

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины»

**Е. В. ОСИПЕНКО, С. В. СЕВДАЛЕВ**

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО  
ДЫХАНИЯ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

Гомель  
ГГУ им. Ф. Скорины  
2013

**Осипенко, Е. В., Севдалев, С. В.**

Совершенствование функции внешнего дыхания у младших школьников / Е. В. Осипенко, С. В. Севдалев; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2013. – 216 с.

ISBN

В издании представлена методика комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников, способствующая развитию и повышению функционального потенциала дыхательной системы. Значительное внимание уделено автоматизированному педагогическому контролю физического состояния школьников в процессе обучения с использованием авторского программного обеспечения.

Работа адресована специалистам лечебной и оздоровительной физической культуры, научным сотрудникам, преподавателям, аспирантам, магистрантам и студентам педагогических специальностей, руководителям и педагогам учреждений общего среднего образования, слушателям курсов повышения квалификации.

**Рецензенты:**

доктор педагогических наук, профессор Е. П. Врублевский,  
доктор биологических наук, профессор И. Г. Герасимов,  
кандидат педагогических наук, доцент С. В. Шеренда

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины» и советом учреждения образования «Гомельский областной центр физического воспитания и спорта учащихся и студентов»

ISBN

© Осипенко Е. В., Севдалев С. В., 2013  
© УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», 2013

## Содержание

Введение .....	5
Список условных обозначений .....	9
1 Состояние здоровья, особенности возрастного развития кардиореспираторной системы у школьников .....	10
1.1 Сравнительный анализ состояния здоровья школьников, проживающих в экологически неблагоприятных условиях .....	10
1.2 Возрастные особенности функционального состояния кардиореспираторной системы у детей школьного возраста .....	20
1.2.1 Возрастные особенности развития функции внешнего дыхания .....	20
1.2.2 Возрастные изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы и показателей ее вегетативной регуляции .....	32
1.3 Механизмы регуляции спонтанного и произвольного дыхания .....	39
1.4 Резервы дыхательной системы и пути их повышения .....	52
1.5 Основные подходы к классификации дыхательных упражнений .....	61
1.6 Влияние занятий физическими упражнениями на кардиореспираторную систему детей и подростков .....	66
2 Исследования физического развития и функционального состояния младших школьников учреждений общего среднего образования, проживающих в условиях г. Гомеля .....	74
2.1 Система оценки физического развития и функционального состояния детей .....	74
2.2 Особенности физического развития и функционального состояния младших школьников средних школ г. Гомеля .....	76
3 Совершенствование дыхательной функции у младших школьников .....	86
3.1 Цель, задачи, методы и организация исследования .....	86
3.2 Система автоматизированного педагогического контроля физического состояния детей школьного возраста .....	90
3.3 Теоретико-методическое обоснование инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в условиях группы продленного дня .....	101
3.4 Экспериментальное обоснование эффективности применения инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в группах продленного дня .....	115

3.4.1 Динамика показателей физического развития, функционального состояния и физической работоспособности у детей 8–9 лет .....	115
3.4.2 Диагностика и оценка дыхательной функции у детей 8–9 лет .....	120
3.4.2.1 Программа диагностики респираторной системы у детей младшего школьного возраста .....	120
3.4.2.2 Динамика показателей функции внешнего дыхания у детей 8–9 лет .....	123
3.4.3 Влияние оздоровительных занятий на состояние здоровья участников эксперимента .....	141
Заключение .....	143
Практические рекомендации .....	146
Список использованной литературы .....	148
Коротко об авторах .....	179
Приложение А Дыхательная гимнастика Стрельниковой А.Н. ....	181
Приложение Б Звуковая гимнастика .....	185
Приложение В Дыхание по системе «Хатха-йога» (Пранаяма) ....	195
Приложение Г Тренировка резервов мощности дыхательной системы (по Кучкину С.Н.) .....	199
Приложение Д Динамика показателей физического состояния детей 8–9 лет в ходе формирующего педагогического эксперимента .....	207

## Введение

Дыхание является одной из важнейших форм постоянной связи с внешней средой. Попытки его изучения и поиск связи дыхания с состоянием психики, здоровья были предприняты еще в древние времена, в последующем, на различных этапах развития философии, естествознания они получили дальнейшее развитие.

Исследования в области анатомии, физиологии, биохимии дыхания в конце XIX–XX веков известны разработкой диффузионной модели газообмена. Создание теории функциональных систем, изучение механизмов адаптации способствовали появлению различных методик коррекции нарушений функции дыхания и газообмена (Солопов И.Н., 2004; Миняев В.И., Миняева А.В., Морозов Г.И., Петушков М.Н., 2012).

Ряд ведущих исследователей (Карташевский Е.А., Веселкин Н.В., Сиротинкин Н.И., Петров И.Р., Голодов И.И., Маршак М.Е., Жиронкин Н.Г., Бреслав И.С., Сафонов В.А., Исаев Г.Г., Агаджанян Н.А., Березовский В.А., Дембо А.Г., Колчинская А.З., Газенко О.Г., Стрелков Р.Б., Кузнецова Т.Д., Малкин В.Б., Волков Н.И. и другие) изучали гипоксию, адаптацию организма к гипоксии и гиперкапнии.

В первой половине XX века дыхательные упражнения чаще использовались при заболеваниях органов дыхания, а также применялись в профессиональной подготовке певцов, дикторов, в отдельных видах спорта, хореографии. Наиболее известными в это время были системы трехфазного дыхания, разработанные Лео Кофлером (Германия), Ольгой Лобановой и Евгенией Лукьяновой (Россия).

Во второй половине XX – начале XXI веков появились дыхательные гимнастики, разработанные Дурымановым В., Дубровской С.В., Булановым Ю., Стрельниковой А.Н., Бутейко К.П., Смирновой И., Агаджаняном Н.А., Вилунасом Ю.Г., Грофом С., Фроловым В.Ф., Чайлдс Г.

Проблема воздействия факторов внешней среды на функциональное состояние различных систем организма, в частности кардиореспираторную, приобрела в настоящее время актуальный характер. Так, в процессе жизнедеятельности организму приходится адаптироваться к целому комплексу неадекватных внешних условий, которые могут существенно повлиять на его резервные возможности и устойчивость к различным заболеваниям. При этом, «цена» адаптации зависит от экопортрета человека, его морфо-функциональных и генетических особенностей. При продолжительном действии неадекватных факторов внешней среды происходит преждевременное истощение функциональных резервов жизненно важных систем организма, кото-

рые можно классифицировать как отдельную нозологическую единицу синдром «экологического напряжения» (Агаджанян Н.А., Катков А.Ю., 1990; Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П., 2006).

В связи с возникшим в 1986 году после аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) радиоактивным загрязнением ряда районов бывшего СССР и опасностью накопления радионуклидов в организме человека, важное значение приобрели исследования влияния облучения в малых дозах на функциональные системы организма (Козлов А.А., 1992). Внешнее облучение и хроническая инкорпорация радионуклидов, обладающих различной органотропностью, создают суммарную поглощенную дозу, оказывающую повреждающее действие как на отдельные органы и системы, так и на весь организм в целом. Основной группой риска по развитию радиационных поражений являются дети, которые в различные сроки после аварии подверглись воздействию радионуклидов йода, стронция, цезия, вызывающих отклонения со стороны эндокринной, кроветворной и других систем организма (Аринчин А.Н., 1991, 2002).

Данные литературных источников свидетельствуют, что после аварии на Чернобыльской АЭС отмечается устойчивый рост заболеваемости детей и подростков, проживающих на территориях, загрязненных радионуклидами. Так, в постчернобыльский период у школьников и дошкольников произошло увеличение уровня заболеваний сердечно-сосудистой системы, нарушений со стороны дыхательной, пищеварительной, эндокринной и кровеносной систем, иммунного и вегетативного статуса, а также выявлены нарушения функционального состояния нервной системы и психического состояния детей и подростков (Барков В.А., 1997; Лин Д.Г., Севдалев С.В., Бабурова Н.А., 2011; Яблоков А.В., Нестеренко В.Б., Нестеренко А.В., Преображенская Н.Е., 2002, 2011).

Авторами подчеркивается повсеместное увеличение заболеваемости респираторных органов на загрязненных территориях, и как следствие снижение должных показателей функций дыхания (Зубович В.К., 1998; Безруких М.М., Сонькин В.Д., 2004; Михайлова Л.А., 2004; Шутьпина В.П., 2006; Казин Э.М., 2007; Боев В.М., 2007; Мирзонов В.А., 2008).

Из всех систем организма функция дыхания человека – единственная, которую можно существенно развивать и совершенствовать не только в ходе возрастного развития организма, но и за счет срочных и кумулятивных адаптаций к физическим нагрузкам в зависимости от их содержания, направленности, объема и интенсивности.

Можно утверждать, что одно из ведущих мест в системе профилактических мероприятий, направленных на коррекцию здоровья, занимают средства физической культуры.

Доказано, что систематические занятия физическими упражнениями способствуют увеличению сопротивляемости организма воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды. У активно занимающихся физическими упражнениями наряду с более высоким уровнем физического состояния отмечается оптимальный эмоциональный фон и адекватное восприятие факторов средового окружения.

В настоящее время в содержании физического воспитания школьников в решении задач воспитательной, образовательной и оздоровительной направленности акцент должен быть сделан на последнюю. Это обязывает ученых и практиков разрабатывать и предлагать школе оптимальные варианты урочных, внеурочных и самостоятельных форм занятий физической культурой.

С учетом вышеизложенного можно сделать заключение, что для школьников, проживающих на территориях Чернобыльского загрязнения, необходима разработка специальной методики оздоровительной направленности по физическому воспитанию, которая способствовала бы повышению адаптационного резерва организма детей, обеспечивая достаточный уровень функциональной и физической подготовленности.

В данной монографии представлены результаты исследований физического развития и функционального состояния младших школьников, проживающих в экорадиационных условиях г. Гомеля, являющиеся объективными характеристиками физического здоровья детей, а так же методика комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников, способствующая оптимизации образовательного процесса, повышению функционального состояния внешнего дыхания и состояния здоровья детей младшего школьного возраста.

Отдельные концептуальные положения работы, промежуточные исследования публиковались в научных изданиях, докладывались на научно-практических конференциях, конгрессах и симпозиумах. Материалы исследования внедрены в образовательный процесс ГУО «СШ № 7 г. Гомеля», ГУО «СШ № 28 г. Гомеля», ГУО «СШ № 47 г. Гомеля», УО «ГГУ им. Ф. Скорины», УО «Мозырский государственный педагогический университет им. И.П. Шамякина», а также физкультурно-оздоровительную и спортивно-массовую работу детских оздоровительных лагерей «Сельмашевец» и «Юный химик» Гомельского района.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность профессору Колосу В.М., Котовенко С.В. за помощь, поддержку и критические замечания в ходе проведения исследований, а также администрации средних школ г. Гомеля и педагогам этих учреждений за оказанное содействие.

Исследования проводились в рамках задания «Организовать мониторинг физического развития и функционального состояния организма учащихся учреждений образования, расположенных на территории радиоактивного загрязнения» Президентской программы «Дети Беларуси», подпрограммы «Дети Чернобыля».



## Список условных обозначений

- ГПД – группа продленного дня  
РЗС – радиационное загрязнение среды  
ЦНС – центральная нервная система  
ССС – сердечно-сосудистая система  
ЛФК – лечебная физическая культура  
МОК – минутный объем кровообращения  
УОК – ударный объем кровообращения  
САД – систолическое артериальное давление  
ДАД – диастолическое артериальное давление  
ЧСС – частота сердечных сокращений в покое  
ОГК – окружность грудной клетки  
ЖЕЛ – жизненная емкость легких  
ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких  
ОЕЛ – общая емкость легких  
ФОЕЛ – функциональная остаточная емкость легких  
ОО – остаточный объем  
ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1 с  
МОД – минутная вентиляция  
МВЛ – максимальная вентиляция легких  
ПОС<sub>вд</sub> – пиковая объемная скорость вдоха  
ПОС<sub>выд</sub> – пиковая объемная скорость выдоха  
ОФВ<sub>1вд</sub> – объем форсированного вдоха за 1 с  
ФЖЕЛ<sub>вд</sub> – форсированная ЖЕЛ при вдохе  
ДО – дыхательный объем  
ЧД – частота дыхания  
ИГСТ – индекс Гарвардского степ-теста  
ЖИ – жизненный индекс  
КПВ<sub>д.с.</sub> – комплексный показатель выносливости дыхательной системы  
ИГ (ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ) – индекс Генслара  
ИТ (ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ) – индекс Тиффно  
ЭГ – экспериментальная группа  
КГ – контрольная группа  
n – количество человек  
 $\bar{X}$  – среднее арифметическое  
 $\sigma$  – стандартное отклонение  
m – ошибка среднего арифметического  
t – критерий Стьюдента

# **1 Состояние здоровья, особенности возрастного развития кардиореспираторной системы у школьников**

## **1.1 Сравнительный анализ состояния здоровья школьников, проживающих в экологически неблагоприятных условиях**

Приоритетной задачей общества и государства является сохранение и укрепление здоровья подрастающего поколения [203,317].

Здоровье детей отражает целостную систему материальных и духовных отношений, существующих в обществе, и во многом зависит от качества природной среды, условий воспитания, семейных отношений, состояния системы здравоохранения и других факторов.

Более четверти века минуло со дня катастрофы на Чернобыльской АЭС, однако чрезвычайно сложные и масштабные задачи, поставленные перед наукой, до сих пор еще далеки от своего решения. Многие из наиболее значимых радионуклидов уже распались. В ближайшие десятилетия  $^{137}\text{Cs}$  по-прежнему будет иметь наибольшее радиологическое значение, а следующим по важности изотопом будет  $^{90}\text{Sr}$ . В более долгосрочной перспективе (от сотен до тысяч лет) останутся только изотопы плутония и америций-241, хотя их уровни активности радиологически не значимы. При этом, на некоторых ограниченных территориях с высоким уровнем выпадения радионуклидов (части Гомельской и Могилевской областей в Беларуси; Брянской области в России; Житомирской и Ровенской областей в Украине), по-прежнему, могут быть оправданными контрмеры и экологическая реабилитация [180,334,362,363,382,383,387].

Авторами [125,323] отмечено, что общая площадь загрязнения радиоцезием Республики Беларусь постепенно уменьшается. Так, в 1986 году цезием-137 с плотностью выше 1 Ки/км<sup>2</sup> было загрязнено 23 % территории республики, а в 2001 – 21 %. В 2046 году эта величина составит, приблизительно, 10 % (т.е. уменьшится в 2,4 раза по сравнению с первоначальным загрязнением в 1986 году). Площадь загрязнения цезием-137 с плотностью 15 Ки/км<sup>2</sup> и более будет сокращаться быстрее и к 2016 году станет в 3 раза меньше, а к 2046 году – в 10 раз меньше по сравнению с 1986 годом. Для сравнения, в Украине оно составляет 5 %, России – 0,6%.

Мониторинг радиационной обстановки на юго-западных территориях (ЮЗТ) Брянской области показал, что, несмотря на прошедшие от момента аварии на Чернобыльской АЭС более 25 лет, радиоактивность по основным долгоживущим радионуклидам (цезию-137 и стронцию-90) остается достаточно высокой, что указывает на дополнительный дозообразующий фактор, влияющий на состояние здоровья населения [75,76]. В связи с повышенным уровнем содержания радионуклидов в окружающей среде и продуктах питания за последние 20 лет (1990–2009 гг.) общая и первичная заболеваемость детского населения ЮЗТ Брянской области превышает как среднеобластные (на 23,9 и 15,6 %), так и общероссийские (на 14,7 и 8,6 %) показатели [287].

Человек, являясь социально-биологическим существом, постоянно живет и взаимодействует с окружающей средой, которая оказывает на него как положительное, так и отрицательное воздействие [164,210,233,234,346].

Чрезвычайно сложно оценить состояние здоровья детей и подростков, подвергшихся воздействию радиации, особенно при длительном, постоянном воздействии малых доз. Это связано с тем, что чаще всего ребенок подвержен влиянию комплекса неблагоприятных факторов, находящихся в разных взаимоотношениях между собой. Эти факторы, сочетаясь, могут усиливать действие друг друга [290].

В то же время данные, указывающие на причины и закономерности роста заболеваемости детского населения, определяющие иерархичность (распределение по степени агрессивности) современных техногенных факторов среды, отсутствуют [195,196,53,313,280].

Проживая на загрязненной территории, человек накапливает радионуклиды, которые воздействуют на его внутренние органы, количество аккумулированных в организме радионуклидов коррелирует с величиной плотности загрязнения территории, на которой проживает человек. Постепенно изменяя иммунную систему организма, облучение может приводить к снижению сопротивляемости по отношению к вирусам и инфекциям, к воздействию других неблагоприятных факторов внешней среды. В результате повышается уровень общесоматической заболеваемости или утяжеляется течение ряда обычных болезней [32,162,205,282,304,322,333,334].

Как отмечают авторы [334] обычно при упоминании последствиях аварии на ЧАЭС для здоровья людей имеют в виду возникновение раковых заболеваний. Однако раковые заболевания, какими бы серьезными они не были, далеко не исчерпывают все медицинские последствия Чернобыльской катастрофы. К примеру, заболевания кровенос-

ной и лимфатической систем организма – одно из самых распространенных последствий радиоактивного загрязнения как для детей, так и для взрослых.

По данным авторов [162] в медицинских учреждениях Гомельской области, наиболее пострадавшей от аварии на ЧАЭС, под диспансерным наблюдением наконец 2008 года состояло 1023867 человек, что составляет 69,9 % от всего населения области. Среди которых 19,2 % составляют дети и подростки (196289 человек). За период 2002–2008 г. первичная заболеваемость пострадавшего населения области выросла на 9,9 %.

На территориях, подвергшихся чернобыльским радиоактивным выпадениям, весьма распространены заболевания эндокринной системы. Установлено, что щитовидная железа концентрирует до 40 % общего количества радионуклидов йода у взрослых и до 70 % – у детей [162]. Кроме того, гипофиз многократно (в 5–12 раз) концентрирует попавшие в организм радионуклиды йода. Оказалось, что эти две важнейшие эндокринные железы были переоблучены уже в первый, «йодный», период Чернобыльской катастрофы (первые несколько недель после аварии). Поскольку все остальные органы внутренней секреции (паращитовидная и вилочковая железа, эпифиз, поджелудочная железа и надпочечники) тесно связаны в гормональном балансе, то чернобыльское радиоактивное загрязнение повлияло на функционирование практически всех органов эндокринной системы.

В 2010 году в загрязненных регионах Беларуси сохраняется выраженная тенденция к росту показателя заболеваемости населения сахарным диабетом, как среди населения в целом, так и среди детей до 14 лет. В структуре первичной заболеваемости населения в рамках данного класса патологии их удельный вес составляет 58,7 % (на долю сахарного диабета приходится – 34,0 %). В структуре первичной заболеваемости детей до 14 лет удельный вес болезней щитовидной железы – 67,2 (преимущественно, за счет нетоксического диффузного зоба) [105].

Повсеместно на загрязненных радионуклидами территориях выявляется увеличение заболеваемости респираторных органов. Заболевания органов дыхательной системы (носовой полости, гортани, трахеи, бронхов и легких) – одно из первых видимых последствий ионизирующего облучения оно может проявляться от носовых кровотечений и

першения в горле до рака легких. Частицы «чернобыльской пыли» из-за плохой растворимости оксидов урана в течение длительного времени остаются в легочной ткани. В первые дни после катастрофы заболевания верхних дыхательных путей (ротовая полость, глотка, трахеи) были связаны с воздействием радионуклидов, находящихся в газовой и аэрозольной формах. В этот период наибольшее влияние на дыхательную систему оказали йод-131, рубидий-106 и церий-144 [162,334]. В дальнейшем заболеваемость органов дыхания уже определялась попавшими в организм «горячими частицами», внешним облучением, а также в результате изменений иммунной и гормональной систем. По результатам проведенных исследований отмечается [334], что среди эвакуированных подростков (обследовано 2335 человек) через десять лет после катастрофы болезни органов дыхания занимали третье место в общей выборке заболеваемости (286,4 на 1000). На более загрязненных территориях выявлен значительный рост числа детей, диспансеризованных по поводу бронхиальной астмы. Здесь хроническая патология носоглотки у детей выявляется в 1,5–2 раза чаще, чем на относительно чистых территориях.

Спустя 27 лет после аварии на Чернобыльской АЭС накопилось немало данных о том, что низкоуровневое ионизирующее облучение, существующее на загрязненных территориях, приводит не только к стохастическим, но и к детерминированным изменениям центральной и вегетативной нервной систем – радиационным энцефалопатиям [334]. Исследователи отмечают [162,334], что на всех загрязненных радионуклидами территориях заметно возросла заболеваемость детей болезнями нервной системы и органов чувств. Согласно данным с 1986 по 1993 гг. у детей Кормянского и Чечерского районов Гомельской области болезни нервной системы и органов чувств занимали 2–4 место в структуре общей заболеваемости (6,3–8,5 %).

Необходимо подчеркнуть, что заболеваемость органов пищеварительной системы находится среди ведущих причин роста общей заболеваемости людей, проживающих на загрязненных территориях. Так, доказано, что расстройства пищеварительной системы случаются чаще среди лиц, которые подверглись радиационному воздействию в результате Чернобыльской аварии. Исследования, проведенные в 1995 г., доказывают, что заболеваемость такими расстройствами в 1,8 раз выше среди эвакуированных жителей загрязненных террито-

рий, чем в целом у населения Беларуси. Между 1991 и 1996 гг. отмечалось увеличение случаев заболеваемости язвой желудка и двенадцатиперстной кишки у населения Беларуси почти на 10 % [162].

Исследователи отмечают, что патология желудочно-кишечного тракта у детей, прежде всего, связана с морфо-функциональными изменениями щитовидной железы [162].

Повсеместно на загрязненных территориях, с большей частотой, чем на менее загрязненных, встречается морфо-функциональные нарушения зрительного аппарата: катаракты (помутнения хрусталика), деструкция стекловидного тела, цикластения, аномалии рефракции, болезни конъюнктивы [162].

Вместе с тем типичным последствием ионизирующего облучения организма являются онкологические заболевания (злокачественные новообразования, раки).

Наиболее типичными видами злокачественных новообразований, вызванных облучениями, являются: лейкемия (рак крови), рак щитовидной железы, рак груди и легких, рак желудка, кожи и прямой кишки.

Масякин В.Б. и Океанов А.Е. [175] констатируют, что в Республике Беларусь после аварии на ЧАЭС заболеваемость раком щитовидной железы также продолжает статистически значительно превышать средне-республиканские уровни, причем не только среди лиц, которые были детьми и подростками в период воздействия радиойода, но и у всех категорий взрослого населения. Доказано, что в когорте лиц, облученных в детском возрасте в ранний послеаварийный период, не только рак щитовидной железы, но и доброкачественная узловатая патология щитовидной железы причинно связаны с облучением [227].

По данным Гомельского областного онкологического диспансера [105], в 2010 году в Гомельской области зарегистрировано 6840 впервые выявленных случаев злокачественных новообразований (в 2009 году – 6541 случай). Показатель заболеваемости составил 475,5 на 100000 населения, что на 6 % больше, чем в 2009 году (440,5 на 100000 населения). Многолетняя динамика показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями (за 1988 – 2010 годы) характеризуется умеренной тенденцией к росту.

Самые высокие значения показателя онкологической заболеваемости отмечены в Брагинском (641,0 на 100000 населения), Добрушском (566,2), Лоевском (527,7), Петриковском (514,5) районах.

Среди впервые выявленных случаев злокачественных новообразований на долю лиц старше 60 лет приходится 64,2 %, детей до 14 лет – 0,5 %.

Таким образом, в целом по Беларуси в структуре общей заболеваемости детского населения (на 100 тыс. населения детского возраста от 0 до 17 лет включительно), также, как и в структуре заболеваемости детей Гомельской области [105], являются: заболевания органов дыхания – 136983,4 (в 2005 г. – 39418,1), болезни глаза – 10869,8 (в 2005 г. – 2714,1), болезни органов пищеварения – 9041,2, болезни кожи и подкожной клетчатки – 7766,6 (в 2005 г. – 4224,1). Достаточно часто встречаются инфекционные и паразитарные болезни – 5993,8 (в 2005 г. – 3458,2), психические расстройства и расстройства поведения – 5265,0, болезни эндокринной системы – 2979,8, болезни нервной системы – 2723,7, болезни системы кровообращения – 2066,9 (в 2005 г. – 2420,3), болезни уха – 2066,9, болезни моче-половой системы – 3204,0 (в 2005 г. – 3018,7), новообразования – 570,7 [99].

Аналогичная ситуация прослеживается в пострадавших от аварии на ЧАЭС регионах России и Украины. Так по данным Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации, общая и первичная заболеваемость детского населения Брянской области за двадцатилетний период (1990–2009 гг.) возросла на 102,0 % и 88,1 %, РФ – на 77,0 % [139]. По данным, представленным на XV конгрессе педиатров России (14–17 февраля 2011 г.), 40 % детей рождаются больными или заболевают в период новорожденности и почти каждый десятый младенец появляется на свет недоношенным или с дефицитом массы тела. Более чем у 50 % подростков диагностированы заболевания, которые в дальнейшем могут отрицательно повлиять на репродуктивную функцию. Ежегодно 30 % юношей в возрасте 17 лет освобождается от военной службы по состоянию здоровья [158]. На основании результатов углубленных обследований учащихся, проведенных сотрудниками НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей Российской академии медицинских наук (НЦЗД РАМН), за последние 50 лет установлено значительное уменьшение числа детей первой группы здоровья, численность которых в настоящее время составляет 2–4 % при существенном увеличении распространенности хронических заболеваний и морфофункциональных отклонений [30,273]. Такие явные негативные тенденции в изменении показателей здоровья детей и состояния окружающей среды ставят эту проблему в разряд наиболее приоритетных задач государственной политики [211,212], на что указал

Президент Российской Федерации Д.А. Медведев в Послании Федеральному Собранию РФ 12 ноября 2010 года [139].

Афанасьева Е.А. [27] приводит следующие данные по показателям состояния здоровья подрастающего поколения России: лишь 20 % детей здоровы, 80 % – имеют функциональные нарушения и отклонения в состоянии здоровья, высок процент хронической патологии.

Здоровье населения Брянской области характеризуется следующими тенденциями [76]:

1. В структуре заболеваемости по классам болезней уже третий год подряд первое место занимают: у детей и подростков – болезни органов дыхания, у взрослых – болезни системы кровообращения.

2. Отмечен рост общей и первичной заболеваемости подросткового населения, в 2010 году наблюдается незначительное снижение общей и первичной заболеваемости детского и взрослого населения.

3. Стабильно высокий уровень общей заболеваемости на юго-западных территориях (ЮЗТ), где показатели превышают среднеобластные: у взрослых – на 39,7 %, у подростков – на 31,7 %, у детей – на 26,6 %.

Боровикова М.П., Матвеев Е.Г., Темникова Е.И. [42], исследуя показатели состояния здоровья детей Калужской области, отмечают, что первое место в структуре заболеваемости детей занимают болезни органов дыхания, далее следуют болезни кожи и подкожной клетчатки, органов пищеварения, костно-мышечной системы, травмы и отравления, мочеполовой системы (нефропатии, хронический пиелонефрит), эндокринные заболевания.

На территориях Российской Федерации, наиболее пострадавших в результате аварии на ЧАЭС (Брянская, Калужская, Тульская, Орловская), многие исследователи указывают на ведущее место радиационного фактора в формировании детской раковой патологии, неблагоприятных изменений в щитовидной железе детей, тератогенных дефектов, нейроэндокринных заболеваний [194,237,295,321,138,368,238].

Корсаков А.В. [139] констатирует, что на территориях повышенной радиоактивности среды от ЧАЭС (Новозыбковский, Клинцовский и Злынковский районы) на фоне мощных техногенных воздействий (избыточное содержание диоксида серы, оксидов углерода и азота, углеводородов, летучих органических соединений и других) процессы роста и формирования детских и подростковых популяций, реакции сердечно-сосудистой системы, сенсомоторные и адаптационные реакции, протекают крайне искаженно и по многим показателям (заторможенность и повышенная частота ошибок на световые и звуковые



раздражители, явная замедленность адаптации зрительного анализатора к темноте (темновая адаптометрия) и скорости восстановления сердечно-сосудистой системы после нагрузки, повышенная частота вегето-сосудистых дистонических реакций) часто носят патологический характер, указывая на нарушения функциональной достаточности адаптационных систем.

На основании многофакторного дисперсионного анализа доказано, что проживание на экологически неблагоприятных территориях сопровождается статистически значимым и достоверным ростом первичной заболеваемости детского населения по всем классам болезней за двадцатилетний период (1990–2009 гг.) при статистически значимом и достоверном влиянии радиационного и, в меньшей степени, токсического фактора окружающей среды. В частности, у детей и подростков, проживающих на территориях радиационного загрязнения Брянской области, выявлена системная однотипность факторзависимых экосистемных групп как в изменениях состояния здоровья (рост иммунной, нейроэндокринной патологии, терато-, канцерогенез и другое), так и в нарушениях физического развития и функционального состояния. В то же время наиболее массивными и наиболее зависимыми от радиационных воздействий является не заболеваемость населения, а отклонения от возрастных норм морфофункциональных показателей детей и подростков при условии обязательной экосистемной группировки обследуемых, с учетом экосистемных вариантов сочетания фоновых токсико-химических и радиационных воздействий [139].

Число «практически здоровых» детей (%) на загрязненных территориях Украины, несмотря на интенсивные медицинские и социальные программы, за период с 1986 г. по 2003 г. уменьшилось в 3,7 раз (с 27,5 % до 7,2 %), а число «постоянно больных» детей увеличилось с 8,4 % в 1986 г. до 77,8 % в 2003 г. Процент детей с хроническим заболеванием возрос с 8,4 % в 1986–1987 гг. до 77,8 % в 2004 г. [268]. При этом число здоровых детей на менее загрязненных территориях на протяжении последних 20 лет практически постоянно было выше 30 % [342]. По другим данным, число «практически здоровых» детей на загрязненных территориях Украины в период 1997–2005 гг. сократилось более чем в шесть раз – с 3,2 % до 0,5 % [361].

Некоторыми авторами установлена зависимость показателей фонда и потерь здоровья детского населения разных регионов Украины от уровня экологического потенциала окружающей среды: на территориях с большей техногенной нагрузкой (восточный регион, города-мегаполисы – г. Киев, г. Одесса) показатели фонда здоровья детского

населения меньше, а потери выше. Статистически достоверное снижение показателей фонда здоровья населения наблюдается на загрязненных (с экологической точки зрения) территориях, расположенных преимущественно возле автомагистралей [38].

Зройчикова О.А. [103] отмечает, что к окончанию начальной школы у учащихся наблюдается ухудшение ряда функциональных показателей здоровья: в 1,9 раза увеличивается число детей со сниженной остротой зрения, в 2,4 раза – с нарушением осанки.

Степанова Е.И., Галичанская Т.Я., Колпаков И.Е., Кондрашова В.Г. [268] на основании результатов 11-летних исследований на Украине отмечают, что для позднего постчернобыльского периода наиболее характерной является трансформация функциональных расстройств в хронические патологические процессы, отличающиеся длительным, рецидивирующим течением с относительной резистентностью к проводимой терапии.

Авторами, проводившими цитогенетические обследования детей, проживающих на радиоактивно загрязненных территориях в связи с аварией на ЧАЭС или эвакуированных с этих территорий, отмечается нестабильность генома, выражающаяся в заметном увеличении величины хромосомных aberrаций, особенно aberrаций – маркеров радиационного воздействия (дицентриков и колец), которое в основном коррелирует с дозой облучения. Обнаруженные у части обследованных детей делетированные хромосомы и транслокации указывают на повышенный уровень риска онкологических заболеваний [161].

Согласно данным исследований Антипкина Ю.Г. [19], у украинских детей, проживающих в регионах с повышенным радиационным фоном, патология костной системы встречается в два раза чаще, чем у детей из «условно чистых» регионов. В то же время другие авторы [202] утверждают, что заболевания опорно-двигательного аппарата, основную долю которых составляют нарушения осанки во фронтальной плоскости, являются наиболее частыми видами нарушений здоровья у детей младшего школьного возраста.

Материалы Всеукраинского научно-практического симпозиума [226] свидетельствуют о том, что неблагоприятная экологическая ситуация, связанная с Чернобыльской катастрофой, производством химических веществ и загрязнения токсичными веществами окружающей среды, применением пестицидов в сельском хозяйстве привела к негативному воздействию на организм ребенка. У детей выявлено угнетение иммунологической реактивности, повышение чувствительности к инфекциям, особенно вирусной природы, развитие аллергиче-

ских заболеваний. При этом показатель заболеваемости детей Черниговской области является одним из самых высоких в Украине.

Литвиным Ф.Б., Жигало В.Я., Хилькевич Н.А. [163] выявлены региональные особенности функциональных возрастных изменений в районах загрязнения, характеризующиеся большей вариабельностью, увеличением ЧСС, наличием сосудистой дистонии (повышением или понижением уровня артериального давления), снижением насосной и сократительной функции желудочков, изменением тонуса сосудов.

Рублева Л.В. [241] отмечает, что у детей из экологически благоприятных регионов среди изученных функциональных отклонений в деятельности сердца наибольшее распространение имеют изменения сердечного ритма (синусовая аритмия, тахи- и брадикардия), а также нарушения внутрижелудочковой проводимости и реполяризационных процессов в миокарде. При этом у детей, проживающих в зонах радиоактивного загрязнения среды, отмечены частые случаи синусовой аритмии и брадикардии, удлинения электрической систолы, низковольтной ЭКГ и электрической альтернации. Частота практически всех изученных функциональных нарушений сердечной деятельности у детей, проживающих в зонах радиоактивного загрязнения среды, существенно выше по сравнению со школьниками из «чистых» регионов.

Исследованиями российских, белорусских, украинских и других ученых отмечено отставание в умственном и физическом развитии детей, проживающих на территориях с повышенным радиационным фоном, а также функциональные нарушения в работе сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем их организмов [153,202].

Таким образом, суммарно имеющиеся данные дают убедительную картину значительно ухудшенного (и ухудшающегося) состояния здоровья детей, проживающих в экологически неблагоприятных условиях, которые некоторые авторы определяют как «синдром экологической дезадаптации» [162,253,333,334]. При этом выражен рост заболеваемости кардиореспираторной системы у детей, являющейся наиболее чувствительным индикатором любого неблагоприятного воздействия на организм ребенка. Отмеченные негативные тенденции характерны для детского населения Беларуси, России и Украины.

## **1.2 Возрастные особенности функционального состояния кардиореспираторной системы у детей школьного возраста**

Термин «кардиореспираторная система», как понятие о функционально системном взаимодействии, используется сравнительно недавно. В настоящее время под кардиореспираторной системой принято понимать функциональное взаимодействие сердечно-сосудистой и дыхательной систем, являющееся одним из способов адаптации организма к нагрузкам. Известно, что смена циклов дыхания сопровождается изменением кровообращения: наполнение периферических сосудов кровью во время вдоха уменьшается, а во время выдоха становится больше. Кроме того, дыхание способствует улучшению крово- и лимфодинамики, влияя на общее самочувствие и умственную работоспособность человека. Достаточная глубина вдоха способствует полноценному диастолическому наполнению сердца, поверхностное дыхание сопровождается уменьшением сердечного выброса. Учащение дыхания не в состоянии компенсировать возникшую при поверхностном дыхании альвеолярную гиповентиляцию [126]. Так как все клетки и органы постоянно испытывают определенную степень нагрузки, кардиореспираторную систему следует отнести к постоянно существующим функциональным системам [10,58].

Кардиореспираторная система является одной из важнейших физиологических систем, определяющей как умственную, так и физическую работоспособность детей в онтогенезе и при адаптации к учебной деятельности [144,355,374,378].

Глазачев О.С. и Дудкин Е.Н. [68] считают, что кардиореспираторное взаимодействие является одним из адекватных критериев оценки функционального состояния организма, которое может служить показателем взаимосвязи ритмов физиологических функций в организме, и может быть использовано для динамической оценки взаимоотношения кардиореспираторных механизмов при различных нагрузках.

### **1.2.1 Возрастные особенности развития функции внешнего дыхания**

Функция внешнего дыхания привлекает особое внимание специалистов в области физической культуры и спорта, так как является практически единственной вегетативной функцией, поддающейся от-

носительной произвольной регуляции. Это дает широкий спектр возможностей целенаправленного воздействия на саму функцию, а также на другие системы организма, потому что кислород и углекислый газ являются основными константами внутренней среды, регулирующими работу всего организма, в первую очередь, сердечно-сосудистой и нервной систем. К тому же из всех звеньев дыхательной функции она – единственная, которую можно существенно развивать и совершенствовать не только в ходе возрастного развития организма, но и за счет срочных и кумулятивных адаптаций к физическим нагрузкам в зависимости от их содержания, направленности, объема и интенсивности.

Дыхательная система наиболее сильно подвержена влиянию отрицательных факторов среды, что лежит в основе высокого процента заболеваний верхних дыхательных путей, бронхов, легких детей и приводит к снижению резервных возможностей дыхания. Именно из-за этой группы заболеваний у детей насчитывается максимальное количество пропусков школьных занятий. При этом только школа, являясь единственной в стране организованной формой общественного воспитания, охватывающей в течение продолжительного периода (с 7 до 17 лет) всю детскую популяцию страны, может стать базой для реализации самых современных и эффективных программ профилактики и оздоровления подрастающего поколения.

Известно, что дыхательная система является одной из ведущих и во многом определяющих аэробную и анаэробную производительность организма [90,102,193,266].

Так, аэробная производительность организма является одним из главных компонентов работоспособности, особенно при длительной напряженной мышечной работе разного характера. Отражением интенсивности аэробных процессов служит количество потребляемого кислорода во время работы. Максимальный объем кислорода, который может потребить человек в одну минуту, характеризует мощность его аэробной способности [108,154]. Аэробные возможности определяются совокупностью свойств организма, обеспечивающих поступление кислорода, транспорт и его утилизацию в тканях. К таким свойствам относятся производительность внешнего дыхания, обеспечивающая необходимую вентиляцию легких (рабочий минутный объем дыхания, максимальная вентиляция легких, сила и выносливость дыхательных мышц, жизненная емкость легких, скорость диффузии газов в легких); производительность системы кровообращения, определяющей объем циркулирующей крови (минутный и ударный объемы, частота сердечных сокращений, скорость кровото-

ка); производительность системы крови, несущей кислород от легких к тканям (содержание гемоглобина) и системы утилизации кислорода, отвечающей за уровень тканевого дыхания. Деятельность каждой системы в отдельности и их взаимодействие обеспечивается аппаратом нейро-гуморальной регуляции функций [108,300,350].

Анаэробные возможности определяются способностью использовать энергию в бескислородных условиях, зависящей от мощности соответствующих ферментативных систем, запасов энергетических веществ в тканях, способности к компенсации сдвигов во внутренней среде организма и уровня тканевой адаптации к условиям гипоксии. Аэробные и анаэробные возможности полностью характеризуют функциональный «потолок» энергетического обмена человека – общие энергетические возможности. При этом следует иметь в виду, что все биоэнергетические реакции, обеспечивающие мышечную деятельность, тесно взаимосвязаны между собой, и, как правило, запускают одна другую [154,285].

Существует высокая взаимозависимость физического развития детей и развития дыхательной функции легких, механизмов ее регуляции [52]. При этом на темпы физического развития и уровень функционирования дыхательной системы, по мнению авторов, оказывает существенное влияние биологический возраст [299], особенности соматотипа [269], тип адаптивного реагирования ребенка [240], характер двигательной активности [13], средовые и генетические факторы [51,73].

Известно, что различные нарушения дыхательной системы отрицательно сказываются на функционировании организма ребенка, на состоянии его здоровья. Так, отсутствие или недостаточное носовое дыхание может явиться причиной многочисленных заболеваний, таких как заболевания глаз, среднего и внутреннего уха, нарушение обоняния, аппетита и секреторной деятельности желудочных желез, туберкулез, кариес зубов, нарушение тканевого обмена, изменения кислотно-щелочного статуса крови, снижение антитоксической функции печени, уменьшение диуреза и другое [12,87,297].

Внешнее (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 [329]. Общие закономерности развития функций внешнего дыхания, его резервных и адаптивных возможностей в онтогенезе детей и подростков многосторонне изучены отечественными и зарубежными авторами [73,89,136,149,150,219,299,358]. Установлены должные величины некоторых показателей внешнего дыхания с учетом возраста, пола,

уровня физического развития и антропометрических данных детей [148,329,370,385].

С точки зрения господствующей ныне концепции функциональной системы Анохина П.К. [18] дыхательная система представляет собой комплекс образований, включающий центральные (регуляторные) и периферические (воспринимающие) нервные компоненты и рабочие аппараты, функционально объединенные в единую систему, конечным эффектом которой является поддержание постоянства кислорода, углекислого газа и кислотно-щелочного равновесия крови и тканей организма. При этом, чем меньше диапазон отклонений жизненно важных констант организма, тем больше они служат для строгого поддержания адекватной для них функции и наоборот: чем больше пластична константа организма, тем большему количеству других функций служит их отклонение в качестве приспособительного фактора. Развитие функциональной дыхательной системы подчиняется всем тем закономерностям, которые установлены для других систем организма и определены Анохиным П.К. в концепции системогенеза [17].

Верхние дыхательные пути у детей значительно уже, чем у взрослых. Ткани органов дыхания нежны, слизистые оболочки, выстилающие дыхательные пути, обильно снабжены кровеносными и лимфатическими сосудами, легко ранимы. Этим объясняется относительно свободное проникновение в дыхательные пути пыли и патогенных микроорганизмов, значительное затруднение дыхания при воспалительных процессах в носу, с возникновением которых дети начинают дышать через рот, чем создаются еще более благоприятные условия для занесения инфекций, попадания пылевых частиц, токсических веществ, заболеваний бронхитом и воспалением легких [20].

Легкие претерпевают несколько периодов развития. Дифференцировка легкого выражается в уменьшении одних гистологических элементов и появлении других. Она заканчивается к 7 годам, а далее в основном идет рост легкого. Процессы роста, развитие легких неравномерны и гетерохронны. В возрасте 4–5 лет имеет место их плавное развитие и замедленный рост, а в 5–7 лет расширение бронхиального дерева преобладает над его удлинением. Подобная динамика морфологических преобразований легких на данном этапе онтогенеза проявляется в функциональных характеристиках дыхательной системы. Так, в период плавного развития и замедленного роста воздухоносных путей не происходит значительного улучшения проходимости дыхательных путей, бронхиальное сопротивление снижается плавно, так как диаметр и длина бронхиального дерева меняются почти парал-

лельно. У детей от 5 до 7 лет, когда происходит усиленное расширение бронхиального дерева, наоборот, заметно улучшается проходимость дыхательных путей, а бронхиальное сопротивление значительно снижается. Это связано с преобладанием увеличения диаметра над ростом длины бронхиального дерева [97]. Между 8 и 9 годами жизни на фоне усиленного роста бронхиального дерева значительно снижаются относительная альвеолярная вентиляция легких и относительное содержание кислорода в крови. После 10 лет, после относительной стабилизации функциональных показателей, усиливаются их возрастные преобразования – увеличиваются легочные объемы и растяжимость легких, еще больше уменьшаются относительные величины легочной вентиляции и поглощения кислорода легкими, начинают различаться функциональные показатели у мальчиков и девочек. Обилие в детском легком интерстициальной ткани с большим количеством бронхиол также является одной из особенностей органов дыхания, с которыми связаны частые воспалительные процессы в легком. Это выдвигает необходимость постоянной заботы о чистоте воздуха в учреждениях образования, хорошего проветривания и влажной уборки помещений, выполнении санитарно-гигиенических правил [228], предупреждающих занесение грязи. В этой связи важно также приучать детей к глубокому, ритмичному дыханию через нос [20].

На увеличение скорости воздушного потока в дыхательных путях легких влияет увеличение объемных скоростей дыхания [258]. На возрастное развитие легочной ткани указывает увеличение ее растяжимости. Как известно, механические свойства легких и грудной клетки определяют возможности дыхательной системы по удовлетворению потребностей организма в вентиляции, а она в свою очередь зависит от потребностей организма в кислороде [243].

В легких нет мышечной ткани, поэтому активная роль в акте вдоха и выдоха принадлежит дыхательным мышцам (межреберные, грудные, мышцы спины, живота, диафрагма), которые обеспечивают процесс вентиляции легких [49,297,305].

Перемещение воздушного потока в процессе дыхания сопряжено с затратой энергии дыхательной мускулатуры, которой на вдохе приходится преодолевать эластическое сопротивление легких и тканей грудной клетки, неэластическое сопротивление перемещающихся при дыхании органов грудной и брюшной полости, а также сопротивление трахеобронхиального дерева.

Следовательно, для осуществления вентиляции детям по сравнению со взрослыми требуется больше усилий на преодоление сопротивления в дыхательных путях, несмотря на более низкую



скорость воздушного потока, что усиливает общую работу дыхательных мышц. У 8-летних детей общая работа дыхательных мышц в покое равна 0,43 кгм/мин и компонент эластической работы составляет 74,2 %, у подростков 14 лет – соответственно 0,196 кгм/мин и 68,3 %. Уменьшение эластической работы дыхательных мышц в различном возрасте связано, главным образом, с увеличением растяжимости легочной ткани, что у 8-летних составляет 48,2 % мл/см вод. ст., а у 14-летних – 120,5 мл/см вод. ст. [133,134,278,279,324].

