. Cleland, G.D. Lowe, J.R. Petrie, J.M. Connel // *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 2003. – V. 88. – № 12. – pp. 6008–6014.

456. Rauchenzauner, M. Sex and agespecific reference curves for serum markers of bone turnover in healthy children from 2 months to 18 years / M. Rauchenzauner, A. Schmid, P. HeinzErian // *J. Clinic. Endocrinol. Metabolism*ю – 2007. – V. 92. – № 2. – P. 443–449.

457. Roozendaal, B. Glucocorticoids interact with emotion-induced noradrenergic activation in influencing different memory functions / S. Okuda, D.J. de Quervain, J.L. McGaugh // *Neuroscience*, 2006. – V. 138. – № 3. – P. 901–910.

458. Rossiter, H.B. A test to establish maximum O₂ uptake despite no plateau in the O₂ uptake response to ramp incremental exercise /

H.B. Rossiter, J.M. Kowalchuk, B.J. Whipp // *J Appl Physiol.*, 2006. – № 100 (3). – pp. 764–770.

459. Sapolsky, R.M. The neuroendocrinology of stress and aging: The Glucocorticoid cascade hypothesis / R.M. Sapolsky, L.C. Krey, B.S. McEwen // *Endocrinol. Rev.*, 1986. – № 7. – P. 287–301.

460. Sheel, W. The pulmonary system during exercise in hypoxia and the cold / A. William Sheel, J. Meaghan MacNutt, S. Jordan Querido // *Experimental Physiology.* – 2009. – № 95. – pp. 422–430.

461. Steinacker, J.M. Effect of exercise intensity on the changes in alveolar slopes of carbon dioxide and oxygen expiratory profiles in humans / J.M. Steinacker, C. Dehnert, B.J. Whipp // *Eur J Appl Physiol.*, 2001. – pp. 56–61.

462. Stewart, S.M. Stress and vulnerability in medical students / S.M. Stewart, C. Betson, J. Marshall // *Medical Education.*, 1996. – № 29. – pp. 119–126.

463. Sundell, J. (2002) Increased coronary vascular resistance cannot be reduced by inhibiting sympathetic overactivity in hypertension / H. Laine, M. Luotolahti, P. Nuutila, J. Knuuti // *Journal Vase Res.*, 2002. – V.39. – № 5. – P. 456–462.

464. Sundstedt, M. Echocardiographic Doppler assessments of left ventricular filling and ejection during upright exercise in endurance athletes / P. Hedberg, T. Jonason, I. Ringqvist, E. Henriksen // *Clin Physiol Funct Imaging.* 2007. – V. 27. – № 1. – pp. 36–41.

465. Tamashiro, K.L. Social stress: from rodents to primates / M.M. Nguyen, R.R. Sakai // *Front Neuroendocrinol.* 2005. – V. 26. – № 1. – pp. 27–40.

466. Uckert, S. Is there an inhibitory role of Cortisol in the mechanism of male sexual arousal and penile erection? / M.H. Fuhlenriede, A.J. Becker, C.G. Stief, F. Scheller, W.H. Knapp, U. Jonas // *Urol Res.*, 2003. – V. 31. – № 6. – pp. 402–406.

467. Verges, S. Effect of respiratory muscle endurance training on respiratory sensations, respiratory control and exercise performance a 15-year experience / Samuel Verges, Urs Boutellier, M. Christina Spengler // *Respiratory Physiology & Neurobiology.* – 2008. – № 161. – pp. 16–22.

468. Vogt, B.A. Hypertension in children and adolescents: definition, pathophysiology, risk factors, and long-term sequelae /

B.A. Vogt // *Curr. Ther. Res. Clin. Exp.*, 2001. – V. 62. – pp. 283–297.

469. Wanner, A. Adrenergic-gluccorticoid interactions in the regulation of airway blood flow / S.D. Kumar, J.L. Brieva, E.S. Mendes // *Arch Physiol Biochem.* – 2003. – V.111. – № 4. – pp. 319–321.

470. Welch, M.R. Sex differences in childhood socialization patterns in African societies / M.R. Welch, B.M. Page // *Sex Roles*, 1981. – № 7. – pp. 1163–1173.