Таким образом, возрастное развитие функций мышц, осуществляющих дыхание, четко прослеживается в динамике такого функционального показателя, как работа дыхания по преодолению сопротивления дыхательных путей и перемещению в акте дыхания органов средостения, по преодолению эластического сопротивления легких и грудной клетки. С возрастом абсолютные значения всех вышеперечисленных видов работ увеличиваются вследствие роста вентиляционных объемов легких [15,260,299,357].

Важным показателем вентиляционной функции легких являются равномерность распределения вдыхаемого воздуха и кровотока в легких и их соотношение. Известно, что базально-апикальный градиент вентиляции, характеризующий неравномерность распределения газа в верхних и нижних зонах легких, у детей 4–9 лет ниже, чем у взрослых [243,258].

С возрастом повышается эффективность газообмена в легких, поглощение кислорода увеличивается до 3,9 %, а выделение углекислого газа – 3,8 %. Относительные величины потребления кислорода продолжают снижаться, наиболее заметно в 9 лет – 4,9 мл/(мин-кг), в 11 лет показатель равен 4,6 мл/(мин-кг) у девочек и 4,85 мл/(мин-кг) у мальчиков [61]. Относительное содержание кислорода в крови у детей в возрасте 8–12 лет составляет  $\frac{1}{4}$  уровня детей грудного возраста и  $\frac{1}{2}$  уровня детей 4–7 лет. Однако количество физически растворенного в крови кислорода с возрастом увеличивается (у 7-летних оно не превышает 90 мм рт. ст., у 8–10-летних составляет 93–97 мм рт. ст.).

В возрасте от 5 до 7 лет на фоне интенсивного роста бронхолегочных образований происходят столь же интенсивное увеличение легочных объемов, снижение бронхиального сопротивления, увеличение объемных скоростей дыхания, углубляется дыхание, повышается резерв дыхания. В течение всего периода «первого детства» благодаря развитию и росту морфофункциональных единиц легких, происходит экономизация дыхания, о чем свидетельствует снижение относительных величин легочной вентиляции и относительного потребления кислорода [67,94].

Вследствие морфофункциональных изменений системы дыхания и всего организма в течение онтогенеза, меняются механические факторы дыхания. Их возрастная динамика легче всего прослеживается на таких показателях, как объемные скорости спокойного, форсированного дыхания, сила максимального выдоха, динамическое сопротивление, эластичность и растяжимость, работа дыхательной мускулатуры [97].

По данным многих исследований, на величину максимальной объемной скорости воздушного потока при вдохе и выдохе, оказывает влияние не только бронхиальная проходимость, но и состояние дыхательной мускулатуры, подвижность скелета грудной клетки, окружность грудной клетки, величина ЖЕЛ, станова́я сила, т.е. общее физическое развитие детей [49,73,171,182,245,299]. Мощность вдоха наиболее чувствительна к изменениям, происходящим в организме детей под влиянием спортивной тренировки, в связи с чем, преобладание мощности вдоха над мощностью выдоха можно рассматривать как объективный показатель тренированности [86,171,193,262].

Известно, что у здоровых людей мощность выдоха больше или равна мощности вдоха. После года увеличение объемных скоростей дыхания идет постепенно до 5 лет. В период от 5 до 6 лет отмечается более резкий подъем, сменяющийся медленным нарастанием до достижения 11–12-летнего возраста, после чего происходит очередное заметное их увеличение. Улучшение проходимости дыхательных путей с возрастом детей сопровождается снижением динамического сопротивления [102,286,291].

Антропова М.В. [20] отмечает, что дыхательная поверхность легких и количество крови, протекающее через легкие в единицу времени, у детей относительно больше, чем у взрослых. Однако меньший, чем у взрослых, объем грудной клетки и конусообразная ее форма обуславливают у детей в состоянии покоя меньшую вентиляцию легких при каждом дыхании. Необходимый объем легочной вентиляции обеспечивается у детей главным образом путем увеличения числа дыханий и в меньшей мере – путем углубления дыхания [65,225].

Функциональное развитие дыхательных мышц, осуществляющих движение грудной клетки при дыхании, складывается из динамического и эластического компонентов. В общей работе дыхания динамический компонент составляет 25–30 %, а эластический – 70–75 %. Вопреки ожидаемому снижению доли эластического компонента работы с возрастным увеличением растяжимости легких отмечается обратная тенденция. Она связана с тем, что наряду со снижением эластичности легких происходит нарастание дыхательных объемов, а

снижение эластического компонента работы с понижением эластичности возможно только при постоянном объеме дыхания. Тенденция к увеличению эластического компонента работы может быть объяснена более быстрым возрастным нарастанием объемов по сравнению с изменением эластичности и растяжимости тканей [150].

У новорожденных детей в состоянии бодрствования дыхание осуществляется за счет равномерного участия обеих групп мышц, что побудило называть такое дыхание смешанным. В возрасте до 1 года вентиляция в большей степени обеспечивается активным сокращением диафрагмы, поэтому дыхание называется смешанным с преобладанием диафрагмального (или брюшного).

Различия функциональных показателей дыхательной системы начинаются с первыми признаками полового созревания (у девочек с 10–11 лет, у мальчиков с 12 лет). Яркую возрастную динамику показатели биомеханики проявляют в период полового созревания [300]. Прирост соматометрических показателей в этот период становится скачкообразным. Возрастание силы и сократительная способность мышц от 10–11 к 12–14 годам, рост бронхиального дерева приводит к росту таких показателей, как объемные скорости вдоха (на 34–78 %) и выдоха (на 11,8–29 %). В результате увеличиваются резервные возможности функционирования системы.

С 6–7 лет у девочек преобладает грудной, а у мальчиков брюшной тип дыхания [89,260,286,299,310]. Заканчивается половая дифференцировка дыхания к 14–17 годам [310].

Многочисленными исследованиями выявлено, что у здоровых детей ЧД в условиях покоя с возрастом уменьшается, при увеличении дыхательного объема и повышении ритмичности, благодаря совершенствованию структурной организации легких и грудной клетки, а также нейрогуморальной регуляции дыхания. Так, частота дыхания новорожденных, по данным различных авторов, колеблется от 46 до 60 дыхательных движений в одну минуту, у школьников к 12 годам ЧД постепенно снижается до 18–24 дыханий в минуту [20,89,136,150,157,173,174,260,286,297,299].

Михайлов В.В. [192] считает, что при увеличении глубины дыхания:

а) возрастает его экономичность и эффективность, так как альвеолы в большей степени наполняются воздухом. Если при этом еще уменьшается ЧД, то возрастает продолжительность нахождения воздуха в альвеолах. Это положительно отражается на результате коэффициента использования кислорода и повышении оксигенации крови;

б) увеличивается воздействие (массирующий эффект) легких на близрасположенные внутренние органы;

в) возрастает уровень кровообращения в результате «присасывающего» влияния грудной клетки.

Так, данные литературы свидетельствуют об определенной возрастной динамике ведущих показателей системы внешнего дыхания. Имеются сведения о том, что в возрасте от 7 до 11 лет минутный объем дыхания (МОД) изменяется мало, но возрастная динамика все же прослеживается [151,314]. У мальчиков 7 лет уровень МОД составляет 7,1 л/мин и до 9 лет не изменяется, а в 9–10 лет составляет 7,8 л/мин и 8,2 л/мин – в 12 лет. У девочек в 7 лет величина МОД составляет 7,1 л/мин и до 9 лет не изменяется, а в 9–10 лет составляет 7,7 л/мин. Половых отличий МОД у детей младшего школьного возраста не выявлено. Однако, Хрущев С.В. считает, что величины МОД равны у мальчиков и девочек только до 8 лет, а в дальнейшем у мальчиков МОД становится выше, чем у девочек. Это согласуется с данными Рогачевской О.В. [236].

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 [258,379,386].

Объем дыхания (ОД) также увеличивается в онтогенезе ребенка, причем периоды наибольших темпов прироста показателя приходятся на 1 год, 6 и 11 лет [89,174,297]. Заметный прирост ДО отмечается у мальчиков в 6 лет (до 176 мл), а затем, до 12 лет, увеличивается постепенно. У девочек ДО интенсивно увеличивается в 7 лет и постепенный прирост продолжается до 11 лет. От 11 до 12 лет происходит скачкообразный прирост объема дыхания (до 246 мл) и величина ДО девочек становится равной величине ДО мальчиков. У подростков ДО колеблется от 250 до 420 мл и только в старшей возрастной группе (17 лет) достигается практически дефинитивного уровня.

Интенсивный прирост динамических объемов легких (ОД, МОД) в указанные периоды связан с расправлением альвеолярных пространств в результате улучшения проходимости бронхиального дерева, ростом и развитием легочных структур, укреплением дыхательной мускулатуры, и одновременно полное соответствие в темпах развития других показателей свидетельствует о том, что синхронность и гетерохронность характерны для развития вентиляционной функции легких в процессе онтогенеза детей [89,174,297,299].

Увеличение общей и альвеолярной вентиляции свидетельствует о наличии относительной гипервентиляции у детей младшего школьного возраста по сравнению с детьми старшего школьного возраста [136,260,297,299,326].

От сократительной способности мышц и растяжимости легких зависит максимальная вентиляция легких (МВЛ) – показатель, отражающий резервные возможности легочной вентиляции. Так, у мальчиков 7–9 лет МВЛ составляет 34,5–58,0 л/мин, в 10–11 лет – 54,4–60,8 л/мин, а в 12–14 лет уже 69,6–92,8 л/мин. У девочек в возрасте 11–12 лет величин прироста для МВЛ не отмечено. В возрастном диапазоне 12–15 лет у девочек МВЛ достоверно повышается только от 12 к 13 годам (в 1,35 раза), и до 15 лет динамика этого показателя имеет плавный характер (с тенденцией увеличения), что напоминает период устойчивого состояния функции (32,1–33,7 л/мин). МВЛ у девочек в 16 составляет  $45,5 \pm 1,07$  л/мин. Кузнецова Т.Д. [148] выделяет возраст от 14 до 16 лет у девочек как период достижения нормы взрослых девушек. Однако к 17 годам величина показателя снижается до  $34,0 \pm 2,23$  л/мин, что в целом говорит о снижении резервных возможностей дыхательной системы [33,199]. По другим данным [21,299] за период от 5 до 11 лет прирост МВЛ медленный и плавный, а от 11 до 12 лет МВЛ резко увеличивается.

Возрастная динамика статических объемов легких прослеживается при анализе изменений общей (ОЕЛ) и жизненной емкости легких (ЖЕЛ), функциональной остаточной емкости легких (ФОЕЛ) и остаточного объема (ОО). Так, ЖЕЛ и ОО от 5 до 12 лет увеличивается почти равномерно по годам, лишь с некоторым усилением темпов прироста между 6–7 и 11–12 годами у мальчиков и 10–11 годами у девочек [141,142,243]. Так, по данным ряда авторов [169,314] показатели ЖЕЛ в возрасте 7 лет составляют 1155–1930 мл, в 8 лет 1100–1700 мл, 9 лет 1130–2200 мл, в 10 лет 1360–2300 мл, и в 11 лет 1480–2700 мл.

Таким образом, все указанные объемы (их абсолютные значения) с возрастом у детей увеличиваются, что достигается большей растяжимостью легких и способностью мышц производить максимальное изменение объема грудной клетки, а также ростом показателей физического развития [65,89,150,165,225,299]. Некоторые авторы [299] констатируют, что периоды интенсивного прироста величины легочных объемов находятся между 5–7 и 10–12 годами, что совпадает с периодами наибольших изменений указанных выше показателей механики дыхания. Следует отметить, что до 12 лет различия величин легочных объемов у мальчиков и девочек выражены слабо. Существенные

скачки ОЕЛ, ЖЕЛ, ФОЕЛ и ОО отмечаются в подростковом и юношеском возрасте.

Следует отметить, что возраст 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 объемов легких. Возраст 7–10 лет характеризуется плавными изменениями морфофункциональных показателей, сопровождающимися увеличением резервных и функциональных возможностей системы внешнего дыхания [147,258]. 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 [299], а также разнообразия вариантов индивидуальной организации энергетического обмена [264].

По данным исследований в области возрастной физиологии [36,299], от 7–8 до 11 лет у нормально развивающихся детей происходят значительные перестройки в формировании регуляторной структуры мозга, обусловленные интенсивным созреванием нейронного аппарата лобных долей коры больших полушарий, которые играют значительную роль в программировании произвольных движений.

Дыхательная система человека, помимо своей основной функции – обеспечения газообмена в легких, принимает также непосредственное участие в создании звуков речи, обеспечивая речевое дыхание и производительную сторону речи [324,326]. Звуковая речь получается при преобразовании части кинетической энергии воздушных потоков в дыхательных путях в акустическую энергию, излучаемую в окружающее пространство [49,73,305].

В своих исследованиях Гора Е.П. [73], отмечает, что дети 8–9 лет с трудом переключают дыхания с брюшного типа на грудной и не умеют поддерживать заданный ритм и глубину дыхания. Изучая реакцию организма на произвольную задержку дыхания, автор отмечает, что волевой контроль за дыханием начинает реализовываться у них лишь к 12 годам.

По мере развития органов дыхания система его регуляции непрерывно совершенствуется, обеспечивая высокую эффективность дыхания наиболее экономичным путем [49,52,79,156,297,299,360]. В покое это проявляется в меньших величинах объема вентиляции и механической стоимости каждого литра вентилируемого воздуха, необходимых для поддержания нормального газового состава альвеолярного

воздуха и артериальной крови. В условиях относительного покоя паттерн дыхания большинства обследованных школьников представляет собой синусоидальную кривую (в ритме дыхательных циклов). Параметры временных, амплитудных характеристик дыхательного цикла и расчетных коэффициентов характеризуются высокой вариабельностью в возрастных группах, объем дыхания у детей увеличивается неравномерно [126].

Известно, что у детей по сравнению со взрослыми из-за высокой возбудимости дыхательного центра и низкой концентрации гемоглобина в крови снижена способность переносить гипоксические состояния. Это также связано с тем, что органы и ткани ребенка хуже, чем у взрослых, утилизируют кислород из артериальной крови [133,148,279,318].

Согласно Фарфелю В.С. [293], системы управления дыхательными движениями принципиально не отличаются от систем управления движениями вообще. Здесь также взаимодействуют сознание, обеспечивающее произвольное изменение дыхания и две системы двигательных актов: прирожденные (автоматия дыхательного центра) и приобретенные (навыки дыхания). Вместе с тем, отмечает автор, у системы управления дыханием есть специфическая черта: ведущую роль играет дыхательная автоматия, на фоне которой происходит сознательное управление дыхательными движениями и действуют выработанные и доведенные до автоматизма навыки дыхания. Произвольное управление своими дыхательными движениями способствует стимуляции функции дыхания [173,291,297,310,331].

Следует отметить, что ритмичная деятельность дыхательного центра влияет на состояние других центров продолговатого и спинного мозга. Особенно отчетливо выражена связь между дыхательным центром и центром регуляции сердечной деятельности, результатом чего являются дыхательно-сердечный рефлекс или дыхательная аритмия – правильное периодическое замедление сердечной деятельности в конце выдоха перед началом следующего вдоха [173,174,190,291,297].

На основании ряда исследований [173,174] можно считать, что на дыхательные движения ведущую роль играет влияние коры головного мозга, что выражается в возможности произвольно задерживать дыхание, изменять его ритм и глубину. Известно, что кортикальные механизмы произвольного управления дыханием у человека обладают исключительной подвижностью, что обеспечивает не только речевую функцию, но и срочную перестройку функции дыхания в соответствии с потребностями организма, особенно при двигательной дея-

тельности. Эти условнорефлекторные механизмы регуляции дыхания оказываются зачастую самым срочным механизмом, включающимся уже по предварительным сигналам внешней среды [50,108,173,174,193,249,261,265], причем, регуляция осуществляется и через первую, и через вторую сигнальные системы.

Кора головного мозга оказывает не только пусковое, но и корригирующее действие, поскольку она в течение всей работы обеспечивает соответствующую легочную вентиляцию, темп и ритм дыхания. При этом устанавливается условнорефлекторная связь между привычными видами мышечной деятельности и дыханием. Новые механизмы регуляции обеспечивают при мышечной работе адекватное дыхание и, вместе с тем, способствуют установлению нормальных соотношений между воздухообменом и кровоснабжением легких [173,174,190,272,293,384].

Таким образом, благодаря сложной системе регуляции и тесной взаимосвязи с другими функциональными системами организма (ССС, нервной и другой), дыхательной системе принадлежит важная роль в обеспечении жизнедеятельности и укреплении здоровья человека. По мнению ряда авторов [80,96,128,149,272,293,299,331], наиболее благоприятным периодом в развитии дыхательной функции легких и совершенствовании регуляторных механизмов дыхания в онтогенезе детей является возраст 8–12 лет (т.е. младший школьный возраст), так как в этом возрасте идет бурный рост и формирование функциональных систем организма, и дети уже способны по словесной инструкции педагога сознательно выполнять достаточно сложные задания.

### **1.2.2 Возрастные изменения функционального состояния сердечно-сосудистой системы и показателей ее вегетативной регуляции**

В тесной связи с развитием легких и функцией дыхания у детей находится развитие сердечно-сосудистой системы и кровообращения. В ней происходят существенные морфологические и функциональные изменения и при этом приобретаются свои структурные и функциональные особенности [279].

Возрастные преобразования ССС обладают ярко выраженной гетерохронностью и наличием периодов, когда кровообращение наиболее уязвимо к факторам внешней среды. Известно, что морфо-



функциональные преобразования происходят на всех уровнях организации системы и сопровождаются существенными изменениями характеристик регуляторных процессов у детей разного возраста, что сопровождается изменением вегетативной регуляции, выраженности симпатических и парасимпатических влияний на периферические сосуды от микроциркуляторного уровня до крупных сосудов, что является результатом повышения чувствительности организма к различным воздействиям на разных этапах индивидуального развития. Появление таких сенситивных периодов в развитии системы кровообращения связано с гетерохронностью развития, морфологическими перестройками и созреванием вегетативных механизмов регуляции сердца и сосудов [25,97,293].

Каждому возрастному периоду соответствуют определенные особенности в строении и функциях отдельных органов и систем, в реактивности организма и эмоционально психическом развитии личности, причем периоды роста и дифференцировки совпадают с таковым легкого [20,106,279]. К 7–8 годам заканчивается структурная дифференцировка опорной ткани сердца и достигает полного развития его центральный и периферический нервный аппарат. Орган обильно снабжен кровеносными сосудами. Мышечный же аппарат сердца структурно еще не закончен. В течение всего детства происходит неравномерное развитие сердца и сосудов: увеличивается масса сердца и объемы его полостей, изменяется соотношение отделов сердца и положение его в грудной клетке, совершенствуются нервная регуляция и морфологическая структура сердца [115,242].

Сердце является центральным органом в системе кровообращения, а его развитие зависит от множества факторов. Основная функция сердечной мышцы состоит в формировании сердечного выброса, адекватного как уровню обмена, так и соматометрическим показателям детей [281].

Деятельность сердечно-сосудистой системы определяет физическую и умственную работоспособность ребенка и является одним из важнейших органов, лимитирующим развитие адаптационно-приспособительных реакций растущего организма к воздействиям различных факторов [302].

Одним из основных показателей развития сердца является его объем и линейные размеры. Известно, что масса сердца ребенка к 1 году удваивается, к 2–3 годам утраивается. От 7 до 14 лет сердце увеличивает свой объем на 30–35 %. К 10 годам масса сердца становится в шесть раз больше, чем при рождении, к 13–14 годам толщина стенок сердца удваивается. Наиболее интенсивно объем сердца возрастает от

1 до 5 лет и в период полового созревания [364]. Формирование сердечно-сосудистой системы тесно связано с общим развитием организма, в том числе с тотальными размерами тела, его длиной, массой, характером развития скелетной мускулатуры.

Объем сердца в 8–9 лет составляет 340 см<sup>3</sup>, в 10 лет – 364 см<sup>3</sup>, в 11 лет объем сердца равняется 451 см<sup>3</sup> и продолжает увеличиваться до 17 лет.

Возрастные изменения системы кровообращения в младшем школьном возрасте характеризуются более медленными темпами увеличения объема сердца по сравнению с суммарным просветом сосудов, однако соотношение между объемом сердца и диаметром крупных сосудов остается до 11–12 лет постоянным [283]. Артерии у детей относительно широки и развиты сильнее, чем вены [311].

Количество крови, доставляемое клеткам в каждую минуту, должно находиться в соответствии с их потребностью в кислороде. Сердце ребенка в одну минуту должно совершать значительно большее количество сокращений, чем сердце взрослого, так как объем крови, выбрасываемый в артерии при каждом сокращении, у ребенка меньше, чем у взрослого. Количество крови, выбрасываемое в аорту сердцем новорожденного при одном сокращении составляет всего 2,5 мл, к 1 году оно увеличивается в 4 раза, к 7 годам – в 9 раз, а к 12 годам – в 16,4 раза.

В возрастной динамике АД некоторые исследователи обнаружили волнообразный характер, где имеют место периоды интенсивного повышения, стабилизации и незначительного понижения. Выделяют два критических периода: 7–9 и 12–15 лет, когда обнаруживается заметное повышение АД [143].

Систолическое артериальное давление (САД) у детей по мере роста и развития организма увеличивается. К этому мнению приходят все исследователи [14,111,213,224]. Однако единого мнения, о его величине возрастной прибавки в каждом интервале развития в доступной нам литературе не встретилось. Ряд авторов [111,224,349,351] отмечает, что уровень САД в 7-летнем возрасте составляет 97,3–97,5 мм рт. ст., а у 12-летних школьников средние величины этого показателя равны 104,5–105,3 мм рт. ст. Однако, другие исследователи [14] фиксируют уровень САД у 7-летних детей ниже, чем предыдущие: 90,1–92,9 мм рт. ст.

Максимальный прирост САД, согласно данным вышеперечисленных авторов, отмечается в возрастной группе 9-летних мальчиков, в то время как у девочек имеет место более плавная динамика данного показателя в младшем школьном возрасте.

Показатели диастолического артериального давления (ДАД), также как и САД, у детей увеличиваются по мере роста и развития [14,111]. ДАД соответствует следующим величинам: в 7-летнем возрасте составляет 61,4–63,3 мм рт. ст., а у 12-летних – 70,4–70,7 мм рт. ст. Не выявлено достоверных отличий этого показателя в возрасте с 7 до 10 лет: уровень ДАД у мальчиков колеблется от 63,3 до 64,6 мм рт. ст., а у девочек от 61,4 до 62,2 мм рт. ст. Уровень ДАД у детей младшего школьного возраста в дальнейшем увеличивается. Представленные данные свидетельствуют о наибольшем приросте ДАД у девочек в 12-летнем возрасте, в то время как у мальчиков он наблюдается в 10–11 лет [224].

Среднее артериальное давление у детей независимо от пола с возрастом увеличивается. По мнению Мазурина А.В. [170] АД у детей 3–7 лет составляет 73–77 мм рт. ст., а у 8–14-летних – 80–86 мм рт. ст. [169].

Одним из наиболее лабильных показателей гемодинамики, подверженным значительным изменениям под воздействием экзогенных и эндогенных раздражителей, является ЧСС, непосредственно связанная с величиной кислородного долга и коррелирующая с максимальным потреблением кислорода. Снижение ЧСС с возрастом выявили многие исследователи [254,308,309,310]. Так, в первые сутки после рождения ЧСС составляет 100 уд/мин, затем идет повышение до 120–130 уд/мин, после чего начинается снижение показателей ЧСС до 70 уд/мин, то есть уровня взрослого человека и сохраняется на данном уровне долгие годы [1]. Интенсивное урежение ЧСС (на 91 %) происходит в первые восемь лет жизни, тогда как в последующие годы снижение выражено мало [40]. Такая же динамика становления хронотропной функции прослеживается в работе Абзалова Р.А. и Нигматуллиной Р.Р. [2]. Это объясняется малым возрастным увеличением УОК до 12 лет, что не вызывает достаточного угнетения автоматизма синусового узла, приводящее к снижению ЧСС [101,309].

Так, нормосистолией большинство авторов называют ЧСС в пределах от 60 до 80 уд/мин [85]. Некоторые исследователи еще больше расширяют границы допустимых колебаний ЧСС в состоянии покоя, оценивая как нормосистолию ЧСС в пределах от 50 до 100 уд/мин. Столь широкий диапазон допустимых колебаний ЧСС объясняется, с одной стороны, индивидуальной вариабельностью изучаемого показателя, а с другой стороны – многообразием влияний на ЧСС различных физических и психологических факторов. По оценке величины ЧСС в состоянии покоя следует учитывать ее динамику в зависимости от возраста и физической активности.

Возрастная брадикардия имеет большое физиологическое значение. Уменьшение ЧСС с возрастом наряду с повышением роли инотропного компонента обеспечения МОК является одним из факторов увеличения резервных возможностей ССС у детей. Происходит так называемая «организация покоя» для сердца, когда увеличивается время диастолической паузы между систолами и проявляется «экономизация» функционирования ССС [172], то есть увеличиваются резервные возможности системы, и показатели ССС стабилизируются на уровне, близком к дефинитивному [143].

Имеются сведения о замедлении ЧСС в периоды ускорения роста тотальных размеров тела [315]. И на этом основании предлагается нормирование ЧСС у школьников не по возрасту, а по величине массы тела [311]. Ченегин В.М. [315] обнаружил более тесную связь между увеличением массы тела и изменением ЧСС, чем между ЧСС и массой мышечной ткани, что позволило автору предположить самостоятельное, не связанное с метаболической активностью тканей, влияние больших годовых прибавок массы тела.

Некоторые авторы [311] указывают на более высокие показатели ЧСС у девочек и объясняют это более выраженным влиянием симпатической нервной системы в регуляции деятельности сердца у девочек [91]. В то же время имеются данные о независимости ЧСС от пола [200]. Следствием этого стало появление работ, где при формировании экспериментальной группы обследуемых детей пренебрегают половыми различиями [319].

Необходимым условием получения быстрой информации о функциональном состоянии сердца является определение показателей, характеризующих сократительную функцию сердца, к которым относятся УОК и МОК. С возрастом происходит увеличение этих показателей. В постнатальном онтогенезе одновременно с возрастными морфологическими изменениями сердца происходит и увеличение сердечного выброса. УОК изменяется более заметно, чем минутный объем крови, так как с возрастом ЧСС сердца замедляется [1,5]. Наибольший прирост УОК происходит в период полового созревания [244].

Анализируя возрастную динамику УОК у детей и подростков, большинство исследователей отмечает его неравномерное увеличение с возрастом. По данным Калюжной Р.А. [115], наиболее интенсивное увеличение УОК у мальчиков наблюдается в 13–16 лет, Вульфсон И.Н. [64] отмечает периоды значительного прироста УОК в 11 и 16 лет. Панавене В.В. [220] указывает на увеличение УОК в возрасте 4 и 16 лет. Кожанов В.В., обследовав детей 7–15 лет, установил

наибольшее увеличение УОК у мальчиков в 9, 11 и 15 лет, а Васильева Р.М. [59] отмечает резкое увеличение УОК у мальчиков к 9 годам.

Ведущими факторами в увеличении сердечного выброса являются нарастание объема сердца, массы миокарда, формирование его сократительной функции [308]. С возрастом происходит развитие и дифференцировка микроструктур сердца, увеличивается поперечник мышечных волокон, возрастает диаметр капилляров сердца, что обеспечивает интенсификацию мощности сердечного сокращения. Периоды наиболее интенсивного роста УОК приходятся на 2–3 года, 9–10 лет и 13–14 лет [97].

В литературе имеются данные о неравномерности изменения УОК с возрастом: периоды интенсивного повышения параметров гемодинамики чередуются с периодами незначительных изменений или некоторого снижения. Выявлено скачкообразное повышение УОК, происходящее у мальчиков на 4 и 11 лет, а у девочек – на 5 и 14 лет [64,218]. Наибольший прирост объема сердца отмечали у подростков в возрасте 13–14 лет в связи со значительным увеличением массы желудочков сердца и существенным ростом ударного выброса крови [115,311].

Установлено, что величина МОК определяется интенсивностью метаболизма, потребностью тканей в кислороде [308]. Минутный объем сердца также значительно увеличивается с возрастом, несмотря на то, что происходит снижение ЧСС. Однако его изменение выражено в меньшей степени, чем УОК. Осколкова М.К., Вульфсон И.Н. [64,218] указывают, что в период 3–16 лет прирост УОК в 1,5 раза больше, чем МОК. Относительно меньший прирост МОК обусловлен, по их мнению, возрастным урежением ЧСС.

Отмечают непосредственную связь УОК и сократительной функции миокарда, называя сердечный выброс прямым индексом способности сердца выполнять свою функцию [115].

УОК и МОК зависят не только от возраста и пола, но и от физического развития [172]. У детей с высоким уровнем физического развития отмечают наибольшие значения этих показателей. Некоторые исследователи в условиях функционального покоя транспортной системы наблюдали рост абсолютной величины МОК к 15–16 годам вдвое по сравнению с детьми 6–7 лет, что, по их мнению, является следствием общего роста массы тела.

По данным Дмитриева Д.А. с соавт. [88] в период с начала первого учебного года до окончания второго класса происходит некоторое увеличение парасимпатического тонуса, и снижение симпатического тонуса регуляции. Кириллова Т.Г. с соавт. [120] выявили при оценке возрастной динамики статических показателей сердечного ритма у

детей 5–7,5 лет волнообразную динамику становления вегетативной регуляции. Так, 5-летние мальчики отличаются активацией влияния симпато-адреналовой системы на хронотропную функцию сердца. К 5,5 годам у мальчиков обнаружено снижение показателей центральной регуляции сердечным ритмом, от 5,5 до 6,5 лет отмечается увеличение воздействий центральных механизмов управления, на возрастном этапе от 7 до 7,5 лет выявлена синхронная дезактивация симпатического отдела в пользу холинэргических проявлений. При этом Безобразова В.Н. [34], Безобразова В.Н. с соавт. [35], Кмить Г.В. [122], Хураськина Н.В. с соавт. [312] указывают на физиологически важную роль преобладания симпатических влияний вегетативной нервной системы (ВНС) у детей по увеличению силы сокращения сердца, повышению КДО и массы миокарда левого желудочка. Явления парасимпатикотонии в младшем школьном возрасте могут свидетельствовать о снижении адаптационных возможностей организма вегетативной регуляции, в связи с чем учащиеся с исходным ваготоническим тонусом ВНС нуждаются в индивидуальном подборе режима двигательной активности и контроле функционального состояния организма [168,104].

Кузнецова О.В., Сонькин В.Д. [147] при спектральном анализе ритма сердца, артериального давления и дыхания мальчиков и девочек 8–11 лет выявили наличие хорошо выраженных волн в трех диапазонах частот – HF, LF, VLF. Анализ индивидуальных вариантов вегетативного обеспечения респираторно-гемодинамической системы здоровых детей 8–11 лет показал большое разнообразие вегетативного ответа на действие тестовых нагрузок, как по направленности изменений показателей, так и по их амплитуде.

Изучение особенностей вариабельности сердечного ритма у детей в возрасте от 7 до 12 лет различных групп вегетативной регуляции сердечного ритма позволило Сапожниковой Е.Н. с соавт. [246] и Шлык Н.И. с соавт. [330] определить 4 группы детей, имеющих различные статистически значимые количественно-качественные соотношения механизмов вегетативной регуляции сердечного ритма, указывающих на различную степень напряжения сегментарных (симпатического и парасимпатического отделов ВНС) и надсегментарных (центральных) механизмов регуляции сердечного ритма.

### 1.3 Механизмы регуляции спонтанного и произвольного дыхания

Проблеме управления физиологическими функциями в настоящее время посвящены исследования различных специалистов: клиницистов, психофизиологов, спортивных физиологов, педагогов. Методологической основой этого направления явился принцип биоуправления на обратных связях, базирующийся, в свою очередь, на теории функциональных систем академика Анохина П.К. [18], на представлении об обратной афферентации как механизме закрепления вновь формирующихся функциональных систем [222].

Вентиляция легких у человека осуществляется благодаря ритмическим сокращениям дыхательных мышц. Центральным звеном, управляющим работой дыхательных мышц при спонтанном дыхании является бульбарный дыхательный центр, в который поступает информация от хеморецепторов (о химизме внутренней среды) и механорецепторов (о механическом состоянии самого дыхательного аппарата). На основании этой информации дыхательный центр устанавливает требуемый объем вентиляции легких, определяет энергетически оптимальную глубину и частоту дыхательных движений, а также соотношение активности диафрагмы и межреберных мышц [46,108,186,232,248,327,353]. Это так называемый автономный (автоматический) механизм регуляции дыхания, обеспечивающий газовый гомеостаз организма.

Однако система дыхания человека одновременно может рассматриваться не только как висцеральная, но и как соматическая (с механизмами произвольного контроля). В последнем случае дыхательные мышцы (как и скелетные) управляются импульсами, поступающими из двигательной зоны коры больших полушарий головного мозга [45,184,185,359,371]. Таков механизм произвольного управления дыхательными движениями. Однако он происходит в границах, определяемых хеморецепторными стимулами [45].

В процессе регуляции дыхания его частота, глубина, минутный объем и кровообращение приспособляются к изменяющимся потребностям метаболизма и к осуществлению некоторых других функций (речь, крик, плач, кашель, глотание) организма. Регуляция дыхания осуществляется одной из функциональных систем организма [301].

Деятельность функциональной системы регуляции дыхания направлена на поддержание дыхательных констант внутренней среды организма. Этими константами являются напряжение кислорода в артериальной крови ( $pO_2$ ), напряжение в ней углекислого газа ( $pCO_2$ ),

pH артериальной крови и ликвора. Нормальный уровень  $pO_2$  артериальной крови при оксигенации гемоглобина 94–98 % составляет 85–100 мм рт. ст.,  $pCO_2$  – 35–45 мм рт. ст., pH плазмы артериальной крови – 7,36–7,44 (в эритроцитах – 7,25–7,30), pH ликвора – 7,35–7,40 [301].

Таким образом, система регуляции дыхания контролирует сразу три показателя. Основными структурными компонентами функциональной системы регуляции дыхания являются хеморецепторы, дыхательный центр, механизмы нейро-гуморальной регуляции дыхания, исполнительные (эффекторные) механизмы, с помощью которых достигается воздействие на газовый состав и pH, механизмы обратной связи, с помощью которых оценивается результативность регуляции дыхания [46,108,232,248,327,353,207].

*Хеморецепторы*, предназначенные для оценки величины напряжения кислорода, углекислого газа и pH артериальной крови и ликвора, располагаются в сосудах и продолговатом мозге. Они посылают информацию о газовом составе в дыхательный центр и другие структуры ЦНС. Дыхательный центр представлен различными группами нейронов, расположенными преимущественно в продолговатом мозге и мосту. Часть этих нейронов обладает способностью спонтанно ритмически возбуждаться и формировать поток эфферентных нервных импульсов, задающих определенную частоту и глубину дыхания. Активность нейронов дыхательного центра модулируется потоками афферентных сигналов, поступающих в дыхательный центр от хемо- и других рецепторов организма, а также от нейронов коры и других областей головного мозга. В результате формируется иной характер активности нейронов дыхательного центра, приспособляющий дыхание к характеру текущей функциональной активности и изменяющимся метаболическим потребностям организма.

Эффекторными тканями и механизмами в функциональной системе регуляции дыхания являются дыхательные мышцы, обеспечивающие внешнее дыхание, сердце, гладкие миоциты стенок сосудов и бронхов, кровь, механизмы образования и разрушения эритроцитов и гемоглобина, буферные системы и механизмы выделения кислых или щелочных продуктов почками и желудочно-кишечным трактом, метаболизм в клетках и тканях. Эффективность приспособительных изменений дыхания оценивается с помощью механизмов обратной связи [301].

*Дыхательный центр* является центральным звеном автономной системы регуляции дыхания, интегрирующий афферентные стимулы и эфферентные сигналы и генерирующий ритмический моторный выход на мотонейроны дыхательных мышц, определяя этим объем



вентиляции легких в соответствии с метаболическими потребностями организма [46,108,232,248,327,341,353,152].

В спинном мозге к структурам дыхательного центра относят мотонейроны диафрагмального нерва (в 3–5-м шейных сегментах) и мотонейроны межреберных нервов (во 2–10-м грудных сегментах, при этом инспираторные нейроны сосредоточены во 2–6-м, а экспираторные – в 8–10-м сегментах) [301].

Особую роль в регуляции дыхания играет дыхательный центр, представленный тремя отделами, локализованными в стволе мозга. Часть нейронных групп дыхательного центра расположены в правой и левой половинах продолговатого мозга в области дна 4-го желудочка. Выделяют дорзальную группу нейронов, активирующих мышцы вдоха – инспираторный отдел, и вентральную группу нейронов, контролирующую преимущественно выдох – экспираторный отдел [365,369,381,301].

Второе нейронное образование включает две группы нейронов: вентральную дыхательную группу и комплекс Бетцингера. Вентральная дыхательная группа состоит из двух отделов [372]: первый представлен экспираторными нейронами, второй – инспираторными. Комплекс Бетцингера содержит преимущественно экспираторные нейроны с нарастающим и декрементным паттерном электрической активности [232].

Важная роль в определении характера ритмической активности нейронов дыхательного центра и дыхательных движений принадлежит сигналам, приходящим к нему по афферентным волокнам от рецепторов, а также от коры большого мозга, лимбической системы и особенно гипоталамуса.

Нейроны инспираторного отдела получают информацию об уровне газов в артериальной крови и рН в крови от хеморецепторов сосудов и рН ликвора от центральных хемочувствительных рецепторов, расположенных на вентральной поверхности продолговатого мозга.

К дыхательному центру поступают также нервные импульсы от рецепторов, контролирующего растяжение легких и состояние дыхательных и других мышц, от терморецепторов, болевых рецепторов и других сенсорных рецепторов.

Сигналы, поступающие к нейронам дорзальной части дыхательного центра, модулируют их собственную ритмическую активность и оказывают влияние на формирование ими эфферентных нервных импульсов, передающихся в спинной мозг и далее к диафрагме и наружным межреберным мышцам.

Таким образом, дыхательный цикл запускается инспираторными нейронами, которые активируются благодаря автоматии, а его продолжительность, частота и глубина дыхания зависят от влияния сигналов рецепторов, чувствительных к уровню  $pO_2$ ,  $pCO_2$  и  $pH$ , а также от других интеро- и экстерорецепторов на нейронные структуры дыхательного центра.

Эфферентные нервные импульсы от инспираторных нейронов передаются по нисходящим волокнам в составе вентрального и передней части бокового канатика белого вещества спинного мозга и *а*-мотонейронам, формирующим диафрагмальные и межреберные нервы. Все волокна, следующие к мотонейронам, иннервирующим мышцы выдоха, являются перекрещенными, а из волокон, следующих к моторным нейронам, иннервирующим инспираторные мышцы, перекрещены 90 %. Моторные нейроны, активированные потоком нервных импульсов инспираторных нейронов дыхательного центра, посылают эфферентные импульсы к нервно-мышечным синапсам мышц вдоха, обеспечивающих увеличение объема грудной клетки. Вслед за грудной клеткой увеличивается объем легких и происходит вдох.

Во время вдоха активируются рецепторы растяжения дыхательных путей и легких. Поток нервных импульсов от этих рецепторов по афферентным волокнам блуждающего нерва поступает в продолговатый мозг и активирует экспираторные нейроны, запускающие выдох. Так замыкается один контур механизма регуляции дыхания [301].

Второй регуляторный контур также начинается от инспираторных нейронов и проводит их импульсы к нейронам так называемого пневмотаксического отдела дыхательного центра, расположенного в мосту ствола мозга. Этот отдел координирует взаимодействие между инспираторными и экспираторными нейронами продолговатого мозга. Пневмотаксический отдел перерабатывает пришедшую от инспираторного центра информацию и посылает поток импульсов, возбуждающих нейроны экспираторного центра. Потоки импульсов, приходящих от нейронов пневмотаксического отдела и от рецепторов растяжения легких, конвергируют на экспираторных нейронах, возбуждают их и экспираторные нейроны тормозят (по принципу реципрокного торможения) активность инспираторных нейронов. Посылка нервных импульсов к мышцам вдоха прекращается и они расслабляются. Этого достаточно, чтобы произошел спокойный выдох. При усиленном выдохе от экспираторных нейронов посылаются эфферентные импульсы, вызывающие сокращение внутренних межреберных мышц и мышц брюшного пресса [301].

Высшие отделы мозга оказывают значительное влияние на деятельность дыхательного центра, что обеспечивает возможность изменения дыхательных движений в зависимости от условий: мышечной активности, температуры тела, разнообразных сигналов из внешней среды [251,298]. Кроме того, в дыхательный центр поступает информация о химизме внутренней среды организма и о функциональном состоянии самих органов дыхания [48,71]. В итоге происходит оптимизация вентиляции легких в отношении газообмена и биомеханики дыхания.

Например, гипоталамус играет ведущую роль в изменениях дыхания, связанных с реакциями на болевые раздражения, физическую нагрузку, а также обеспечивает вовлечение дыхательной системы в терморегуляторные реакции. Лимбические структуры оказывают влияние на дыхание при эмоциональных реакциях [181].

Кора большого мозга обеспечивает включение дыхательной системы в поведенческие реакции, речевую функцию, пение. О наличии влияния коры большого мозга на отделы дыхательного центра в продолговатом и спинном мозге свидетельствует возможность произвольного изменения частоты, глубины и задержки дыхания человеком. Влияние коры мозга на бульбарный дыхательный центр достигается как через кортико-бульбарные пути, так и через подкорковые структуры (стрио-паллидарные, лимбические, ретикулярную формацию) [251,336].

*Рецепторы кислорода, углекислого газа и pH* реагируют на нормальные уровни  $pO_2$ ,  $pCO_2$  и  $pH$  и непрерывно посылают потоки сигналов (тоническая импульсация), активирующих инспираторные нейроны.

*Рецепторы кислорода* сосредоточены в каротидных тельцах (область бифуркации общей сонной артерии). Они представлены глобусными клетками 1-го типа, которые окружены поддерживающими клетками и имеют синаптоподобные связи с окончаниями афферентных волокон языкоглоточного нерва. Глобусные клетки 1-го типа реагируют на снижение  $pO_2$  в артериальной крови усилением выделения медиатора допамина. Допамин вызывает генерацию нервных импульсов в окончаниях афферентных волокон языкоглоточного нерва, которые проводятся к нейронам инспираторного отдела дыхательного центра и к нейронам прессорного отдела сосудодвигательного центра. Таким образом, снижение напряжения кислорода в артериальной крови приводит к увеличению частоты импульсации в афферентных волокнах и повышению активности инспираторных нейронов. Послед-

ние увеличивают вентиляцию легких, главным образом за счет учащения дыхания [301].

*Рецепторы, чувствительные к углекислому газу*, имеются в каротидных тельцах и дуге аорты, а также непосредственно в продолговатом мозге – центральные хеморецепторы. Последние расположены на вентральной поверхности продолговатого мозга в области между выходом подъязычного и блуждающего нервов. Рецепторы углекислого газа воспринимают также изменения концентрации ионов  $H^+$ . Рецепторы артериальных сосудов реагируют на изменения  $pCO_2$  и  $pH$  плазмы крови, при этом поступление афферентных сигналов от них возрастает при увеличении  $pCO_2$  и  $pH$  плазмы артериальной крови. В ответ на поступление от них большего числа сигналов в дыхательный центр, рефлекторно увеличивается вентиляция легких за счет углубления дыхания [301].

Центральные (медуллярные) хеморецепторы реагируют на изменения  $pH$  и  $pCO_2$  ликвора и межклеточной жидкости продолговатого мозга. Считают, что центральные хеморецепторы преимущественно реагируют на изменение концентрации протонов водорода ( $pH$ ) в интерстициальной жидкости. При этом изменение  $pH$  достигается вследствие легкого проникновения углекислого газа из крови и ликвора через структуры гематоэнцефалического барьера в мозг, где в результате его взаимодействия с  $H_2O$  образуется углекислота, диссоциирующая с высвобождением протонов водорода [48,231].

Управление дыханием осуществляется по принципу отрицательной обратной связи: отклонение регулируемых параметров ( $PCO_2$ ,  $PO_2$ ,  $pH$ ) воздействует на дыхательный центр так, что происходит изменение минутного объема вентиляции, приводящее к уменьшению возникающих отклонений. То есть дыхательную систему рассматривают как систему автоматического регулирования по отклонению [327]. Данная система регулирования включает две петли обратной связи: главную, задающую общий объем вентиляции легких соответственно информации от хеморецепторов о химизме внутренней среды организма, и вспомогательную, регулирующую соотношение глубины и ритма дыхания на основании информации от механорецепторов органов дыхания [348].

Таким образом, регуляция  $pCO_2$  и  $pH$  тесно связаны как на уровне эффекторных систем, влияющих систем, влияющих на содержание водородных ионов и карбонатов в организме, так и на уровне центральных нервных механизмов.

Важную роль в регуляции дыхания играют рецепторы, которые особенно обильно снабжены верхние дыхательные пути и легкие. В

слизистой оболочке верхних носовых ходов между эпителиальными и опорными клетками расположены обонятельные рецепторы. Они представляют собой чувствительные нервные клетки, имеющие подвижные реснички, обеспечивающие рецепцию пахучих веществ. Благодаря этим рецепторам и обонятельному анализатору организм получает возможность восприятия запахов веществ, содержащихся в окружающей среде, наличии пищевых веществ, вредных агентов. Воздействие некоторых пахучих веществ вызывает рефлекторное изменение проходимости дыхательных путей и, в частности, у людей с обструктивным бронхитом может вызвать астматический приступ.

Остальные рецепторы дыхательных путей и легких подразделяют на три группы: 1) растяжения; 2) ирритантные; 3) юктаальвеолярные.

*Рецепторы растяжения* располагаются в мышечном слое дыхательных путей [46]. Адекватным раздражителем для них является растяжение мышечных волокон, обусловленное изменением внутриплеврального давления и давления в просвете дыхательных путей. Важнейшая функция этих рецепторов – контроль за степенью растяжения легких. Благодаря им функциональная система регуляции дыхания контролирует интенсивность вентиляции легких [301].

Имеется также ряд экспериментальных данных о наличии в легких рецепторов спадения, активирующихся при сильном уменьшении объема легких.

*Ирритантные рецепторы*, к которым относятся быстроадаптирующиеся рецепторы растяжения и рецепторы спадения легких, обладают свойствами механо- и хеморецепторов [69,356,376]. Они расположены в слизистой оболочке дыхательных путей и активируются при действии интенсивной струи воздуха во время вдоха или выдоха, действии крупных пылевых частиц, скоплении гнойного отделяемого, слизи, попадании в дыхательные пути частиц пищи. Эти рецепторы чувствительные также к действию раздражающих газов (аммиак, пары, серы) и других химических веществ.

*Юктаальвеолярные рецепторы (J-рецепторы)* расположены в интерстициальном пространстве легочных альвеол у стенок кровеносных капилляров. Адекватным раздражителем для них является увеличение кровенаполнения легких и возрастание объема межклеточной жидкости (они активируются, в частности, при отеке легких). Раздражение этих рецепторов рефлекторно вызывает возникновение частого поверхностного дыхания [69,376].

При активации рецепторов растяжения и ирритантных рецепторов возникают многочисленные рефлекторные реакции, обеспечивающие саморегуляцию дыхания, защитные рефлексы и рефлексы, влияющие

на функции внутренних органов. Такое подразделение этих рефлексов весьма условно, так как один и тот же раздражитель в зависимости от его силы может или обеспечить регуляцию смены фаз цикла спокойного дыхания, или вызвать защитную реакцию. Аfferентные и эfferентные пути этих рефлексов проходят в стволах обонятельного, тройничного, лицевого, языкоглоточного, блуждающего и симпатического нервов, а замыкание большинства рефлекторных дуг осуществляется в структурах дыхательного центра продолговатого мозга с подключением ядер вышеперечисленных нервов [301].

Механорецепторы легких обеспечивают три типа рефлекторных реакций дыхательной системы на изменение объема легких: 1) торможение инспираторной активности при увеличении объема легких (рефлекс Геринга-Брейера); 2) короткое инспираторное возбуждение при увеличении объема легких; 3) увеличение инспираторной активности при уменьшении объема легких. Эти реакции с рецепторов растяжения и спадения легких (в комплексе) способствуют координации и своевременной плавной смене фаз дыхательного цикла – вдоха и выдоха [71,376].

*Инспираторно-тормозящий рефлекс Геринга-Брейера* проявляется при растяжении легких во время вдоха или при аппаратном вдувании воздуха. При сильном растяжении легких этот рефлекс приобретает защитную роль, предохраняя легкие от перерастяжения. Следующий из этой серии рефлексов – *экспираторно-облегчающий рефлекс*, проявляющийся в условиях, когда воздух поступает в дыхательные пути под давлением во время выдоха (это бывает при аппаратном искусственном дыхании и ряде других условий). В ответ на такое воздействие рефлекторно продлевается выдох и тормозится проявление вдоха. *Рефлекс на спадение легких* возникает при максимально глубоком выдохе или при ранениях грудной клетки, сопровождаемых пневмотораксом. Он проявляется частым поверхностным дыханием, препятствующим дальнейшему спадению легких. Выделяют также *парадоксальный рефлекс Хеда*, проявляющийся в том, что при интенсивном вдувании воздуха в легкие на короткое время (0,1–0,2 с) может активироваться вдох, сменяющийся затем выдохом.

Среди рефлексов, регулирующих просвет дыхательных путей и силу сокращения дыхательных мышц, имеется *рефлекс на снижение давления в верхних дыхательных путях*, который проявляется сокращением мышц, расширяющих эти дыхательные пути и препятствующих их закрытию. В ответ на снижение давления в носовых ходах и глотке рефлекторно сокращаются мышцы крыльев носа и мышцы рта,

смещающих язык вентрально кпереди (при сокращении подбородочно-язычной и других мышц). Этот рефлекс способствует развитию вдоха путем снижения сопротивления и увеличения проходимости верхних дыхательных путей для воздуха.

Снижение давления воздуха в просвете глотки также рефлекторно вызывает уменьшение силы сокращения диафрагмы. Этот *глоточно-диафрагмальный рефлекс* препятствует дальнейшему снижению давления в глотке, слипанию ее стенок и развитию апноэ.

*Рефлекс закрытия голосовой щели* возникает в ответ на раздражение механорецепторов глотки, гортани и корня языка. При этом смыкаются голосовые и надгортанные связки и дыхательные пути получают защиту от попадания пищи, жидкости и раздражающих газов. У пациентов, находящихся под наркозом, без сознания, рефлекторное закрытие голосовой щели нарушается и рвотные массы, а также содержимое глотки могут попасть в трахею и вызвать аспирационную пневмонию [301].

*Ринобронхиальные рефлекс*ы возникают при раздражении ирритантных рецепторов носовых ходов и носоглотки и проявляются сужением просвета нижних дыхательных путей. У людей, склонных к спазмам гладкомышечных волокон трахеи и бронхов, раздражение ирритантных рецепторов носа и даже некоторые запахи могут провоцировать развитие приступа бронхиальной астмы [301].

К классическим защитным рефлексам дыхательной системы принадлежат также кашлевой, чихательный и рефлекс ныряльщика. *Кашлевой рефлекс* вызывается раздражением ирритантных рецепторов глотки и нижележащих дыхательных путей, особенно области бифуркации трахеи. При его реализации вначале происходит короткий вдох, затем смыкание голосовых связок, сокращение мышц выдоха, увеличение подсвязочного давления воздуха. Потом голосовые связки мгновенно раскрываются и воздушная струя с большой линейной скоростью проходит через дыхательные пути и открытый рот в атмосферу. При этом из дыхательных путей изгоняется избыток слизи, гнойного содержимого, других продуктов воспаления или случайно попавших пищевых частиц. Продуктивный «влажный» кашель способствует очищению бронхов и выполняет дренажную функцию. *Чихательный рефлекс* возникает при раздражении рецепторов носовых ходов и развивается подобно кашлевому рефлексу за исключением того, что изгнание воздуха происходит через носовые ходы. Одновременно усиливается слезообразование, слезная жидкость по слезно-носовому каналу поступает в полость носа и увлажняет ее стенки. Все это способствует очищению носоглотки и носовых ходов. *Рефлекс*

*нырлящика* вызывается попаданием жидкости в носовые ходы и проявляется кратковременной остановкой дыхательных движений, препятствуя прохождению жидкости в нижележащие дыхательные пути [301].

Проприорецепция дыхательных мышц (особенно межреберных) обеспечивает взаимосвязь их сокращения и координацию движений грудной клетки, а также участвует в поддержании необходимого объема вентиляции при измененном сопротивлении дыханию [109,352].

Афферентная импульсация от рецепторов дыхательного аппарата обеспечивает энергетически оптимальное соотношение глубины и частоты дыхательных движений [70,78], а также степень участия в дыхательном акте торакальных и абдоминальных дыхательных мышц [189].

Афферентная импульсация в контуре хеморецепторного регулирования передает информацию о газовом составе крови и тканей ( $P_{aCO_2}$ ,  $P_{aO_2}$ , pH). Хеморецепторы подразделяют на центральные и периферические. Основными областями расположения периферических хеморецепторов являются дуга аорты и два симметричных каротидных гломуса. Адекватными раздражителями артериальных хеморецепторов являются снижение напряжения кислорода и повышение напряжения углекислого газа (снижение pH) в артериальной крови [48].

Считается, что только взаимодействие афферентных стимулов от хеморецепторов и механорецепторов дыхательного аппарата обеспечивает оптимальное приспособление вентиляции легких к интенсивности метаболических процессов в организме.

### *Механизмы произвольного управления дыхательными движениями*

В физиологии произвольными считаются такие изменения дыхания, которые человек осуществляет по внешнему приказу (инструкции) или самоприказу и о которых он может дать словесный самоотчет [45]. Произвольные изменения дыхания следует отличать от условных дыхательных рефлексов, эффекты которых могут человеком не осознаваться [55]. Система произвольного управления дыхательными движениями, как и любая другая регулирующая система, включает в себя три звена: центральное (командное), эфферентное (исполнительное) и афферентное, обеспечивающее обратную связь.



Центральным звеном системы произвольного управления дыханием является двигательная зона коры больших полушарий [50,354]. Управление осуществляется на основе тех же нейрофизиологических механизмов, что и любое произвольное движение [223,240]. Примерами поведенчески (сознательно) контролируемого дыхания являются сложные акты, подобные речи, физическая нагрузка и «предупреждающее» дыхание (например, дыхание, предшествующее физическому напряжению).

Современное понимание механизмов, лежащих в основе произвольных движений, основано на системном многоуровневом характере их организации [16,17,18,39,270,271,288].

В обеспечении моторных программ важная роль принадлежит различным отделам коры больших полушарий головного мозга: это корковые зоны, непосредственно связанные с управлением и координацией движениями, а также зрительные области, участвующие в осуществлении зрительно-моторной координации. Ведущая роль в программировании движений принадлежит лобным отделам коры больших полушарий [167,292].

Как известно, все изменения внутрилегочного, внутривещного и абдоминального давления обусловлены деятельностью дыхательных мышц. Эффекторами при произвольном управлении дыхательными движениями являются те же основные и вспомогательные дыхательные мышцы, которые осуществляют автоматическую вентиляцию легких [222].

*Вдох* (англ. Inspiration – инспирация) в покое в среднем продолжается 2 с. При вдохе дыхательные мышцы нагнетают атмосферный воздух в дыхательные пути, производя работу по преодолению как сопротивления в дыхательных путях, так и сопротивления структур грудной клетки. При вдохе происходит *активное увеличение объема грудной полости и пассивное увеличение объема легких*. Часть энергии сокращения мышц при вдохе накапливается в упругих эластических структурах грудной клетки и легких.

*Выдох* (англ. Expiration – экспирация) в покое в среднем продолжается 3 с. В состоянии покоя выдох осуществляется пассивно (в том числе за счет растянутых эластических структур). При нагрузках на организм, когда возрастает потребность в кислороде, необходима дополнительная работа дыхательных мышц. При выдохе происходит *уменьшение объема грудной полости и объема легких*.

Анатомически дыхательные мышцы делят на три группы: мышцы диафрагмы, грудной клетки и брюшного пресса. Функционально их разделяют на основные и вспомогательные, инспираторные и экспи-

раторные [109,380]. *Основные инспираторные мышцы* (обеспечивают вдох в состоянии покоя) – диафрагма, наружные межреберные, внутренние межхрящевые. При дыхании в состоянии покоя купол диафрагмы смещается вертикально примерно на 2 см, при форсированном дыхании перемещения купола диафрагмы могут достигать 10 см. Таким образом, движения диафрагмы вниз и вверх увеличивают или уменьшают вертикальные размеры грудной полости, а приподнимание или опускание ребер соответственно увеличивает или уменьшает диаметр грудной клетки в переднезаднем и боковом направлениях [207].

*Вспомогательные инспираторные мышцы* (лестничные, грудинно-ключично-сосцевидные, трапециевидная, большая и малая грудные мышцы) включаются в обеспечение вдоха при значительных запросах организма к потреблению кислорода [146].

*Экспираторные мышцы:* внутренние межреберные, а также внутренние и наружные косые, прямые и поперечные мышцы живота, мышцы сгибающие позвоночник. При сокращении брюшных мышц возрастает давление в брюшной полости, это приподнимает диафрагму и приводит к уменьшению объема грудной полости [109].

Изменение объема грудной клетки у мужчин и женщин происходит преимущественно за счет перемещений диафрагмы (брюшной, или диафрагмальный тип дыхания). Ранее полагали, что для женщин характерен так называемый грудной (реберный) тип дыхания, при котором значительный вклад в увеличение объема грудной клетки вносят сокращения наружных межреберных мышц [207].

При спокойном дыхании сокращением мышц обеспечивается только вдох. Выдох происходит пассивно за счет накопленной во время вдоха кинетической энергии (эластическая тяга легких, упругость грудной клетки и органов брюшной полости).

Основной мышцей-инспиратором является диафрагма. По данным ряда авторов, она обеспечивает 2/3 или даже 100 % дыхательного объема [344]. Однако экспериментально доказано, что человек дышит в основном за счет абдоминального компонента лишь в горизонтальном положении, в вертикальном положении абдоминальный и торакальный вклады в дыхательный объем практически уравниваются [186].

Известно, что функция дыхательных нейронов диафрагмального ядра, а, следовательно, и диафрагмы подчинена в основном дыхательному центру [247,251,345].

Мышцы диафрагмы выполняют, главным образом, дыхательную функцию и, в значительно меньшей мере, участвуют в познотонических реакциях.

Следует отметить, что сокращения диафрагмы плохо поддаются произвольному управлению [256,345]. Характер деятельности межреберных мышц, как и диафрагмы, тоже определяется импульсацией из дыхательного центра. Межреберные мышцы выполняют кроме дыхательной и познотоническую функцию. Они снабжены большим количеством проприоцепторов и, по мнению Соопер С. [347], относятся к мышцам с наибольшей плотностью веретен на единицу массы. Считают, что межреберные мышцы в гораздо большей степени «поддаются» произвольному управлению, чем диафрагма [84,257]. Поэтому особенно значительна их роль при осуществлении тонких дыхательных движений, сопряженных с фонацией, речью.

К основным дыхательным мышцам относятся межреберные мышцы, которые подразделяются на наружные и внутренние. Как известно, межреберные мышцы в отличие от диафрагмы богаты мышечными веретенами, что позволяет рефлекторному аппарату межреберных мышц быть своеобразным вспомогательным механизмом регуляции дыхания. Адекватным раздражителем этих рецепторов является изменение длины и скорости сокращения экстрафузальных волокон. Любое препятствие к достижению оптимального дыхательного объема вызывает повышение импульсации их окончаний мышечных веретен, что приводит к усилению сокращения межреберных мышц [78,352].

Существует большое количество вспомогательных мышц у человека, хотя наиболее значительной дыхательной активностью обладают лишь лестничные и грудино-ключично-сосцевидные [222].

В связи с тем, что дыхательные мышцы – диафрагма, межреберные и вспомогательные – различаются морфологически, функционально и регуляторно автономны [109], выделяют торакальный и абдоминальный компоненты системы дыхания [189]. При спонтанном дыхании центральный механизм регуляции на основании информации о механическом состоянии дыхательного аппарата и особенностях сопротивления дыханию обеспечивает оптимальное соотношение торакального и абдоминального вкладов в дыхательный объем [189].

Считается, что в силу особенностей морфологии, иннервации и функций дыхательных мышц степень их подчиненности произвольному контролю различна.

Известно предположение, что полностью произвольными являются только вспомогательные дыхательные мышцы, участвующие в форсированной вентиляции легких и в дыхании с увеличенным

сопротивлением току воздуха. Например, Campbell E. [343] считал, что произвольные дыхательные движения являются исключительно результатом сокращения вспомогательных дыхательных мышц, которое, якобы, сопряжено с активным торможением основной дыхательной мускулатуры. Однако отмечаемое в многочисленных исследованиях механическое и электрическое «молчание» диафрагмы при произвольной задержке дыхания свидетельствует о подчиненности этих мышц произвольному контролю.

Миняев В.И. и Саакян С.А. [188], занимаясь экспериментами по воспроизведению дыхательных объемов, отмечают, что при заданном дыхании, не нарушающем характера стимулов от механо- и хеморецепторов, роль торакального и абдоминального компонентов системы дыхания равнозначна. При произвольных изменениях паттерна дыхания, сопровождающихся изменением характера стимулов от механорецепторов, а также при увеличении интенсивности стимулов от хеморецепторов, возрастает роль торакального компонента. Это свидетельствует о большей подверженности торакальных движений произвольному контролю и меньшей подверженности их автономным механизмам регуляции дыхания в этих условиях, чем абдоминальных.

Вышеизложенное подтверждается и тем, что произвольная гипервентиляция легких, независимо от положения тела (вертикального или горизонтального) и интенсивности хеморецепторной стимуляции (при нормокапнии, гиперкапнии, гипокапнии и гипоксии), осуществляется, в основном, за счет торакального компонента моторного аппарата системы дыхания [187].

Таким образом, все мышцы, участвующие в дыхательном акте, подчиняются произвольному управлению, но с разным успехом: лучше всего – вспомогательные и межреберные, несколько хуже – диафрагма.

## **1.4 Резервы дыхательной системы и пути их повышения**

Физиологические резервы организма проявляются лишь в экстремальных условиях, к которым относятся напряженные физические нагрузки. В процессе совершенствования определенной спортивной деятельности формируется и совершенствуется специфическая функциональная система, направленная на достижение конечного резуль-

тата деятельности [16]. Все системы связаны между собой таким образом, что одна из систем играет главную роль, а другие – дополняют ее основную функцию. Следовательно, при воздействии физических нагрузок на одну систему ее изменения вызывают изменения и в других системах. При согласованной работе отдельных систем, которые включают свои резервы, можно говорить о системе резервов функционирующих систем, уровень которых подчиняется определенным закономерностям адаптационных процессов [10,12,137,154,155].

Функциональный резерв органа или системы по Парину В.В. [221] и Меерсону Ф.З. [179] может быть количественно охарактеризован разностью между максимально достижимым уровнем при мышечной работе и уровнем этих функций в условиях физиологического покоя. Однако, это весьма условные величины, так как зависят от индивидуальных особенностей человека, условий работы органа, системы, организма в целом [82].

Адаптационные резервы представляют собой возможности клеток, тканей, органов, систем органов и целостного организма противостоять воздействию различного вида нагрузок, адаптироваться к этим нагрузкам, минимизируя их воздействие на организм и обеспечивая должный уровень эффективности деятельности. Адаптационные резервы организма являются, по существу, критерием физического здоровья.

Существует мнение, что лимитирующая роль внешнего дыхания при интенсивной мышечной деятельности состоит в следующем [90]:

- только при значительной величине ЖЕЛ возможно достаточно глубокое дыхание. Величина ЖЕЛ ограничивает дыхательный объем и диффузную способность легких, так как требует вовлечения в дыхание вспомогательной мускулатуры;

- важной причиной снижения эффективности вентиляции часто является увеличение функционального или физиологического мертвого пространства до 500–700 мл;

- относительная гипервентиляция, сопровождающаяся выведением значительных количеств углекислоты и нарастанием гипокапнии при интенсивной мышечной деятельности, ограничивает до определенной степени работоспособность, так как ухудшает утилизацию кислорода мышцами.

По мнению Давиденко Д.Н. [82], следует выделять структурные (морфологические) и функциональные резервы. Структурные резервы: особенности строения отдельных составляющих элементов организма (клеток, тканей, органов и систем органов), которые, в свою очередь, оказывают существенное влияние в проявлении

функциональных возможностей организма. Функциональные резервы представляют собой возможности изменения функциональной активности структурных элементов организма, их возможности взаимодействия между собой, используемые организмом для достижения результата деятельности человека, для адаптации к физическим, психо-эмоциональным нагрузкам и воздействию на организм различных факторов внешней среды.

Давиденко Д.Н. [82] выдвигает представление о классификации и иерархии системы функциональных резервов, эшелонах резервов. Так, согласно автору, функциональные резервы организма могут быть представлены в виде сложной системы резервов, в которой фундаментом являются биохимические, а вершиной – психические резервы. Стержнем системы функциональных резервов, объединяющим ее в единое целое за счет механизмов нейрогуморальной регуляции, являются физиологические резервы. Системообразующим фактором выступает результат деятельности или результат адаптации. Отсутствие результата, как и систематически недостаточный результат, могут не только стимулировать формирование системы резервов, но и разрушать ее, прекращать ее функционирование в зависимости от воли, установок, системы ценностей и другое.

Что касается дыхательной системы, то изменения, происходящие в ней в процессе физической тренировки, свидетельствуют о повышении уровня функциональных возможностей практически всех показателей дыхательной системы, свидетельствующих об активной мобилизации ее резервов у лиц различного возраста, пола, уровня физической подготовленности [44,45,85,108,149,193], а также при различных патологиях дыхательной системы [79,209]. А такие показатели, как ЖЕЛ, МВЛ, устойчивость к гипоксии хорошо отражают степень тренированности человека и ее изменения в динамике.

Дубилей В.В. с соавт. [90] выделяют такие резервы системы дыхания, как резервы кислорода в организме, резервы емкости легких и дыхательных мышц, резервы регуляции аппарата внешнего дыхания.

При рассмотрении механизма произвольного управления дыханием, резервы дыхательной системы, по мнению Кучкина С.Н. [154,155,156], следует делить на три категории: мощности, мобилизационной способности и экономичности.

Резервы мощности характеризуют уровень морфофункционального состояния аппарата внешнего дыхания: ЖЕЛ, пневмотахометрия

(вдох-выдох), сила дыхательных мышц, МВЛ и МОД при максимальном потреблении кислорода (МПК). Данные показатели характеризуют функциональную дееспособность дыхательной системы и ее регуляторные механизмы.

Резервы мобилизационной способности определяют возможности организма утилизировать достигнутые резервы мощности вентиляторного аппарата.

Резервы эффективности отражают коэффициент полезного действия (КПД) вентиляторной функции и энергетическую стоимость вентиляции:

- процент поглощения  $O_2$  из выдыхаемого воздуха,
- вентиляционный эквивалент (ВЭ) – количество воздуха (в л), вентилируемого через легкие, из которого организм поглощает 100 мл  $O_2$ :

$$\hat{A}\hat{Y} = \frac{\dot{V}\ddot{A}, \text{ л} / \text{л} \cdot \text{с}}{O_2, \text{ л} / \text{л} \cdot \text{с}} \times 100; \quad (1)$$

- коэффициент использования  $O_2$  (КИ $O_2$ ) – количество кислорода (в мл), которое поглощается из 1 л вентилируемого воздуха:

$$\hat{E}\hat{E}\hat{I}_2 = \frac{O_2, \text{ л} / \text{л} \cdot \text{с} \times 100}{\dot{V}\ddot{A}, \text{ л} / \text{л} \cdot \text{с}}; \quad (2)$$

- кислородный эффект дыхательного цикла (КЭ $_{\text{дц}}$  в мл  $O_2$ ), доставляемый организму за один дыхательный цикл:

$$\hat{E}\hat{Y}_{\text{дц}} = \frac{O_2, \text{ л} / \text{л} \cdot \text{с}}{\times \ddot{A}, \text{ л} / \text{л} \cdot \text{с}}; \quad (3)$$

Экономичность (или эффективность) дыхательных функций отражает энергетическую стоимость состояния вентиляции и в конечном итоге – КПД дыхания, характеризующееся следующими показателями – коэффициентом использования кислорода (Ки $O_2$ ) при МПК, процентом поглощения  $O_2$  воздуха и КЭ $_{\text{дц}}$  [296,325].

Регулярная тренировка организма вызывает адаптационные изменения функциональных возможностей дыхательной системы. При этом показатели резервов мобилизации и эффективности-экономичности являются отражением совершенства регуляторных механизмов.

Разработанный Кучкиным С.Н. [156] методический подход к классификации функциональных резервов дыхания учитывает последовательность и степень их значимости в повышении работоспособности спортсменов на различных этапах адаптации. На первых этапах тренировки доминирующее значение имеет повышение резервов мощности дыхательной системы, затем, при высоком уровне аэробной производительности организма, включаются резервы мобилизационной способности, и только при

достаточном уровне тренированности следует добиваться повышения резервов эффективности и экономичности.

Выявив особенности регуляторных механизмов и адаптации системы дыхания к мышечной работе, Данько Ю.И. [84] выдвинул положение о двух основных взаимосвязанных регуляторных механизмах: кортикального и субкортикального управления дыханием. На основании этих двух механизмов Данько Ю.И. [84] выделил типы адаптации дыхания к физической нагрузке (таблица 1).

Таблица 1 – Типы адаптации дыхания человека к физической нагрузке (по Данько Ю.И., 1971)

Параметры	Тип адаптации	
	биомеханический	гомеостатический
определяющие факторы	форма и характер движения	мощность и сумма мышечной работы
конечный результат	динамический стереотип дыхания и движения	обеспечение или восстановление гомеостазиса
основные механизмы адаптации	кортикальное управление	субкортикальная регуляция
ведущая афферентация (обратная связь)	проприорецептивная	интероцептивная
примеры физической нагрузки	плавание, тяжелая атлетика, гимнастика, лыжи	бег на средние и длинные дистанции

Разграничение механизмов кортикального управления и субкортикальной регуляции дыхания, а также двух типов адаптации дыхания в условиях мышечной деятельности, при всей их значительной взаимосвязанности, взаимообусловленности, уточняет физиологические представления о реализации организмом приспособительных механизмов дыхания при различных видах мышечной работы и является научной основой для обучения детей различным физическим упражнениям, в том числе дыхательным.

Таким образом, целенаправленная и последовательная тренировка дыхательной системы, ее резервных возможностей приводит к оптимизации работы всей системы кислородного обеспечения организма, повышению ее КПД.

Шульпина В.П. [331] отмечает, что для осуществления коррекционно-оздоровительной работы с детьми младшего школьного возраста, наибольшую значимость имеет процесс



обучения дыхательным упражнениям, формирование навыков рационального дыхания в покое и при мышечной деятельности, развитие способности сочетать дыхание с другими произвольными действиями, а также развитие и повышение функционального потенциала дыхательной системы. В связи с этим, классификация резервов дыхательной системы, по мнению автора, должна включать два блока: резервы регуляции и резервы мощности.

Под резервами регуляции дыхания понимается способность детей к произвольному управлению параметрами дыхания, что может оцениваться по уровню овладению детьми новыми дыхательными движениями, в том числе упражнениями статического и динамического характера. В резервы мощности входит уровень морфофункциональных характеристик аппарата внешнего дыхания, что представлено целым рядом показателей (экскурсией грудной клетки, частотой и глубиной дыхания, показателями ЖЕЛ, пневмотахометрией, МВЛ), а также способностью переносить недостаток кислорода, что характеризует состояние кардиореспираторной системы в целом и способность к произвольной регуляции дыхания.

Известно, что на дыхательную систему можно влиять в двух направлениях: во-первых, при помощи специальной системы дыхательных упражнений повышать функциональные возможности дыхательного аппарата, его производительность (то есть улучшить вентиляторную функцию легких). Во-вторых, путем применения специальных произвольных (волевых) изменений режимов дыхания при мышечной деятельности, направленных как на мобилизацию резервов мощности, так и на улучшение использования  $O_2$  воздуха и крови (утилизация кислорода), повышение устойчивости организма к неблагоприятным изменениям во внутренней среде (к недостатку  $O_2$  и избытку  $CO_2$ , сдвигу рН и другое).

Посредством дыхательных упражнений, прежде всего, повышают резервы мощности дыхательной системы, так как увеличивается ЖЕЛ, развивается сила и выносливость дыхательных мышц, способность к МВЛ. Как показывают наблюдения Кузнецовой Т.Д. [149], в результате специальных занятий эти показатели, по сравнению с исходными данными, возрастают на 25–40 %.

Известно, что возможности произвольного управления дыханием весьма разнообразны – это создание многочисленных дыхательных стереотипов, развитие основных и вспомогательных дыхательных мышц, постановка правильного дыхания, повышение работоспособности и резерва дыхательной системы, управление

вегетативными функциями, которые связаны с газообменом в организме. К приемам произвольного изменения дыхательных режимов при мышечной деятельности относят:

1) специальные упражнения, повышающие резервные мощности и мобилизационные способности дыхательной системы (различные способы произвольной гипервентиляции);

2) способы произвольного снижения общего уровня вентиляции, повышающие устойчивость организма к гипоксии и резервы эффективности (экономичности) дыхания (упражнения в произвольной гиповентиляции);

3) упражнения на согласование элементов двигательного навыка с дыхательными движениями [193], повышающие эффективность двигательных действий на основании взаимного влияния дыхания и движения [293];

4) специальные упражнения, применяемые в различные моменты мышечной деятельности.

Кузнецова Т.Д. [149] выделяет следующие основные направления тренировки дыхания:

1) управление воздушным потоком – дыхание через нос или рот с различными вариантами и использованием резонаторов (лобные пазухи, верхнечелюстная пазуха, грудной резонатор);

2) произвольные изменения легочной вентиляции – глубины, частоты и «рисунка» дыхания;

3) произвольное переключение типа дыхательных движений (верхнегрудное, нижнегрудное, брюшное (диафрагмальное)) с тренировкой участвующих в них мышц;

4) мобилизация и восстановление функций организма;

5) обучение дыхательным программам, соответствующим структуре и характеру предстоящих двигательных комбинаций;

6) дыхание при различных позах, анатомически не соответствующих вдоху или выдоху (дыхание через аппараты), при искусственном увеличении вредного пространства, при сопротивлении (выдох в воду);

7) перестройка дыхательных стереотипов в связи с совершенствованием условий движения или изменением двигательной программы;

8) волевое снижение или усиление легочной вентиляции;

9) произвольная задержка дыхательных движений на вдохе, выдохе, после гипервентиляции.

Для повышения вентиляционных возможностей легких и резервов мобилизации рекомендуется применять приемы произвольного

увеличения вентиляции легких во время и при окончании мышечной деятельности различной интенсивности. Периодическое выполнение серий предельной гипервентиляции, преимущественно за счет увеличения частоты дыхания (без изменения его глубины на фоне гиперкапнии или гипоксии), как указывал Фарфель В.С. [293], приводит к непроизвольному увеличению частоты движений и повышению скорости. Такая тренировка стимулирует вентиляторную функцию легких и моделирует, до определенной степени, старты и финиширование, способствует преодолению «мертвой точки». Во время утренней гимнастики, ходьбы, разминки, занятий физкультурой для тренировки выносливости дыхательных мышц и повышения МВЛ можно применять дыхание с сопротивлением (дыхание через загубник, через сжатые зубы), с силой втягивая и с силой выталкивая воздух.

При мышечной деятельности даже в обычных условиях дыхания возникает двигательная гипоксемия [66]. Произвольное снижение уровня вентиляции вызывает в организме некоторое кислородное голодание тканей (гипоксию). Волевое уменьшение вентиляции во время мышечной деятельности усиливает гиперкапнию и гипоксию, задерживает выведение из организма  $\text{CO}_2$ , снижает рН крови, повышает устойчивость к анаэробному режиму. Волевое снижение вентиляции при выполнении физических упражнений (ходьбе, беге, гребле, ходьбе на лыжах) является трудной процедурой, которое необходимо быстро снять при помощи гипервентиляции [45].

Кузнецова Т.Д. [149] рекомендует начинать тренировку со снижения вентиляции при выполнении отдельных физических упражнений, во время обычной ходьбы, разминки, осуществляя носовое дыхание. Известно, что при таком дыхании уровень МВЛ в два и более раза ниже, чем при дыхании через рот [193]. При носовом дыхании во время физических нагрузок снижается уровень вентиляции и дополнительно тренируются дыхательные мышцы. Так дышать следует до тех пор, пока есть возможность терпеть, после чего следует переходить на обычное дыхание, не прекращая работы. Можно применять такие упражнения, которые необходимо выполнять сериями, тренируя устойчивость и выносливость дыхательного центра.

Имеющиеся экспериментальные данные [149] свидетельствуют, что регламентированное дыхание повышает аэробную производительность на 10–15 %. Особенно эффективны дозированные задержки дыхания в покое и при выполнении физических упражнений на вдохе. Для контроля за повышением

устойчивости к гипоксии и гиперкапнии применяются пробы с задержкой дыхания.

Таблица 2 – Дыхательные упражнения, применяемые в разные фазы мышечной деятельности

Фазы мышечной деятельности	Дыхательные упражнения и режимы
предстартовые состояния организма: - стартовой апатии (1) - стартовой лихорадки (2)	(1) – мобилизующее дыхание, направленные на повышение возбудимости дыхательного центра (2) – успокаивающее дыхание в сочетании с произвольным расслаблением мышц (переключение, психорегулирующее влияние на дыхание)
разминка (общая и специальная)	мобилизующие дыхание, формирование двигательной доминанты; использование выработанных условнорефлекторных дыхательных стереотипов
вработывание	оптимальное сочетание дыхания с движениями; совершенствование дыхательных стереотипов и режимов
«мертвая точка» и «второе дыхание»	снятие временного торможения и дискоординации между двигательными и вегетативными функциями с помощью гипервентиляции с акцентом на выдохе, похивания (прерывистого выдоха через плотно сжатые губы), переключение с брюшного на грудной тип дыхания и наоборот
устойчивое состояние	оптимальный режим дыхания в сочетании с движениями
утомление	переключение с одного типа и режима дыхания на другой; гипервентиляция с последующим расслаблением мышц, направленная на ликвидацию кислородной задолженности
восстановление	успокаивающее дыхание; произвольное расслабление мышц; аутогенная тренировка

Необходимо также научить учащихся при выполнении циклических упражнений осуществлять контроль за вентиляцией

путем изменения дыхательных и двигательных циклов (переходить на более частое или более редкое дыхание при плавании, ходьбе, беге, гребле), соблюдая определенную кратность.

В дальнейшем необходимо научиться использовать дыхательные упражнения на фоне различных физиологических состояний (таблица 2).

В последнее время в массовой оздоровительной и лечебной физической культуре, спортивной деятельности широко внедряются различные системы дыхательных упражнений, основанные на произвольном управлении легочной вентиляцией, что является эффективным средством совершенствования механизмов адаптации к мышечным нагрузкам, управления параметрами внутренней среды организма, повышения эффективности кислородного обеспечения, экономичности внешнего дыхания и системы кровообращения, контроля за состоянием ЦНС, общего оздоровления организма и преодоления целого ряда патологических состояний.

## **1.5 Основные подходы к классификации дыхательных упражнений**

Существует целый ряд комплексных систем дыхательных упражнений, которые применяются в физическом воспитании, лечебной физической культуре, спортивной практике. В их основе лежат определенные дыхательные упражнения или характерный паттерн дыхания с учетом многих факторов: преследуемых педагогических задач, индивидуальных и возрастных особенностей, уровня состояния здоровья и физической подготовленности занимающихся, направленности и структуры упражнений. Целый спектр специфических задач, которые решаются с их использованием, по мнению Шульпиной В.П. [331], и обуславливают отсутствие единого подхода к классификации дыхательных упражнений.

Епифанов В.А. [95] в своей классификации дыхательных упражнений все дыхательные упражнения подразделил на *статические* (при участии диафрагмы и межреберных мышц) и *динамические* (с произвольным видоизменением характера и продолжительности фаз дыхательного цикла в сочетании с движениями туловища).

Разновидностью статических дыхательных упражнений, по мнению специалистов в области ЛФК, являются:

– резистивный тренинг – упражнения с сопротивлением на вдохе или выдохе (ин- и экспираторный тренинг), осуществляемые при помощи подручных средств и с помощью специальных тренажеров;

– звуковая гимнастика, выполняемая по специальной методике [130];

– статические дыхательные упражнения, входящие в число элементов йоги;

– упражнения, использующиеся в качестве методов устранения избыточного форсированного дыхания, характерного для гипервентиляционного синдрома;

– упражнения, применяющиеся в дыхании с биологически обратной связью.

Динамические дыхательные упражнения включают движения, способствующие увеличению амплитуды дыхательных экскурсий с целью облегчения выполнения отдельных фаз или всего дыхательного цикла, обеспечения избирательного увеличения подвижности и вентиляции отдельных частей легких, восстановления или увеличения подвижности ребер и диафрагмы.

В лечебной физической культуре выделяются также *общие* (*общетонизирующие*) и *специальные* дыхательные упражнения, задачей которых является улучшение функций всех органов и систем посредством активизации функций дыхательного аппарата – улучшение легочной вентиляции и укрепление основных дыхательных мышц. Для этого используются также физические упражнения умеренной и большой интенсивности. *Специальные* дыхательные упражнения направлены на профилактику и борьбу с легочными осложнениями; они улучшают механизм дыхания в покое и при мышечной деятельности, укрепляют дыхательную мускулатуру, увеличивают подвижность грудной клетки и диафрагмы, растягивают плевральные спайки, очищают дыхательные пути от патологического секрета. Выделяют также «*локальные*» дыхательные упражнения, обеспечивающие преимущественную вентиляцию какой-либо области легких. Большую роль в эффективности таких специальных упражнений играет выбор правильного исходного положения. Сочетание ОРУ с дыхательными способствует улучшению внешнего дыхания, формированию у больных навыка овладения произвольным дыханием [303].

Согласно Сулейманову И.И. [272] дыхательные упражнения следует подразделять на *общие* дыхательные упражнения, направленные на совершенствование морфофункциональных систем организма через целенаправленные воздействия на дыхательные возможности

человека, и *специальные* дыхательные упражнения, направленные на совершенствование собственно дыхательных возможностей человека. К *общим* относятся: лечебно-оздоровительные дыхательные упражнения из различных методик и оздоровительных систем (методики дыхательных гимнастик Лобановой О.Г., Стрельниковой А.Н., Бутейко К.П., Динейка К. и другие); дыхательные упражнения, регулирующие психическое состояние. К *специальным* автор относит упражнения, способствующие формированию следующих навыков дыхания: управлению дыханием через нос или рот с различными вариантами их соотношения; произвольному изменению глубины, частоты и ритма дыхания: вдоха, выдоха и задержек дыхания после них; владению различными типами дыхания: нижним, средним, верхним, смешанным.

В зависимости от влияния, оказываемого на организм, и для решения различных частных задач дыхательные упражнения делятся следующим образом. Одни из них способствуют преимущественному усилению дыхательных мышц (упражнения, связанные с преодолением намеренного сопротивления вдоху и выдоху, в том числе парадоксальная гимнастика), другие – увеличению экскурсии грудной клетки и ЖЕЛ (неторопливое глубокое дыхание с форсированным вдохом и выдохом, усиливаемыми двигательными действиями), третьи – помогают адаптировать организм к недостатку гипоксии и гиперкапнии (с дозированными задержками дыхания, в гипоксических масках [176,193]).

Бреслав И.С. с соавт. [47] приводит следующую классификацию дыхательных упражнений относительно повышения эффективности мышечной деятельности: 1) уменьшение нагрузки на респираторный аппарат, что предусматривает использование произвольного управления дыханием (обучение адекватному паттерну дыхания, биоуправление параметрами дыхания), а также изменение газового состава дыхательной среды; 2) повышение функциональных возможностей респираторного аппарата, что предполагает тренировку дыхательной мускулатуры (дыхательная гимнастика, добавочное сопротивление дыханию, произвольная гипервентиляция), активизация механизмов регуляции дыхания путем введения добавочного «мертвого» пространства, гипоксической или гиперкапнической среды, а также обычная физическая тренировка как средство повышения функциональных возможностей дыхательного аппарата.

Среди основных направлений в тренировке резервов дыхательной системы применительно к спортивной деятельности Кучкин С.Н.

[155] выделяет: 1) применение системы специальных дыхательных упражнений, направленных на повышение функциональной дееспособности дыхательного аппарата, повышение его производительности, т.е. улучшение вентиляторной функции легких; 2) применение специальных произвольных изменений режима дыхания при мышечной деятельности, обеспечивающих повышение резервов мощности и мобилизации (произвольная гипервентиляция) или повышение использования кислорода воздуха и крови и повышение устойчивости организма к неблагоприятным изменениям во внутренней среде, в том числе к недостатку кислорода и избытку углекислоты, сдвигу кислотно-щелочного равновесия (произвольная гиповентиляция) и другое.

Шульпина В.П. [331] предложила авторскую классификацию дыхательных упражнений с учетом основных путей оптимизации дыхательной функции детей с различным состоянием здоровья:

1. Классификация дыхательных упражнений по биомеханической структуре. По этому признаку все дыхательные упражнения делятся на упражнения статического и динамического характера, а также в сочетании с выполнением определенных спортивных движений (циклические, ациклические, смешанные).

2. Классификация дыхательных упражнений на основе их физиологического влияния на организм занимающихся: а) упражнения для повышения эластичности, подвижности грудной клетки, позвоночника; б) упражнения, способствующие повышению объемных параметров легких; в) упражнения, направленные на повышение силы дыхательных мышц; г) упражнения и режимы дыхания, направленные на повышение выносливости дыхательной мускулатуры; д) упражнения, направленные на улучшение бронхиальной проходимости; е) упражнения, направленные на улучшение способности переносить гипоксию; ж) упражнения, направленные на развитие способности к произвольному управлению различными параметрами дыхания (обучение различным типам дыхания, управление воздушным потоком, регуляция легочной вентиляции); з) упражнения и режимы дыхания, направленные на изменение газового состава крови и, следовательно, состояния человека (например, режимы гипервентиляции, способствующие измененному состоянию сознания в психотерапевтических практиках и тренингах – холотропное дыхание).

3. Классификация дыхательных упражнений по признаку преимущественной направленности на развитие определенных способностей или физиологических резервов (на расширение



резервов мощности, экономичности, мобилизации, регуляции дыхания):

А) В целях расширения резервов мощности и мобилизационной способности дыхания используются:

– дыхательные упражнения, выполняемые с затруднением дыхания, с сопротивлением воздушному потоку на вдохе и выдохе – резистивный тренинг (с использованием дополнительных средств, в неудобной позе, с использованием специальных тренажеров, в водной среде);

– специальные упражнения, выполняемые по ходу двигательной деятельности, способствующие повышению резервов мощности и мобилизационной способности дыхательной системы, повышению ее функциональной дееспособности (например, произвольное увеличение вентиляции по ходу мышечной деятельности с использованием глубокого и форсированного дыхания, а также различных загубников с ограниченным дыхательным пространством) – гипервентиляционная тренировка;

– дыхание гипоксическими и гиперкапническими смесями, применение дополнительного «мертвого» пространства;

– гипоксическая тренировка;

– упражнения и дыхательные режимы для повышения ЖЕЛ и ДО.

Б) Для расширения резервов эффективности-экономичности и регуляции дыхания используются:

– различные способы произвольного изменения режима дыхания со снижением общего уровня вентиляции (режимы гиповентиляции), упражнения с задержками дыхания на различных этапах дыхательного цикла;

– упражнения, направленные на согласование элементов двигательного навыка с дыхательными движениями, с мышечным расслаблением (в том числе использование определенных типов и характера дыхания), способствующие более эффективному выполнению двигательных действий;

– упражнения, направленные на согласование соотношения темпа движений и числа дыханий: синхронные соотношения, где одному движению соответствует один дыхательный цикл (1:1); кратные соотношения, где на два или несколько движений приходится один или два дыхательных цикла (2:1; 3:1; 3:2); асинхронные сочетания, характеризующиеся отсутствием согласования дыхания и частоты движений;

– дыхательные упражнения с произнесением различного речевого материала – дыхательно-речевая гимнастика.

4. Классификация дыхательных упражнений по признаку сферы применения. Все упражнения объединяются в несколько групп: используемые в сфере физического воспитания и оздоровительной физической культуры, лечебной физической культуре, спортивной практике, психотерапии. В зависимости от их значимости в соответствующем виде физкультурно-оздоровительной или спортивной деятельности они могут иметь различные разновидности.

5. Классификация дыхательных упражнений по признаку характера воздействия. В этой классификации автор выделяет специальные дыхательные упражнения и режимы дыхания, которые используются в целях воздействия преимущественно на различные параметры и резервы дыхательной системы, и общие дыхательные упражнения, которые воздействуют на другие физиологические системы организма посредством дыхательной функции. К последним относятся различные методики и системы дыхательных упражнений (пранаяма в хатха-йоге, парадоксальная дыхательная гимнастика Стрельниковой А.Н., метод волевой ликвидации глубокого дыхания Бутейко К.П., дыхание в китайской лечебно-оздоровительной системе Цигун, система трехфазного дыхания Лобановой О.Г., эндогенное дыхание Фролова, «рыдающее дыхание» и другое).

## **1.6 Влияние занятий физическими упражнениями на кардиореспираторную систему детей и подростков**

Механизм реакции внешнего дыхания на физическую нагрузку достаточно сложен, но именно мышечная работа служит в процессе эволюции стимулом к формированию механизмов регуляции и адаптации дыхания [108,174,367].

Экспериментально влияние коры больших полушарий на дыхание доказано исследованиями ряда авторов с выработкой условных дыхательных рефлексов в процессе тренировки к определенной мышечной работе [193]. Ими подчеркивается, что у тренированных людей условнорефлекторный механизм регуляции дыхания является весьма совершенным. При этом особо важную роль играет предварительное обучение произвольному управлению дыханием [154,261].

Многими авторами отмечено, что у детей по сравнению со взрослыми интенсификация внешнего дыхания при физических

нагрузках в большей степени происходит за счет увеличения частоты дыхания и в меньшей степени за счет его глубины [318]. В то же время при физических нагрузках умеренной и большой мощности у детей происходит уменьшение объемных скоростей дыхания, свидетельствующее об утомлении дыхательной мускулатуры [7,57,58]. У детей наблюдается незрелость механорецепторного и центрального механизмов регуляции дыхания [258]. Это, в свою очередь, может обуславливать неадекватность физиологических сдвигов дыхательной системы в процессе адаптации младших школьников к различной нагрузке.