471. Wesfreid, E. Randomness and changes of heart rate and respiratory frequency during high altitude mountain ascent without acclimatization / E. Wesfreid, B. Vronique // *Physica A.* – 2011. – № 1. – pp. 1–16.

472. Whipp, B.J. Pulmonary O₂ uptake during exercise: conflating muscular and cardiovascular responses / B.J. Whipp, S.A. Ward, E.B. Rossiter // *Med Sci Sports Exerc.*, 2005. – № 37 (9). – pp. 1574–1585.

473. Whipp, B.J. Physiological mechanisms dissociating pulmonary CO₂ and O₂ exchange dynamics during exercise in humans / B.J. Whipp // *Exp Physiol.*, 2007. – № 92(2). – pp. 347–355.

474. Whipp, B.J. Physiological mechanisms dissociating pulmonary CO₂ and O₂ exchange dynamics during exercise in humans / B.J. Whipp // *Exp Physiol.*, 2007. – V. 92(2). – pp. 347–355.

475. Wong, D.L. Why is the adrenal adrenergic? / D.L. Wong // *Endocr Pathol.*, 2003. – V. 14. – №. – P. 25–36.

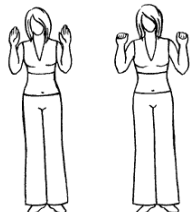
476. Wurtman, R.J. Stress and the adrenocortical control of epinephrine synthesis / R.J. Wurtman, // *Metabolism*, 2002. – V. 51. – № 6. – pp. 11–14.

477. Yanagihara, N. Stimulation of catecholamine synthesis by environmental estrogenic pollutants. / N. Yanagihara, Y. Toyohira, S. Ueno // *Ibid.*, 2005. – V. 146. – № 1. – pp. 265–272.

Приложение А

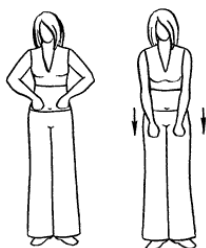
Комплекс упражнений дыхательной гимнастики А.Н. Стрельниковой

1. «Ладони»



Встать прямо, показать ладони, при этом локти опустить, руки далеко от тела не уводить. Выполнять короткий, шумный, активный вдох носом и одновременно сжимать ладони в кулачки (хватательное движение). Пальцы сжимаются одновременно и с силой. После активного вдоха и сжатия ладоней в кулаки выдох уходит свободно, пальцы рук разжимаются, кисти рук на мгновение расслабляются.

2. «Погончики»



Встать прямо, сжатые в кулаки кисти рук прижать к поясу. В момент короткого шумного вдоха носом с силой толкать кулаки к полу, как бы отжимаясь от него или сбрасывая с рук что-то. При этом во время толчка кулаки разжимаются. Плечи в момент вдоха напрягаются, руки вытягиваются в струну (тянутся к полу), пальцы рук широко растопыриваются. Это тоже очень важно. На пассивном выдохе вернуться в исходное положение: кисти рук снова на поясе, пальцы сжаты в кулаки – выдох ушёл сам.

3. «Насос» (накачивание шины)



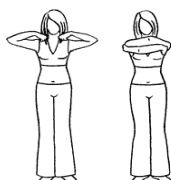
Встать прямо, руки опущены. Слегка наклониться вниз, к полу: спина круглая, голова опущена. Сделать короткий шумный вдох в конечной точке поклона. Слегка приподнимитесь, но не выпрямляйтесь полностью – в этот момент абсолютно пассивно уходит выдох через нос или через рот.

4. «Кошка» (приседания с поворотом)



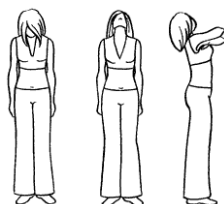
Встать прямо, руки опущены. Делаем легкие, пружинистые, танцевальные приседания, одновременно поворачивая туловище то вправо, то влево. Кисти рук на уровне пояса. При поворотах вправо и влево с одновременным коротким шумным вдохом делаем руками легкое «сбрасывающее» движение. Кисти рук далеко от пояса не уводим, чтобы Вас «не заносило» на поворотах. Голова поворачивается вместе с туловищем то вправо, то влево. Колени слегка гнутся и выпрямляются, присядь легкая, пружинистая. Спина всё время прямая, ни в коем случае не сутультесь!