Анализ научно-методической литературы показал, что большинство исследований посвящено адаптации кардиореспираторной системы к физическим нагрузкам различной мощности, климатическим и экологическим условиям [110,239]. Состояние дыхательной системы рассматривается в сочетании с фактором курения, заболеваниями сердечно-сосудистой, нервной системы, спортивной деятельностью школьников [319]. Показано, что поведение и психологические нагрузки оказывают существенное влияние на систему дыхания. В ряде работ проводится одновременный анализ реакции дыхательной, мышечной и сердечно-сосудистой системы при физических упражнениях [7,148].

Исследования Менькова Г.П. [62] об изменении функции внешнего дыхания под влиянием гимнастики до занятий и физкультурных пауз показывают, что глубина дыхания определяется амплитудой, динамичностью, степенью трудности и продолжительностью гимнастических упражнений. Но движения не только усиливают дыхание. Так, при выполнении движений на точность дыхание не усиливается, а становится реже и даже задерживается, причем у новичков это проявляется в большей степени, чем у тренированных.

Известно, что дыхание, со своей стороны, также оказывает влияние на движение. Это влияние широко известно как «дыхательные движения» конечностей. Установлено, что в процессе тренировки согласованность в работе органов дыхания и движения заметно возрастает и совершенствуется [293]. Более того, каждой стадии тренированности соответствует определенная синхронность между дыханием и движениями. В связи с этим Маршак М.Е. [173] отмечает, что при легкой работе подобная синхронность является отрицательным фактором, так как увеличение темпа рабочих движений ведет к учащению дыхания, что приводит к гипокании.

Статическая работа почти во всех случаях сопровождается задержкой дыхания и натуживанием, что в свою очередь сказывается

на величине мышечного усиления и структуре дыхательного цикла, глубине и частоте дыхания, поэтому в спортивной практике придают важное значение влиянию фаз дыхания на величину мышечного усилия.

Значительное место в научно-методической литературе занимают вопросы о соотношении фаз дыхания и движения. Отмечается, что в процессе мышечной деятельности устанавливается согласованность между дыхательными и рабочими движениями. Высокий уровень координации дыхания и движений при выполнении физических упражнений является одним из важнейших показателей квалификации спортсмена [242]. Кроме того, по динамике показателей внешнего дыхания можно судить о недостающих качествах не только функциональной, но и технической подготовки спортсменов, а также об экономичности их работы. Естественно, что увеличение физической нагрузки заметно сказывается на характере дыхания. Прежде всего, это зависит от тяжести работы, индивидуальных особенностей, физического состояния и предшествующего спортивного опыта. Спортсмены, специализирующиеся в видах, связанных с выносливостью, обладают повышенной способностью выдерживать гипервентиляцию легких. Установлено, что дыхательная выносливость развивается посредством тренировки. Более того, ведущую роль при этом играет произвольное управление дыханием.

Занятия различными видами спорта стимулируют соответствующие адаптационные перестройки в организме, что обусловлено физиологической целесообразностью для данного вида спорта [1,10,58]. Это вполне закономерно с позиции функциональной системы гомеостаза и достижения полезного приспособительного эффекта за счет взаимодействия совокупности функциональных систем организма [346].

Систематические занятия спортом способствуют ускорению темпов формирования сердца детей и подростков, сокращают период отставания его роста от темпов физического развития, нивелируют или снижают тем самым возрастную дисгармоничность развития организма [115]. Увеличиваются линейные размеры сердца у занимающихся спортом во всех возрастных группах, что необходимо учитывать при планировании тренировочного процесса в физическом воспитании детей и подростков, в выборе средств и методов тренировки [294].

По данным ряда авторов, величина объема сердца может служить мерой его функционального резерва. У юных спортсменов объем сердца больше, чем у нетренированных сверстников [114].

На массу и размеры сердца большое влияние оказывает мышечная деятельность [116]. В состоянии покоя у тренированных обнаруживается небольшое увеличение сердца, причем в большей степени увеличен длинник его. Это увеличение есть результат небольшой гипертрофии. Исследуя спортсменов различных специализаций, Летунов С.П. и Мотылянская Р.Е. [160] отметили увеличение размеров сердца, как правого, так и левого желудочков.

В процессе систематических тренировок происходит умеренное расширение полостей желудочков [24,77]. Величина объема сердца у юных спортсменов зависит от направленности тренировочного процесса. Однако в научно-методической литературе по данному вопросу имеются противоречивые мнения.

Показатели сердечного ритма имеют зависимость от пола и степени адаптации к окружающей среде [29]. По мнению Безруких М.М. [299], ритм сердца меняется под влиянием учебной и физической нагрузки.

Одним из факторов становления деятельности сердца в онтогенезе является двигательная активность [24,58,293].

Диапазон колебаний ЧСС чрезвычайно широк. Он в значительной мере определяется уровнем повседневной двигательной активности.

Под влиянием двигательной активности перестраиваются взаимодействия симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в регуляции сердца. Известно, что преобладание парасимпатических влияний над симпатическими обеспечивает развитие брадикардии тренированности [3,58,279,294].

Под воздействием систематических занятий физическими упражнениями активизируется деятельность всех органов и систем, повышающих способность организма к мобилизации функциональных возможностей и более экономичному выполнению мышечной работы. Физическая тренировка в детском и подростковом возрасте вызывает значительно более отчетливые и быстрее наступающие морфологические и функциональные сдвиги, чем в зрелом возрасте [294].

У юных спортсменов, систематически занимающихся каким-либо видом спорта, в сравнении со сверстниками-неспорсменами, происходит как в покое, так и при стандартных нагрузках, отчетливое урежение частоты дыхания [279,307,318].

При эквивалентной по величине потребления кислорода мышечной работе у детей 8–9 лет по сравнению со взрослыми имеет место

меньшая эффективность и экономичность кислородных режимов организма ребенка, что проявляется в большем минутном объеме дыхания и кровообращения при расчете на 1 кг массы тела, в меньшей величине коэффициента использования кислорода из артериальной крови. Это связано с меньшей мощностью работы, доступной для ребенка, и с меньшим КПД организма последнего [259]. У ребенка 9–12 лет в условиях мышечной работы также отмечены меньшее использование кислорода в расчете на один дыхательный цикл и более низкий коэффициент утилизации кислорода в тканях [274]. В результате это дает меньший процент использования кислорода из литра вентилируемого воздуха, поэтому у детей 8–9 лет вентиляционный эквивалент (по Антони) равен 3,2 л, тогда как у 15–16-летних он равен всего 2,5 л [259]. Общая емкость легких во время нагрузки может несколько уменьшаться из-за увеличения внутриторакального объема крови. В состоянии покоя дыхательный объем составляет 10–15 % от жизненной емкости легких (от 450 до 600 мл), но при нагрузке может достигнуть 50 %. Таким образом, у людей с высокой жизненной емкостью дыхательный объем в условиях интенсивной мышечной работы достигает 3–4 л. Дыхательный объем увеличивается главным образом за счет резервного объема вдоха, так как во время физической работы увеличиваются остаточный объем, а функциональная остаточная емкость практически не изменяется, жизненная емкость легких имеет склонность к уменьшению [259].

Минутный объем дыхания даже при самой тяжелой нагрузке никогда не превышает 70–80 % от уровня максимальной вентиляции. Это значит, что легочная вентиляция сама по себе в обычных условиях не может быть фактором, лимитирующим работоспособность.

Под влиянием физических упражнений у детей и подростков увеличиваются резервные возможности дыхания; отчетливо возрастает жизненная емкость легких и максимальная вентиляция легких, большее количество кислорода используется из литра вентилируемого воздуха, возрастает кислородотранспортная функция кровообращения, растет кислородная емкость крови, совершенствуются механизмы тканевого дыхания, возрастает способность продолжения физических нагрузок в выраженных гипоксемических и гиперкапнических состояниях с образованием большего кислородного долга. В процессе систематических спортивных тренировок у юных спортсменов улучшается нейрогуморальная регуляция дыхания при мышечной работе,

обеспечивается лучшее согласование работы дыхания при выполнении упражнений как с мышечной, так и с другими функциональными системами организма. Отмечается нарастание процессов экономизации системы дыхания и в условиях покоя, и при стандартных физических нагрузках. Подобная направленность изменений дыхательной функции свидетельствует о расширении возможностей организма с возрастом и предоставляет возможность объективно оценить функциональную готовность организма к выполнению физических нагрузок [6].

Заслуживают особого внимания исследования Шабунина Р.А. с соавт. [302], посвященные изучению механизмов энергообеспечения мышечной деятельности статического характера. Статический компонент занимает значительную долю в режиме деятельности школьника. При статических нагрузках до отказа и дозированных по времени система дыхания у детей и подростков занимает ведущее место в обеспечении организма кислородом, а энергообеспечение со стороны системы кровообращения менее эффективно, особенно у детей. Использование статических нагрузок на занятиях физической культурой совершенствует реакцию дыхания на такие нагрузки.

Под влиянием тренировки жизненная емкость легких может возрасти на 30 %. Она повышается также под влиянием особых дыхательных упражнений. Между величиной ЖЕЛ и дыхательным объемом существует довольно тесная корреляционная связь. Однако значения индивидуальных величин колеблются в широких пределах. Так, например, при ЖЕЛ, равной 4 литра ДО у разных людей может составлять от 2,0 до 3,5 л/мин [77].

Многочисленные данные свидетельствуют о том, что в процессе роста и развития детей школьного возраста происходит совершенствование функций, обеспечивающих адаптацию организма к физическим нагрузкам [9,28,77,307].

Кузнецова Т.Д. [149] отмечает, что в циклических и ациклических движениях в результате тренировки устанавливается тесная корреляционная связь между максимальными мышечными усилиями и темпом, ритмом и амплитудой движений, амплитудой движений и дыханием. В процессе тренировки эти связи развиваются и совершенствуются.

Исследованиями Смирницкого К.Н. и соавт. [255] установлено, что совсем не безразлично, на какую фазу дыхания приходится основное усилие в таких видах спорта, как гребля и велоспорт. В циклических видах спортивной деятельности между дыханием и движением устанавливаются определенные отношения (1:1, 1:2, 1:3, 3:1, 4:6). Это

принципиально важно, ибо только такое согласование фаз движений с дыханием является наиболее экономичным и эффективным. Причем не имеет существенного значения, какой ногой или рукой начинается движение, важно, чтобы эти соотношения были кратными, тогда в очередном цикле (или нескольких циклах) движения и дыхание будут строго согласованы между собой.

Чеснокова Л.Л. [316] считает, у детей, независимо от уровня их двигательной активности, наблюдаются процессы роста и развития, которые в той или иной степени влияют на увеличение статических показателей и резервных возможностей системы внешнего дыхания. В некоторых группах эти показатели также определяются антропометрическими характеристиками. Подтверждением этого, по мнению автора, является увеличение с возрастом величины показателей ФЖЕЛ и индекса Тифно, а также относительных величин –  $PO_{вд}/ЖЕЛ$  и  $PO_{выд}/ЖЕЛ$  и  $ДО/ЖЕЛ$ . Причем у детей, занимающихся в спортивных секциях, этот прирост имеет более выраженный характер, связанный с адекватной реакцией организма, направленной на обеспечение его необходимым количеством кислорода. При этом выявлено, что система внешнего дыхания у детей, находящихся на повышенном двигательном режиме, работает более экономично и эффективно.

Основными задачами, решаемыми при использовании дыхательных упражнений, являются развитие силы дыхательных мышц, увеличение легочных объемов, развитие способности сознательно регулировать дыхательный акт [140].

Михайлов В.В. [191,193] считает, что дыхательные упражнения специфичны для различных видов спорта, однако, все они должны предусматривать следующее: 1) развитие силы дыхательных мышц; 2) увеличение жизненной емкости легких; 3) повышение способности к максимальной вентиляции легких и развитие выносливости дыхательных мышц.

Произвольные изменения объемно-временных параметров внешнего дыхания оказывают на организм выраженное воздействие. Так, высокоамплитудные экскурсии грудной клетки, сопровождающиеся увеличением объема легких и значительными смещениями диафрагмы оказывают механическое воздействие на соприкасающиеся с легкими органы и ткани (массаж), стимулируют центральный кровоток и лимфоток [193]. Используя специальные дыхательные упражнения пытаются увеличить силу и выносливость дыхательных мышц [340], и эта цель вполне достигается, пробуют воспитывать навыки произвольного изменения характера дыхания с



целью оптимизации режима легочной вентиляции, сделать его более экономичным [46,201,331].

Показано, что в результате применения дыхательных упражнений увеличиваются резервный объем вдоха и резервный объем выдоха, общая емкость легких, сила и мощность вдоха и выдоха, максимальная вентиляция легких, коэффициент использования кислорода. Весьма положительная реакция сердечно-сосудистой системы на систематическое использование дыхательных упражнений. Так, снижаются величины артериального давления и частоты сердечных сокращений в покое, величина систолического объема возрастает; совершенствуется регуляция сердечного ритма; увеличивается кислородный пульс, свидетельствующий о повышении согласованности функций дыхательной и сердечно-сосудистой систем и их эффективности. Кроме того наблюдается более быстрое восстановление после физических нагрузок, повышается физическая работоспособность [60].

## **2 Исследования физического развития и функционального состояния младших школьников учреждений общего среднего образования, проживающих в условиях г. Гомеля**

### **2.1 Система оценки физического развития и функционального состояния детей**

Проблема взаимодействия и взаимоотношения человека и среды была и остается актуальной для современных наук о человеке. В связи с этим изучение процессов роста и развития у детей в социальном, экологическом и временном аспектах является одной из фундаментальных задач антропологических исследований [276].

Высокий функциональный уровень основных систем организма детей, характер их возрастного развития, а также социальная адаптация являются важнейшими элементами здоровья [8,31,177,331].

Под функциональным состоянием понимается состояние человека в целом с точки зрения эффективности его деятельности и задействованных в нем систем [56]. Функции организма претерпевают изменения при тесном взаимодействии организма детей младшего школьного возраста и внешней среды. Адаптация организма школьников в различные возрастные периоды напрямую зависит от морфофункциональной зрелости физиологических систем, уровня их физического здоровья (УФЗ) и адекватности педагогических воздействий [4,72].

Для оценки физического развития использовались антропометрические измерения по общепринятым методикам [54,124,159,182,197,267].

Измерялись следующие показатели: длина и масса тела, окружность грудной клетки (вдох, выдох, пауза), мышечная сила правой и левой рук.

Антропометрические измерения проводились в сентябре-октябре и апреле-мае.

*Длина тела* измерялась с помощью ростомера. Измеряемый становился босыми ногами на горизонтальную площадку ростомера спиной к его вертикальной стойке, свободно опустив руки, плотно

сдвинув стопы ног и максимально разогнув колени, касался стойки ростомера тремя точками: пятками, тазом (область крестца), спиной (межлопаточная область). Голова измеряемого устанавливалась так, чтобы нижний край глазницы и верхний край наружного слухового отверстия находились на одной горизонтальной линии. Скользящую планку ростомера опускали до соприкосновения с верхушечной точкой головы (без надавливания). Следилось за тем, чтобы измеряемый не вытягивался вверх и не подгибал колени.

*Масса тела.* Взвешивание производилось на медицинских электронных весах «ВЭМ-150–Масса-К». Весы перед проведением исследования калибровались. Взвешивание проводилось в утренние часы, натощак. Исследуемый должен был стоять неподвижно на середине площадки весов.

*Окружность грудной клетки (ОГК).* Измерения объема грудной клетки осуществлялись следующим образом: измерительную ленту на спине накладывали по углам лопаток, причем спереди у мальчиков ее накладывали по нижнему сегменту околососковой окружности, т.е. на уровне среднегрудной точки (точка прикрепления 4 ребра к груди). У девочек измерительную ленту накладывали сзади также, как и у мальчиков, а спереди ее располагали над грудной железой, в месте перехода кожи с грудной клетки на железу. При наложении сантиметровой ленты обследуемому предлагалось немного приподнять руки, затем опустить их. Измерения проводились при максимальном вдохе, выдохе и при обычном спокойном дыхании. Следилось за тем, чтобы при максимальном вдохе обследуемый не поднимал плечи, а при максимальном выдохе не сводил их и не наклонялся вперед.

*Сила правой и левой рук.* Для измерения силы рук у детей младшего школьного возраста мы использовали ручной стандартный динамометр «ДК–25» и «ДК–50».

Обследуемый становился прямо, руки опущены вниз. Затем несколько отводил руку вперед и в сторону и, обхватив динамометр кистью, максимальным усилием при небольшом вдохе сжимал его. Никаких дополнительных движений в плечевом и локтевом суставах не допускалось. При измерении каждому испытуемому предлагалось сделать три попытки, после чего фиксировался наибольший показатель. Результаты измерений записывались в протокол обследования с точностью до 0,1 кг.

Для контроля за функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы в процессе педагогического воздействия проводилось определение доступных и достаточно информативных

показателей: частоты сердечных сокращений, артериального давления. Исследования проводились с помощью автоматического тонометра «Omron M4-I» нидерландского производства. Измерение данных показателей выполнялось 3 раза подряд с последующим выбором средних значений, чтобы получить объективные данные [252].

Для определения частоты сердечных сокращений (ЧСС) во время физкультурно-оздоровительных занятий, а также при выполнении функциональных проб у испытуемых применялся метод пульсометрии, который проводился с помощью спорт-тестера «Polar Precision Performance SW – Team Edition – S-810» (про-во Финляндии). На грудь каждого ребенка одевался микрокомпьютер-приемник, в память которого автоматически заносятся данные о ЧСС через каждые 5 секунд. При обработке данных с микрокомпьютера «считывались» величины пульса в соответствующий момент определения ЧСС.

## **2.2 Особенности физического развития и функционального состояния младших школьников средних школ г. Гомеля**

В 2007–2008 гг. на базе средних школ г. Гомеля № 5,7,20,28,32,40,43,47 нами изучалось физическое развитие и функциональное состояние учащихся 1–4 классов. Всего обследовано свыше 1500 детей младшего школьного возраста.

Физическое развитие и функциональное состояние младших школьников определялось в условиях физиологического покоя.

Вполне оправданно осуществлять сравнительный анализ количественных (статистических) оценок отдельных показателей, у лиц проживающих в данном регионе, и приводить их в сопоставление с качественными (экспертными) оценками, сравнивать их с показателями в других регионах. Отсутствие достоверных различий между ними позволяет воспринимать количественные оценки как нормативные показатели. Другими словами, учет качественной стороны не является основанием для отрицания объективности самой количественной оценки. В сложившихся условиях выделены две оценки – статистическая и экспертная. За основу приняты экспертные оценки, которые отражают популяционные особенности различных возрастно-половых групп испытуемых.

Таким образом, показатели физического развития и функционального состояния младших школьников, полученные в ходе исследований, мы сопоставляли с должными показателями, разработанными ведущими специалистами Гомельского медицинского университета, и данными, полученными на школьниках из «чистого» региона страны (г. Минск).

Показателями уровня соматического развития младших школьников служили длина и масса тела, окружность грудной клетки (ОГК), динамометрия кисти, сведения о которых представлены в таблицах 3–6.

Одним из проявлений индивидуально-типологической (биологической) изменчивости организма человека можно рассматривать длину тела. Данный показатель обнаруживает возрастную, половую, групповую, внутригрупповую и эпохальную изменчивость [172,198,299].

Показатели длины тела младших школьников, проживающих в экорационных условиях г. Гомеля, мы сравнивали с ростовыми данными Киени А.И. и Бандажевского Ю.И. [119], предлагаемыми для экспертной оценки. Данный анализ существенных различий в показателях длины тела школьников 7–10 лет г. Гомеля не выявил ( $p > 0,05$ ) (таблица 3). В связи с этим можно заключить, что эти данные находятся в пределах допустимых величин для своей возрастной группы.

Сравнительный анализ показателей массы тела исследуемых детей с показателями массы тела школьников г. Минска [132] установил, что у 7-летних мальчиков, а также 8 и 9-летних девочек г. Гомеля масса тела достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) массы тела их сверстников из г. Минска. При этом лишь девочки 10 лет г. Гомеля имеют достоверно большую массу ( $p < 0,05$ ) относительно своих сверстниц из Минска. В другие возрастные периоды различий в массе тела между минскими школьниками и школьниками г. Гомеля не установлено ( $p > 0,05$ ) (таблица 3).

Выявлены существенные различия между массой тела среди школьников г. Гомеля одной возрастной группы. Например, по данным Кряжа В.Н. [145] у мальчиков в возрасте 7 лет средние значения массы при среднем росте варьируют от 23,0 до 26,3 кг – в среднем 24,7 кг, а у девочек при среднем росте 124 см масса – от 22,3 до 25,8 кг – в среднем 24,1 кг.

У 7-летних мальчиков г. Гомеля минимальный вес зарегистрирован на уровне 17 кг, а максимальный – 52 кг. У девочек – 17 и 37 кг. В то же время средние значения находятся в пределах нормы: у мальчиков –  $(23,4 \pm 3,5)$  кг, у девочек –  $(22,8 \pm 4,3)$  кг (таблица 3). Полученные результаты свидетельствуют о том, что для практики физического

воспитания важно иметь информацию о гармоничности показателей физического развития, например, насколько масса тела соответствует росту и окружности грудной клетки (конституции тела) младших школьников. В этом случае необходимо ориентироваться не на средние показатели, а на индивидуальные значения для каждого учащегося.

Таблица 3 – Сравнительный анализ некоторых показателей физического развития школьников 1–4-х классов г. Гомеля

Пол	Возраст, лет	Длина тела, см ( $\bar{X} \pm \sigma$ )		Масса тела, кг ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	
		Младшие школьники г. Гомеля	Должные показатели [119]	Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]
Мальчики	7	122,5 ± 5,9	123 ± 9	23,4 ± 3,5*	25,8 ± 6,2
	8	129,8 ± 6,5	130 ± 9	28,1 ± 6,7	29,1 ± 5,2
	9	134,7 ± 6,2	135 ± 9	31,3 ± 6,8	32,6 ± 5,1
	10	138,2 ± 6,5	140 ± 9	32,7 ± 2,7	33,8 ± 5,3
Девочки	7	121,0 ± 5,1	123 ± 9	22,8 ± 4,3	24 ± 2,8
	8	128,6 ± 5,7	130 ± 9	26,5 ± 3,9*	27,7 ± 1,5
	9	132,2 ± 6,5	135 ± 9	28,4 ± 5,6*	30,9 ± 5,1
	10	140,4 ± 3,9	140 ± 9	36,0 ± 6,4*	32,3 ± 5,1

Примечание: Здесь и далее достоверность различий: \* при  $p < 0,05$ , \*\* при  $p < 0,01$ , \*\*\* при  $p < 0,001$  (t-критерия Стьюдента)

Тевако Л.И. и Марфина О.В. [276] провели анализ динамики показателей физического развития белорусских школьников 7–17 лет на протяжении последних десятилетий (около 20 тыс. человек за 1996–1997 гг. и 2006–2007 гг. исследований). Авторами констатировано снижение показателей длины тела у детей обоего пола 9–16 лет в 2000 г. по сравнению с 1990 г., массы тела у мальчиков в возрастном интервале от 13 до 16 лет и показателей ОГК у мальчиков от 13 до 17 лет, что свидетельствует о процессах лептосомизации (таблицы 4,5).

Таблица 4 – Средние данные по основным показателям физического развития у мальчиков Республики Беларусь (по Тегако Л.И., Марфиной О.В., 2008)

Возраст, лет	n	Длина тела, см	m	Масса тела, кг	m	ОГК, см	m
Мальчики, 1996–1997 гг. исследования							
7	132	123,00	4,83	23,81	2,82	60,27	2,90
8	172	128,66	5,19	27,14	3,76	62,69	3,27
9	179	134,40	5,75	29,57	4,24	63,82	3,22
10	194	140,22	6,23	32,92	5,22	66,53	4,29
11	184	144,72	6,41	36,13	5,42	69,06	4,28
12	179	150,35	7,15	39,90	7,18	71,72	4,88
13	184	157,20	7,86	45,40	7,94	75,09	5,50
14	195	164,59	8,68	51,89	9,34	79,58	6,46
15	237	172,07	8,00	58,97	9,60	84,53	6,85
16	216	175,44	5,88	63,72	7,47	87,96	5,13
17	173	176,36	6,50	65,07	7,45	89,33	5,23
Мальчики, 2006–2007 гг. исследования							
7	371	123,76	5,81	24,83	3,84	60,42	3,38
8	149	128,70	5,99	27,61	4,39	62,44	3,92
9	157	133,11	6,65	30,61	5,45	64,39	4,54
10	180	138,55	5,78	34,14	7,31	67,10	6,27
11	97	143,73	6,72	37,38	7,52	69,58	6,32
12	150	148,86	7,69	40,41	8,99	71,74	7,19
13	343	155,48	8,28	44,46	8,82	73,02	6,10
14	168	161,98	8,62	51,55	11,70	78,20	8,41
15	160	168,25	7,11	56,09	9,41	81,68	6,25
16	144	173,15	7,52	63,02	10,32	85,48	6,72
17	173	176,59	7,37	65,63	10,38	87,44	7,15

Авторы [276] констатируют, что в младшей группе мальчиков (7–12 лет) и девочек (7–17 лет) намечается тенденция увеличения по сравнению с 1990 г. показателей массы тела. Уменьшение числа детей, имеющих дефицит массы тела, по мнению авторов, можно считать опосредованным результатом улучшения социально-экономических условий жизни для населения нашей республики. В то же время улучшение социально-экономических условий приводит к тому, что среди современных белорусских детей младшего школьного возраста по сравнению с 1990 г. увеличивается число ребят с избыточной массой тела, что не может расцениваться как положительный факт.

Таблица 5 – Средние данные по основным показателям физического развития у девочек Республики Беларусь (по Тегачо Л.И., Марфиной О.В., 2008)

Возраст, лет	n	Длина тела, см	M	Масса тела, кг	m	ОГК, см	m
Девочки, 1996–1997 гг. исследования							
7	132	123,35	5,73	24,02	2,92	53,13	3,38
8	183	128,38	5,41	25,86	3,77	63,28	3,74
9	173	133,03	5,86	28,01	4,46	61,66	3,81
10	175	138,95	5,99	31,29	5,44	64,76	4,28
11	195	145,71	6,78	35,32	6,35	63,49	4,87
12	181	152,52	7,41	41,66	7,86	72,92	5,99
13	182	157,17	6,26	44,28	7,33	75,06	5,42
14	191	161,60	5,45	49,40	7,07	73,10	4,85
15	222	164,26	5,54	52,89	6,71	83,92	4,75
16	195	164,88	5,32	54,79	6,51	81,70	4,82
17	165	164,26	5,31	56,20	6,64	81,91	4,44
Девочки, 2006–2007 гг. исследования							
7	354	122,61	6,02	24,27	4,48	53,62	4,25
8	153	128,37	6,20	26,50	4,38	61,22	4,91
9	167	132,67	6,05	28,80	5,35	62,78	5,18
10	172	138,43	6,45	32,17	5,94	65,48	6,05
11	93	144,27	7,12	37,39	10,86	73,20	8,46
12	153	151,19	6,69	41,56	9,54	74,04	9,22
13	343	157,14	7,12	46,63	10,11	75,56	7,20
14	151	161,00	6,65	51,07	9,62	81,82	6,71
15	185	162,42	6,14	53,10	8,65	82,27	5,26
16	125	163,32	5,44	55,78	8,64	83,35	5,49
17	201	164,24	5,83	56,41	7,54	82,52	5,13

Сравнительный анализ показателей ОГК исследуемых детей с должными показателями по Кряжу В.Н. [145] показал, что у мальчиков 7, 8 и 10 лет и девочек 7–9-летнего возраста показатели ОГК находятся в пределах допустимых величин для своих половозрастных групп. При этом у мальчиков 9 лет и девочек 10 лет показатели ОГК недостоверно ( $p > 0,05$ ) превышают среднестатистические должные показатели (таблица 6).

Исследуя кистевую динамометрию, мы пришли к выводу, что показатели относительной величины мышечной силы будут более объективными, потому что рост силы в процессе онтогенеза в значительной мере связан с увеличением веса тела и мышечной массы младших школьников. Такой подход позволяет легко ранжировать полученные



результаты и представлять их в баллах по мере отклонения от должных величин. Относительные величины мышечной силы младших школьников, соотнесенной с их массой тела и выраженной в процентах, приведены в таблице 6. Из нее следует, что у школьников 1–4-х классов г. Гомеля относительная сила во все возрастно-половые периоды достоверно ( $p < 0,05$ ) ниже сравнительных данных по школьникам г. Минска.

Таблица 6 – Сравнительный анализ некоторых показателей физического развития школьников 1–4-х классов г. Гомеля

Пол	Возраст, лет	ОГК, см ( $\bar{X} \pm \sigma$ )		Относительная кистевая динамометрия, % ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	
		Младшие школьники г. Гомеля	Должные показатели [145]	Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]
Мальчики	7	58,5 ± 4,8	56 – 66	16,0 ± 10,1*	41,2 ± 13,5
	8	62,5 ± 4,6	57 – 68	18,0 ± 9,7*	43,5 ± 11,7
	9	64,3 ± 6,6	61 – 68	26,5 ± 13,1*	50,1 ± 11,4
	10	64,9 ± 5,2	61 – 73	35,4 ± 9,5*	48,1 ± 12,6
Девочки	7	58,8 ± 5,2	54 – 64	16,0 ± 11,3*	36,7 ± 14,2
	8	60,4 ± 4,4	55 – 67	20,1 ± 9,3*	38,9 ± 10,7
	9	60,9 ± 2,2	53 – 64	21,6 ± 12,2*	42,0 ± 12,5
	10	66,5 ± 8,6	58 – 71	29,7 ± 11,5*	44,8 ± 27,3

В результате проведенного анализа показателей физического развития младших школьников можно констатировать, что относительная кистевая динамометрия у детей имеет самый низкий уровень.

Функциональное состояние организма школьников 1–4-х классов г. Гомеля оценивалось по следующим показателям: жизненная емкость легких (ЖЕЛ), задержка дыхания на вдохе (проба Штанге), задержка дыхания на выдохе (проба Генчи), частота сердечных сокращений в покое (ЧСС), артериальное давление в покое (АД), пульсовое давление (ПД).

Как известно, ЖЕЛ отражает максимально возможную глубину дыхания и является важным показателем функциональных возможностей внешнего дыхания [121].

Сравнительный анализ фактических величин ЖЕЛ младших школьников с должными показателями ЖЕЛ по Хрипковой А.Г. и Антроповой М.В. [310] показал, что у мальчиков в возрасте 7 лет величина данного показателя недостоверно ( $p > 0,05$ ) превышает должные показатели, а в возрасте 8 и 10 лет – достоверно ( $p < 0,05$ ).

У 9-летних мальчиков показатели ЖЕЛ достоверно ( $p < 0,05$ ) ниже среднестатистических, предлагаемых для оценки (таблица 7).

Таблица 7 – Сравнительный анализ показателей ЖЕЛ младших школьников 1–4-х классов г. Гомеля

Пол	Возраст, лет	ЖЕЛ, мл ( $\bar{X} \pm \sigma$ )		
		Должные показатели [310]	Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]
Мальчики	7	1400	1489 ± 246	1396 ± 215
	8	1500	1640 ± 293*	1542 ± 233
	9	1800	1561 ± 379*	1678 ± 205
	10	2000	2125 ± 241*	1806 ± 195*
Девочки	7	1200	1441 ± 193*	1256 ± 183*
	8	1400	1483 ± 180	1365 ± 184*
	9	1600	1483 ± 241*	1580 ± 212
	10	1900	1945 ± 286	1629 ± 224*

Следует отметить, что у девочек в возрасте 7 лет показатель ЖЕЛ достоверно ( $p < 0,05$ ) превышает должные показатели для данного возраста, а в возрасте 8 и 10 лет – недостоверно ( $p > 0,05$ ).

В возрасте 9 лет у девочек показатель ЖЕЛ достоверно ниже ( $p < 0,05$ ) среднестатистических должных показателей.

Сравнительный анализ показателей ЖЕЛ у школьников г. Гомеля относительно школьников г. Минска [132] показал, что у девочек в 7,8 и 10 лет, а также у мальчиков в 10 лет – показатели ЖЕЛ достоверно выше ( $p < 0,05$ ) относительно показателей ЖЕЛ школьников г. Минска.

Известно, что гипоксические пробы (Штанге и Генчи) в покое отражают функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем, показывают устойчивость организма к недостатку кислорода (гипоксии) и накоплению углекислого газа (гиперкапнии).

Анализ результатов гипоксических проб (пробы Штанге и пробы Генчи) выявил достоверно низкие ( $p < 0,05$ ) сравнительные данные у младших школьников г. Гомеля по сравнению с детьми г. Минска.

Исключение составили показатели проб Штанге и Генчи у мальчиков 9 лет. Это свидетельствует о невысоком уровне функционального состояния дыхательной системы младших школьников г. Гомеля (таблица 8).

Таблица 8 – Сравнительный анализ результатов гипоксических проб у детей младшего школьного возраста г. Гомеля

Пол	Возраст, лет	Проба Штанге, с ( $\bar{X} \pm \sigma$ )		Проба Генчи, с ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	
		Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]	Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]
Мальчики	7	18,9 ± 10,3*	40,4 ± 13,9	13,0 ± 2,6*	15,4 ± 16,3
	8	22,5 ± 9,7*	43,4 ± 14,9	11,8 ± 2,1*	20,6 ± 11,9
	9	44,4 ± 9,8	45,3 ± 13,9	22,6 ± 4,9	21,0 ± 13,2
	10	29,5 ± 10*	39,7 ± 10,1	12,5 ± 3,9*	26,9 ± 9,7
Девочки	7	14,1 ± 5,9*	34,6 ± 12,6	13,0 ± 4,7*	13,7 ± 19,3
	8	21,0 ± 5,7*	35,9 ± 9,9	11,9 ± 4,5*	21,5 ± 10,1
	9	30,4 ± 6,9*	39,4 ± 14,6	18,7 ± 5*	22,1 ± 13,6
	10	26,4 ± 16,2*	38,2 ± 9,5	12,8 ± 3,4*	24,4 ± 10,7

О состоянии системы органов кровообращения младших школьников в нашем исследовании мы судили по показателям ЧСС и величинам АД.

Наиболее лабильный показатель кардиогемодинамики – частота сердечных сокращений (ЧСС), изменяющаяся в процессе роста и зависящая как от внешне средовых, так и от внутренних (поражения сердца, эндокринные расстройства, анемия и другое) факторов. ЧСС является одним из наиболее информативных показателей воздействия нагрузки на организм индивида [12,117].

Сравнительный анализ показателей ЧСС у школьников 7–10 лет с показателями ЧСС младших школьников г. Минска [132] показал, что у мальчиков и девочек 7 и 10 лет ритм сердца достоверно ниже ( $p < 0,05-0,001$ ) относительно школьников г. Минска (таблица 9).

Полученные результаты не исключают предположение, что экологически неблагоприятные условия проживания оказывают негативное влияние на вегетативную нервную систему, а через нее на ритм сердца. У детей младшего школьного возраста еще недостаточная сократительная способность миокарда, мало экономна деятельность сердца и невелик его функциональный резерв. Это связано с преобладанием

симпатических влияний на сердце и возрастными особенностями гемодинамики [112,117]. По-видимому, организм младших школьников, адаптируясь к окружающей среде (загрязнение среды, образовательный процесс), находится на уровне постоянного утомления.

Таблица 9 – Сравнительный анализ некоторых показателей функционального состояния детей младшего школьного возраста

Пол	Возраст, лет	ЧСС <sub>п</sub> , уд/мин ( $\bar{X} \pm \sigma$ )		Пульсовое давление, усл. ед. ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	
		Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]	Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]
Мальчики	7	88,4 ± 14,2*	95,1 ± 14,2	41,9 ± 15,4*	30,4 ± 6,2
	8	89,0 ± 14,8	94,0 ± 12,9	34,5 ± 14	31,9 ± 6,6
	9	76,3 ± 12,8	91,7 ± 11,9	50,8 ± 29*	34,3 ± 9,3
	10	82,4 ± 9,3***	90,0 ± 14,8	36,0 ± 14,9	36,0 ± 7,9
Девочки	7	91,9 ± 8,9***	95,0 ± 14,4	36,9 ± 12,5	32,1 ± 6,9
	8	93,5 ± 14,7	93,0 ± 11,8	37,0 ± 10,9	33,4 ± 6,9
	9	81,5 ± 9,4	94,3 ± 14,3	38,7 ± 9,7	33,3 ± 6,3
	10	89,8 ± 0,5***	99,9 ± 12,6	31,3 ± 10	36,9 ± 7,3

Сравнительный анализ полученных данных пульсового давления (ПД) у младших школьников относительно экспериментальных данных Колоса В.М. [132] показал, что у мальчиков 8 и 10 лет значения данного показателя являются практически идентичными. В возрасте 7 и 9 лет у мальчиков показатели ПД достоверно ( $p < 0,05$ ) превышают показатели экспертных оценок.

У девочек 7–9 лет показатель ПД незначительно превышает экспертные оценки ( $p > 0,05$ ), а в возрасте 10 лет – незначительно снижен ( $p > 0,05$ ) (таблица 9).

Анализ показателей АД у младших школьников (как систолического, так и диастолического) выявил достоверное превышение ( $p < 0,05$ ) показателей практически во всех исследуемых возрастных группах относительно экспериментальных данных по Колосу В.М. [132], за исключением показателей АД и СД у девочек 10 лет ( $p > 0,05$ ) (таблица 10).

Следует отметить, что систолическое давление (САД) в течение школьного возраста увеличивается на 23 мм рт. ст. [118]. Учитывая это, становится понятным, что нужно своевременно предпринять со-

ответствующие меры, так как все сегодняшние первоклассники – потенциальные гипертоники.

Таблица 10 – Сравнительный анализ некоторых показателей сердечно-сосудистой системы школьников 1–4-х классов г. Гомеля

Пол	Возраст, лет	Артериальное давление, мм рт. ст. ( $\bar{X} \pm \sigma$ )			
		систолическое		диастолическое	
		Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]	Младшие школьники г. Гомеля	Младшие школьники г. Минска [132]
Мальчики	7	110,6 ± 14,3*	92,7 ± 8,8	76,1 ± 13,7*	58,7 ± 6,0
	8	112,4 ± 16,0*	94,8 ± 11,3	61,6 ± 19,0*	58,5 ± 6,5
	9	112,7 ± 19,1*	99,2 ± 10,5	76,7 ± 11,7*	62,2 ± 7,3
	10	106,1 ± 22,1*	100,3 ± 9,7	63,5 ± 14,6*	60,1 ± 6,7
Девочки	7	105,2 ± 11,3*	90,7 ± 9,0	68,1 ± 14,0*	57,3 ± 5,9
	8	105,6 ± 12,5*	90,6 ± 7,9	66,9 ± 9,3*	57,3 ± 5,0
	9	106,5 ± 15,0*	97,7 ± 9,6	75,2 ± 15,8*	60,8 ± 5,9
	10	97,1 ± 13,3	95,6 ± 8,9	58,2 ± 12,0	58,4 ± 5,8

Таким образом, возрастная динамика основных показателей физического развития и функционального состояния младших школьников, проживающих в неблагоприятных радиоэкологических условиях, соответствует общим биологическим закономерностям развития детей. В то же время, во всех возрастных периодах у детей снижены относительная сила, легочные объемы, показатели проб Штанге и Генчи, выявлены нежелательные отклонения по показателям ЧСС, АД и ПД. При этом большинство других исследуемых показателей физического развития и функционального состояния младших школьников находится на уровне характерных значений или незначительно варьирует вокруг средних значений, представленных разными экспертами, а также сравнительных данных, рассмотренных на материале школьников г. Минска.

# 3 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

## 3.1 Цель, задачи, методы и организация исследования

*Цель исследования* – разработать и экспериментально оценить инновационную методику комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников во время прогулки в условиях групп продленного дня, способствующую развитию и повышению функционального потенциала дыхательной системы детей.

*Задачами исследования* являлись:

1. Разработать инновационную методику комплексной дыхательной гимнастики для детей младшего школьного возраста в условиях ГПД.
2. Экспериментально обосновать эффективность применения инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики во время прогулки для младших школьников, посещающих ГПД.

Поставленные в работе задачи решались с помощью следующих *методов исследования*:

- Анализ специальной научно-методической литературы и нормативной правовой документации.
- Педагогическое наблюдение.
- Антропометрия.
- Педагогический эксперимент (констатирующий и формирующий).
- Физиологические методы (спирометрия, пневмотахометрия, методы оценки сердечно-сосудистой системы).
- Методы математической статистики.

*Анализ специальной научно-методической литературы и нормативной правовой документации* позволил выявить:

- состояние здоровья школьников, проживающих в экологически неблагоприятных условиях;
- возрастные особенности кардиореспираторной системы у детей школьного возраста;
- резервы дыхательной системы и пути их повышения;

– дыхательные гимнастики и оздоровительные системы с использованием дыхательных упражнений, применяемые в практике физического воспитания школьников;

– влияние занятий физическими упражнениями на систему внешнего дыхания у детей и подростков.

Использовались литературные источники по следующим отраслям: теории и методике физического воспитания, в том числе оздоровительной физической культуре, педагогике, физиологии, валеологии, спортивной медицине, математической статистике.

### *Педагогическое наблюдение*

Педагогическое наблюдение осуществлялись за школьниками, посещающими группу продленного дня и проживающими в экологически неблагоприятных условиях, и за организацией с ними физкультурно-оздоровительных занятий. Во время последних фиксировалась двигательная активность детей и динамика их вовлеченности. Полученные результаты использовались при проведении педагогического эксперимента, а также для разработки инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в группах продленного дня.

### *Педагогический эксперимент (констатирующий и формирующий)*

Педагогический эксперимент проводился в виде констатирующего и формирующего экспериментов [37,43,328].

В ходе проведения предварительных исследований (*сентябрь 2007 – июнь 2008 гг.*) изучались особенности физического развития и функционального состояния младших школьников, проживающих в экорадиационных условиях г. Гомеля, при фактической организации деятельности групп продленного дня, рекомендованной нормативными правовыми документами [214,228,229,230].

Уточнялись направленность и содержание физкультурно-оздоровительных занятий в условиях групп продленного дня, их величина и режимы физических нагрузок.

Результатом констатирующего эксперимента явилась теоретическая разработка инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников, применяемая во время прогулок в условиях группы продленного дня.

В формирующем педагогическом эксперименте (сентябрь 2008 – май 2009 гг.) апробировалась инновационная методика комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в условиях групп продленного дня, проживающих в экорационных условиях.

Эффективность проведенной работы оценивалась посредством контроля за динамикой морфо-функциональных показателей у детей 8–9 лет, темпами их прироста у младших школьников, посещающих ГПД, а также количеством пропусков учебных занятий по причине респираторных заболеваний.

### *Физиологические методы*

В процессе исследования использовались следующие физиологические методы: спирометрия, пневмотахометрия, методы оценки сердечно-сосудистой системы.

Общая физическая работоспособность и адаптация сердечно-сосудистой системы к физической нагрузке испытуемых определялась нами с помощью Гарвардского степ-теста [86,171,197,266], который позволяет характеризовать способность организма детей к работе на выносливость и выразить ее количественно в виде индекса.

Для выполнения Гарвардского степ-теста [26,86,171,197] испытуемым давалась нагрузка в виде восхождения на ступеньку высотой 35 см в течение трех минут. Темп восхождения составлял 30 подъемов за 1 минуту. Каждый подъем выполнялся на 4 счета под метроном (раз – одной ногой на скамейку, два – другой, три – одной ногой на пол, четыре – другой).

Сразу после прекращения теста у испытуемых, находящихся в положении сидя, фиксировалась частота сердечных сокращений в интервалах между 1 мин и 1 мин 30 с ( $f_1$ ), между 2 мин и 2 мин 30 с ( $f_2$ ) и между 3 мин и 3 мин 30 с ( $f_3$ ) восстановительного периода.

По продолжительности выполненной работы и частоте сердечных сокращений вычисляли индекс этого теста (ИГСТ), позволяющий судить о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. ИГСТ рассчитывался по следующей формуле:

$$\text{ИГСТ} = \frac{t \times 100}{2 \times (f_1 + f_2 + f_3)} \quad (\text{оñë. ää.}), \quad (4)$$

где:

ИГСТ – индекс Гарвардского степ-теста;

t (с) – время работы;



$f_1, f_2, f_3$  – частота сердечных сокращений за 30 секунд на 2-й, 3-й и 4-й соответственно минутах восстановления.

Показатели расчетного ИГСТ использовались для характеристики динамики физической работоспособности учащихся в течение учебного года.

### *Методы математической статистики*

Цифровой материал, полученный в результате исследования, был обработан общепринятыми методами частотной статистики [81,123,204,235,284] с расчетом следующих величин: средней арифметической вариационного ряда ( $\bar{X}$ ), среднеквадратического отклонения ( $\pm \sigma$ ), ошибки среднего арифметического ( $\pm m$ ). Убедившись в том, что статистические ряды близки к нормальному закону распределения, мы приняли решение о выборе статистического критерия в пользу t-критерия Стьюдента для связанных и несвязанных выборок, выбирая соответствующий уровень значимости ( $p$ ). Для статистического анализа использовались пакеты программ IBM SPSS Statistics v.21, StatSoft Statistica v.10.

Практическая реализация полученных характеристик выражалась в сравнении средних величин контрольных и экспериментальных групп, расчете относительного прироста морфофункциональных показателей, показателей физической работоспособности детей, определении достоверности различий (t-критерия Стьюдента) и уровня значимости ( $p < 0,05, p < 0,01, p < 0,001$ ).

### *Организация исследования*

Исследование проводилось на базе средних школ № 7 и № 47 г. Гомеля (Республика Беларусь) в период с декабря 2006 г. по май 2010 г. и включало в себя четыре этапа. Обе школы были схожи по режиму учебной деятельности младших школьников: образовательный процесс строился из расчета пятидневной учебной недели, по 4–5 уроков ежедневно (длительность одного урока – 45 минут).