5. «Обними плечи» (вдох на сжатии грудной клетки)



Встаньте прямо. Руки согнуты в локтях и подняты на уровень плеч кистями друг к другу. В момент короткого шумного вдоха носом бросаем руки навстречу друг другу, как бы обнимая себя за плечи. Важно, чтобы руки двигались параллельно, а не крест-накрест. Сразу же после короткого вдоха руки слегка расходятся в стороны, в этот момент абсолютно пассивно уходит воздух – происходит выдох.

6. «Большой маятник» («насос» + «обними плечи»)



Встаньте прямо. Слегка наклонитесь к полу (руки тянутся к коленям, но не опускаются ниже них) – вдох. И сразу же без остановки слегка откиньтесь назад (чуть прогнувшись в пояснице), обнимая себя за плечи, – тоже вдох. Выдох уходит пассивно между двумя вдохами – движениями.

7. «Повороты головы»



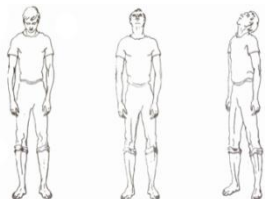
Встаньте прямо. Поверните голову вправо и сделайте короткий шумный вдох справа. Затем сразу же (без остановки посередине) поверните голову влево, шумно и коротко понюхайте воздух слева. Справа – вдох, слева – вдох. Выдох уходит в промежутке между вдохами, посередине. Шею ни в коем случае не напрягайте. Туловище неподвижно, плечи не поворачиваются вслед за головой.

8. «Ушки» («ай-ай», «китайский болванчик»)



Встаньте прямо. Смотрите прямо перед собой. Слегка наклоните голову вправо, правое ухо идет к правому плечу – короткий шумный вдох носом. Затем слегка наклоните голову влево, левое ухо идет к левому плечу – тоже вдох. Плечи при этом не дергаются, попытайтесь их удержать в абсолютно неподвижном состоянии. Выдох уходит пассивно в промежутке между вдохами.

9. «Маятник головой»



Встаньте прямо, ноги чуть уже ширины плеч. Опустите голову вниз, посмотрите на пол – вдох. Откиньте голову вверх, посмотрите на потолок – тоже вдох. Вдох снизу (с пола) – вдох сверху (с потолка). Выдох уходит пассивно в промежутке между вдохами, но голова при этом посередине не останавливается. Шею ни в коем случае не напрягайте.

10. «Шаги» («передний шаг», «задний шаг»)

Встать прямо, руки опущены вдоль тела. Поднимаем вверх до уровня живота согнутую в колене правую ногу, на левой ноге в этот момент слегка приседаем – делаем вдох. После этого поднятая вверх



правая нога опускается на пол, а левая нога выпрямляется в колене. При этом абсолютно пассивно через нос или через рот уходит выдох. Обе ноги выпрямляются. Затем поднимаем вверх согнутую в колене левую ногу, а на правой в этот момент слегка приседаем – вдох. После этого обе ноги выпрямляются – выдох уходит.

«Задний шаг»



Необходимо согнуть в колене правую ногу назад, как бы ударяя себя пяткой по ягодице. На другой ноге (левой) в этот момент делаем легкое танцующее приседание. Затем ноги выпрямляются – выдох ушёл. Затем повторяем то же с левой ноги.

Приложение Б

Упражнения звуковой гимнастики по методу трехфазового дыхания Е.А. Лукьяновой

«Лыжник»

Вдох носом, на выдохе тихо произносить звук «М». Задание выполняется в виде соревнования. Кто дольше протянет этот звук. Можно имитировать ходьбу на лыжах в течение 1,5–2 мин. Звук должен резонировать в груди. Если губы вялы или челюсти раскрыты мало, то звук «М» звучит только в носу, щекочет губы.

«Каша кипит»

Сесть, одна рука на животе, другая – на груди. При втягивании живота сделать вдох, при выпячивании – выдох. Выдыхая, громко произносить «ф-ф-ф-ф-ф».