В 2008–2009 учебном году был проведен формирующий педагогический эксперимент, в котором приняли участие дети 8–9 лет СШ № 47 г. Гомеля (таблица 11), посещающие ГПД в количестве 127 человек (76 человек и 51 человек, соответственно). Были сформированы по две экспериментальные (ЭГ,  $n=31$  и  $n=29$ ) и две контрольные (КГ,  $n=45$  и  $n=22$ ) группы, которые являлись

относительно одинаковыми по морфо-функциональным и двигательным характеристикам и в среднем достоверно не отличавшиеся друг от друга.

Таблица 11 – Характеристика детей ЭГ и КГ, принимавших участие в формирующем педагогическом эксперименте

Группа	Пол	Класс	
		2	3
Контрольная	Мальчики	25	11
	Девочки	20	11
<i>Итого</i>		45	22
Экспериментальная	Мальчики	19	13
	Девочки	12	16
<i>Итого</i>		31	29

На основании медицинского обследования дети 8–9 лет, отнесенные по состоянию здоровья к подготовительной и специальной медицинским группам, а также группе ЛФК, в педагогическом эксперименте участия не принимали.

Дети КГ занимались по общепринятым рекомендациям [214,228,229,230], в то время как испытуемым ЭГ были предложены разработанные экспериментальные занятия, оздоровительная эффективность которых оценивалась по результатам показателей, отражающих выраженность динамики респираторными заболеваниями младших школьников, уровня их физического развития, функционального состояния и физической работоспособности.

### **3.2 Система автоматизированного педагогического контроля физического состояния детей школьного возраста**

Известно, что на протяжении последних лет в мире распространяется тенденция стремительного развития технологий, связанных с широким внедрением компьютерных телекоммуникационных сетей, современных мультимедийных средств и средств автоматизации [63,320].

Вместе с тем очевидно, что своевременная коррекция физического состояния учащихся учреждений образования не представляется возможной без организации надежной, объективной и метрологически корректной системы педагогического контроля за основными составляющими физического состояния. На современном этапе возможно внедрение автоматизированной системы педагогического контроля за физическим состоянием учащихся учреждений образования.

В частности, нами разработан, экспериментально апробирован в рамках проведения исследований по Президентской программе «Дети Беларуси» (подпрограмма «Дети Чернобыля») и внедрен в ряд учреждений образования г. Гомеля и области автоматизированный комплекс «*Спортес 1.0*» [217], предназначенный для компьютерного мониторинга физического состояния школьников. На данный программный продукт получено свидетельство Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь о государственной регистрации компьютерной программы (рисунок 5).

Вышеизложенное свидетельствует о необходимости и возможности применения в учреждениях общего среднего образования новых технологий автоматизации педагогического контроля физического состояния учащихся в процессе их физического воспитания, а также создания на этой основе банка данных о физическом состоянии школьников, проживающих в Гомельском регионе.

Разрабатывая компьютерное программное обеспечение для автоматизированного контроля физического состояния учащихся мы руководствовались следующими суждениями. Оздоровительное воздействие средствами физического воспитания может быть обоснованным при наличии обратной связи по основным составляющим образовательного процесса, куда входят показатели физического развития, функционального состояния, уровня физической подготовленности, умственной и физической работоспособности учащихся.

Разработанная модель автоматизированного педагогического контроля физического состояния учащихся учреждений общего среднего образования функционирует следующим образом: учитель физической культуры (управляющий элемент), управляя параметрами и условиями учебной ситуации, по каналу прямой связи оказывает на школьника (управляемый элемент) управляющее воздействие посредством дачи учебных заданий, выполнение которых приводит к трансформации и изменению его параметров. Информация о новом состоянии управляемого элемента, получаемая с использованием соответствующей авторской компьютерной программы, по каналу обратной

связи поступает к управляющему элементу, который сравнивает его реальные параметры с целевыми и, исходя из алгоритма принятия решений, вырабатывает новое (скорректированное) управленческое решение по организации и проведению физкультурных занятий. Цикл управления повторяется до тех пор, пока реальные параметры управляемого элемента не совпадут с целевыми.

Реализуя данную модель на практике, мы полагали, что не только динамика показателей физического развития и развития физических качеств, но и динамика функционального состояния, показателей состояния здоровья учащихся в течение учебного года будет характеризоваться положительным приростом. При этом физическая и психическая нагрузка будут нести характер тренировки, адекватной возможностям каждой личности (рисунок 1).

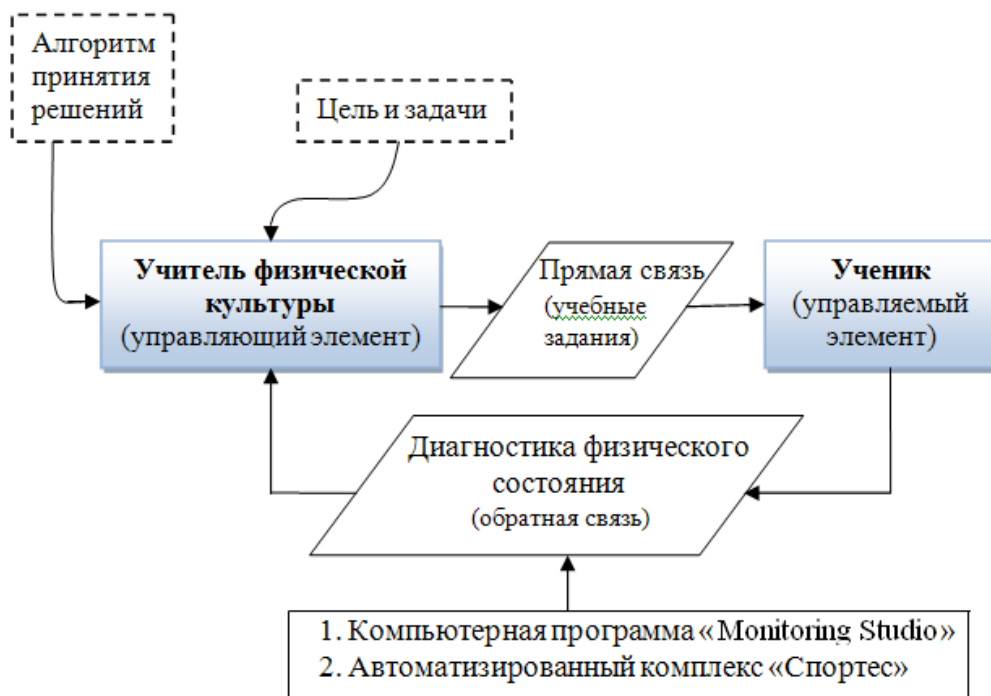


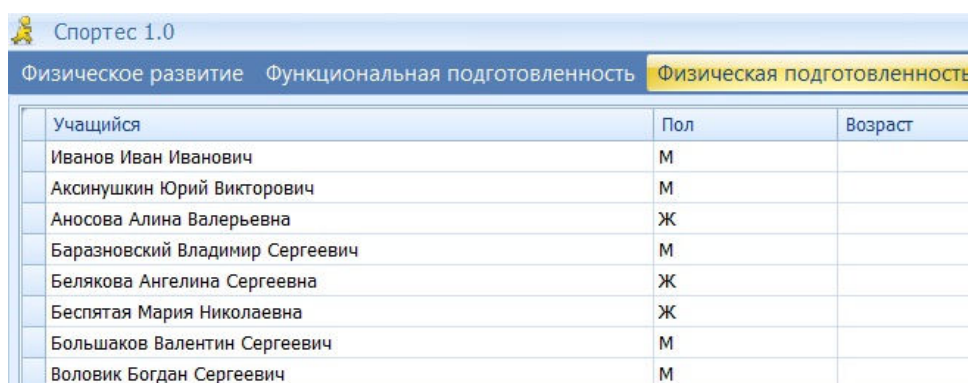
Рисунок 1 – Модель автоматизированного педагогического контроля физического состояния учащихся учреждений общего среднего образования

Автоматизированный комплекс «*Sportec 1.0*» решает три основные задачи:

- контроль и управление физическим воспитанием школьников;
- создание и ведение методических и информационных документов в виде базы данных;
- поиск и чтение информации.

Программный продукт «*Спортес 1.0*» обладает удобным пользовательским интерфейсом, позволяющим быстро и с наименьшими ошибками осуществить ввод первичной статистической информации, получать описательную статистику по выборке (размер выборки, выборочное среднее, ошибка вычисления среднего, стандартное отклонение) и экспортировать нужную информацию для дальнейшего углубленного анализа в специализированные статистические пакеты (IBM SPSS, Statistica).

Для повышения удобства работы с компьютерной программой и ее продуктивности ввод данных осуществляется непосредственно в табличном виде (рисунок 2).



Спортес 1.0			
Физическое развитие		Функциональная подготовленность	Физическая подготовленность
Учащийся	Пол	Возраст	
Иванов Иван Иванович	М		
Аксинушкин Юрий Викторович	М		
Аносова Алина Валерьевна	Ж		
Баразновский Владимир Сергеевич	М		
Белякова Ангелина Сергеевна	Ж		
Беспятая Мария Николаевна	Ж		
Большаков Валентин Сергеевич	М		
Воловик Богдан Сергеевич	М		

Рисунок 2 – Интерфейс компьютерной программы «Спортес»

Для эффективной работы с данными в таблице поддерживается механизм сортировки и фильтрации.

На рисунках 2–4 представлен интерфейс компьютерной программы «*Спортес 1.0*» с различными закладками компьютерной программы.

Автоматизированный комплекс «*Спортес 1.0*» позволяет выполнять оценку и анализ отдельных показателей физического развития (длины, массы тела, окружности грудной клетки, кистевой динамометрии, жизненной емкости легких). Кроме того, он рассчитывает и дает качественную оценку весо-ростового, жизненного и силового индексов, индекса Габса, индекса мышечного развития, индекса пропорциональности физического развития и другое. Компьютерная программа выполняет автоматизированный расчет и сравнение имеющихся антропометрических показателей у каждого ребенка с должными показателями с учетом поло-возрастных характеристик исследуемого контингента (рисунок 3).

На основе введенных данных программа выполняет интегральную оценку физического развития, оценивает степень его гармоничности, определяет состояние физиометрических функций.

Физическое развитие	
Длина тела стоя [см]	
Длина тела сидя [см]	
Масса тела [кг]	
Становая динамометрия [кг]	
Кистевая динамометрия правая [кг]	
Кистевая динамометрия левая [кг]	
Объём грудной клетки в паузе [см]	
Объём грудной клетки на вдохе [см]	
Объём грудной клетки на выдохе [см]	
Жизненная ёмкость лёгких [мл]	

Физическое развитие (продолжение)	
Массоростовой индекс Кетле [г/см]	
Жизненный индекс [мл/кг]	
Индекс Эрисмана (индекс пропорциональности развития грудной клетки)	
Индекс пропорциональности физического развития Пирке (Пелидизи)	
Индекс пропорциональности физического развития Пирке (Бедузи) [%]	
Индекс Пинье (крепость телосложения)	
Силовой индекс	
Индекс Габса	
Экскурсия грудной клетки	
Индекс массы тела [кг/м <sup>2</sup> ]	
Коэффициент пропорциональности тела	
Показатель развития мышц спины [%]	
Индекс мышечного развития [кг/м <sup>3</sup> ]	
Должная относительная кистевая динамометрия (правая кисть) [%]	
Должная относительная кистевая динамометрия (левая кисть) [%]	
Должная жизненная ёмкость лёгких (в зависимости от роста, возраста и пола) [мл]	
Должная жизненная ёмкость лёгких (в зависимости от роста, массы тела и пола) [мл]	
Должная жизненная ёмкость лёгких (по И.С. Ширяеву, Б.А. Маркову) [мл]	
Должная масса тела (в зависимости от роста, возраста, пола) [кг]	
Должная масса тела для возраста 2-5 лет [кг]	
Должная масса тела для возраста 6-12 лет [кг]	
Должный рост для возраста 2-5 лет [см]	

Рисунок 3 – Закладка «Физическое развитие» в автоматизированном комплексе «Спортес 1.0»

При оценке функционального состояния организма учащихся выполняется анализ показателей артериального давления, частоты сердечных сокращений, проб Штанге и Генчи. На основе введенных данных в автоматическом режиме выполняется расчет пульсового давления, среднего артериального давления, индексов Кердо и Робинсона, ударного и минутного объемов крови, уровня функционального состояния, адаптационного потенциала системы кровообращения, коэффициента выносливости и другое (рисунок 4).

Автоматизированный комплекс «Спортес 1.0» позволяет сохранять полученные результаты в специальной компьютерной базе данных Microsoft Access, в которой хранятся сведения о возрасте, поле, а также различные показатели физического состояния учащихся; проводить статистическую обработку введенного цифрового материала (с определением средней арифметической, среднего квадратического отклонения и других статистических параметров); выводить на монитор список всех школьников, участвовавших в исследованиях; осуществлять оперативный поиск обследуемого по его фамилии; систе-

матизировать исследуемых школьников в зависимости от возраста, пола, уровня физического развития, наличия отклонений в тех или иных показателях физического состояния, степени развития гемодинамических, физиометрических функций и многих других признаков; осуществлять отчеты по всем имеющимся в базе данных показателям в виде количественных и процентных величин; выполнять печать промежуточных и конечных результатов исследования.

Систолическое артериальное давление (максимальное) [мм рт.ст.]
Диастолическое артериальное давление (минимальное) [мм рт.ст.]
Частота сердечных сокращений (лёжа) [уд. мин.]
Частота сердечных сокращений (сидя) [уд. мин.]
Частота сердечных сокращений (стоя) [уд. мин.]
Проба Штанге (длительность задержки дыхания на вдохе) [сек]
Проба Генчи (длительность задержки дыхания на выдохе) [сек]
Пульсовое давление [мм рт.ст.]
Среднее динамическое давление (по формуле Хикзма) [мм рт.ст.]
Среднее динамическое давление (по формуле Вецлера) [мм рт.ст.]
Среднее динамическое давление (по формуле Богера) [мм рт.ст.]
Систолический (ударный) объём сердца (по формуле Старра) [мл]
Минутный объём кровообращения [л/мин]
Общее периферическое сосудистое сопротивление [дин/см/сек <sup>-5</sup> ]
Индекс Робинсона [усл. ед.]
Индекс Кердо
Уровень функционального состояния
Адаптационный потенциал системы кровообращения [баллы]
Ортостатическая проба
Индекс Скибински
Показатель легочно-сердечной деятельности
Коэффициент выносливости
Показатель эффективности кровообращения
Индекс сократительной способности миокарда
Индекс кровообращения [мл/кг/мин]
Индекс тонуса сосудов
Вегетативный индекс Кардю
Должная величина артериального давления (систолическое) [мм рт.ст.]
Должная величина артериального давления (диастолическое) [мм рт.ст.]
Систолическое артериальное давление (в зависимости от возраста) [мм рт.ст.]
Диастолическое артериальное давление (в зависимости от возраста) [мм рт.ст.]

Рисунок 4 – Закладка «Функциональное состояние» в автоматизированном комплексе «*Спортес 1.0*»

В основу оценки уровня физической подготовленности учащихся в компьютерной программе «*Спортес*» положены учебные нормативы, рекомендованные Министерством образования Республики Беларусь для учащихся I–XI классов [289]. В программе имеется возможность редактирования комплекса тестовых упражнений без нарушения функционирования работающих информационных подсистем. Закладка «Физическая подготовленность» в автоматизированном

комплексе «*Спортес 1.0*» состоит из нескольких этапов (периодов, четвертей) тестирования физической подготовленности учащихся с последующим углубленным анализом и графическим отражением динамики развития физических качеств.

Анализ уровня физической подготовленности исследуемого контингента в автоматизированном комплексе «*Спортес 1.0*» позволяет выявлять группу наиболее подготовленных школьников, следить за индивидуальной и групповой динамикой развития двигательных качеств, вносить коррективы в образовательный процесс по физическому воспитанию школьников.

Следует отметить, что автоматизированный комплекс «*Спортес 1.0*» позволяет получать интегральную оценку уровня физического состояния учащихся; сохранять данные исследования в памяти ЭВМ; проводить их статистическую обработку; выводить на монитор список всех, кто принимал участие в тестировании; осуществлять оперативный поиск необходимого человека по фамилии; систематизировать учащихся по различным критериям; прослеживать изменение результатов контрольных упражнений на протяжении длительного времени и другое.

В настоящее время большинство средних школ и других типов учреждений образования имеют компьютерные классы. Автоматизированная система обеспечена простыми и доступными инструментальными методами исследования физического состояния учащихся, позволяет вооружить педагога знаниями и опытом применения их в повседневной трудовой деятельности, осуществлять контроль над физическим состоянием занимающихся.

Изложенные методические принципы позволяют:

- регулярно проводить профилактический контроль физического состояния учащихся с использованием автоматизированной системы;
- управлять процессом физического воспитания, оценивать эффективность средств и методов физического воспитания, оперативно корректировать учебные программы;
- проводить занятия с дифференцированным воздействием, ориентируясь на динамику функционального состояния учащихся;
- осуществлять профилактику переутомления занимающихся, ухудшения самочувствия и обострения заболеваний.

Автоматизированный комплекс «*Спортес 1.0*» может быть рекомендован учителям физической культуры и здоровья в практической деятельности, педагогам учреждений образования, а также другим заинтересованным специалистам.





Рисунок 5 – Свидетельство о государственной регистрации компьютерной программы «Спортес»

Учитывая общие закономерности управления процессом физического воспитания, специфику мониторинга, которая заключается в осуществлении непрерывного наблюдения за состоянием определенного объекта, регистрации и оценке его характеристик, выявлении результатов воздействия на объект различных процессов и факторов, нами была разработана компьютерная программа мониторинга физи-

ческого состояния учащихся учреждений общего среднего образования «Monitoring Studio».

Компьютерная программа «Monitoring Studio» состоит из 3 основных разделов: физического развития, функционального состояния, физической подготовленности. В программе реализовано ряд функций: ввод анкетных данных и результатов обследований, вычисление индексов и интегральных показателей, построение индивидуального и группового рейтинга, статистическая обработка введенных данных, формирование отчетов, заключений и рекомендаций.

Раздел ввода информации по учащимся включает: дату обследования; фамилию, имя, отчество, пол, дату рождения обследуемого; класс, номер и название школы, где он обучается. Раздел ввода данных обследования предусматривает ввод информации о физическом развитии, двигательной подготовленности, физической работоспособности, состоянии кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата.

В блоке показателей физического развития исследуемых осуществляется статистическая обработка полученных результатов с вычислением соответствующих индексов и интегральных показателей: индекса Кетле (уровень развития массы и роста), силового индекса, жизненного индекса, индекса Эрисмана, Пелидизи, Бедузи, Пинье, Габса, индекса мышечного развития, экскурсии грудной клетки, расчета должных показателей физического развития, коэффициента пропорциональности тела и других (рисунок 6).

Блок показателей функционального состояния исследуемых осуществляет статистическую обработку введенных фактических данных результатов исследования и автоматизированный расчет индексов и должных показателей: пульсового давления, среднего динамического давления, систолического объема сердца, минутного объема сердца, общего периферического сосудистого сопротивления, индекса Робинсона (качество регуляции сердечно-сосудистой системы), индекса Кердо, уровня функционального состояния, адаптационного потенциала (по Р.М. Баевскому), индекса физического состояния (по С.П. Левушкину), ортостатической пробы, индекса функциональных изменений, индекса Скибински (функциональные возможности органов дыхания и кровообращения), коэффициента выносливости (по Кваасу), показателя эффективности кровообращения, коэффициента экономичности кровообращения, индекса сократительной способности миокарда, индекса кровообращения, индекса тонуса сосудов, вегетативного индекса Кардю, индекса Руфье (уровень адаптационных резервов кардио-респираторной системы) и другое.

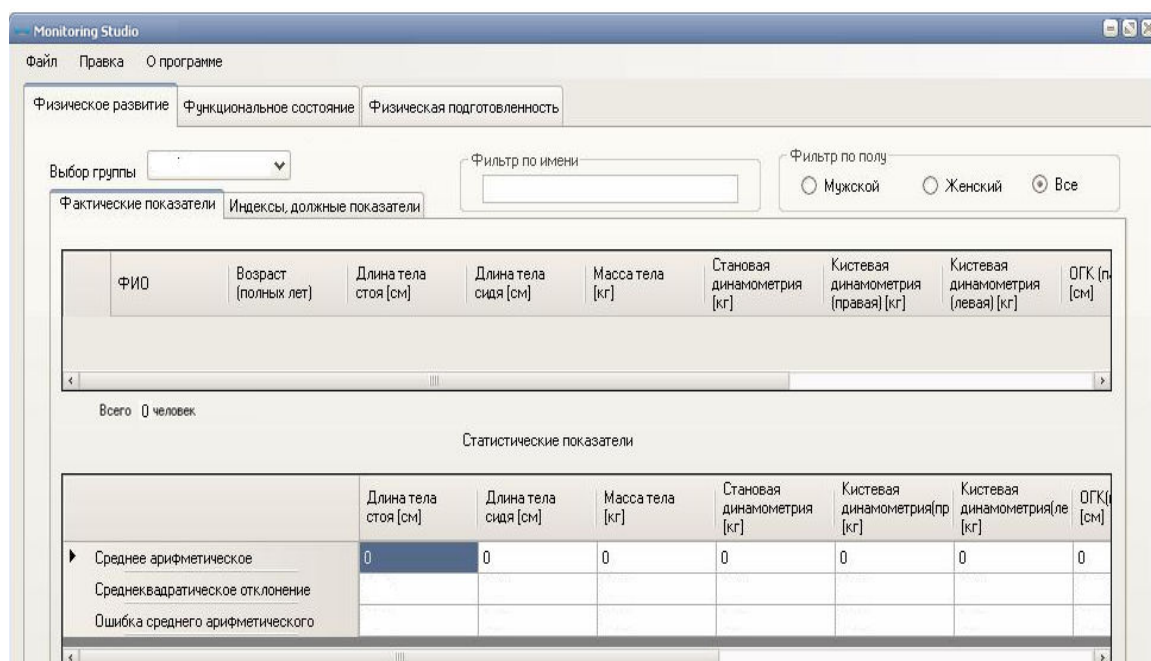


Рисунок 6 – Закладка «физическое развитие» в компьютерной программе «Monitoring Studio»

Блок показателей физической подготовленности исследуемых включает оценку и анализ тестов, рекомендованных учебной программой по физической культуре в учреждениях общего среднего образования. В данном разделе реализована возможность сравнения индивидуальных и групповых показателей уровня физической подготовленности школьников различных периодов учебного года и даты тестирования с последующим построением наглядного отчета в виде графиков.

Блок индивидуального и группового рейтинга позволяет представить отдельных школьников и группы учащихся в определенной последовательности в зависимости от средней величины качественной оценки данных физической подготовленности, отдельных индексов физического развития и состояния гемодинамических показателей.

Блок статистических показателей отражает статистическую обработку данных с определением средней арифметической величины, среднего квадратического отклонения, ошибки среднего арифметического, необходимых для научных выкладок.

В результате использования программы формируется база данных, которая позволяет подвергать статистической обработке введенные результаты обследований специализированными компьютерными статистическими пакетами типа «Statistica», «IBM SPSS» и другими.

Блок отчетов позволяет систематизировать исследуемых школьников в зависимости от учреждения образования, где они обучаются, от

возраста, пола, наличия отклонений в состоянии сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, степени развития гемодинамических и физиометрических функций и многих других показателей и осуществлять отчеты о результатах мониторинга по вышеуказанным критериям практически по всем имеющимся в базе данных показателям в виде количественных и процентных величин.

Блок заключений и рекомендаций позволяет выполнять оценку уровня физического развития, его гармоничности, уровня физической подготовленности, физической работоспособности, определяет состояние физиометрических и гемодинамических показателей. Для каждого обследуемого школьника компьютерная программа предлагает индивидуальные рекомендации по организации самостоятельных занятий физическими упражнениями с учетом возраста, пола, уровня физической подготовленности, особенностей телосложения.

Блочный принцип построения компьютерной программы «Monitoring Studio» позволяет независимое использование каждого из блоков.

Таким образом, разработанная компьютерная программа «Monitoring» позволяет решать следующие задачи:

- осуществлять мониторинг изменений, происходящих в морфофункциональном развитии, физической подготовленности и других компонентах физического состояния как отдельного обследуемого, так и возрастных, половых и других группах школьников в течение всего периода обучения в учреждении общего среднего образования;

- получать целостное многостороннее представление о функциональном состоянии организма школьников, о симптомах патологических изменений, происходящих в организме, а в ряде случаев и о наличии конкретных заболеваний;

- оперативно обрабатывать первичную информацию о различных компонентах физического состояния и представлять количественную и качественную их оценку;

- на основе анализа полученных данных предлагать индивидуальные рекомендации по организации физической подготовки;

- выполнять статистическую обработку полученных данных и представление в цифровых выражениях и наглядном графическом изображении.



### **3.3 Теоретико-методическое обоснование инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в условиях группы продленного дня**

Известно, что важное место в программе оздоровления принадлежит дыхательным упражнениям, действие которых основано на произвольном управлении дыханием, которое в сочетании с целенаправленной мышечной деятельностью служит средством повышения аэробных и анаэробных возможностей растущего организма, и на этом фоне общему оздоровлению организма; средством совершенствования механизмов адаптации, стимуляции психического и психомоторного развития детей, улучшения интегративной деятельности мозга [49,52,60,73,113,156,173,174,262,297].

На основании выявленных особенностей в уровне физического развития и функционального состояния младших школьников, проживающих в экорадиационных условиях г. Гомеля, была разработана инновационная методика комплексной дыхательной гимнастики, направленная на совершенствование функции внешнего дыхания, повышение физической работоспособности и укрепление здоровья детей в целом.

Общими задачами инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в условиях групп продленного дня являлись:

1. Формировать навыки правильного рационального дыхания, повышать функциональный уровень внешнего дыхания.
2. Развивать произвольную регуляцию дыхания.
3. Совершенствовать физическое развитие детей младшего школьного возраста, нормализовать психоэмоциональное состояние.
4. Повышать физическую работоспособность младших школьников.
5. Профилактика заболеваний дыхательной системы, укреплять здоровье детей.

При разработке инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников учитывались работы: Гришиной И.А. [80], Козловой С.Ю. [128], Гориной Е.В. [74], Кокориной Е.В. [129], Мухамедьяровой Е.Ф. [201], Лукьяновой Е.А. [166], Бреслава И.С. [49,52], Гора Е.П. [73], Динейка К.В. [87], Кузнецовой Т.Д. [149], Маршака М.Е. [173], Миняевой А. [373],

Ермолаева О.Ю. [96], Шульпиной В.П. [331], а также результаты собственных наблюдений.

Нами также проводился анализ диссертационных работ по применению дыхательных упражнений в спортивной практике [60,92,136,183,262,275].

В своей работе мы разделяли мнение Шульпиной В.П. [331], согласно которому расширение резервных возможностей функции дыхания у детей младшего школьного возраста должно строиться, в первую очередь, на совершенствовании механизмов произвольного управления дыханием и, только после этого – повышении резервов мощности дыхательной системы.

Таблица 12 – Направленность воздействия инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики по этапам занятий в течение формирующего педагогического эксперимента

Этап занятий	Частные задачи этапов
1	2
1 этап	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формировать навыки произвольной регуляции дыхания.</li> <li>2. Формировать навыки правильного дыхания.</li> <li>3. Развивать речевое дыхание (произнесение на выдохе отдельных звуков и звукосочетаний).</li> <li>4. Учить координации дыхания с простыми двигательными действиями.</li> </ol>
2 этап	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формировать умения управлять воздушным потоком.</li> <li>2. Развивать мышцы выдоха.</li> <li>3. Учить различным типам дыхания.</li> <li>4. Развивать силу и выносливость дыхательной мускулатуры.</li> <li>5. Продолжать учить координации дыхания с двигательными действиями и речью.</li> </ol>
3 этап	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формировать навыки мышечной релаксации основных и вспомогательных дыхательных мышц.</li> <li>2. Формировать навыки регуляции легочной вентиляции.</li> <li>3. Совершенствовать речевое дыхание (произнесение на выдохе звукосочетаний и слов).</li> <li>4. Совершенствовать координацию дыхания с движениями и мышечным расслаблением дыхательных мышц.</li> <li>5. Развивать способность организма переносить гипоксические состояния.</li> </ol>

Окончание таблицы 12

1	2
4 этап	1. Развивать подвижность грудной клетки. 2. Содействовать улучшению бронхиальной проходимости. 3. Совершенствовать навыки регуляторных механизмов дыхания. 4. Содействовать повышению мощности дыхательных мышц. 5. Продолжить развивать устойчивость организма к гипоксии.

Средства комплексной дыхательной гимнастики были подобраны в зависимости от направленности воздействия того или иного упражнения на организм школьников, а также с учетом конкретных задач, поставленных для каждого этапа занятий. Частные задачи разных этапов занятий по инновационной методике комплексной дыхательной гимнастики представлены в таблице 12.

Основная задача – научить младших школьников навыкам произвольного управления дыханием – решалась в процессе разучивания и применения различных дыхательных упражнений с учетом того, какой из навыков преимущественно формирует то или иное упражнение: управление воздушным потоком (управление дыханием через нос или рот с различными вариантами их соотношения); регуляция легочной вентиляции (произвольное изменение глубины, частоты и ритма дыхания: вдоха, выдоха и задержек дыхания после них); овладение различными типами дыхания (грудным, диафрагмальным, полным); развитие координации дыхания и движения, дыхания и мышечного расслабления дыхательных мышц [96].

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 7).

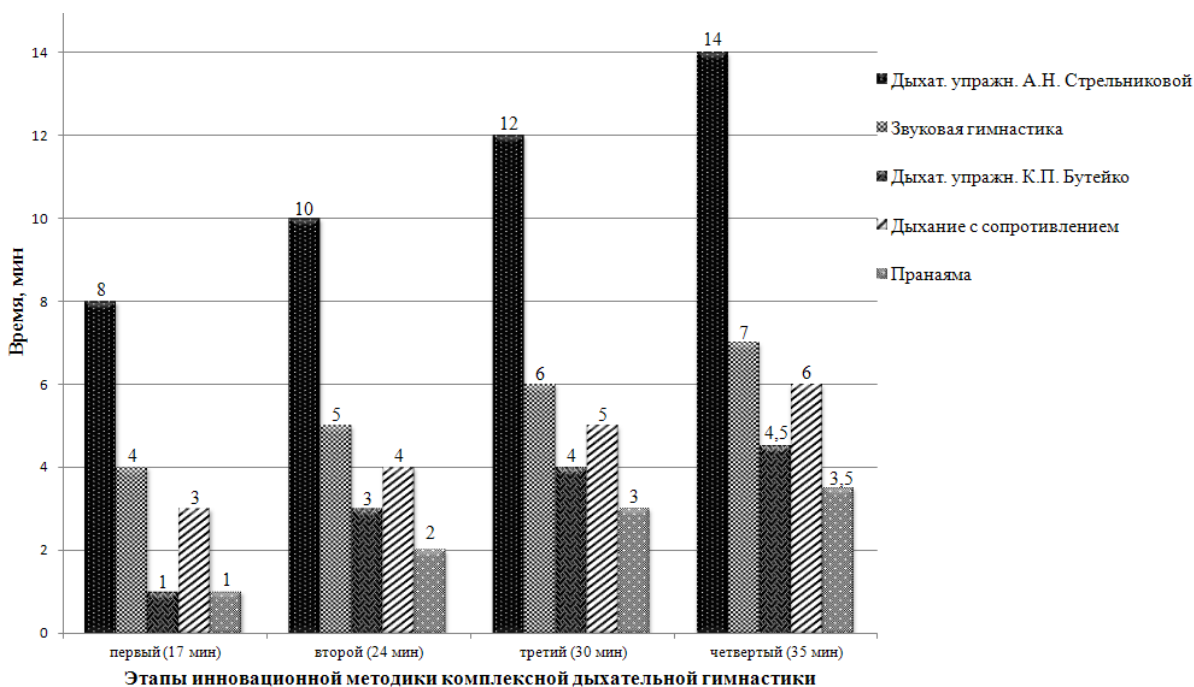


Рисунок 7 – Годовая динамика времени выполнения инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики в период формирующего педагогического эксперимента

На рисунке 8 представлено соотношение средств инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики на разных этапах формирующего педагогического эксперимента, проходившего в 2008–2009 учебном году.

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 другое. 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.



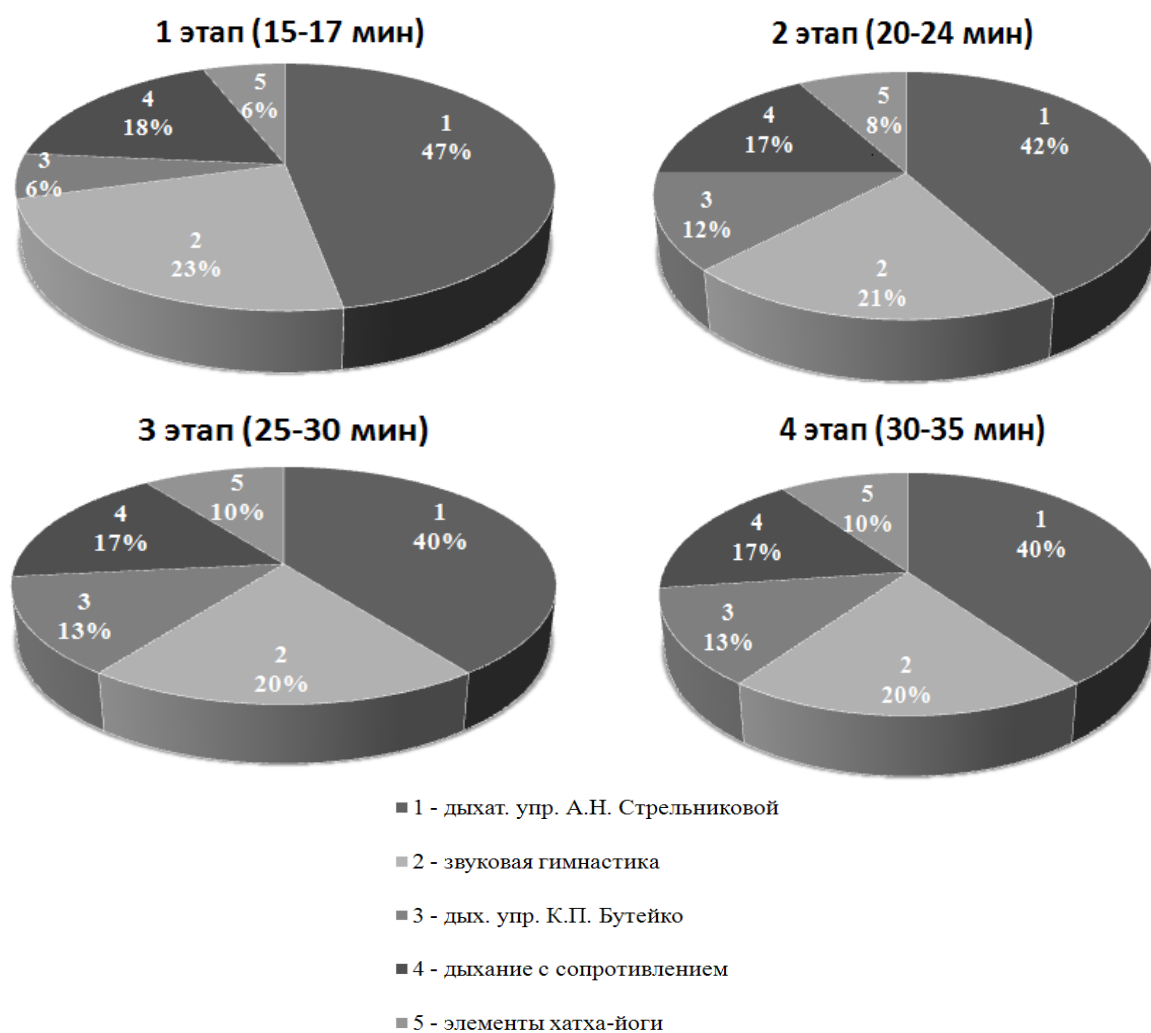


Рисунок 8 – Соотношение средств инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в период формирующего педагогического эксперимента (в %)

Каждое занятие дыхательной гимнастикой включало в себя 5 блоков, построенных по принципу «физиологической кривой» [176]:

– парадоксальная дыхательная гимнастика Стрельниковой А.Н., удачно сочетающая в себе тренировку дыхания и опорно-двигательного аппарата. Фазы отдыха между упражнениями заполняются простыми ритмическими движениями (хлопки, пружинки, постукивания, перекаты и другое) [41,93,98,332];

– звуковая гимнастика по методу трехфазового дыхания Лукьяновой Е.А. [166];

– дыхание по методу Бутейко К.П. [41,98,131];

– резистивный тренинг (дыхание с сопротивлением в стакан с водой) [102];

– элементы индийской хатха-йоги (Пранаяма) [41,98,216].

*I блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики* включал в себя упражнения дыхательной гимнастики Стрельниковой А.Н. [41,93,98,332]. В отличие от всех других школ дыхательных гимнастик, которые уделяют основное внимание задержке дыхания и выдоху, в методике Стрельниковой А.Н. 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 Козловой С.Ю. [128], формирует интерес у детей к занятиям и начальное обучение проходит легко.

Дозировка дыхательных упражнений Стрельниковой А.Н. для младших школьников представлена в таблице 13.

Выполнение специальных дыхательных упражнений парадоксальной гимнастики Стрельниковой А.Н. позволяет усилить носовое дыхание и вызвать раздражение слизистых оболочек сильной струей воздуха. При этом многочисленными исследованиями выявлено большое преимущество носового дыхания перед ротовым [49,52,73]. При переключении трахеального дыхания на носовое уже через непродолжительный срок может быть достигнуто изменение в сторону повышения количества кислорода в артериальной крови (приложение А).

В своей работе мы учитывали и то, что упражнения дыхательной гимнастики Стрельниковой А.Н. необходимо выполнять продолжительное время, что носит однообразный монотонный характер. Поэтому еще в ходе констатирующего эксперимента было подобрано соответствующее музыкальное сопровождение.

*II блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики* включал звуковую гимнастику по методу трехфазового дыхания Лукьяновой Е.А., 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 [166].

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 определенном наборе и строго определенным способом – произ-

несение с обязательным первоначальным выполнением двух упражнений: «закрытого стопа» – м-м-м 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.

Таблица 13 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений Стрельниковой А.Н. (1989) в течение учебного года для младших школьников

№ п/ п	Упраж- не- ние	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.	Ладос- шки	4 × 8	4 × 8	4 × 8	6 × 8	3 × 16	4 × 16	2 × 32	3 × 32
2.	Погон- чики	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

Окончание таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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

В методике освоения трехфазового дыхания нами были отобраны упражнения для тренировки равномерного выдоха и глубокого резонирования на согласных звуках, использовалась тренировка дыхания в движении (приложение Б).

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.

В таблице 14 представлена дозировка выполнения звуковых дыхательных упражнений для младших школьников в течение учебного года.

Таблица 14 – Дозировка выполнения упражнений звуковой дыхательной гимнастики для младших школьников 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

Согласно данным ряда авторов [11,12,87,193] выполнение специальных дыхательных упражнений, связанных с кратковременными

задержками дыхания (упражнения из методики Лукьяновой Е.А.), 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.

*III блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики* включал дыхательные упражнения метода волевой ликвидации глубокого дыхания (ВЛГД), разработанного врачом Бутейко К.П. [41,98,131]. Автор рекомендует задерживать, уменьшать дыхание по принципу «выдох, задержка дыхания, легкий вдох, задержка дыхания и так далее» [131].

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 серьезной 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 контрольная пауза 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 Бутейко К.П. 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



Рисунок 9 – Выполнение дыхательных упражнений по методу Бутейко К.П. с младшими школьниками

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 (рисунок 9).

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 ее на нет с одновременным подсчетом дыхательных движений в течение каждой минуты. При этом будет возникать ощущение легкой 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 Бутейко К.П. 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 Тура А.Ф. [283] и Шалкова Н.А. [318], 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 15 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений по методу Бутейко К.П. для младших школьников в течение учебного года.

Следует отметить, что любая подвижная игра для младших школьников («Волк и зайцы», «Веселые тараканчики», «Удочка», «Кошки–мышки», «Пост ГАИ») может быть использована на занятиях с дыханием по методике Бутейко К.П.. По сигналу проводящего (по мере усталости) игра останавливается для проверки дыхания у детей (дышать по возможности тихо и незаметно). Дети, которые дышат глубо-

ко и учащенно выбывают из игры на несколько минут для восстановления дыхания.

Таблица 15 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений для младших школьников по методу Бутейко К.П. 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 Бутейко К.П. 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, Зильбер А.П. [102] рекомендует ПДКВ при низкой функциональной остаточной емкости (ФОЕ) легких, для снижения внутрилегочного объема крови, уменьшения экспираторного закрытия дыхательных путей и другое.

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. [337,338] 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. [375] 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. [366] 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 (рисунок 10).

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 см<sup>3</sup>.

Школьнику необходимо было сделать небольшой вдох через нос, задержать дыхание на несколько секунд, затем выполнить плавный и ровный выдох в трубочку, обхватив



Рисунок 10 – Выполнение детьми упражнений удлиненного выдоха в трубочку

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» и другие.

В таблице 16 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений по IV блоку инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики.

Таблица 16 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений удлиненного выдоха для младших школьников 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) [98,216], направленных на кратковременную задержку дыхания на вдохе и на выдохе, что способствовало возникновению последующего более глубокого вдоха и выдоха. Данные упражнения, при их систематическом выполнении, модифицируют (хотя бы на время) привычный рисунок дыхания, пролонгируя его, акцентируя задержки дыхания.

Известно, что Пранаяма способствует повышению экономичности дыхания, улучшает вентиляцию и газообмен, 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 Козловой С.Ю. [128].

V блок инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики содержит дыхательные упражнения по йоге: диафрагмальное дыхание, грудное, смешанное, дыхание с одной ноздрей, дыхание с паузами, очищающее дыхание и другое (приложение В).

Все дыхательные упражнения Хатха-йоги основаны на замедлениях, задержке дыхания в сочетании с физическими упражнениями. По мнению йогов, между дыханием и психическим состоянием существует определенная связь. Ритмизация дыхания приводит к психической релаксации, уравновешенности, 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.

В таблице 17 представлена дозировка выполнения дыхательных упражнений V блока инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в течение учебного года.

При обучении детей дыхательным упражнениям использовались методы: строго регламентированного (стандартно-повторного и вари-

ативного) упражнения и игровой. Вариативность относилась к преобразованию условий выполнения упражнений (изменение исходных положений, темпа движений, усложнение привычного действия добавочными движениями).

Таблица 17 – Дозировка выполнения дыхательных упражнений для младших школьников 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	1-2	1-2	1-2	2-3	2-3	3-4	3-4
мин	мин	мин	мин	мин	мин	мин	мин

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 другое). 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 [15,357]. Таким образом, в момент выдоха общее расслабление всегда будет более полным и глубоким, чем в момент вдоха.

В приложении Г представлены комплексы дыхательных упражнений других авторов, которые можно целенаправленно использовать

для положительного воздействия на функцию внешнего дыхания школьников.

### **3.4 Экспериментальное обоснование эффективности применения инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников в группах продленного дня**

#### **3.4.1 Динамика показателей физического развития, функционального состояния и физической работоспособности у детей 8–9 лет**

До начала формирующего педагогического эксперимента школьники в каждой возрастной группе (8–9 лет), принимающие участие в эксперименте, были разделены на две группы испытуемых, которые являлись относительно одинаковыми по показателям физического развития и в среднем достоверно не отличавшиеся друг от друга. Исключение составили школьники 9 лет экспериментальной группы (ЭГ), которые достоверно превышали ( $p < 0,01$ ) учащихся контрольной группы (КГ) по показателю физического развития – длина тела.

В исходных показателях уровня функционального состояния младших школьников достоверные различия ( $p < 0,05$ ) выявлены только в показателях пробы Генчи у девочек 9 лет в пользу КГ. По остальным показателям достоверных различий у детей 8–9 лет ЭГ и КГ не выявлено ( $p > 0,05$ ), что свидетельствует о том, что экспериментальные и контрольные группы являются равнозначными и соответствуют требованиям, предъявляемым к организации педагогического эксперимента.

Анализ полученных данных показал, что за период формирующего педагогического эксперимента у испытуемых 8–9 лет экспериментальных и контрольных групп произошли различные изменения показателей, отражающих уровень физического развития (таблицы 24–27, приложение Д).

В таблице 18 представлен прирост показателей физического развития у детей 8 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента. Из нее следует, что у детей 8 лет достоверный прирост

выявлен лишь в показателях окружности грудной клетки на вдохе у мальчиков ЭГ – 6,4 % ( $t = 2,68$ ;  $p < 0,05$ ) и у девочек КГ – 7,6 % ( $t = 3,42$ ;  $p < 0,01$ ).

Таблица 18 – Прирост показателей физического развития у детей 8 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента (%)

Показатели		Мальчики		Девочки	
		ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Длина тела		0,8	1,5	0,6	1,8
Масса тела		1,8	6,6	– 2,7	8,7
Кистевая динамометрия	правая	5,2	3,5	20,5	9,1
	левая	– 3,8	2,7	22,7	5,2
ОГК	в покое	3,1	0,7	0,6	4,5
	на вдохе	6,4*	– 2,3	1,6	7,6**
	на выдохе	2,5	0,1	– 0,4	4,2

Темпы прироста таких показателей физического развития, как длина и масса тела, кистевая динамометрия, окружность грудной клетки (на выдохе и в покое) у детей 8 лет ЭГ и КГ к концу формирующего педагогического эксперимента оказались незначительными ( $p > 0,05$ ).