«Комплекс»

Выполнить глубокий вдох через нос. Пауза. На выдохе произносить звуки: пф-пф-пф-пф-пф. Пауза. Вдох. Пауза. На выдохе: р-р-р-р. Пауза. Вдох. Пауза. На выдохе: з-з-з-з. Пауза. Вдох. Пауза. На выдохе: ж-ж-ж-ж. Пауза. Вдох. Пауза. На выдохе: мо-ме-мэ-му.

«Петух»

Встать прямо, ноги врозь, руки опустить. Поднять руки в стороны, а затем хлопнуть ими по бедрам. Выдыхая, произносить «ку-ка-ре-ку».

«Часики»

Встать прямо, ноги врозь, руки опустить. Размахивая прямыми руками вперед и назад, произносить «тик-так».

«На турнике»

Встать прямо, ноги вместе, гимнастическую палку держать обеими руками перед собой. Поднять палку вверх, подняться на носки – вдох, палку опустить назад за голову – долгий выдох. Выдыхая, произносить «ф-ф-ф-ф-ф».

«Трубач»

В положении сидя или стоя прислонить кисти рук к губам, изображая игру на музыкальном инструменте. Выполнить вдох и медленно выдохнуть через образуемую губами трубочку с произношением «п-ф-ф».

«Счёт»

На одном выдохе произносить счёт от 1 до 10. Удлиненный выдох наращивать постепенно: 1,2,3; 1,2,3,4; 1,2,3,4,5; ... и т.д.

Далее можно на одном выдохе произносить счёт от 1 до 10 постепенно изменяя силу голоса. Максимальная сила на счёте 5 и 6. Первый счёт сказать шёпотом, затем чуть громче и к середине счёта громко.

«Паровозик»

Ходить по комнате, делая попеременные махи согнутыми в локтях руками и приговаривая «чух-чух-чух».

«Шагом марш!»

Встать прямо, гимнастическая палка в руках. Ходить, высоко поднимая колени. На 2 шага – вдох, на 6–8 шагов – выдох. Выдыхая, произносить «ти-ш-ш-ше».

«Летят мячи»

Встать прямо, руки с мячом перед грудью. Бросить мяч от груди вперед. Выдыхая, произносить «у-х-х-х-х».

«Подуй на одуванчик»

Дети должны представить, что в руке у них отцвевший одуванчик. Необходимо выполнить вдох носом, а затем поднести кисть к губам (держат на небольшом расстоянии) и подуть так, чтобы слетели все семена-парашютики. Дети должны пытаться сдуть парашютики за время одного долгого выдоха. Можно поменять выполнение упражнения: вдох выполнять ртом, а выдох носом. Темп медленный.

«Гуси летят»

Медленная ходьба в течение 1–3 мин. Поднять руки в стороны – вдох, опустить вниз – выдох, произносить «г-у-у-у».

«Насос»

Встать прямо, ноги вместе, руки опущены. Вдох, затем наклон туловища в сторону – выдох, руки скользят вдоль туловища, при этом произносить «с-с-с-с-с». Сделать 6–8 наклонов в каждую сторону.

«Регулировщик»

Встать прямо, ноги на ширине плеч, одна рука поднята вверх, другая отведена в сторону. Вдох носом, затем поменять положение рук и во время удлиненного выдоха произносить «р-р-р-р-р».

«Вырасти большой»

Встать прямо, ноги вместе, поднять руки вверх. Хорошо потянуться, подняться на носки – вдох, опустить руки вниз, опуститься на всю ступню – выдох. Выдыхая, произносить «у-х-х-х-х».

«Маятник»

Встать прямо, ноги на ширине плеч, палку держать за головой ближе к плечам. Наклонять туловище в стороны. При наклоне – выдох, произносить «т-у-у-у-х-х».

«Дождь и дождик»

Исходное положение – сидя или стоя. Выполнить вдох через нос, а затем на выдохе выполнять хватательные движения кистями рук капель дождя с произношением короткого «кап-кап» или длинного «ка-а-а-п» в зависимости от его скорости. Скорость дождя меняется по указаниям проводящего.

«Сирена»

Вдох носом, на выдохе произносить звук «М» имитируя сирену. Задание выполняется при закрытом рте.