Таблица 19 – Прирост показателей физического развития у детей 9 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента (%)

Показатели		Мальчики		Девочки	
		ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Длина тела		0,43	0,6	0,5	2,1
Масса тела		5,8	12,9	4,2	5,2
Кистевая динамометрия	правая	– 4,6	11,4	10,6	– 1,0
	левая	1,3	6,7	15,0	2,1
ОГК	в покое	7,2***	5,6	6,2*	3,6
	на вдохе	11,1***	7,3	8,7***	6,3
	на выдохе	6,7***	5,6	4,9*	3,6

Из таблицы 19 следует, что у мальчиков 9 лет ЭГ к концу педагогического эксперимента достоверный прирост выявлен в показателях окружности грудной клетки (ОГК): в покое – 7,2 % ( $t = 4,71$ ;  $p < 0,001$ ), на вдохе – 11,1 % ( $t = 6,56$ ;  $p < 0,001$ ), на выдохе – 6,7 % ( $t = 4,49$ ;  $p < 0,001$ ). При этом у мальчиков 9 лет КГ в данных показателях также отмечен прирост, однако недостоверный ( $p > 0,05$ ).

У девочек 9 лет ЭГ выявлен достоверный прирост в показателях ОГК: в покое – 6,2 % ( $t = 2,70$ ;  $p < 0,05$ ), на вдохе – 8,7 % ( $t = 3,85$ ;  $p < 0,001$ ) и на выдохе – 4,9 % ( $t = 2,13$ ;  $p < 0,05$ ).

По остальным исследуемым показателям физического развития (длина и масса тела, кистевая динамометрия) у мальчиков и девочек 9 лет ЭГ и КГ прослеживается тенденция к их увеличению к концу педагогического эксперимента, однако темпы приростов недостоверны ( $p > 0,05$ ).

Сравнительный анализ показателей функционального состояния за период формирующего педагогического эксперимента у детей 8 лет ЭГ и КГ выявил, что по большинству изучаемых показателей у детей ЭГ отмечены более значительные величины прироста ( $p < 0,05$ – $0,001$ ), нежели у детей КГ (таблицы 28,29, приложение Д).

Так, у мальчиков 8 лет ЭГ выявлено достоверное снижение показателя частоты сердечных сокращений в покое на – 9,2 % ( $t = 2,15$ ;  $p < 0,05$ ), а также увеличение времени фонации на 28,2 % ( $t = 2,43$ ;  $p < 0,05$ ). При этом показатели систолического и диастолического артериального давлений, пробы Генчи, жизненной емкости легких к концу формирующего педагогического эксперимента незначительно улучшались ( $p > 0,05$ ), а показатели пробы Штанге – не изменялись ( $p > 0,05$ ).

У мальчиков 8 лет КГ за период формирующего педагогического эксперимента отмечен достоверный прирост ( $p < 0,01$ ) лишь в показателях пробы Генчи на 33,6 % ( $t = 3,19$ ;  $p < 0,01$ ), в то время как по другим показателям – систолического и диастолического артериального давлений, частоты сердечных сокращений в покое, пробы Штанге, жизненной емкости легких, фонации, констатированы незначительные изменения ( $p > 0,05$ ).

У девочек 8 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента выявлены достоверные изменения в показателях систолического артериального давления на – 9,7 % ( $t = 2,41$ ;  $p < 0,05$ ), частоты сердечных сокращений в покое на – 12,8 % ( $t = 2,18$ ;  $p < 0,05$ ), пробы Штанге на 31,3 % ( $t = 2,89$ ;  $p < 0,01$ ) и пробы Генчи на 47,4 % ( $t = 3,81$ ;  $p < 0,001$ ), фонации на 34,7 % ( $t = 2,54$ ;  $p < 0,05$ ). В показателях диастолического артериального давления и жизненной емкости легких отмечены незначительные изменения ( $p > 0,05$ ) (таблица 20).

У девочек 8 лет КГ за период формирующего педагогического эксперимента во всех исследуемых показателях функционального состояния не выявлено статистически достоверных различий ( $p > 0,05$ ) (таблица 20).

Таблица 20 – Прирост показателей функционального состояния у детей 8 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента (%)

Показатели	Мальчики		Девочки	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Систолическое артериальное давление	-7,8	-6,3	-9,7*	-2,0
Диастолическое артериальное давление	-8,3	-1,9	-12,0	-5,7
ЧСС <sub>п</sub>	-9,2*	5,4	-12,8*	0,4
Проба Штанге	-0,2	5,1	31,3**	9,7
Проба Генчи	19,8	33,6**	47,4***	22,1
ЖЕЛ	7,9	0,6	2,7	5,5
Фонация	28,2*	13,5	34,7*	13,3

У мальчиков 9 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента выявлено существенное снижение показателей частоты сердечных сокращений в покое на - 13,8 % ( $t = 2,40$ ;  $p < 0,05$ ), достоверный прирост показателей пробы Генчи на 39,4 % ( $t = 3,01$ ;  $p < 0,01$ ), фонации на 31,6 % ( $t = 2,57$ ;  $p < 0,05$ ). В показателях систолического и диастолического артериального давлений, пробы Штанге и жизненной емкости легких к концу формирующего педагогического эксперимента зафиксированы незначительные изменения ( $p > 0,05$ ).

У мальчиков 9 лет КГ значительный прирост ( $p < 0,001$ ) отмечен в показателях систолического артериального давления на 11,5 % ( $t = 4,06$ ;  $p < 0,001$ ). В показателях диастолического артериального давления, частоты сердечных сокращений в покое, пробах Штанге и Генчи, жизненной емкости легких, фонации констатированы незначительные темпы приростов ( $p > 0,05$ ) по сравнению с исходными данными (таблица 21).

У девочек 9 лет ЭГ за период формирующего педагогического эксперимента значительный прирост зафиксирован в снижении частоты сердечных сокращений в покое на - 13,8 % ( $t = 2,23$ ;  $p < 0,05$ ) и увеличении показателей пробы Генчи на 60 % ( $t = 4,10$ ;  $p < 0,001$ ). При этом в показателях систолического и диастолического артериального давлений, пробы Штанге, жизненной емкости легких и фонации прослеживается положительная динамика, однако статистически значимых различий не выявлено ( $p > 0,05$ ).

Таблица 21 – Прирост показателей функционального состояния у детей 9 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента (%)

Показатели	Мальчики		Девочки	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Систолическое артериальное давление	1,0	11,5***	– 3,0	– 0,6
Диастолическое артериальное давление	– 2,0	3,5	– 4,2	– 6,5
ЧСС <sub>п</sub>	– 13,8*	– 2,8	– 13,8*	– 7,9
Проба Штанге	10,5	13,2	17,1	– 3,9
Проба Генчи	39,4**	26,9	60***	4,6
ЖЕЛ	2,5	– 1,6	4,6	3,8
Фонация	31,6*	10,9	15,2	18,7

У девочек 9 лет КГ к концу формирующего педагогического эксперимента по всем исследуемым показателям функционального состояния (САД, ДАД, ЧСС<sub>п</sub>, пробах Штанге и Генчи, жизненной емкости легких, фонации) существенных изменений не выявлено ( $p > 0,05$ ) (таблица 31, приложение Д).

Анализ уровня физической работоспособности (по ИГСТ) у младших школьников ЭГ к концу педагогического эксперимента показал его достоверный прирост на 8,33 усл. ед. (21,6 %;  $p < 0,05$ ), в то время как у детей КГ достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ) (таблица 22 и таблица 32, приложение Д).

Таблица 22 – Прирост показателей физической работоспособности у детей 8–9 лет экспериментальной и контрольной групп за период формирующего педагогического эксперимента

Контрольное упражнение	Возраст, лет	Пол	ЭГ			КГ		
			абс.	отн., %	t	абс.	отн., %	t
ИГСТ (усл. ед.)	8	М	8,2	21,6**	t = 3,1	3,2	8,2	t = 1,33
		Д	7,9	21,0*	t = 2,3	1,9	4,6	t = 0,71
	9	М	9,4	23,6*	t = 2,8	4,2	10,4	t = 1,17
		Д	7,8	20,1*	t = 2,6	3,9	9,9	t = 1,08

## **3.4.2 Диагностика и оценка дыхательной функции у детей 8–9 лет**

### **3.4.2.1 Программа диагностики респираторной системы у детей младшего школьного возраста**

Для исследования функционального состояния дыхательной системы младших школьников мы использовали программу диагностики системы дыхания, разработанную Шульпиной В.П. [331], которая позволяет дать характеристику ее основным компонентам: внешним характеристикам биомеханики, объемным параметрам легких, функциональному состоянию дыхательной мускулатуры и бронхиальной проходимости, устойчивости организма к гипоксии и состоянию кардиореспираторной системы в целом, способности к произвольной регуляции дыхания.

Исследование функции внешнего дыхания младших школьников осуществлялось при помощи портативного спирометра «SPIROVIT SP-1 – Schiller» (с пневмотаходатчиком SP-20) производства Швейцарии по стандартным методикам [65,107,215,225,243,250,263,306]. С каждым ребенком выполнялись следующие виды спирометрических проб: спокойное дыхание, жизненная емкость легких, форсированная жизненная емкость, максимальная вентиляция легких, функциональные пробы. При этом фиксировали свыше 30 показателей: жизненную емкость легких – ЖЕЛ (л), форсированную жизненную емкость легких – ФЖЕЛ (л), объем форсированного выдоха за 1 секунду – ОФВ1 (л), максимальную произвольную вентиляцию легких – МВЛ (л/мин), форсированную ЖЕЛ при вдохе – ФЖЕЛ<sub>вд</sub> (л), объем форсированного вдоха за 1 с – ОФВ1<sub>вд</sub> (л), минутный объем дыхания – МОД (л/мин), дыхательный объем – ДО (л), частоту дыхания – ЧД (кол-во в мин), пиковую объемную скорость вдоха – ПОС<sub>вд</sub> (л/с), пиковую объемную скорость выдоха – ПОС<sub>выд</sub> (л/с) и другое. В протокол также включались пересчетные показатели: комплексный показатель выносливости дыхательной системы КПВ<sub>д.с.</sub>, индекс Генслара – ИГ (ОФВ1/ФЖЕЛ, %), а также индекс Тиффно – ИТ (ОФВ1/ЖЕЛ), свидетельствующий о наличии или отсутствии ухудшения проходимости дыхательных путей.

Известно, что основным показателем спирометрии является жизненная емкость легких (ЖЕЛ), 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 [23].

Методика ее определения следующая: закрыв нос зажимом и сделав максимальный вдох из атмосферы, испытуемому предлагалось сделать медленный максимально глубокий полный выдох в спирометр, не меняя вертикального положения тела. Повторялось 2–3 раза с 15-секундным промежутком и учитывался лучший показатель [65,225].

Жизненный индекс (ЖИ) рассчитывался по формуле:

$$ЖИ = \frac{ФЖЕЛ, \text{ л}}{В, \text{ кг}} \quad (5)$$

Важными показателями, отражающими калибр «центральных» дыхательных путей (состояние бронхиальной проходимости) и функциональное состояние дыхательной мускулатуры, являются форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ), проба Тиффно-Вотчала и величины мощности вдоха (ПОС<sub>вд</sub>) и выдоха (ПОС<sub>выд</sub>). Форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ) – это ЖЕЛ, измеренная при максимально быстром и сильном выдохе и ОФВ1 – это объем воздуха, выдыхаемый за 1 секунду при максимально форсированном выдохе. Испытуемому предлагалось сделать максимально глубокий вдох, на несколько секунд задержать дыхание и с предельной быстротой выполнить максимальный выдох в спирометр. Измерение повторяется 2–3 раза, фиксировался лучший показатель.

Методика определения максимальной объемной скорости потока воздуха при форсированном вдохе и выдохе следующая: после максимального вдоха испытуемый плотно обхватывает губами мундштук трубки, после чего делает максимально резкий и сильный выдох. Затем из состояния глубокого выдоха испытуемому предлагалось сделать быстрый глубокий вдох. Выполнялось 2–3 попытки и фиксировался лучший результат. По данным Карпмана В.Л. [117] нормальное соотношение показателей ПОС<sub>вд</sub> и ПОС<sub>выд</sub> должно составлять примерно 0,8–1.

Максимальная вентиляция легких (МВЛ) – форсированная легочная проба, заключающаяся в произвольном форсированном (глубоком) дыхании с максимально доступной частотой. В литературе этот показатель встречается под различными названиями: предел дыхания, предел вентиляции [306].

Для более полной оценки функционального состояния кардиореспираторной системы и устойчивости организма к

кислородной недостаточности используются функциональные гипоксические пробы Штанге и Генчи в покое, так как основная нагрузка по обеспечению организма кислородом в условиях гипоксии ложится на дыхательно-циркуляторную систему [90,136,156,171,174,297].

Проба с произвольной задержкой дыхания на вдохе (проба Штанге) выполнялась следующим образом: испытуемый делал пробный вдох, затем полностью выдыхал воздух и после полного (но не предельного) вдоха задерживал дыхание. Нос зажимался пальцами. В момент задержки дыхания включался секундомер, который останавливался при выдохе.

Проба с задержкой дыхания на выдохе (проба Генчи) выполнялась 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.

Индекс Тиффно (ИТ) – форсированная легочная проба, являющаяся чувствительным индексом наличия или отсутствия ухудшения проходимости дыхательных путей. Нет единого мнения о норме данного показателя. Так, по данным разных авторов, его нормальная величина составляет от 70 % до 80–85 % [117,243].

Он рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ИТ} (\%) = \frac{\dot{V}_{\text{max}}}{\dot{V}_{\text{max}} - \dot{V}_{\text{min}}} \times 100, \quad (6)$$

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

$$\text{ИГ} (\%) = \frac{\dot{V}_{\text{max}}}{\dot{V}_{\text{max}} - \dot{V}_{\text{min}}} \times 100, \quad (7)$$

Для комбинированной оценки функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем рассчитывался циркуляторно-респираторный коэффициент Скибински [65,159]:

$$\text{ЦРКС} = \frac{\text{ЖЕЛ} (\text{л}) \times \text{пр. Штанге} (\text{с}) \times 10}{\text{ЧСС} (\text{мин})} (\text{усл. ед.}), \quad (8)$$

Рассчитывался комплексный показатель выносливости дыхательной системы (КПВ<sub>д.с.</sub>) по формуле, предложенной Зелинской Д.И. [100]:

$$\text{КПВ}_{\text{д.с.}} = \frac{\dot{V}_{\text{max}} + \dot{V}_{\text{min}}}{2}, \quad (9)$$

где:

ПШ – проба Штанге (с);

ПГ – проба Генчи (с).

КПВ<sub>д.с.</sub> дает более полную картину оценки дыхательной системы к недостатку кислорода и имеет тесную связь с шестиминутным бегом и простудным заболеванием [89].

Исследование фонационного дыхания у младших школьников проводилось с помощью измерения длительности речевого выдоха без сопротивления органов артикуляции (фонация открытого слога).

Методика: испытуемому предлагалось сделать глубокий вдох и на выдохе как можно дольше произносить протяжное «Ма-а-а». С начала произнесения включался секундомер, который останавливался при первом вдохе. Фиксировалось время произнесения и ровность звучания.

### **3.4.2.2 Динамика показателей функции внешнего дыхания у детей 8–9 лет**

До начала формирующего педагогического эксперимента младшие школьники, принимающие участие в эксперименте, были разделены на две группы в каждой возрастной группе (8–9 лет): экспериментальную и контрольную. Режим группы продленного дня для детей ЭГ был модернизирован. Так, младшие школьники ЭГ в течение 2008–2009 учебного года ежедневно в недельном цикле во время прогулки занимались по разработанной нами инновационной методике комплексной дыхательной гимнастики. Дети контрольных групп занимались по общепринятым рекомендациям [214,228,229,230].

По окончании формирующего педагогического эксперимента было проведено контрольное тестирование функции внешнего дыхания у детей 8–9 лет.

Анализ результатов формирующего педагогического эксперимента показал, что в процессе педагогических воздействий у детей экспериментальных групп по сравнению с детьми контрольных групп выявлены достоверные изменения в большинстве исследуемых показателей внешнего дыхания.

Известно, что интегральным показателем, характеризующим потенциальные возможности дыхательной системы, является жизненная емкость легких [291]. Она отражает максимально возможную глубину дыхания [121]. Увеличение ЖЕЛ с возрастом обеспечивается большей растяжимостью легких и способностью мышц производить макси-

мальное изменение объема грудной клетки, а также ростом показателей физического развития ребенка [8,86,171,299].

Анализ полученных данных показал, что у детей 8 лет ЭГ и КГ показатели ЖЕЛ изменились к окончанию педагогического эксперимента незначительно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 11).

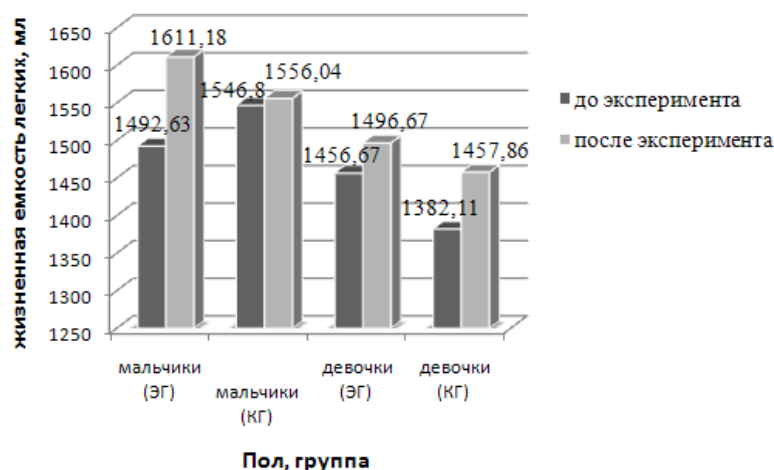


Рисунок 11 – Динамика показателей ЖЕЛ у детей 8 лет ЭГ и КГ

Жизненная емкость легких, являющаяся показателем функциональных возможностей системы дыхания, у детей 9 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента имела тенденцию к повышению, однако статистически значимых изменений не зафиксировано ( $p > 0,05$ ) (рисунок 12).

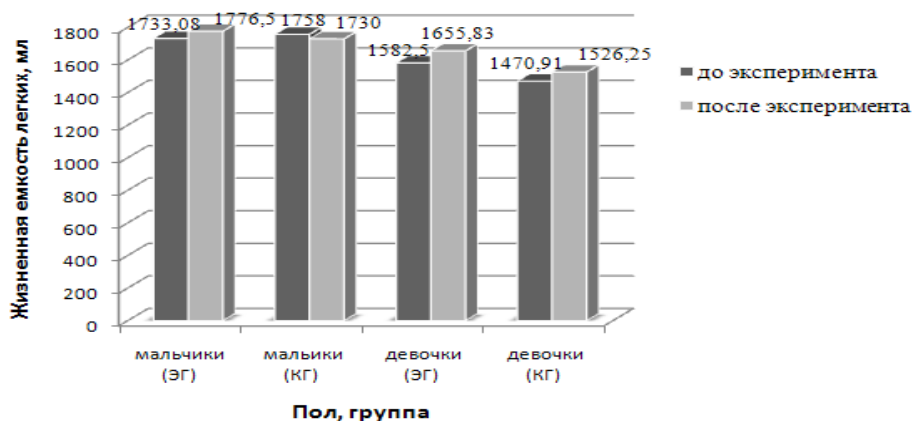


Рисунок 12 – Динамика показателей ЖЕЛ у детей 9 лет ЭГ и КГ

Жизненный индекс (ЖИ) является важным и более информативным показателем в оценке функциональных возможностей организма, нежели ЖЕЛ, так как учитывает физическое развитие ребенка. При этом, значение ЖИ, характеризующего потенциальные жизненные ре-

зервы (особенно дыхательной системы), имеет такую же тенденцию сезонных колебаний, как и показатели ЖЕЛ. Сравнительный анализ среднегрупповых показателей ЖИ у детей 8 лет позволил получить следующие результаты: показатели ЖИ достоверно увеличились ( $p < 0,05$ ) у мальчиков 8 лет ЭГ и недостоверно ( $p > 0,05$ ) у мальчиков 8 лет КГ. У девочек 8 лет ЭГ и КГ в показателях ЖИ не выявлено достоверных различий ( $p > 0,05$ ) (рисунок 13).

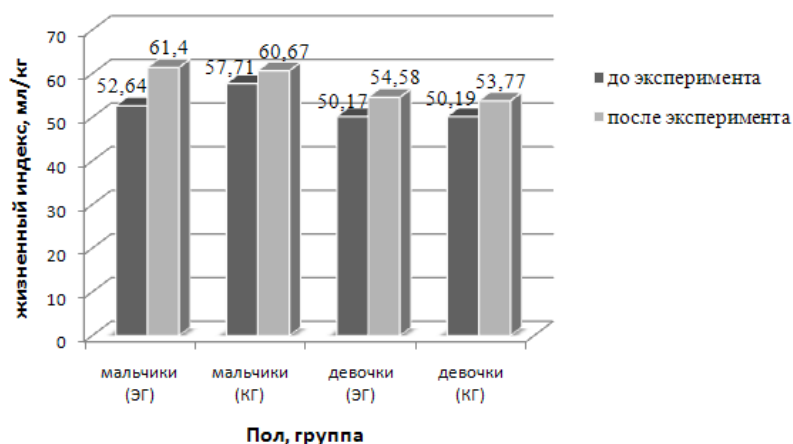


Рисунок 13 – Динамика показателей жизненного индекса у детей 8 лет ЭГ и КГ

Сравнительный анализ показателей ЖИ у детей 9 лет позволил получить следующие результаты: у мальчиков ЭГ констатировано достоверное ( $p < 0,01$ ) увеличение показателей ЖИ, как и у девочек ЭГ ( $p < 0,05$ ), а у детей 9 лет КГ показатели ЖИ к концу формирующего педагогического эксперимента повысились, но статистически недостоверно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 14).



Рисунок 14 – Динамика показателей ЖИ у детей 9 лет ЭГ и КГ

Форсированная жизненная емкость (ФЖЕЛ) легких дает представление о состоянии механики дыхания, отражая мышечную

силу, растяжимость легких и грудной клетки, а также сопротивление воздушному потоку, т.е. бронхиальную проходимость [291].

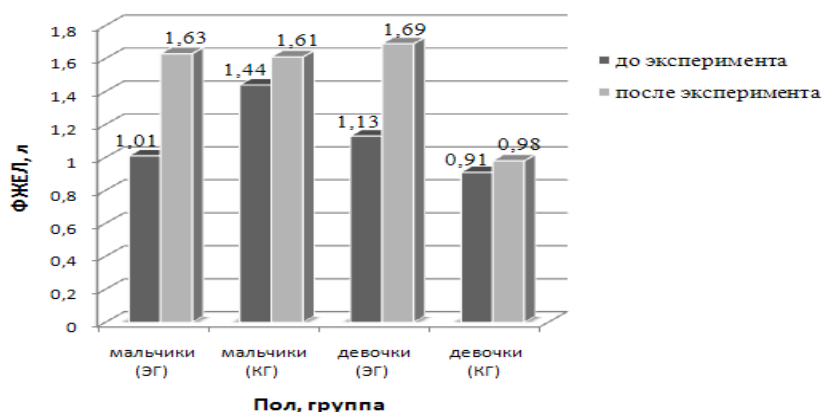


Рисунок 15 – Динамика показателей ФЖЕЛ у детей 8 лет ЭГ и КГ

Из рисунка 15 следует, что показатели ФЖЕЛ у мальчиков 8 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента повысились статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) и недостоверно у мальчиков КГ. У девочек 8 лет ЭГ отмечено достоверное превышение показателей ФЖЕЛ ( $p < 0,05$ ) по сравнению с исходными данными, в то время как у девочек КГ достоверных различий не зафиксировано ( $p > 0,05$ ).

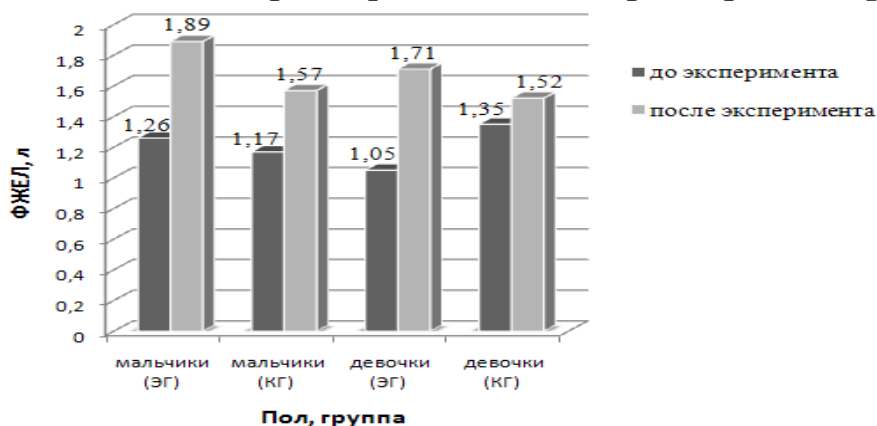


Рисунок 16 – Динамика показателей ФЖЕЛ у детей 9 лет ЭГ и КГ

Показатели форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ) у мальчиков и девочек 9 лет ЭГ к концу изучаемого периода повысились статистически достоверно ( $p < 0,05$ ), в то время как у детей контрольной группы достоверных изменений ФЖЕЛ ( $p > 0,05$ ) не выявлено (рисунок 16).

Гипоксические пробы в покое отражают функциональное состояние дыхательной и сердечно-сосудистой систем, показывают

устойчивость организма к недостатку кислорода (гипоксии) и накоплению углекислого газа (гиперкапнии) [90,136,171].

Проба Штанге, как и другие функциональные нагрузки (проба Генчи, увеличение мертвого пространства), оказывает на организм сложное физиологическое воздействие. В частности, длительность задержки дыхания определяется кислородотранспортными функциями организма, чувствительностью инспираторных нейронов к гипоксии и гиперкапнии [245,297,299].

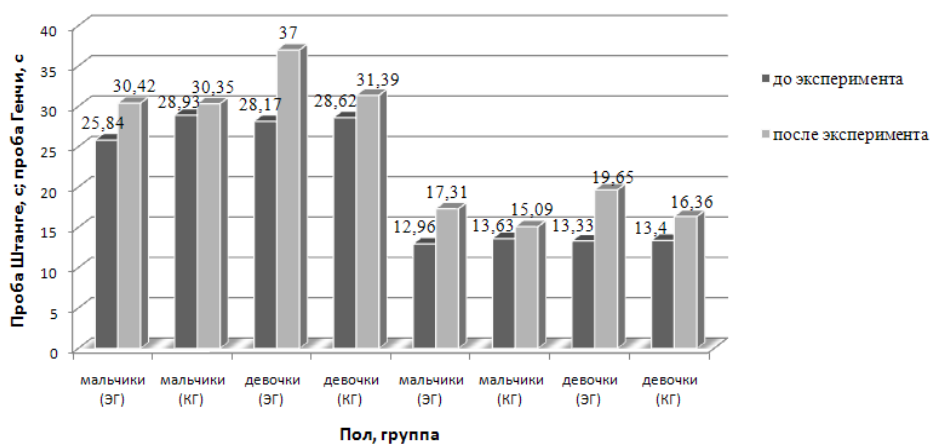


Рисунок 17 – Динамика показателей пробы Штанге и пробы Генчи у детей 8 лет ЭГ и КГ

Необходимо выделить, что результаты гипоксических проб (пробы Штанге и Генчи) у мальчиков 8 лет ЭГ и КГ имели тенденцию к повышению. При этом достоверное увеличение зафиксировано у мальчиков ЭГ в пробе Генчи ( $p < 0,01$ ) и недостоверное в пробе Штанге ( $p > 0,05$ ). У мальчиков КГ в пробах Штанге и Генчи достоверных изменений не зафиксировано ( $p > 0,05$ ). У девочек 8 лет ЭГ отмечено значительное увеличение в показателях пробы Штанге ( $p < 0,01$ ) и пробы Генчи ( $p < 0,001$ ) по сравнению с показателями исходного уровня. У девочек 8 лет КГ в указанных гипоксических пробах не выявлено достоверных различий ( $p > 0,05$ ) (рисунок 17).

Необходимо отметить, что результаты гипоксических проб (пробы Штанге и Генчи) у мальчиков 9 лет ЭГ и КГ за период формирующего педагогического эксперимента имели тенденцию к повышению. При этом достоверное увеличение показателей в пробе Штанге отмечено лишь у мальчиков ЭГ и недостоверное ( $p > 0,05$ ) у детей контрольной группы и девочек ЭГ (рисунок 18).

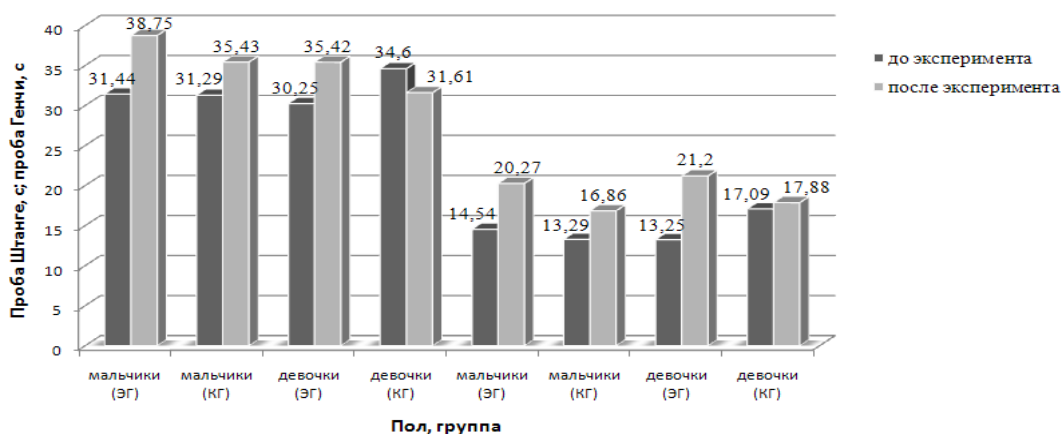


Рисунок 18 – Динамика показателей пробы Штанге и пробы Генчи у детей 9 лет ЭГ и КГ

Гамза Н.А. [65] отмечает, что по величине показателей пробы Генчи можно косвенно судить об уровне обменных процессов, степени адаптации дыхательного центра к гипоксии и гипоксемии.

Показатели пробы Генчи достоверно возросли к концу формирующего педагогического эксперимента у мальчиков и девочек 9 лет ЭГ ( $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ , соответственно), в то время как у детей КГ констатированы незначительные изменения ( $p > 0,05$ ) (рисунок 18).

Для комбинированной оценки функциональных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем многие исследователи предлагают использовать индекс Скибински (ИС) [8,65,159,331].

Анализ индекса Скибински, величина которого зависит от частоты сердечных сокращений, величины жизненной емкости легких и продолжительности задержки дыхания, показал, что у мальчиков и девочек 8 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента выявлено достоверное превышение показателей исходного уровня ( $p < 0,05$ ), в то время как у детей 8 лет КГ таковых не зафиксировано ( $p > 0,05$ ) (рисунок 19).

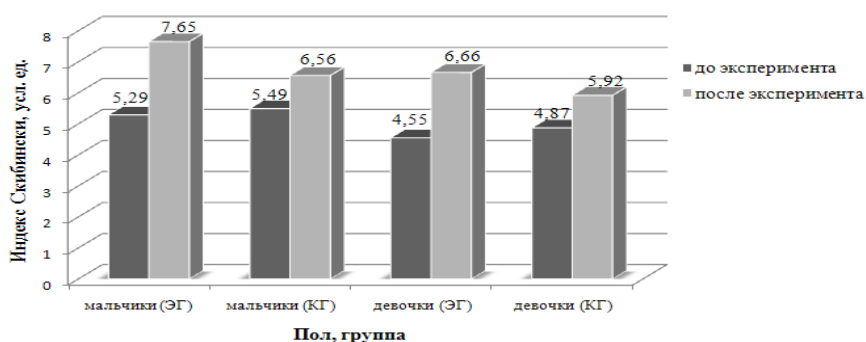


Рисунок 19 – Динамика показателей индекса Скибински у детей 8 лет ЭГ и КГ



Анализ индекса Скибински у детей 9 лет показал, что у мальчиков ЭГ отмечено достоверное увеличение ( $p < 0,05$ ) показателей к концу формирующего педагогического эксперимента. При этом у девочек ЭГ показатели индекса Скибински повышались, но статистически недостоверно ( $p > 0,05$ ).

У мальчиков 9 лет КГ показатели индекса Скибински за период формирующего педагогического эксперимента незначительно ( $p > 0,05$ ) повысились, а у девочек КГ – незначительно снизились ( $p > 0,05$ ) (рисунок 20).

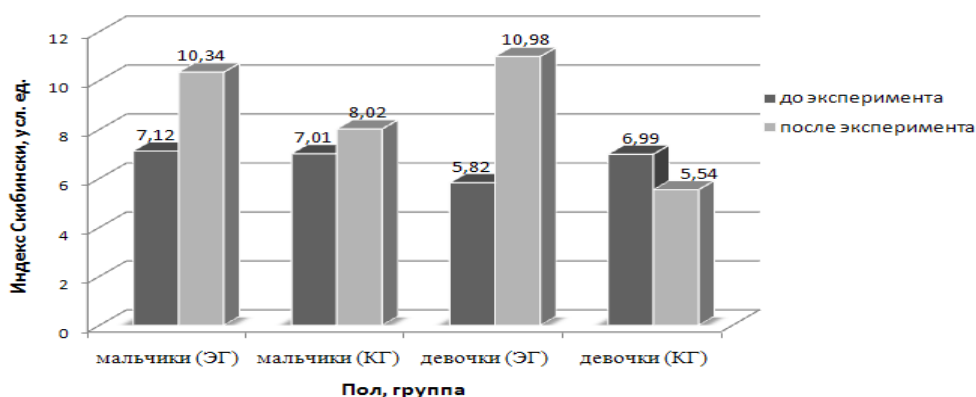


Рисунок 20 – Динамика показателей индекса Скибински у детей 9 лет ЭГ и КГ

Комплексный показатель выносливости дыхательной системы (КПВ<sub>д.с.</sub>) у детей 8 лет ЭГ и КГ имел схожую динамику с индексом Скибински. А именно: у детей ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента он достоверно возрос ( $p < 0,05-0,01$ ), а у детей КГ изменялся недостоверно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 21).

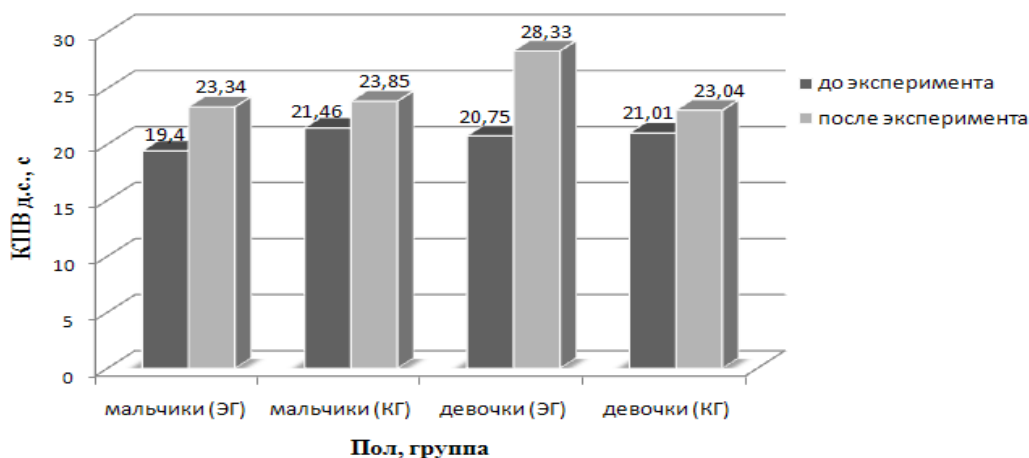


Рисунок 21 – Динамика комплексного показателя выносливости дыхательной системы (КПВ<sub>д.с.</sub>) у детей 8 лет ЭГ и КГ

Комплексный показатель выносливости дыхательной системы (КПВ<sub>д.с.</sub>) за период формирующего педагогического эксперимента у мальчиков ЭГ повысился достоверно ( $p < 0,01$ ), как и у девочек ЭГ ( $p < 0,05$ ). При этом у детей 9 лет КГ КПВ<sub>д.с.</sub> изменился незначительно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 22).

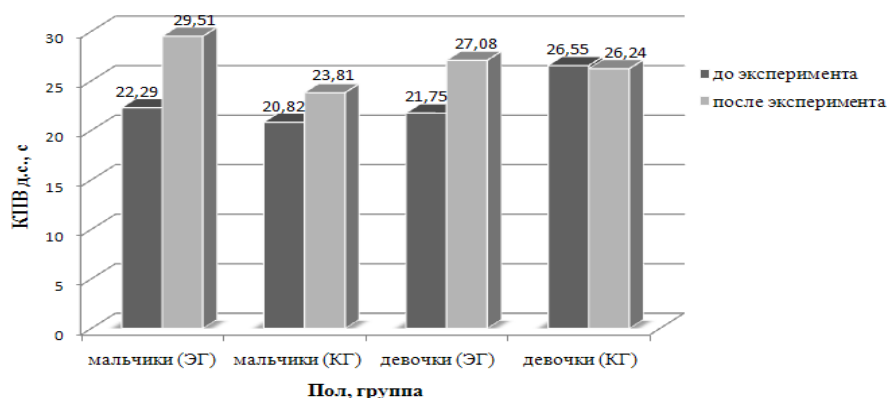


Рисунок 22 – Динамика комплексного показателя выносливости дыхательной системы (КПВ<sub>д.с.</sub>) у детей 9 лет ЭГ и КГ

Макарова Г.А. [171] отмечает, что на величину максимальной объемной скорости воздушного потока при вдохе и выдохе оказывает влияние не только бронхиальная проходимость, но и состояние дыхательной мускулатуры, подвижность скелета грудной клетки, окружность грудной клетки, величина ЖЕЛ, становая сила, то есть общее физическое развитие детей [49,52,299]. При этом мощность выдоха более тесно связана с общим физическим развитием школьников, чем мощность вдоха.

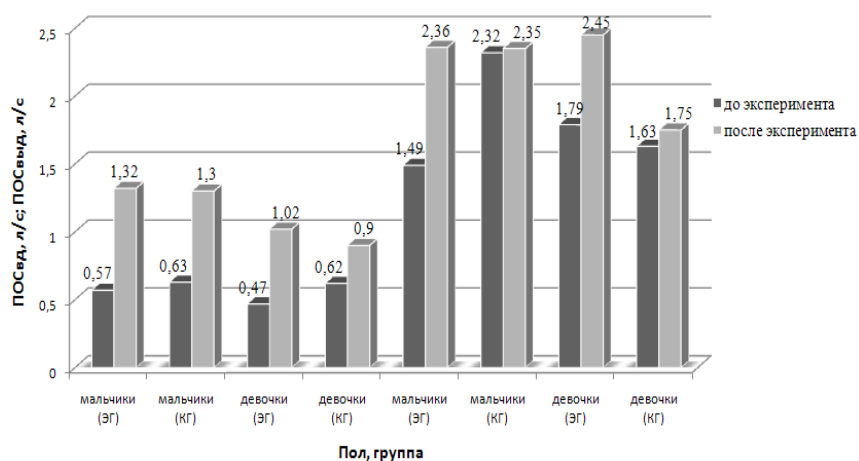


Рисунок 23 – Динамика показателей пиковой скорости вдоха (ПОС<sub>вд</sub>) и выдоха (ПОС<sub>выд</sub>) у детей 8 лет ЭГ и КГ

По результатам исследования установлено, что пиковая объемная скорость вдоха ( $ПОС_{вд}$ ) и выдоха ( $ПОС_{выд}$ ) у мальчиков 8 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента достоверно ( $p < 0,05$ ) повысилась по сравнению с исходными показателями. При этом у мальчиков контрольной группы выявлено достоверное повышение ( $p < 0,05$ ) лишь показателей  $ПОС_{вд}$  и недостоверное ( $p > 0,05$ ) – показателей  $ПОС_{выд}$ . У девочек 8 лет ЭГ и КГ к концу формирующего педагогического эксперимента в показателях  $ПОС_{вд}$  и  $ПОС_{выд}$  достоверных различий не зафиксировано ( $p > 0,05$ ) (рисунок 23).

Нами установлено, что пиковые объемные скорости вдоха ( $ПОС_{вд}$ ) и выдоха ( $ПОС_{выд}$ ) у мальчиков 9 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента повысились достоверно ( $p < 0,01$ ). При этом у мальчиков контрольной группы таких изменений не выявлено ( $p > 0,05$ ). У девочек 9 лет ЭГ достоверное превышение ( $p < 0,05$ ) исходного уровня констатировано в показателях  $ПОС_{вд}$  и недостоверное ( $p > 0,05$ ) – в показателях  $ПОС_{выд}$ . У девочек 9 лет КГ показатели пиковой объемной скорости вдоха незначительно повысились ( $p > 0,05$ ), а выдоха – незначительно снизились ( $p > 0,05$ ) по сравнению с исходным уровнем (рисунок 24).

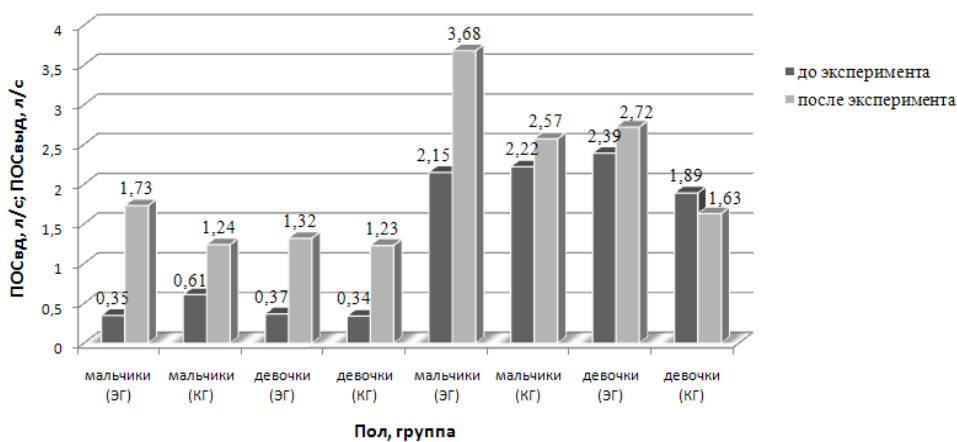


Рисунок 24 – Динамика показателей  $ПОС_{вд}$  и  $ПОС_{выд}$  у детей 9 лет ЭГ и КГ

Основным показателем, характеризующим речевое дыхание является длительность речевого выдоха без сопротивления органов артикуляции (фонация открытого слога), напрямую зависящая от объема вдыхаемого воздуха. Достаточная продолжительность выдоха обеспечивает нормальную длительность звучания голоса и произношения звуков. В доступной литературе мы не нашли нормативов продолжительности выдоха.

Так, у детей 8 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента показателей фонации открытого слога достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличились, а у детей 8 лет КГ – недостоверно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 25).

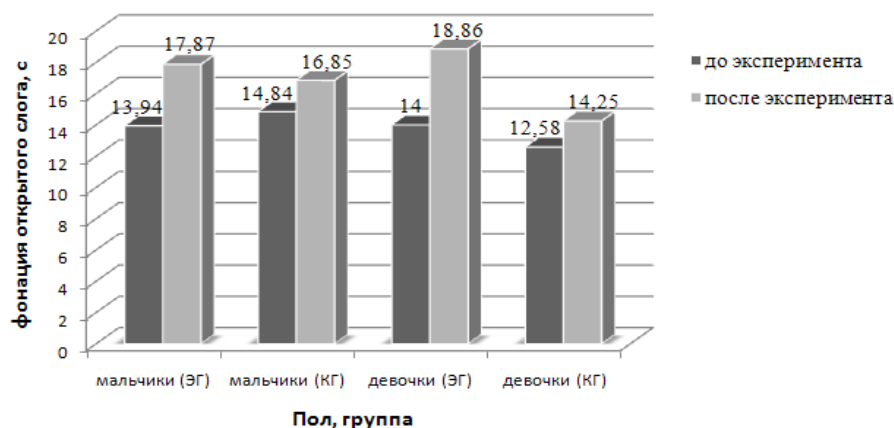


Рисунок 25 – Динамика показателей фонации открытого слога у детей 8 лет ЭГ и КГ

Показатели фонации открытого слога у детей 9 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента повысились достоверно ( $p < 0,05$ ), а у детей 9 лет КГ – недостоверно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 26).

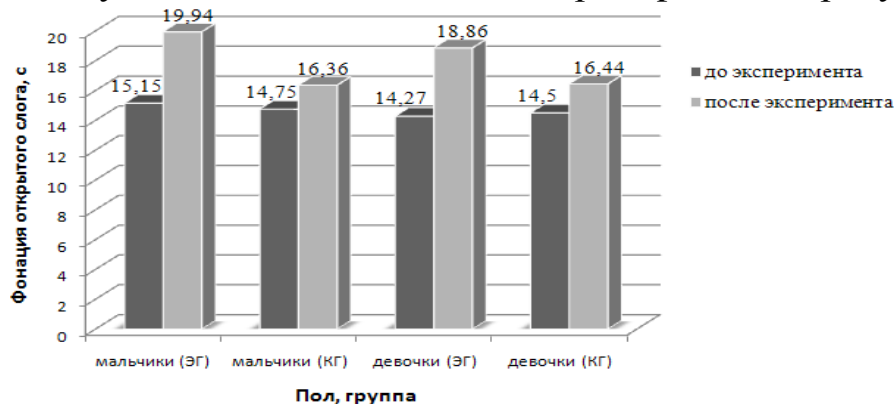


Рисунок 26 – Динамика показателей фонации открытого слога у детей 9 лет ЭГ и КГ

Следует констатировать, что минутная вентиляция (МОД) к концу формирующего педагогического эксперимента у детей ЭГ и КГ изменилась незначительно ( $p > 0,05$ ).

Показатель максимальной вентиляции выражает предел возможного увеличения дыхания для данного ребенка. Чем больше предел дыхания при произвольной гипервентиляции, тем выше при

прочих равных условиях возможности у данного человека для вентиляции легких и при мышечной работе [260].

Максимальная вентиляция легких (МВЛ) при произвольном дыхании у детей 8 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента повысилась достоверно ( $p < 0,01$ ) и недостоверно у детей КГ ( $p > 0,05$ ) (рисунок 27).



Рисунок 27 – Динамика показателей максимальной вентиляции легких (МВЛ) у детей 8 лет ЭГ и КГ

Максимальная вентиляция легких (МВЛ) при произвольном дыхании у детей 9 лет экспериментальной и контрольной групп к концу формирующего педагогического эксперимента изменилась недостоверно ( $p > 0,05$ ), но более выражено у детей экспериментальной группы (рисунок 28).

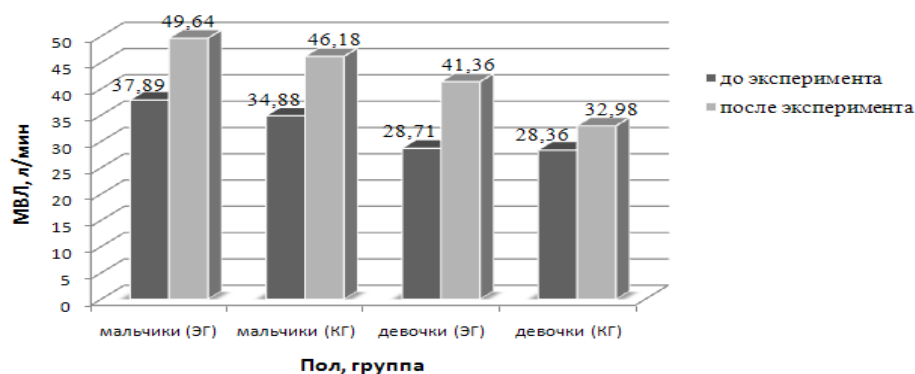


Рисунок 28 – Динамика показателей максимальной вентиляции легких у детей 9 лет ЭГ и КГ

Индекс Генслера (ИГ) (ОФВ1/ФЖЕЛ) у девочек 8 лет ЭГ достоверно ( $p < 0,05$ ) повысился к концу формирующего педагогического эксперимента, а у мальчиков 8 лет ЭГ – недостоверно ( $p < 0,05$ ).

У учащихся КГ в показателях ИГ за исследуемый период достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ).

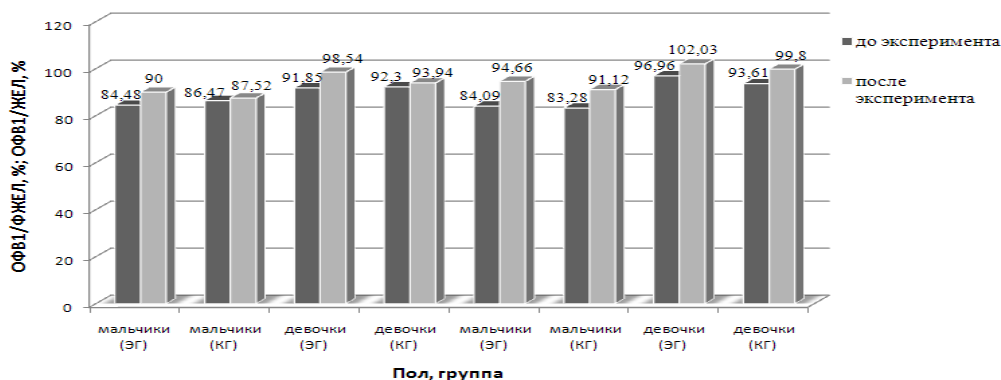


Рисунок 29 – Динамика показателей ИГ (ОФВ1/ФЖЕЛ) и ИТ (ОФВ1/ЖЕЛ) у детей 8 лет ЭГ и КГ

Индекс Тиффно (ИТ) (ОФВ1/ЖЕЛ) является классическим тестом, с помощью которого выявляется наличие бронхиальной обструкции, но также помогает и в диагностике рестриктивных расстройств. В норме составляет 70–85 % (его величина не является процентом от физиологической нормы). Снижение ИТ до 55 % свидетельствует об умеренных нарушениях бронхиальной проходимости, от 54 до 40 % – говорит о значительных, ниже 40 % – о резких нарушениях [206,277]. Так, в показателях ИТ у мальчиков 8 лет ЭГ зафиксировано достоверное превышение показателей исходного уровня ( $p < 0,05$ ), в то время как у девочек ЭГ – недостоверное ( $p > 0,05$ ). У детей 8 лет КГ в показателях ИТ не выявлено достоверных различий ( $p > 0,05$ ) к концу формирующего педагогического эксперимента (рисунок 29).

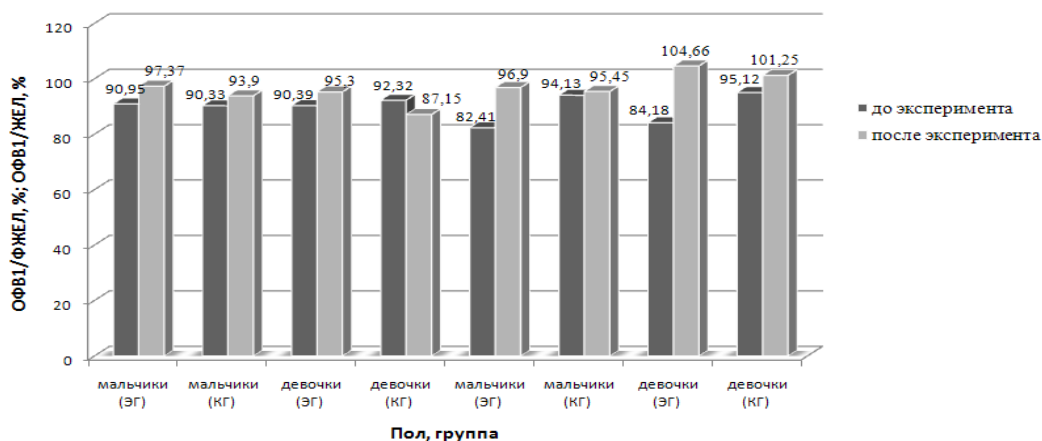


Рисунок 30 – Динамика показателей ИГ (ОФВ1/ФЖЕЛ) и ИТ (ОФВ1/ЖЕЛ) у детей 9 лет ЭГ и КГ

Индекс Генслера (ИГ) (ОФВ1/ФЖЕЛ) у мальчиков 9 лет ЭГ к концу формирующего педагогического эксперимента изменился достоверно ( $p < 0,05$ ) и недостоверно у девочек ЭГ ( $p > 0,05$ ). У мальчиков КГ показатели ИГ незначительно повысились ( $p > 0,05$ ) по сравнению с исходным уровнем, а у девочек КГ – незначительно снизились ( $p > 0,05$ ) (рисунок 30).

В показателях индекса Тиффно (ИТ) (ОФВ1/ЖЕЛ) у мальчиков 9 лет ЭГ зафиксированы достоверные изменения ( $p < 0,001$ ) к концу формирующего педагогического эксперимента, а у девочек ЭГ – недостоверные ( $p > 0,05$ ). У детей 9 лет КГ показатели ИТ повысились, но достоверных различий ( $p > 0,05$ ) к концу формирующего педагогического эксперимента не выявлено (рисунок 30).

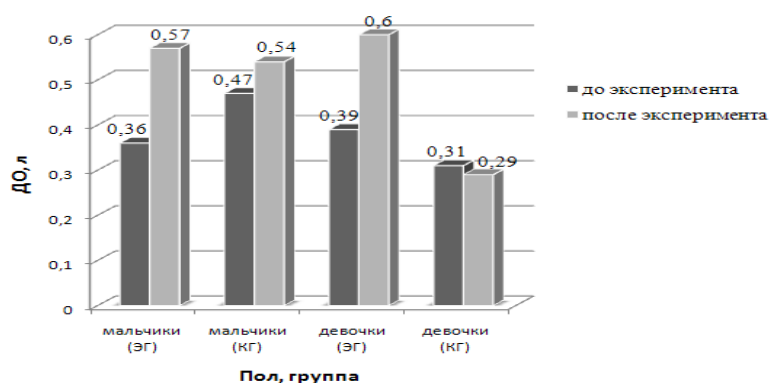


Рисунок 31 – Динамика показателей ДО у детей 8 лет ЭГ и КГ

Дыхательный объем (ДО) к концу формирующего педагогического эксперимента достоверно ( $p < 0,05$ ) увеличился лишь у мальчиков 8 лет ЭГ и недостоверно ( $p > 0,05$ ) у девочек 8 лет ЭГ и учащихся КГ (рисунок 31). Аналогичная динамика показателей ДО установлена и у детей 9 лет (рисунок 32).

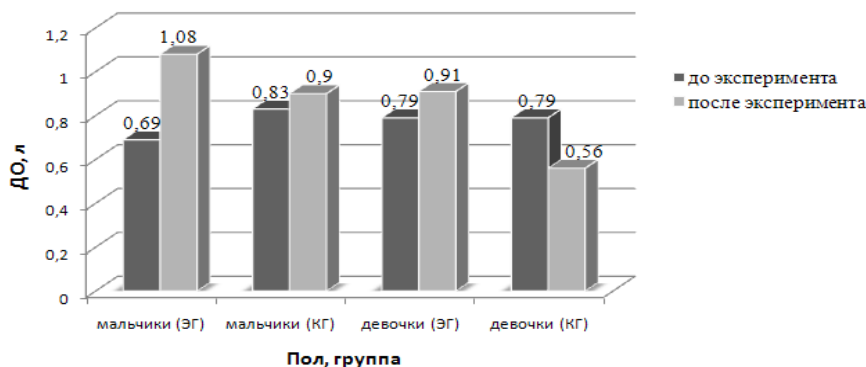


Рисунок 32 – Динамика показателей дыхательного объема (ДО) у детей 9 лет ЭГ и КГ

Анализ полученных данных показал, что достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение частоты дыхания (ЧД) за период формирующего педагогического эксперимента произошло у мальчиков 8 лет ЭГ. У девочек 8 лет ЭГ и детей КГ показатели частоты дыхания снизились, однако достоверных различий не зафиксировано ( $p > 0,05$ ) (рисунок 33).

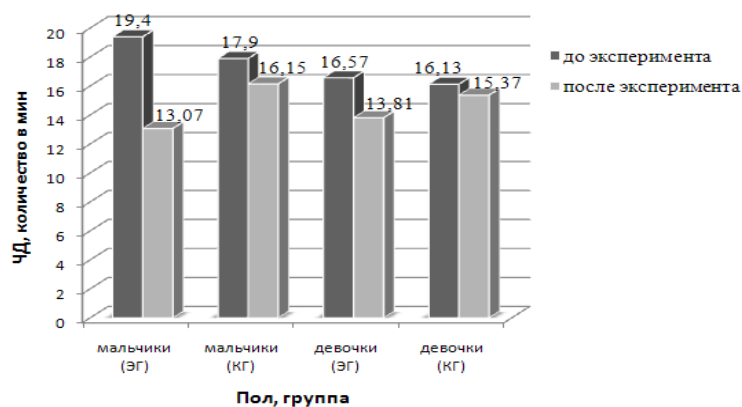


Рисунок 33 – Динамика показателей ЧД у детей 8 лет ЭГ и КГ

Частота дыхания (ЧД) за период формирующего педагогического эксперимента у детей 9 лет ЭГ и КГ снизилась, причем более выражено у детей экспериментальной группы, однако достоверность различий не выявлена ( $p > 0,05$ ) (рисунок 34).

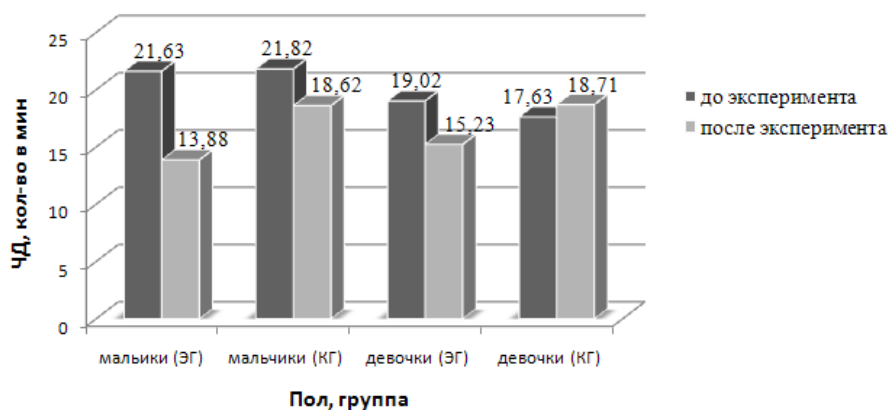


Рисунок 34 – Динамика показателей частоты дыхания (ЧД) у детей 9 лет ЭГ и КГ

Из рисунка 35 следует, что показатель ФЖЕЛ при вдохе (ФЖЕЛ<sub>вд</sub>) у детей 8 лет ЭГ и КГ к концу педагогического эксперимента возрос, однако достоверных различий не зафиксировано ( $p > 0,05$ ).



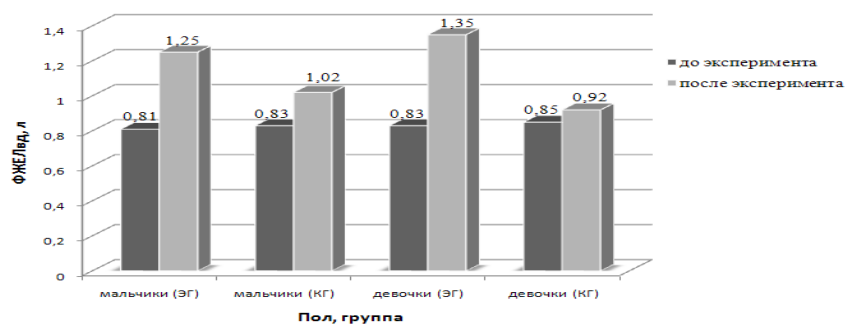


Рисунок 35 – Динамика показателей ФЖЕЛ<sub>вд</sub> у детей 8 лет ЭГ и КГ

Показатель ФЖЕЛ при вдохе (ФЖЕЛ<sub>вд</sub>) у детей 9 лет ЭГ и КГ возрос к концу педагогического эксперимента, однако статистически недостоверно ( $p > 0,05$ ) (рисунок 36).

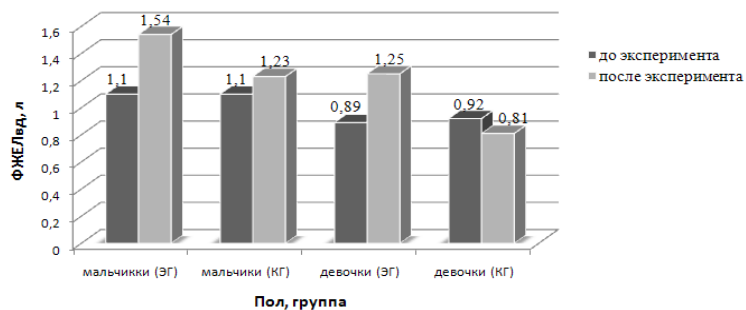


Рисунок 36 – Динамика показателей ФЖЕЛ<sub>вд</sub> у детей 9 лет ЭГ и КГ

Из рисунка 37 следует, что у детей 8 лет ЭГ за период формирующего педагогического эксперимента достоверно увеличились ( $p < 0,05-0,01$ ) следующие показатели:  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$  и  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ$ . При этом у детей контрольной группы достоверные изменения ( $p < 0,05$ ) выявлены лишь у мальчиков 8 лет в соотношении  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$ .

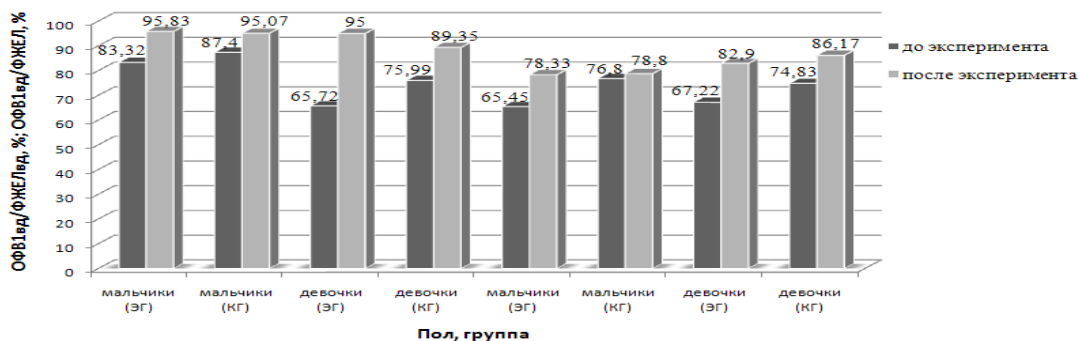


Рисунок 37 – Динамика показателей  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$  и  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ$  у детей 8 лет ЭГ и КГ

Анализ полученных данных показал, что у мальчиков 9 лет ЭГ за период формирующего педагогического эксперимента достоверно увеличились ( $p < 0,05$ ) показатели  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$  и  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ$ . У девочек ЭГ достоверно ( $p < 0,05$ ) возросли после эксперимента такие показатели, как  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$  и недостоверно ( $p > 0,05$ ) –  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ$ . У детей КГ в показателях  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$  и  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ$  к концу формирующего педагогического эксперимента не выявлено достоверных различий ( $p > 0,05$ ) (рисунок 38).

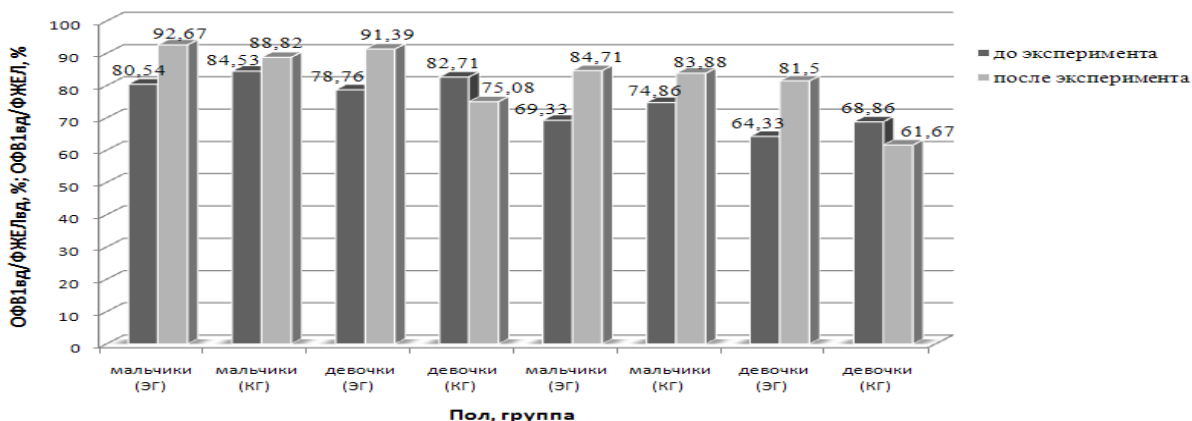


Рисунок 38 – Динамика показателей  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ_{вд}$  и  $ОФВ1_{вд} / ФЖЕЛ$  у детей 9 лет ЭГ и КГ

Анализ уровня физической работоспособности (по ИГСТ) у младших школьников экспериментальных групп к концу формирующего педагогического эксперимента показал достоверный прирост в среднем на 21,6 % (при  $p < 0,05-0,01$ ), в то время как у детей контрольных групп достоверных различий не выявлено ( $p > 0,05$ ) (рисунок 39).

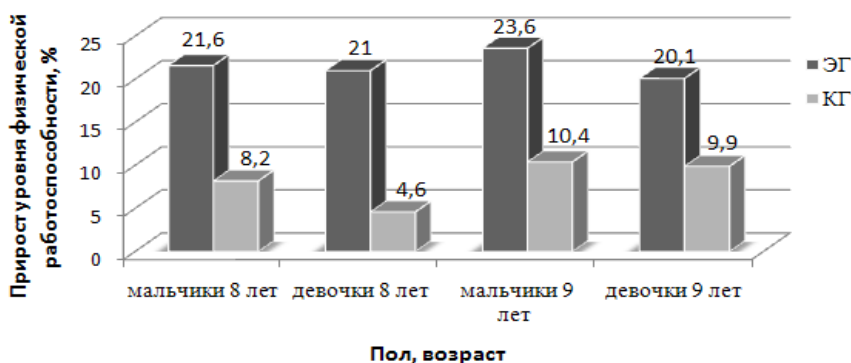


Рисунок 39 – Прирост уровня физической работоспособности (по ИГСТ) у детей младшего школьного возраста за время педагогического эксперимента

Данные, полученные в ходе педагогического эксперимента, показали, что у детей ЭГ, занимающихся по инновационной методике комплексной дыхательной гимнастики в условиях группы продленного дня, установлены существенные улучшения показателей функционального уровня и произвольной регуляции внешнего дыхания. Наиболее значимые изменения наблюдаются в значениях, отражающих скоростные показатели дыхательного акта (ПОС<sub>вд</sub> и ПОС<sub>выд</sub>) у мальчиков и девочек 8 и 9 лет: прирост у мальчиков составил 0,81 л/с (95 %;  $p < 0,05$ ) и 1,46 л/с (232,8 %;  $p < 0,01$ ), у девочек – 0,61 л/с (77 %;  $p > 0,05$ ) и 0,64 л/с (135,3 %;  $p > 0,05$ ), соответственно. Объемные показатели внешнего дыхания: ФЖЕЛ у мальчиков составил 0,62 л (61,4 %;  $p < 0,05$ ) и 0,63 л (50 %;  $p < 0,05$ ), соответственно, у девочек – 0,56 л (49,6 %;  $p < 0,05$ ) и 0,66 л (62,9 %;  $p < 0,05$ ); ОФВ1 у мальчиков – 0,6 л (75,9 %;  $p < 0,05$ ) и 0,75 л (78,1 %;  $p < 0,05$ ), у девочек – 0,66 л (108,2 %;  $p < 0,05$ ) и 0,69 л (109,5 %;  $p < 0,05$ ), соответственно. Устойчивость к гипоксическим состояниям (пробы Штанге и Генчи, КПВ<sub>д.с.</sub>) и, косвенно, способность к произвольному управлению дыханием: прирост у мальчиков в пробе Штанге составил 4,58 с (17,7 %;  $p > 0,05$ ) и 7,31 с (23,3 %;  $p < 0,05$ ), у девочек – 8,83 с (31,3 %;  $p < 0,01$ ) и 5,17 с (17,1 %;  $p > 0,05$ ), соответственно. Прирост в показателях пробы Генчи у мальчиков составил 4,35 с (33,6 %;  $p < 0,01$ ) и 5,73 с (39,4 %;  $p < 0,01$ ), соответственно, у девочек – 6,32 с (47,4 %;  $p < 0,001$ ) и 5,73 с (39,4 %;  $p < 0,01$ ). Прирост в комплексном показателе выносливости дыхательной системы у мальчиков составил 3,94 с (20,3 %;  $p < 0,05$ ) и 7,22 с (32,4 %;  $p < 0,01$ ), у девочек – 7,58 с (36,5 %;  $p < 0,01$ ) и 5,33 с (24,5 %;  $p < 0,05$ ), соответственно). В тоже время прирост показателей, отражающих состояние кардиореспираторной системы в целом, составил у мальчиков 2,36 усл. ед. (44,6 %;  $p < 0,05$ ) и 3,22 усл. ед. (45,2 %;  $p < 0,05$ ), у девочек – 2,11 усл. ед. (46,4 %;  $p < 0,05$ ) и 5,16 усл. ед. (88,7 %;  $p > 0,05$ ), соответственно (рисунки 40,41).

Величина максимальной произвольной вентиляции легких (МВЛ), являющаяся критерием дееспособности внешнего дыхания, у мальчиков ЭГ 8 и 9 лет возросла на 15,69 л/мин (64,6 %;  $p < 0,01$ ) и 11,75 л/мин (31 %;  $p > 0,05$ ), соответственно, у девочек ЭГ – на 19,4 л/мин (69,1 %;  $p < 0,01$ ) и 12,65 л/мин (44,1 %;  $p > 0,05$ ).

Прирост по другим показателям, отражающим функциональное состояние дыхательной мускулатуры и бронхиальную проходимость у детей ЭГ, в индексе Тиффно составил у мальчиков – 12,53 % ( $p < 0,05$ ), а у девочек – 12,78 % ( $p > 0,05$ ); в индексе Генслера у мальчиков – 5,97 % ( $p < 0,05$ ), у девочек – 5,8 % ( $p < 0,05$ ); в показателях ФЖЕЛ<sub>вд</sub> у мальчиков – 0,44 л ( $p > 0,05$ ), у девочек – 0,44 л ( $p > 0,05$ );

в показателях  $ОФВ1_{вд}$  у мальчиков – 0,35 л ( $p < 0,05$ ), у девочек – 0,49 л ( $p > 0,05$ ); в показателях  $ОФВ1_{вд}/ФЖЕЛ_{вд}$  и  $ОФВ1_{вд}/ФЖЕЛ$  у мальчиков – 12,7 % ( $p < 0,05$ ) и 13,8 % ( $p < 0,05$ ), соответственно, у девочек – 22,5 % ( $p < 0,05$ ) и 14,9 % ( $p < 0,05$ ); в показателях ЖИ у мальчиков – 9,9 мл/кг ( $p < 0,05$ ), у девочек – 6,7 мл/кг ( $p < 0,05$ ); в показателях фонации открытого слога у мальчиков – 4,4 с ( $p < 0,05$ ), у девочек – 4,7 с ( $p < 0,05$ ).

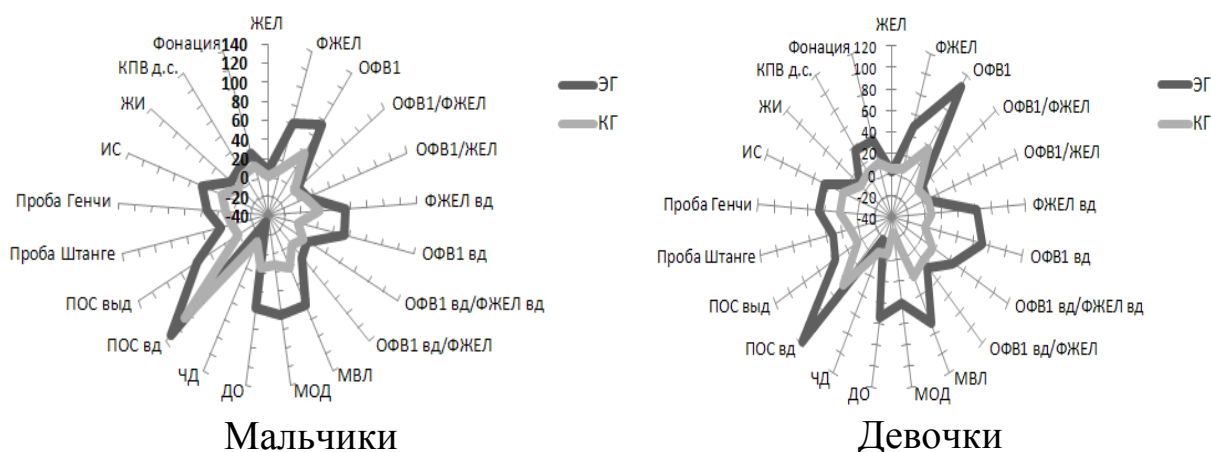


Рисунок 40 – Относительный прирост показателей функции внешнего дыхания у младших школьников 8 лет исследуемых групп за время проведения формирующего эксперимента (в %)

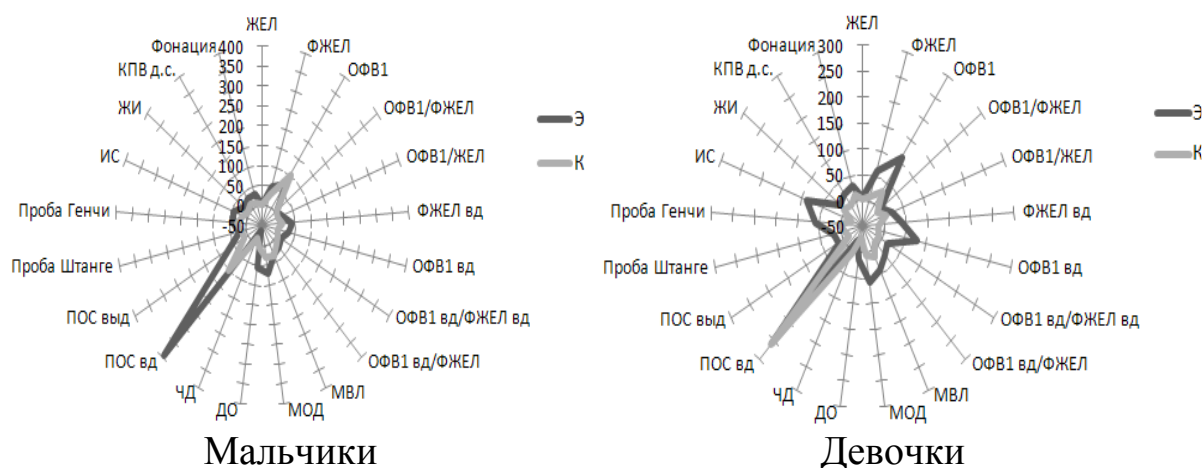


Рисунок 41 – Относительный прирост показателей функции внешнего дыхания у младших школьников 9 лет исследуемых групп за время проведения формирующего эксперимента (в %)

Следует отметить, что в меньшей степени за период формирующего педагогического эксперимента у детей ЭГ изменились такие достаточно жестко антропометрически детерминированные показатели, как

частота дыхания (у мальчиков – 7,04 кол-во раз в мин ( $p < 0,05$ ), у девочек – 3,3 кол-во раз в мин ( $p > 0,05$ )) и объемные параметры легких: ЖЕЛ (у мальчиков – 80,99 мл ( $p > 0,05$ ), у девочек – 56,7 мл ( $p > 0,05$ )), ДО (у мальчиков – 0,3 л ( $p < 0,05$ ), у девочек – 0,2 л ( $p > 0,05$ )).

У испытуемых КГ все исследуемые параметры внешнего дыхания изменились несущественно, причем, большинство не достигло уровня достоверной значимости ( $p > 0,05$ ).

Таким образом, функциональные показатели внешнего дыхания у детей 8–9 лет ЭГ, характеризующие вентиляционные и биомеханические свойства легких, резервные возможности, увеличились на 34,6 % ( $p < 0,05$ ).

### 3.4.3 Влияние оздоровительных занятий на состояние здоровья участников эксперимента

Оценка оздоровительной эффективности инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики отразилась на снижении общего количества дней, пропущенных младшими школьниками по причине респираторных заболеваний. Сравнительный анализ показал, что дети 8–9 лет ЭГ в среднем в 2,1 раза меньше пропустили учебных занятий за учебный год, чем дети КГ (таблица 23).

Таблица 23 – Пропуски учебных занятий у детей 8–9 лет ЭГ и КГ по причине простудных заболеваний за период формирующего педагогического эксперимента

Период	Возраст, лет	Показатели	Мальчики		Девочки	
			ЭГ ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	КГ ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	ЭГ ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	КГ ( $\bar{X} \pm \sigma$ )
За год	8	Кол-во пропущенных дней по болезни ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	6,53 ± 6,20	19,80 ± 14,48	9,67 ± 6,23	21,95 ± 14,30
		Достоверность различий (t, p)	<b>t = 4,11; p &lt; 0,001</b>		<b>t = 3,35; p &lt; 0,01</b>	
	9	Кол-во пропущенных дней по болезни ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	13,31 ± 10,75	21,33 ± 19,13	7,94 ± 8,19	12,09 ± 9,55
		Достоверность различий (t, p)	t = 1,24; p > 0,05		t = 1,17; p > 0,05	

Таким образом, результаты педагогического эксперимента убедительно свидетельствуют, что реализация инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики позволяет существенно повысить функциональные резервы системы внешнего дыхания у детей экспериментальных групп 8–9 лет. При этом у детей контрольных групп, занимающихся по традиционному режиму группы продленного дня, за период формирующего педагогического эксперимента, зафиксированы незначительные ( $p > 0,05$ ) изменения по исследуемым показателям внешнего дыхания.

## Заключение

Воздействие практически любого из факторов окружающей среды в той или иной степени отражается на деятельности кардиореспираторной системы, вызывая процесс адаптационных перестроек различных параметров данной системы [11,12,135,339,377].

Согласно теории функциональных систем Анохина П.К. [18] организм в зависимости от конкретной цели деятельности способен оперативно формировать конкретную функциональную систему, обеспечивающую ее достижение. В результате накопления в процессе адаптации количественных изменений организм приобретает со временем новое качество, так как каждая конкретная среда каждый воздействующий фактор имеет свою специфику не только с точки зрения физической природы, но и физиологического воздействия на определенные функциональные системы организма.

На уровне внешнего дыхания адаптация характеризуется максимальной мобилизацией внешнего дыхания, которая проявляется ростом легочной вентиляции вследствие увеличения, как частоты, так и глубины дыхания. В этом случае можно предположить наличие дискоординации между регионарным кровотоком в легких и вентиляцией соответствующих участков легочной ткани, а также дискоординацией между дыханием и движениями [46,174]. Лимитирующими факторами в сложившейся ситуации являются анатомо-функциональные возможности аппарата внешнего дыхания (емкость легких, выносливость дыхательных мышц), а также функциональные возможности центрального аппарата регуляции дыхания [46].

Болезни дыхательной системы, частые простудные заболевания занимают одно из ведущих мест в патологии детского возраста. Это связано как с анатомо-физиологическими особенностями, так и со своеобразием реактивности организма ребенка. Проблема актуальна и тем, что в районах с неблагоприятными экологическими условиями, к которым относится Гомельский регион, система дыхания испытывает еще более значительные нагрузки. Поэтому целенаправленное воздействие дыхательными упражнениями на саму функцию внешнего дыхания следует рассматривать как одно из основных средств становления и укрепления кардиореспираторной системы, и на этом фоне повышения работоспособности, общего оздоровления организма.

Установлено, что в детском возрасте не сформирован навык рационального дыхания: дети дышат слишком часто и поверхностно, через рот, иногда бессознательно задерживая дыхание, этим нарушая ритм

и снижая вентиляцию легких, а также не умеют сочетать дыхание с различными движениями. Впоследствии, навыки неправильного дыхания закрепляются, что оказывает негативное влияние на деятельность всех функциональных систем.

Анализ и обобщение данных специальной научно-методической литературы, результаты собственных исследований показали, что у младших школьников, посещающих группу продленного дня и проживающих в неблагоприятных экорадиационных условиях, выявлены по сравнению с должными нормами более низкие показатели физического развития (показатели относительной кистевой динамометрии), функциональных возможностей организма (ЖЕЛ, гипоксические пробы Штанге и Генчи, ЧСС, АД, ПД), что свидетельствует о необходимости оптимизации физкультурно-оздоровительных занятий с детьми 1–4 классов средних школ г. Гомеля и области, а также о разработке и реализации специализированных программ и методик для детей, посещающих группу продленного дня, направленных на повышение их физического состояния.

Результаты формирующего эксперимента показали положительное воздействие инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики для младших школьников экспериментальных групп во время прогулки в группе продленного дня на увеличение диапазона резервных возможностей эффективности и экономичности, функциональной устойчивости и мобилизационной способности кардиореспираторной системы младших школьников, проживающих в неблагоприятных экорадиационных условиях:

– улучшилась работа сердечнососудистой системы у детей: ЧСС<sub>п</sub> снизилась у мальчиков 8 и 9 лет на 7,86 уд/мин ( $p < 0,05$ ) и 12,31 уд/мин ( $p < 0,05$ ), у девочек, соответственно, на 11,72 уд/мин ( $p < 0,05$ ) и 12,31 уд/мин ( $p < 0,05$ ); величина артериального давления в покое у детей ЭГ недостоверно снизилась ( $p > 0,05$ ), за исключением девочек 8 лет, где показатель снизился достоверно – 9,55 мм рт. ст. (9,7 %,  $p < 0,05$ );

– показатели функционального состояния внешнего дыхания у детей ЭГ, характеризующих вентиляционные и биомеханические свойства легких и резервные возможности, увеличились на 34,6 % ( $p < 0,05$ ). Прирост показателей функции внешнего дыхания у детей 8 и 9 лет составил 43,6 % ( $p < 0,05–0,001$ ) и 52 % ( $p < 0,05–0,001$ ), соответственно;

– показатели уровня физической работоспособности (по ИГСТ) у мальчиков 8 и 9 лет увеличились на 8,2 усл. ед. (21,6 %;  $p < 0,01$ )



и 9,4 усл. ед. (23,6 %;  $p < 0,05$ ); у девочек, соответственно, на 7,9 усл. ед. (21 %;  $p < 0,05$ ) и 7,8 усл. ед. (20,1 %;  $p < 0,05$ );

– окружность грудной клетки у детей увеличилась на 3,2 см (7,3 %;  $p < 0,05$ );

– количество пропусков учебных дней по причине простудных заболеваний у детей ЭГ снизилось в 2,1 раза.

У испытуемых контрольных групп все исследуемые параметры изменились незначительно, причем большинство не достигло уровня достоверной значимости ( $p > 0,05$ ).

Инновационная методика комплексной дыхательной гимнастики во время прогулки для младших школьников, посещающих ГПД и проживающих в неблагоприятных экорадиационных условиях, является эффективным средством для повышения функциональных резервов системы дыхания, физической работоспособности, а также улучшения состояния их здоровья. Экспериментально подтвердив свою результативность она может быть рекомендована для целенаправленного использования в образовательном процессе детей 8–9 лет, в частности, проживающих в неблагоприятных экорадиационных условиях.

## Практические рекомендации

Обобщение специальной научно-методической литературы, педагогического опыта работы и данные наших исследований позволяют рекомендовать к внедрению в образовательном процессе младших школьников, посещающих группу продленного дня и проживающих в экологически неблагоприятных условиях, инновационную методику комплексной дыхательной гимнастики во время прогулки.

Наши предложения, проверенные в педагогическом эксперименте, могут быть использованы как один из эффективных путей применения целенаправленного воздействия физических упражнений, которые по сравнению с общепринятыми, в большей степени, способствуют повышению уровня функциональной подготовленности младших школьников и, как следствие, улучшению состояния их здоровья.

1. Реализация педагогического контроля физического состояния младших школьников с использованием авторской компьютерной программы «Автоматизированный комплекс “Спортес”» позволяет педагогу выявлять наиболее подготовленных учащихся, следить за индивидуальной и групповой динамикой развития показателей физического состояния детей, своевременно и адекватно корректировать учебные задания, внося изменения в методику организации и проведения физкультурно-оздоровительных занятий в ГПД.

2. Физкультурно-оздоровительные занятия во время прогулок в группах продленного дня с младшими школьниками предполагают использование инновационной методики комплексной дыхательной гимнастики. При выполнении комплексов дыхательных упражнений необходимо: а) создать у детей мотивационную базу и разъяснить необходимость выполнения дыхательных упражнений; б) обеспечить занятия музыкальным сопровождением, которое создает положительный эмоциональный фон; в) сконцентрировать внимание учащихся на технике выполнения движений, правильной последовательности исполнения элементов, ориентировке в пространстве.

3. При выполнении дыхательных упражнений особенно необходимо на этапе разучивания, основное внимание уделять обучению навыкам произвольного контроля дыхательных упражнений; соблюдать последовательность (вначале осваиваются

простые упражнения, затем – более сложные); постепенно увеличивать дозировку дыхательных упражнений; добиваться четкого и качественного выполнения каждого упражнения; выполнение дыхательных упражнений осуществлять с применением игрового метода.

Физическая нагрузка планируется на основе принципов постепенности и волнообразности ее повышения, и с учетом комплексной оценки исходного (текущего) развития физических качеств, и функционального состояния детей.

Предложенные нами соотношения физических нагрузок, на наш взгляд, являются наиболее целесообразными, так как обеспечивают более высокую динамику показателей физического состояния и, в целом, улучшают состояние здоровья младших школьников.

## Список использованной литературы

1. Абзалов, Р.А. Развивающееся сердце и двигательный режим / Р.А. Абзалов, Ф.Г. Ситдииков. – Казань, 1998. – 95 с.
2. Абзалов, Р.А. Эволюция сердечного выброса в процессе индивидуального развития организма / Р.А. Абзалов, Р.Р. Нигматуллина // Тез. докл. Всерос. науч. конф. – Казань, 1999. – С. 1–2.
3. Абзалов, Р.А. Изменение показателей насосной функции сердца у спортсменов и неспортсменов при выполнении мышечных нагрузок повышающейся мощности / Р.А. Абзалов, Р.Р. Нигматуллина // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 8. – С. 24–26, 39.
4. Абольянина, С.Г. Дифференцированная технология физического воспитания детей с различным уровнем физической подготовленности автореф. ... дис. канд. пед. наук 13.00.04 / С.Г. Абольянина. – Хабаровск, 2009. – 24 с.
5. Абрамова, Е.И. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы детей школьного возраста: автореф. ... дис. канд. мед. наук / Е.И. Абрамова. – М., 1970. – С. 24.
6. Абрамович, М.П. Влияние занятий спортом на характер соматического развития и адаптивные возможности кардио-респираторной системы школьников 10–16 лет: дис. ... канд. биол. наук / М.П. Абрамович. – Майкоп, 2010. – 167 с.
7. Абросимова, Л.И. Детская спортивная медицина / Л.И. Абросимова, И.А. Архангельская, И.В. Аулик и др.; Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – М.: Медицина, 1980 – 439 с.
8. Авдеева, Т.Г. Детская спортивная медицина / Т.Г. Авдеева, И.И. Бахрах. – Ростов-на-Дону «Феникс», 2007. – 320 с.
9. Агаджанян, Н.А. Биоритмы, спорт, здоровье / Н.А. Агаджанян, Н.Н. Шабатура. – М.: ФиС, 1989. – 208 с.
10. Агаджанян, Н.А. Резервы нашего организма / Н.А. Агаджанян, А.Ю. Катков. – М., 1990. – 240 с.
11. Агаджанян, Н.А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма / Н.А. Агаджанян, И.В. Руженкова, Ю.П. Старшинов // Физиология человека. – 1997. – Т. 23. – № 1. – С. 93–98.
12. Агаджанян, Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье: учеб. пособие / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: РУДН, 2006. – 284 с.

13. Айзман, Р.И. Возрастные изменения морфофункциональных показателей работоспособности у школьников 10–14 лет с разным уровнем организационной двигательной активности / Р.И. Айзман, В.Б. Рубанович // Физиология человека. – 1994. – Т. 20. – № 3. – С. 136–143.
14. Аксянова, Е.А. Особенности функционального состояния сердечнососудистой системы у детей 5–7 лет / Е.А. Аксянова, М.А. Сырцова // Гигиена и санитария. – 1990. – № 4. – С. 13–14.
15. Александрова, Н.П. Дыхательные мышцы человека: три уровня управления: реферат / Н.П. Александрова, И.С. Бреслав // Физиология человека. – 2009. – Т. 35. – № 2. – С. 103–111.
16. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 448 с.
17. Анохин, П.К. Системогенез как общая закономерность эволюционного процесса / П.К. Анохин // Философские аспекты теории функциональной системы. – М.: Наука, 1978. – С. 125–150.
18. Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 196 с.
19. Антипкін, Ю.Г. Стан здоров'я дітей в умовах дії різних екологічних чинників / Ю.Г. Антипкін // Мистецтво лікування. – 2007. – № 5. – С. 45–47.
20. Антропова, М.В. Школьная гигиена / М.В. Антропова. – Изд. 4-е. – М.: Медицина, 1970. – 327 с.
21. Антропова, М.В. Возрастная динамика работоспособности / М.В. Антропова, Г.Г. Манке, Т.Д. Кузнецова // Физиология развития ребенка / под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: УРАО, 2000. – 347 с.
22. Аринчин, А.Н. Характеристика биоэлектрической активности сердца у детей, проживающих в местах, загрязненных радионуклидами / А.Н. Аринчин, Г.В. Наливайко // Здравоохранение Белоруссии. – 1991. – № 2. – С. 4–7.
23. Аристов, А.А. Технические методы диагностических исследований: Практикум / А.А. Аристов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 148 с.
24. Аршавский, И.А. Очерки по возрастной физиологии / И.А. Аршавский. – М.: Медицина, 1967. – 476 с.
25. Аршавский, И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития / И.А. Аршавский. – М.: Медицина, 1982. – 270 с.
26. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И.В. Аулик. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.