«Неделя»

На одном выдохе перечислять дни недели: понедельник; понедельник, вторник; понедельник, вторник, среда; ... и т.д.

Можно постепенно изменять силу голоса.

«Стихи»

На одном выдохе произносить вначале две, а затем четыре строчки стихотворения. В задании использованы четверостишья Ирины Гуриной.

«Дуем в рожок»

Кисти рук сжать в кулаки, образовав рожок. Выполнить вдох через нос, затем приставить кисти рук ко рту и выполнять выдох с образованием звука «у-у-у-у».

«Надувайся шарик»

Выполнить вдох через нос, а затем выдыхать с закрытым ртом, раздувая щёки. При этом кисти рук надавливают на щёки, создавая сопротивление.

«Музыкальный алфавит»

Упражнения выполняются несколько раз:

1 – дыхание переводим после каждой строчки;

2 – дыхание переводим через строчку.

Постепенно произносить алфавит на одном дыхании, желательно под музыку.

А, б, в, г, д, е, ё;

Ж, з, и, й, к;

Л, м, н, о, п, р, с;

Т, у, ф, х, ц, ч, ш, щ;

Мягкий знак и твердый знак, э, ю, я!

Наизусть весь алфавит знаю я!

«Песенка водички»

Выполнить вдох через нос, а затем выдох через рот с образованием звука «с-с-с», имитируя текущую из крана воду.

«Гудок океанского лайнера»

Через нос с шумом дети набирают воздух; задержав дыхание на 1–2 секунды, с шумом выдыхают воздух через губы, сложенные трубочкой, со звуком «у» (выдох удлинён). Упражнение учит дышать в темпе 3–6. Вдох короче, задержка дыхания, выдох длинный.

«Повздыхаем»

Выполнить вдох через нос, а затем на выдохе изображать различные состояния (чувство страха, грусти, веселья, усталости) с помощью вздохов: ох, ах, эх, ой, ай, ая, яй и т.п.

«Ветер и ветерок»

Исходное положение – сидя или стоя. Выполнить вдох через нос, а затем на выдохе имитировать руками порывы ветра с сопровождением их звуками «у-у-у». Силу и скорость изображаемого ветра и выполняемого выдоха менять по указаниям проводящего.

«Семафор»

Стоя или сидя, спина прямо. Поднять руки в стороны – вдох, медленно опустить вниз – длительный выдох, произносить «с-с-с-с».

«Снег кружится»

Представить, что в воздухе кружатся снежинки. Выполнить вдох через нос, а затем плавный выдох через рот, направляю струю воздуха на снежинки.

«Паровозик – 1»

Учитель предлагает сначала переводить дыхание после каждой строчки, затем через строчку и постепенно научиться говорить на выдохе –

Паровоз кричит: «Ду-ду-у-у!

Я иду, иду, иду!»

А колёса стучат,

А колёса говорят:

«Так-так, так-так.
Чуф-чуф, чуф-чуф.
Ш-ш-ш, у-у-у!
Приехали!»

«Паровозик – 2»

Ускорять речитатив до максимального темпа, сопровождая его ходьбой на месте, переходящей в бег. Затем перейти на медленный темп проговаривания, а в конце остановиться со звуком «пх» и расслабить всё тело.

Я могу дышать, как паровоз, чух, чух, чух.

Я пыхчу, пыхчу под стук колес, чух, чух, чух.

Я пыхчу, пыхчу, пыхчу, пыхчу, чух, чух, чух.

Развивать дыхание хочу, чух, чух, чух.

«Полёт самолета»

Дети-самолеты «летают» со звуком «у». При выполнении пилотажа взлёт – звук направляется к голове, при посадке – звук направляется к туловищу. Упражнение регулирует кровяное давление ребёнка, учит дыханию в заданном темпе по представлению.

Правильное чередование вдоха и выдоха, умение произвольно замедлять выдох, делать его плавным или прерывистым возможно при выполнении следующих упражнений:

– вдох через нос – выдох через рот;

– краткий глубокий вдох – замедленный выдох;

– медленный глубокий вдох – краткий резкий выдох;

– медленный выдох, чтобы воздух выходил струей;

– выдох толчками;

– сделайте глубокий вдох, медленно набирая воздух через нос, задержите дыхание, на выдохе считайте от 1 до 10, стараясь, чтобы воздуха хватило до конца счета;

– выдохните воздух и не дышите в течение нескольких секунд, затем наполните легкие воздухом, но не за один вдох, а за несколько коротких, активных вдохов;

– на одном выдохе усиливайте или ослабляйте звук: жужжание пчелы: Ж-Ж-Ж-Ж...; писк летающего комара: З-З-З-З...; рычание

собаки: Р-Р-Р-Р...; воздух, выходящий из проколотой шины велосипеда: С-С-С-С...;

– «Свеча» – ровный медленный выдох, глубоко вдохнуть, остановиться и медленно дуть на воображаемое пламя свечи, постараться дуть так, чтобы пламя «легло», и удержать его в таком положении до конца выдоха;

– «Погаси свечу» – интенсивный, прерывистый выдох;

– на одном вдохе произнесите 5–10 звуков «ф», делая короткие промежутки между звуками: ф! –ф! –ф! –ф! –ф!...;

– произнесите скороговорку–считалку.

Список скороговорок для дыхательных упражнений

– А мне не до недомогания.

– Брит Клим брат, брит Глеб брат, брат Игнат бородат.

– Была у Фрола, Фролу на Лавра наврала. Подойду к Лавру, на Флора Лавру навру.

– В поле полет Фрося просо, сорняки выносит Фрося.

– Везет Сенька Саньку с Сонькой на санках. Санки скок, Сеньку с ног, Саньку в бок, Соньку в лоб, все в сугроб.

– Во мраке раки шумят в драке.

– Водовоз вез воду из-под водопровода.

– Все бобры для своих бобрят добры. Бобры берут для бобрят бобы. Бобры, бывает, будоражат бобрят, давая им бобы.

– Всех скороговорок не перескороговоришь, не перевыскороговоришь.

– Говорил командир про полковника и про полковницу, про подполковника и про подполковницу, про поручика и про поручицу, про подпоручика и про подпоручицу, про прапорщика и про прапорщицу, про подпрапорщика, про подпрапорщицу промолчал.

– Два щенка щека к щеке щиплют щетку в уголке.

– Дробью по перепелам да по тетеревам.

– Жужжит жужелица, жужжит, да не кружится.

– Жутко жуку жить на суку.

– Из кузова в кузов шла перегрузка арбузов. В грозу в грязи от груза арбузов развалился кузов.

– Карл клал лук на ларь, Клара крала лук с ларя.

- Карл у Клары украл кораллы, а Клара у Карла украла кларнет.
- Клара-кряля кралась с крокодилом к Ларе.
- Колпак на колпаке, под колпаком колпак.
- Королева Клара строго карала Карла за кражу коралла.
- Краб крабу сделал грабли.
- Кукушка кукушонку купила капюшон. Надел кукушонок капюшон. Как в капюшоне он смешон!
- Маланья-болтунья молоко болтала, выбалтывала, да не выболтала.
- Мила мыла не любила, мыло Мила уронила.
- Мы ели, ели ершей у ели, их еле-еле у ели доели.
- На горе Арарат рвала Варвара виноград.
- На дворе трава, на траве дрова. Не руби дрова на траве двора.
- Наш Полкан из Байкала лакал. Полкан лакал, но не мелел Байкал.
- Не жалела мама мыла. Мама Милу мылом мыла.
- Не хочет косой косить косой, говорит, коса коса.
- Около кола колокола, около ворот коловорот.
- Орел на горе, перо на орле. Гора под орлом, орел под пером.
- Осип охрип, Архип осип.
- От топота копыт пыль по полю летит.
- По семеро в сани уселися сами.
- Подал грабли крабу краб: сено граблями, краб, грабь.
- Полили ли лилию? Видели ли Лидию? Полили лилию, видели Лидию.
- Пришел Прокоп, кипел укроп, ушел Прокоп, кипел укроп; как при Прокопе кипел укроп, так и без Прокопа кипел укроп.
- Расскажите про покупки. Про какие про покупки? Про покупки, про покупки, про покупочки свои.
- Сачок зацепился за сучок.
- Свиристель свиристит свирелью.
- Съел молодец тридцать три пирога с пирогом, да не все с творогом.
- Ткет ткач ткани на платки Тане.
- Тридцать три корабля лавировали, лавировали, да не вылавировали.
- Тщетно тщится щука ущемить леща.
- У ежа ежата, у ужа ужата.

- У елки иголки колки.
- У нас гость унес трость.
- У нас на дворе-подворье погода размокропогодилась.
- У осы не усы, не усищи, а усики.
- У Сени и Сани в сетях сом с усами.
- Хвалю халву.
- Чешуя у щучки, щетинка у чушки.
- Шакал шагал, шакал скакал.
- Шестнадцать шли мышей и шесть нашли грошей, а мыши, что поплоше, шумливо шарят гроши.
- Шла Саша по шоссе и сосала сушку.
- Шли сорок мышей, нашли сорок грошей, две мыши поплоше нашли два гроша.

Приложение В

Комплексы танцевальной аэробики для учащихся и студенческой молодежи

Комплекс №1 (на 32 счёта)

Блок 1:

1. 1–8 – step touch
2. 1–4 – grape wine
5–8 – leg curl
3. 1–4 – chasse
5–8 – V-step turn
4. 1–4 – 2 open step
5–8 – pivot turn

Блок 2:

1. 1–8 – toe touch (попеременный)
2. 1–4 – chasse
5–8 – V-step turn
3. 1–4 – grape wine
5–8 – pivot turn
4. 1–4 – 2 leg curl
5–8 – cross

Блок 3:

1. 1–4 – heel вперед (скрестный)
5–8 – pivot turn
2. 1–4 – step line
5–8 – cross
3. 1–4 – grape wine
5–8 – 2 leg curl
4. 1–8 – knee up (попеременный)

Блок 4:

1. 1–4 – 2 step touch
5–8 – cross
2. 1–4 – 3 walking hell

- 5–6 – walking back
- 7–8 – pivot turn
- 3. 1–4 – chasse
- 5–8 – V-step
- 4. 1–4 – 2 open step
- 5–8 – leg curl turn

Блок 5:

- 1. 1–4 – 2 toe touch
- 5–6 – V-step
- 7–8 – pendulum
- 2. 1–4 – chasse
- 5–8 – 2 squat
- 3. 1–8 – knee up
- 4. 1–4 – grape wine
- 5–8 – pivot turn

Комплекс №2

Блок 1:

- 1. 1–8 – step touch
- 1–8 – W-step touch
- 2. 1–8 – V-step
- 1–8 – A-step

Блок 2:

- 1. 1–8 – basic Step-Tap (L)
- 1–8 – basic step-Tap (R)
- 2. 1–8 – open step
- 3. 1–8 – mambo

Блок 3:

- 1. 1–8 – step-leg curl (диагональ)
- 2. 1–8 – step-kick front (диагональ)
- 3. 1–8 – step-knee up (R)

4. 1–8 – step-knee up (L)

Блок 4:

1. 1–4 – cross (R)

5–8 – cross (L)

2. 1–8 – grape wine

3. 1–8 – scoop

4. 1–8 – jumping jack

Научное издание

ОСИПЕНКО Евгений Владиславович

**КАРДИОРЕСПИРАТОРНАЯ СИСТЕМА:
АДАПТАЦИЯ, МОНИТОРИНГ, КОРРЕКЦИЯ**

Монография

Дата сдачи в печать 17.05.2018 г. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Ризография.
Усл. печ. л. 20,25 п.л. Уч.-изд. л. 20,25.
Тираж 1000 экз. Заказ № 2637.

Издатель и полиграфическое исполнение
ООО «Принт-Экспресс»,

Сведения об основных и дополнительных видах деятельности:
58.19 Виды издательской деятельности – №2076731089631 от 23.05.2007
18.12 Виды полиграфической деятельности – №2076731089631 от 23.05.2007

214018, г. Смоленск, пр-т Гагарина, д. 21.
Тел./факс: (4812) 32-80-70
E-mail: smolensk@print-express99.ru
<https://принтэкспресс.рф/index.php>

ISBN 978-5-91812-129-0