27. Афанасьева, Е.А. Обоснование проблемы сохранения здоровья детей и подростков в современных условиях / Е.А. Афанасьева // Проблемы качества физкультурно-оздоровительной и здоровьесберегающей деятельности образовательных учреждений: тез. докл. 1-й Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием / Екатеринбург: ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2011. – С. 7–10.

28. Багатов, А.А. Связь индекса напряженности регуляторных систем и других показателей сердечного ритма со специальной работоспособностью лыжников-гонщиков / А.А. Багатов // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 1. – С. 54–55.

29. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.

30. Баранов, А.А. Состояние здоровья современных детей и подростков и роль медико-социальных факторов в его формировании / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева // Вестн. РАМН. – 2009. – № 5. – С. 6–10.

31. Бар-Ор, О. Здоровье детей и двигательная активность / О. Бар-Ор, Т. Роуланд. – Киев: Олимпийская литература, 2009. – 28 с.

32. Барков, В.А. Научно-методическое обеспечение физического воспитания детей и подростков в условиях радиационного загрязнения среды: дис. ... д-ра пед. наук. / В.А. Барков. – М., 1997. – 343 с.

33. Бартош, О.П. Региональные особенности внешнего дыхания в экологических условиях северо-востока России / О.П. Бартош, А.Я. Соколов // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 70–78.

34. Безобразова, В.Н. Влияние особенностей автономной нервной регуляции на функциональное состояние кровообращение головного мозга детей 7–8 лет / В.Н. Безобразова // Альманах «Новые исследования». – М., 2004. – № 1–2. – С. 73–74.

35. 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.

36. Безруких, М.М. Возрастная физиология (Физиология развития ребенка): учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 416 с.

37. Безуглов, И.Г. Основы научного исследования / И.Г. Безуглов, В.В. Лебединский, А.И. Безуглов. – М.: Академический проект, 2008. – 208 с.

38. Бердник, О.В. Фонды здоровья детского населения разных регионов Украины / О.В. Бердник, О.В. Добрянская, Т.П. Скочко // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. Л.В. Половинкин. – Минск: ГУ РНМБ, 2011. – Вып. 18. – С. 80–83.
39. Бернштейн, Н.А. Физиология движений и активность / Под ред. О.Г. Газенко. – М.: Наука, 1990. – 496 с.
40. Бирюкович, А.А. Биоритмы сердечной деятельности и дыхания в онтогенезе человека: автореф. ... дис. д-ра биол. наук / А.А. Бирюкович. – М., 1973. – 36 с.
41. Большая энциклопедия дыхательных гимнастик / [автор-составитель Л. Орлова]. – Минск : Харвест, 2007. – 223 с.
42. Боровикова, М.П. Динамика общих показателей здоровья детского населения, проживающего в загрязненных радионуклидами районах Калужской области / М.П. Боровикова, Е.Г. Матвеевко, Е.И. Темникова // Наследие Чернобыля: Матер. науч.-практ. конф. «Медико-психологические, радиоэкол. и соц.-экономические аспекты ликвидации последствий аварии на ЧАЭС по Калужской области». – Калуга, Обнинск, 1996. – С. 119–132.
43. Борытко, Н.М. Методология и методы психолого-педагогических исследований: учебное пособие / Н.М. Борытко, А.В. Моложавенко, И.А. Соловцова. – 2-е изд. – М.: Академия, 2009. – 320 с.
44. Брагин, Л.Х. Функциональные возможности организма при различных соотношениях углекислого газа и кислорода / Л.Х. Брагин, А.Г. Гончарова // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 1. – С. 102–105.
45. Бреслав, И.С. Произвольное управление дыханием у человека / И.С. Бреслав. – Л., 1975. – С. 152.
46. Бреслав, И.С. Регуляция дыхания / И.С. Бреслав, В.Д. Глебовский. – Л.: Наука, 1981. – 280 с.
47. Бреслав, И.С. Принципы оптимизации дыхания / И.С. Бреслав, Г.Г. Исаев, В.И. Миняев // Пути оптимизации дыхания при нагрузках в патологии и в экстремальных состояниях. – Калинин, 1989. – С. 4–9.
48. Бреслав, И.С. Центральная и периферическая хеморецепция системы дыхания / И.С. Бреслав, В.Ф. Пятин // Физиология дыхания. – СПб., 1994. – С. 416–472.
49. Бреслав, И.С. Особенности регуляции дыхания человека / И.С. Бреслав // Физиология дыхания. Основы современной физиологии. – СПб., 1994. – С. 473–499.

50. Бреслав, И.С. Воздух – дыхание – жизнь / И.С. Бреслав, В.И. Миняев. – Калинин: Московский рабочий, 1994. – 95 с.
51. 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.
52. Бреслав, И.С. Регуляция дыхания: висцеральная и поведенческая составляющие / И.С. Бреслав, А.Д. Ноздрачев // Успехи физиологических наук. – 2007. – Т. 38. – № 2. – С. 26–45.
53. Булацева, М.Б. Влияние сочетанного действия после аварийного радиоактивного и техногенного химического загрязнения на физическое развитие и здоровье детей и подростков Брянской области: дис. ... канд. мед. наук / М.Б. Булацева. – М., 2005. – 135 с.
54. Бунак, В.В. Антропометрия: практ. курс / В.В. Бунак. – М.: ГУПН РСФСР, 1941. – 364 с.
55. Быков, К.М. Кора головного мозга и внутренние органы / К.М. Быков. – М., 1947. – 285 с.
56. Вайнбаум, Я.С. Гигиена физического воспитания и спорта / Я.С. Вайнбаум. – М.: Академия, 2003. – 240 с.
57. Ванюшин, М.Ю. Адаптация кардиореспираторной системы спортсменов к физической нагрузке повышающейся мощности дисс. ... канд. биол. наук 03.00.13 / М.Ю. Ванюшин. – Казань, 2003. – 141 с.
58. Ванюшин, Ю.С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардиореспираторной системы: дис. ... д-ра биол. наук / Ю.С. Ванюшин. – Казань, 2001. – 322 с.
59. Васильева, Р.М. Состояние центральной и периферической гемодинамики у детей младшего школьного возраста при физических нагрузках разной мощности: автореф. ... дис. канд. биол. наук / Р.М. Васильева. – М., 1983. – 22 с.
60. Вишнякова, С.В. Методика использования дыхательных упражнений на начальном этапе подготовки в художественной гимнастике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.В. Вишнякова. – Волгоград, 1999. – 142 с.
61. Власов, Ю.А. Кровообращение и газообмен человека / Ю.А. Власов, Г.Н. Окунева. – Новосибирск: Наука, 1992. – 319 с.
62. Влияние физических упражнений на дыхание [Электронный ресурс] / Физкультура и Спорт. – Режим доступа: <http://training-and-sport.ru/archives/265>, свободный. – Дата доступа: 11.02.2013.
63. Волков, В.Ю. Компьютерные технологии в физической культуре, оздоровительной деятельности и образовательном процессе / В.Ю. Волков // Теория и практика физической культуры. – 2001. – № 4. – С. 56–61.



64. Вульфсон, И.Н. Тетраполярная реография в исследовании ударного объема сердца у детей / И.Н. Вульфсон // Педиатрия, 1977. – №4. – С. 57–62.
65. Гамза, Н.А. Функциональные пробы в спортивной медицине / Н.А. Гамза, Г.Р. Солянка, Т.В. Жукова. – Минск : БГУФК, 2010. – 57 с.
66. 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: Сборник научных трудов. – Л., 1980. – С. 38–59.
67. Герасимов, И.Г. Взаимосвязь между показателями гемодинамики и дыхания у человека / И.Г. Герасимов // Физиология человека, 2003. – Т. 29. – № 4. – С. 72–75.
68. Глазачев, О.С. Динамика показателя кардиореспираторной синхронизации при моделировании эмоционального напряжения у студентов / О.С. Глазачев, Е.Н. Дудкин // «Эколого-физиологические проблемы адаптации»: матер. X Междунар. симпозиума. – М., 2001. – С. 131–133.
69. Глебовский, В.Д. Рефлексы с рецепторов легких и дыхательных мышц и их значение в регуляции дыхания / В.Д. Глебовский // Физиология дыхания. – Л., 1973. – С. 115–150.
70. Глебовский, В.Д. Механизмы, определяющие частоту дыхания. Значение пневмотоксических центров. Рефераты докл. на симпоз. XIII съезда Всесоюзн. физиол. общества им. И.П. Павлова. – Л.: Наука, 1979, С. 317–319.
71. Глебовский, В.Д. Центральные механизмы, определяющие и регулирующие периодическую деятельность дыхательных мышц / В.Д. Глебовский // Физиология дыхания. Основы современной физиологии. – СПб., 1994. – С. 355–415.
72. Гончарова, Н.Н. Автоматизированные системы контроля физического состояния детей младшего школьного возраста в процессе физического воспитания: дис. ... канд. наук по физ. воспитанию и спорта: 24.00.02 / Н.Н. Гончарова. – Киев, 2008. – 228 с.
73. Гора, Е.П. Физиологические эффекты произвольного управления дыханием: автореф. ... дис. д-ра биол. наук / Е.П. Гора. – М., 1992. – 34 с.
74. Горина, Е.В. Физкультурно-оздоровительная методика музыкально-ритмической дыхательной гимнастики для детей дошкольного возраста: автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / Е.В. Горина. – Москва, 2006. – 25 с.

75. Государственный доклад «Санитарно-эпидемиологическая обстановка в Брянской области в 2009 году» / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Брянской области; гл. ред. П.А. Степаненко. – Брянск, 2010. – 109 с.

76. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Брянской области в 2010 году»/ Комитет природопользования и охраны окружающей среды, лицензирования отдельных видов деятельности Брянской области; сост.: С.А. Ахременко, А.В. Городков, Г.В. Левкина, – Брянск, 2011. – 304 с.

77. Граевская, Н.Д. Влияние спорта на сердечно-сосудистую систему / Н.Д. Граевская. – М.: Медицина, 1975. – 277 с.

78. Гранит, Р. Основы регуляции движений: Пер. с англ. / Р. Гранит. – М., 1973. – 368 с.

79. Гриппи, М.А. Патофизиология легких: пер. с англ. / М.А. Гриппи. – М.: Бином, 2008. – 314 с.

80. Гришина, И.А. Совершенствование речевой моторики и функции внешнего дыхания у детей младшего школьного возраста в режиме учебного дня: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / И.А. Гришина. – Омск, 2004. – 154 с.

81. Губа, В.П. Измерения и вычисления в спортивно-педагогической практике: учеб. пособие для вузов физ. культуры / В.П. Губа, М.П. Шестаков, Н.Б. Бубнов, М.П. Борисенков. – 2-е изд. – М.: ФиС, 2006. – 220 с.

82. Давиденко, Д.Н. О сущности понятия «физическое здоровье» / Д.Н. Давиденко // Адаптивная физическая культура. – 2002. – № 4 (12). – С. 12–13.

83. Даниленко, О.С. К вопросу о состоянии здоровья детского населения Гомельского региона / О.С. Даниленко, О.В. Тозик // “Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды”, VIII Международная науч.-практическая конф.: в 2 ч. Ч. 1 : / редкол: О.М. Демиденко [и др.]. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – С. 40–42.

84. Данько, Ю.И. О механизмах адаптации дыхания к мышечной деятельности человека / Ю.И. Данько // Дыхание и спорт. – М., 1971. – С. 84–93.

85. Дембо, А.Г. Врачебный контроль в спорте / А.Г. Дембо. – М.: Медицина, 1988. – 288 с.

86. Детская спортивная медицина: учеб. пособие / [авт.-сост. Т.Г. Авдеева и др.]; под ред. Т.Г. Авдеевой, И.И. Бахраха. – Изд. 4-е, испр. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 320 с.

87. Динейка, К.В. Тайны кремлевской школы здоровья / К.В. Динейка. – М.: АСТ-Пресс, 2009. – 336 с.
88. Дмитриев, Д.А. Изучение математических показателей кардиоциклов у детей младшего школьного возраста / Д.А. Дмитриев, И.В. Сорокина, М.Н. Ташкова // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2004. – №1–2. – С. 150.
89. Доскин, В.А. Морфофункциональные константы детского организма: Справочник / В.А. Доскин, Х. Келлер, Н.М. Мураенко, Р.В. Тонкова-Ямпольская. – М.: Медицина, 1997. – 288 с.
90. Дубилей, В.В. Физиология и патология системы дыхания у спортсменов / В.В. Дубилей, П.В. Дубилей, С.Н. Кучкин. – Казань, 1991. – 146 с.
91. Дубровский, В.И. Валеология, здоровый образ жизни / В.И. Дубровский // М.: Retorika; А. Флинта. – 1999. – 560 с.
92. Дубровский, С.В. Методика совершенствования физической подготовленности юных футболистов посредством направленных воздействий на дыхательную систему: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.В. Дубровский. – Волгоград, 2000. – 144 с.
93. Дыхательная гимнастика по Стрельниковой / [автор-составитель Л. Орлова]. – Москва: АСТМинск : Харвест, 2009. – 143 с.
94. Дятлов, Д.А. Возрастные особенности регуляции кардиореспираторной системы у школьников начальных классов при занятиях плаванием / Д.А. Дятлов, Е.Д. Пушкарев, И.Ю. Мельников, Е.Н. Шуркина // Физическая культура, 2005. – № 5. – С. 73–78.
95. Епифанов, В.А. Лечебная физическая культура и спортивная медицина: учебник. – М.: Медицина, 1999. – 304 с.
96. Ермолаев, О.Ю. Правильное дыхание: практ. пособие / О.Ю. Ермолаев. – Москва: Флинта: Наука, 2001. – 189 с.
97. 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.
98. Захаревич, А.С. Оздоровительно-развивающее воздействие дыхательных психотехнологий на психические состояния человека: дис. ... д-ра психол. наук / А.С. Захаревич. – Санкт-Петербург, 2003. – 337 с.
99. Здравоохранение в Республике Беларусь: Официальный статистический сборник за 2010 г., Минск, 2011. – С. 135–136.
100. Зелинская, Д.И. Критерии оценки состояния здоровья детей / Д.И. Зелинская // Вестник образования. – М., 1992. – С. 68–75.
101. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология / Э.В. Земцовский. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.

102. Зильбер, А.П. Дыхательная недостаточность: руководство для врачей / А.П. Зильбер. – М.: Медицина, 1989. – 512 с.

103. Зройчикова, О.А. Эколого-гигиенические факторы риска здоровья детей в крупном городе (на примере города Брянска): автореф. ... дис. канд. биол. наук: 03.02.08 / О.А. Зройчикова. – Брянск, 2011. – 24 с.

104. Игошина, Н.А. Регуляторные механизмы вариабельности сердечного ритма у младших школьников / Н.А. Игошина, Т.П. Логинова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова, 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 370.

105. Информационно-аналитический бюллетень «Здоровье населения и окружающая среда Гомельской области в 2010 году». – Вып. 16 / под ред. В.А. Нараленкова; ГУ “Гомельский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья”. – Гомель, 2011. – 73 с.

106. Иорданская, Ф.А. Факторы риска заболеваний высококвалифицированных спортсменов / Ф.А. Иорданская // Вестн. спорт. мед. России, 1993. – № 2–3. – С. 9–10.

107. Иржак, Л.И. Функциональные пробы для оценки легочного дыхания / Л.И. Иржак, П.В. Полякова, Е.М. Осколкова // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 3. – С. 76–80.

108. Исаев, Г.Г. Регуляция дыхания при мышечной работе / Г.Г. Исаев. – Л., 1990. – С. 120.

109. Исаев, Г.Г. Физиология дыхательных мышц / Г.Г. Исаев // Физиология дыхания. Основы современной физиологии. – СПб.: Наука, 1994. – С. 178–196.

110. Исаев, Г.Г. Механизмы респираторных реакций на внешние и внутренние резистивные нагрузки / Г.Г. Исаев, М.О. Сегизбаева / Физиол. человека, 1995. – Т. 21. – № 5. – С. 96–105.

111. Использование некоторых биохимических и физико-химических показателей для оценки функций легких у здоровых детей школьного возраста / П.П. Чаяло, И.Е. Колпаков, Г.М. Чоботько и др. // Педиатрия. – 1991. – № 6. – С.42–45.

112. Кавязин, О.Л. Возрастная морфология сердечно-сосудистой системы человека / О.Л. Кавязин, А.А. Харьков. – Москва: Медицина, 1998. – 360 с.

113. Казьмин, В.Д. Целительная сила дыхательной гимнастики : [восстановление силы] / В.Д. Казьмин. – М.: АСТ : Астрель : Хранитель, 2007. – 160 с.

114. Калюжная, Р.А. Адаптация внешнего дыхания к нагрузке у здоровых подростков, имеющих сколиоз / Р.А. Калюжная // Мышечная деятельность в норме и патологии. – Горький, 1973. – С. 35–36.
115. Калюжная, Р.А. Возрастные особенности реакции сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку / Р.А. Калюжная, В.В. Панавене, Н.М. Преснякова // Новые исследования по возрастной физиологии. – М. Педагогика, 1980. – № 1. – С. 33–37.
116. Карпман, В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности / В.Л. Карпман. – М.: Медицина, 1965. – 275 с.
117. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: ФиС, 1988. – 208 с.
118. Киеня, А.И. Физиологические и биохимические константы здорового человека / А.И. Киеня. – Гомель : Белорус. агенство науч.-техн. и деловой информ., 1996. – 138 с.
119. Киеня, А.И. Здоровый человек: основные показатели: Справочник / А.И. Киеня, Ю.И. Бандажевский. – Мн.: Изд. предприятие «Экоперспектива», 1997. – 108 с.
120. Кириллова, Т.Г. Динамика статистических характеристик сердечного ритма у детей 6–8 лет в процессе обучения / Т.Г. Кириллова, Л.Ф. Трохимчук // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 408.
121. Клемент, Р.Ф. Функционально-диагностические исследования в пульмонологии / Р.Ф. Клемент, Н.А. Зильбер. – СПб., 2003. – С. 3–17.
122. Кмить, Г.В. Продолжительность отдельных фаз периодов сердечного цикла в зависимости от типа автономной нервной регуляции сердечного ритма / Г.В. Кмить // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2004. – №1–2. – С. 205.
123. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2006. – 816 с.
124. Кобзев, В.Ф. Определение и оценка физического развития занимающихся физической культурой и спортом / В.Ф. Кобзев. – Минск : БГУФК, 2008. – 33 с.
125. Ковалев, С.Д. Основы безопасной жизнедеятельности и здорового образа жизни населения на загрязненных радионуклидами территориях : учеб. пособие для студентов БГУФК / С.Д. Ковалев [и др.]; Бел. гос. ун-т физ. культуры. – 2-е изд., испр. и доп. – Мн.: БГУФК, 2006. – 159 с.

126. Коваленко, С.А. Особенности variability сердечного ритма у лиц с различной частотой дыхания / С.А. Коваленко, Л.И. Кудий // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 6. – С. 126–128.
127. Козлов, А.А. Еще раз о проблеме малых доз в радиобиологии / А.А. Козлов // Радиобиология. – 1992. – Т. 32. – Вып. 4. – С. 619.
128. Козлова, С.Ю. Особенности обучения дыхательным упражнениям детей 8–9 лет на уроке физической культуры в школе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / С.Ю. Козлова. – Малаховка, 2001. – 148 с.
129. Кокорина, Е.В. Оздоровительно-коррекционная направленность процесса физического воспитания младших школьников с заболеваниями органов дыхания: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Е.В. Кокорина. – Улан-Удэ, 2006. – 25 с.
130. Кокосов, А.Н. Лечебная физическая культура в реабилитации больных с заболеваниями легких / А.Н. Кокосов, Э.В. Стрельцова. – Л. Медицина, 1987. – 144 с.
131. Колобов, Ф.Г. Спасительное дыхание по Бутейко: монография / Ф.Г. Колобов. – Донецк: Сталкер, 1999. – 317 с.
132. Колос, В.М. Оздоровительная физическая культура учащихся и студентов: учеб. пособие / В.М. Колос. – Мн.: БГУИР, 2001. – 154 с.
133. Колчинская, А.З. Кислородный режим организма ребенка и подростка / А.З. Колчинская. – Киев: Наукова думка, 1973. – С. 48–72.
134. Колчинская, А.З. Кислород. Физическое состояние. Работоспособность / А.З. Колчинская. – Киев: Наукова Думка, 1991. – 204 с.
135. Колчинская, А.З. Дыхание при гипоксии / А.З. Колчинская // Физиология дыхания. – СПб.: Наука, 1994. – С. 589–623.
136. Колчинская, А.З. Нормобарическая интервальная гипоксическая тренировка в медицине и спорте / А.З. Колчинская, Т.Н. Цыганова, Л.А. Остапенко. – М.: Медицина, 2003. – 408 с.
137. Коробейников, Г.В. Физиологические механизмы мобилизации функциональных резервов организма человека при напряженной мышечной деятельности / Г.В. Коробейников // Физиология человека. – 1995. – Т. 21. – № 3. – С. 81.
138. Корсаков, А.В. Сравнительная оценка состояния щитовидной железы детей на территориях токсического, радиационного и комбинированного загрязнения среды / А.В. Корсаков, В.П. Михалев, Е.Э. Улыбашева // Проблемы региональной экологии. – 2011. – № 6. – С. 207–213.
139. Корсаков, А.В. Комплексная эколого-гигиеническая оценка изменений состава среды как фактора риска для здоровья населения:

автореф. ... дис. д-ра биол. наук: 03.02.08 / А.В. Корсаков. – Брянск, 2012. – 47 с.

140. Крестовников, А.Н. Очерки по физиологии физических упражнений / А.Н. Крестовников. – М.: Физкультура и спорт, 1951. – 531 с.

141. Кривощек, С.Г. Расширение функционального диапазона реакций дыхания и газообмена при повторных гипоксических воздействиях / С.Г. Кривощек, Г.М. Диверт, В.Э. Диверт // Физиология человека, 2005. – Т. 31. – № 3. – С. 100–107.

142. Кривощек, С.Г. Индивидуальные особенности внешнего дыхания при прерывистой нормобарической гипоксии / С.Г. Кривощек, Г.М. Диверт, В.Э. Диверт // Физиология человека, 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 62–69.

143. Крылова, А.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой и симпато-адреналовой систем школьников 11–16 лет: дис. ... канд. биол. наук / А.В. Крылова. – Казань, 1990. – 257 с.

144. 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.

145. Кряж, В.Н. Государственный физкультурно-оздоровительный комплекс Республики Беларусь / В.Н. Кряж, З.С. Кряж. – Мн., 1999. – 106 с.

146. Кузнецов, В.И. Нормальная физиология: курс лекций / В.И. Кузнецов, А.П. Божко, А.П. Солодков, И.В. Городецкая; под ред. проф. В.И. Кузнецова. – Витебск: ВГМУ, 2003. – 611 с.

147. Кузнецова, О.В., Сонькин В.Д. Автономная регуляция респираторно-гемодинамической системы у детей 8–11 лет с разной барорефлекторной чувствительностью // Физиология человека, 2008. – Т. 34. – № 5. – С. 106–116.

148. Кузнецова, Т.Д. Возрастные особенности дыхания детей и подростков / Т.Д. Кузнецова. – М.: Медицина, 1986. – 128 с.

149. Кузнецова, Т.Д. Дыхательные упражнения в физическом воспитании / Т.Д. Кузнецова, П.М. Левитский, В.С. Язловецкий. – Киев: Здоровье, 1989. – 133 с.

150. Кузнецова, Т.Д. Особенности возрастной системы дыхания у детей 6–15 лет / Т.Д. Кузнецова // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 142–151.

151. Кузнецова, Т.Д. Индивидуальные особенности развития дыхательной функции легких у детей от 7 до 8 лет / Т.Д. Кузнецова, И.М. Разживина // Физиология человека, 1994. – № 3. – С. 68–73.

152. Куликов, В.Ю. Физиология дыхания: учеб.-метод. пособие / В.Ю. Куликов, Н.Б. Пиковская. – Новосибирск: Сибмедиздат НГМУ, 2011. – 92 с.

153. Куц, А.С. Организационно-методические основы физкультурно-оздоровительной работы со школьниками, проживающими в условиях повышенной радиоактивности: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 24.00.02 / А.С. Куц. – К., 1997. – 44 с.

154. Кучкин, С.Н. Резервы дыхательной системы и аэробная производительность организма: автореф. дис. ... д-ра мед. наук / С.Н. Кучкин. – Казань, 1988. – 48 с.

155. Кучкин, С.Н. Дыхательные упражнения в спорте / С.Н. Кучкин. – В., 1991.

156. Кучкин, С.Н. Резервы дыхательной системы (обзор и состоящие проблемы) / С.Н. Кучкин // Резервы дыхательной системы. – Волгоград, 1999. – С. 7–51.

157. Кучма, В.Р. Гигиена детей и подростков: учебник / В.Р. Кучма. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 480 с.

158. Кучма, В.Р. Школа здоровья: организация работы, мониторинг развития и эффективности (аудит школы в сфере здоровьесбережения детей) / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт, М.И. Степанова, П.И. Храмцов, И.В. Звезда, И.Э. Александровна, Н.А. Бокарева, С.Б. Соколова. – М.: Просвещение, 2011. – 142 с.

159. Ланда, Б.Х. Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности: учеб. пособие / Б.Х. Ланда. – 3-изд., испр. и доп. – М.: Советский спорт, 2006. – 208 с.

160. Летунов, С.П. Спорт и сердце (серия: Библиотечка спортсмена) / С.П. Летунов, Р.Е. Мотылянская. – М.: ФиС, 1961. – 40 с.

161. Либерман, А.Н. Радиация и репродуктивное здоровье: монография / А.Н. Либерман. – СПб., 2003. – 233 с.

162. Лин, Д.Г. Демографические и социально-медицинские последствия Чернобыльской аварии на территории Беларуси / Д.Г. Лин, С.В. Севдалев, Н.А. Бабурова; под. науч. ред. Д.Г. Лина; М-во образования РБ, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 196 с.

163. Литвин, Ф.Б. Возрастные особенности функционирования жизненно важных систем организма в условиях радиоактивного заражения / Ф.Б. Литвин, В.Я. Жигало, Н.А. Хилькевич // Тез. докл. науч.-технич. конф. «Экология, ресурсосбережение и реабилитация строительных материалов, зданий и сооружений в зонах повышенной радиации». – Брянск, 1993. – С. 89.



164. Логвина, Т.Ю. Влияние факторов внешней среды на здоровье детей / Т.Ю. Логвина // Проблемы физической культуры населения, проживающего в условиях неблагоприятных факторов окружающей среды: материалы V Международной научно-практической конференции. – Гомель : ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – С. 47–49.
165. Лукина, О.Ф. Показатели функции внешнего дыхания у здоровых детей и подростков / О.Ф. Лукина, И.С. Ширяева // Российский педиатрический журнал. – 1999. – № 2. – С. 24–27.
166. Лукьянова, Е.А. Тренируем дыхание / Е.А. Лукьянова, О.Ю. Ермолаев, В.П. Сергиенко. – М.: Знание, 1987. – 96 с.
167. Лурия, А.Р. Высшие корковые функции человека / А.Р. Лурия. – 1969. – С. 505.
168. Лушпа, А.А. Влияние режима двигательной активности на вариабельность сердечного ритма у младших школьников с различным тонусом вегетативной нервной системы / А.А. Лушпа, Л.Г. Лушпа // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2004. – № 1–2. – С. 254–255.
169. Любимов, Г.А. Влияние физических параметров легких на форму кривой поток-объем форсированного выдоха / Г.А. Любимов, И.М. Скобелева // Физиология человека, 1992. – № 2. – С. 32–42.
170. Мазурин, А.В. Пропедевтика детских болезней / А.В. Мазурин, И.М. Воронцов. – СПб.: Фолиант, 2000. – 930 с.
171. Макарова, Г.А. Спортивная медицина: учебник / Г.А. Макарова. – 2-е изд., стер. – М.: Советский спорт, 2006. – 480 с.
172. Маркосян, А.А. Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков / А.А. Маркосян. – М.: Просвещение, 1969. – 575 с.
173. 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.
174. Маршак, М.Е. Физиология дыхания: Руководство по физиологии / М.Е. Маршак. – М.: Наука, 1973. – С. 256–286.
175. Масыкин, В.Б. Состояние здоровья пострадавшего населения через 25 лет после катастрофы на Чернобыльской АЭС / В.Б. Масыкин, А.Е. Океанов // Сахаровские чтения 2011 года: экологические проблемы XXI века : матер. 11-й междунар. науч. конф., 19–20 мая 2011 г., г. Минск, Республика Беларусь / под ред. С.П. Кундаса, С.С. Позняка. – Минск : МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – С. 118–119.
176. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры, учебник для институтов физической культуры / Л.П. Матвеев. – М.: ФиС, 1991. – 543 с.

177. Матвеева, Н.А. Гигиена и экология человека / Н.А. Матвеева. – М. Академия, 2008. – 304 с.

178. Медведев, В.А. Теоретико-методические основы оздоровления школьников средствами физической культуры в неблагоприятных экологических условиях / В.А. Медведев. – Гомель: ГГУ, 2000. – 130 с.

179. Меерсон, Ф.З. Адаптационная медицина: концепция долговременной адаптации / Ф.З. Меерсон. – М.: Дело, 1993. – 138 с.

180. Международная оценка последствий чернобыльской аварии: Чернобыльский Форум ООН (2003–2005) и научный комитет ООН по действию атомной радиации (2005–2008). – 15 с.

181. Меркулова, Н.А. Основные принципы интегративного объединения дыхательного центра с надбужбарными структурами / Н.А. Меркулова, А.Н. Инюшкин, В.И. Белякова // XVIII съезд физиологов России. – Казань, 2001. – С. 388.

182. Методы исследования физического развития детей и подростков в популяционном мониторинге / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Ю.А. Ямпольская и др. – М.: Союз педиатров России, 1999. – 226 с.

183. Милодан, В.А. Влияние регламентированных режимов дыхания на увеличение работоспособности в беге: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / В.А. Милодан. – Санкт-Петербург, 2008. – 23 с.

184. Миняев, В.И. Произвольное управление дыхательными движениями у человека / В.И. Миняев. – Калинин, 1978. – 77 с.

185. Миняев, В.И. Произвольное управление дыханием / В.И. Миняев // Физиология дыхания. Основы современной физиологии. – СПб., 1994. – С. 500–523.

186. Миняев, В.И. Сравнительный анализ реакций торакального и абдоминального компонентов дыхания на гиперкапнию и мышечную работу / В.И. Миняев, А.В. Миняева // Физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 1998. – Т. 84. – № 4. – С. 323–329.

187. 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.

188. Миняев, В.И. Торакальное и абдоминальное дыхание при воспроизведении заданных дыхательных объемов в условиях хеморецепторной стимуляции / В.И. Миняев, С.А. Саакян // Физиология человека, 2003. – Т. 29. – № 2. – С. 67–70.

189. Миняев, В.И. Особенности произвольного управления торакальными и абдоминальными дыхательными движениями / В.И. Миняев, М.Н. Петушков, А.В. Миняева, В.Г. Давыдов // Российский фи-

зиологический журнал им. И.М. Сеченова, 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 517.

190. Миняев, В.И. Особенности функциональных взаимоотношений между системами дыхания и кровообращения / В.И. Миняев, А.В. Миняева, Г.И. Морозов, М.Н. Петушков и др. // Вестник Тверского государственного университета. Серия: БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ, 2012. – № 3. – С. 19–27.

191. Михайлов, В.В. Спорт и дыхание / В.В. Михайлов. – М.: Физкультура и спорт, 1961. – 48 с.

192. Михайлов, В.В., Козлов А.Б., Апсит С.О. Сравнительная характеристика разных режимов произвольного дыхания спортсменов во время циклической мышечной работы // Физиология человека. – 1978. – Т. 4. – № 1. – С. 36–41.

193. Михайлов, В.В. Дыхание спортсмена / В.В. Михайлов. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 103 с.

194. Михалев, В.П. Радиационный фактор в иерархии техногенных воздействий / В.П. Михалев, В.Л. Адамович // Психолого-педагогический и физиологический мониторинг умственной и физической работоспособности студентов, подвергшихся воздействию последствий аварии на Чернобыльской АЭС: Матер. Всероссийской науч. конф. – Брянск: БГИТА, 1998. – С. 12.

195. Михалев, В.П. Роль фоновых техногенных компонентов среды в формировании реакции населения на воздействие аварийного радиационного фактора: дис. ... д-ра мед. наук / В.П. Михалев. – М., 2001. – 239 с.

196. Михалев, В.П. Адаптационный конфликт / В.П. Михалев // Материалы V съезда по радиационным исследованиям (Радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность). – Т. 1. – М., 2006. – С. 157.

197. Мониторинг и коррекция физического здоровья школьников: метод. пособие / [С.Д. Поляков, С.В. Хрущев, И.Т. Корнеева и др.]. – М.: Айрис-пресс, 2006. – 96 с. – (Методика).

198. Морфофункциональное созревание основных физиологических систем организма детей школьного возраста / Под ред. М.В. Антроповой, М.М. Кольцовой. – М.: Педагогика, 1983. – 182 с.

199. Москвичев, О.К. Состояние функции кардио-респираторной системы в периоде ремиссии бронхиальной астмы (БА) у детей / О.К. Москвичев, В.Н. Белозерцева, А.В. Белякова // Материалы XII Национального конгресса по болезням органов дыхания. – М., 11–15 ноября 2002.

200. Мутафов, О.А. Исследование возрастных особенностей гемодинамики детей методом измерения ударного объема крови: интегральная реография тела / О.А. Мутафов // Педиатрия. – 1976. – № 2. – С. 42–47.

201. Мухамедьярова, Е.Ф. Дыхательная гимнастика для младших школьников с тяжелыми нарушениями речи: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Е.Ф. Мухамедьярова. – Омск, 2003. – 24 с.

202. Нарскин, Г.И. Система профилактики и коррекции отклонений опорно-двигательного аппарата у детей дошкольного и школьного возраста средствами физического воспитания: дис. ... д-ра педаг. наук: 13.00.04 / Г.И. Нарскин. – Москва, 2003. – 426 с.

203. Национальная программа демографической безопасности Республики Беларусь на 2011–2015 годы / Указ Президента Республики Беларусь от 11 августа 2011 г. № 357.

204. Начинская, С.В. Спортивная метрология: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / С.В. Начинская. – 4-е изд. – М.: Академия, 2012. – 240 с.

205. Нестеренко, В.Б. Чернобыльская катастрофа: Причины и последствия (Экспертное заключение): Ч. 4 «Последствия катастрофы на Чернобыльской АЭС для Украины и России» / В.Б. Нестеренко, Е.А. Яковлев, А.Г. Назаров. – Мн.: Тест, 1993. – 243 с.

206. Новик, Г.А. Спирометрия и пикфлоуметрия при бронхиальной астме у детей: учебное пособие / Г.А. Новик, А.В. Боричев; под ред. И.М. Воронцова. – СПб.: Издание ГПМА, 2005. – 68 с.

207. Нормальная физиология: ученик / Р.С. Орлов, А.Д. Ноздрачев. – 2-е изд., исправл. и доп. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2010. – 832 с.

208. Нюхин, В.И. О некоторых методических подходах в формировании и совершенствовании физического воспитания в учебных заведениях / В.И. Нюхин // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику: Матер. науч.-технич. конф. – Т. 3. – Брянск, 1999. – С. 33.

209. Огороков, А.Н. Диагностика болезней внутренних органов: Т.3. Диагностика болезней органов дыхания / А.Н. Огороков. – М.: Мед. лит., 2005. – 464 с.

210. Омирбаева, С.М. Риск развития экологически обусловленных заболеваний / С.М. Омирбаева // Мед. труда и промышленная экология, 2004. – № 11. – С. 28–32.

211. Онищенко, Г.Г. Радиологические и медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 4. – С. 6–13.

212. Онищенко, Г.Г. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2008. – № 2. – С. 4–15.

213. Оноприенко, А.В. Комплексная индивидуальная оценка физического развития детей 1–11 лет по единым межгрупповым стандартам / Т.М. Максимова, В.Н. Янина, К.Б. Сегленице и др. // Педиатрия. – 1990. – № 6. – С. 56–60.

214. Организация работы групп продленного дня в учреждениях, обеспечивающих получение общего среднего образования: зборнік нарматыўных дакументаў / Міністэрства адукацыі Рэспублікі Беларусь. – 2005. – № 1 (563). – С.27–52.

215. Организация работы по исследованию функционального состояния легких методами спирографии и пневмотахометрии и применение этих методов в клинической практике // Метод. указания. – Минск, 2002. – 79 с.

216. Орлова, Л. Йога для всех. Полное иллюстрированное руководство / Л. Орлова. – Мн.: «Харвест», 2008. – 320 с.

217. Осипенко, Е.В. Свидетельство о государственной регистрации компьютерной программы № 415 «Автоматизированный комплекс “Спортес”» / Е.В. Осипенко. – Заявка № С20120033 от 12.04.2012. Запись в Реестре зарегистрированных компьютерных программ Национального центра интеллектуальной собственности Республики Беларусь 04.05.2012 г.

218. Осколкова, М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей / М.К. Осколкова. – М.: Медицина, 1988. – 272 с.

219. Особенности возрастного развития системы дыхания у детей 6–11 лет / Т.Д. Кузнецова, О.А. Гурова, И.П. Самбунова и др. // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 5. – С. 142–150.

220. Панавене, В.В. Особенности гемодинамики и варианты развития сердца у современных школьников: автореф. дис. ... канд. мед. наук / В.В. Паневе. – М., 1979. – 21 с.

221. Парин, В.В. Системная организация физиологических функций / В.В. Парин. – М.: Медгиз, 1969. – 444 с.

222. Петушков, М.Н. Особенности произвольного управления торакальными и абдоминальными дыхательными движениями: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / М.Н. Петушков. – Тверь, 2003. – 114 с.

223. Петушков, М.Н. Произвольное управление дыхательными движениями при грудном и брюшном дыхании / М.Н. Петушков, В.И. Миняев // Вестник тверского государственного университета. – Серия: БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ, 2009. – № 2. – С. 30–37.

224. Поберская, В.А. Физические факторы в коррекции функциональных нарушений у детей / В.А. Поберская, Е.А. Крадинова, Л.В. Кожелупенко // Рос. педиатр, журн. – 1998. – № 3. – С. 47–49.

225. Показания к проведению функциональных исследований у детей и подростков / [С.А. Ляликов и др.]. – Гродно : ГрГМУ, 2009. – 59 с.

226. Показатель заболеваемости детей Черниговской области является одним из самых высоких в Украине: материалы Всеукраинского научно-практического симпозиума: «Первичные иммунодефициты у детей – ранняя диагностика, лечение» [Электронный ресурс] / Черниговский инфо-медиа портал. – Электрон. дан. – Украина. – Режим доступа: <http://ch.ua/main/region/1848-pokazatel-zabolevaemosti-detey-chernigovskoy-oblasti-yavlyaetsya-odnim-iz-samyh-vysokih-v-ukraine.html>, свободный. – Дата доступа: 16.03.2013.

227. Последствия облучения для здоровья человека в результате Чернобыльской аварии: Научное приложение D к Докладу НКДАР ООН 2008 года Генеральной Ассамблее. – Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации. – Нью-Йорк, 2012. – 174 с.

228. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 94 от 15.07.2010 «Об утверждении Санитарных норм, правил и гигиенических нормативов «Гигиенические требования к устройству, содержанию и организации образовательного процесса в общеобразовательных учреждениях» и о признании утратившими силу некоторых технических нормативных правовых актов, отдельного структурного элемента технического нормативного акта». Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Гигиенические требования к устройству, содержанию и организации образовательного процесса в общеобразовательных учреждениях».

229. Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 07.12.2006 № 115 «Об утверждении Положения о группе продленного дня общеобразовательного учреждения» / Зарегистрировано в НРПА РБ 11 июня 2007 г. № 8/16618.

230. Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 201 от 28.06.2011 «Об утверждении Положения о группах продленного дня учреждений образования, реализующих общеобразовательные программы общего среднего образования, и признании утратившими силу некоторых нормативных правовых актов Министерства образования Республики Беларусь» / Зарегистрировано в НРПА РБ 09 сентября 2011 г. № 8/24123 («Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь», 201, № 103).

231. Пятин, В.Ф. Реакции нейронов дыхательного центра на локальную перфузию центральных хеморецепторных зон спинномозговой жидкостью с изменениями рН / В.Ф. Пятин // Актуальные вопросы регуляции дыхания. – Куйбышев, 1979. – С. 19–22.

232. Пятин, В.Ф. Генерация дыхательного ритма / В.Ф. Пятин, О.Л. Никитин. – Самара, 1998. – С. 96.

233. Радиологические и медицинские последствия аварии на Чернобыльской АЭС – 21 год спустя (пресс-релиз) // Здоровье населения и среда обитания. Информационный бюллетень. – 2007. – № 4 (169). – С. 210.

234. Разин, А.П. Радиационная авария на чернобыльской атомной электростанции: особенности воздействия инкорпорированных радионуклидов на организм человека / А.П. Разин // Успехи современного естествознания. – 2006. – № 4. – С. 80–82.

235. Реброва, О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica / О.Ю. Реброва. – М., МедиаСфера, 2006. – 312 с.

236. Рогачевская, О.В. Состояние сердечно-сосудистой системы школьников на европейском севере / О.В. Рогачевская, В.Г. Евдокимов // Гигиена детей и подростков, 1999. – № 5. – С. 36–40.

237. Родин, В.Е. Реабилитация медико-психологических последствий аварии на ЧАЭС у студентов ВУЗов физкультурно-спортивными методами (на примере Брянской области) / В.Е. Родин. – Брянск, Клинцы: Изд-во ГУП «Клинцовская городская типография», 2008. – 360 с.

238. Российский национальный доклад «25 лет Чернобыльской аварии: итоги и перспективы преодоления ее последствий в России (1986–2011)» / Под общей редакцией С.К. Шойгу, Л.А. Большова. – М., 2011. – 160 с.

239. Рощевский, М.П. Сезонные и социальные влияния на кардиореспираторную систему жителей севера / М.П. Рощевский, В.Г. Евдокимов, Н.Г. Варламова и др. // Физиология человека. – 1995. – Т. 21. – № 6. – С. 55–69.

240. Рубанович, В.Б. Особенности морфофункционального развития мальчиков 7–14 лет разных типов адаптивного реагирования / В.Б. Рубанович, Л.А. Гириенко, Р.И. Айзман // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 3. – С. 48–53.

241. Рублева, Л.В. Функциональное состояние миокарда младших школьников, проживающих в различных экологических условиях / Л.В. Рублева // Возрастная физиология. – 2010. – № 3. – С. 68–77.

242. Рыбаков, Ю.Ф. Взаимосвязь движений лыжников-гонщиков с дыханием в процессе совершенствования спортивного мастерства: автореф. ... дис. канд. пед. наук / Ю.Ф. Рыбаков. – Малаховка, 1982. – 23 с.
243. Савельев, Б.П. Функциональные параметры системы дыхания у детей и подростков / Б.П. Савельев, И.С. Ширяева. – М.: Медицина, 2001. – С. 232.
244. Самигуллин, Г.Х. Влияние физической нагрузки большой мощности на состояние сердечно-сосудистой системы школьников: автореф. дисс. канд. биол. наук / Г.Х. Самигуллин. – М., 1989. – 25 с.
245. Сапин, М.Р. Анатомия и физиология человека (с возрастными особенностями детского организма): учеб. пособие для студентов пед. вузов / М.Р. Сапин, В.И. Сивоглазов. – М.: Academia, 2008. – 384 с.
246. Сапожникова, Е.Н. Особенности вариабельности сердечного ритма у детей в возрасте от 7 до 12 лет различных групп вегетативной регуляции сердечного ритма / Е.Н. Сапожникова, Н.Н. Шлык // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2004. – №1–2. – С. 340.
247. Сафонов, В.А. Нейрофизиология дыхания / В.А. Сафонов, В.И. Ефимов, А.А. Чумаченко. – М., 1980. – С. 222.
248. Сафонов, В.А. Дыхание?!? / В.А. Сафонов, В.И. Миняев, И.Н. Полунин. – М., 2000. – 254 с.
249. Сафонов, В.А. Структурно-функциональная организация дыхательного центра / В.А. Сафонов, Н.Н. Тарасова // Физиология человека, 2006. – Т. 32. – № 1. – С. 118–131.
250. Сахно, Ю.Ф. Исследование вентиляционной функции легких: учебно-методическое пособие / Ю.Ф. Сахно, Д.В. Дроздов, С.С. Ярцев. – М., Издательство «РУДН», 2005. – 84 с.
251. Сергиевский, М.В. Структура и функциональная организация дыхательного центра / М.В. Сергиевский, Р.Ш. Габдарахманов, А.М. Огородов, В.А. Сафонов, В.Е. Якунин. – Новосибирск, 1993. – С. 20–25.
252. Сидоренко, Г.И. Инструментальные методы исследования в кардиологии: руководство / Г.И. Сидоренко. – Минск, 1994. – 272 с.
253. Синдром экологической дезадаптации у детей Беларуси и пути его коррекции: метод. рекомендации / Науч.-исслед. клинич. ин-т радиац. медицины и эндокринологии; сост. Н.А. Гресь [и др.]. – Мн., 2000. – 54 с.
254. Ситдииков, Ф.Г. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков: метод. руководство / Ф.Г. Ситдииков, С.И. Русинова, В.А. Копылова, А.В. Крылова, Р.И. Гильмутдинова, Т.А. Аникина. – Ч. II. – Казань, 1997. – С. 3–8.



255. Смирницкий, К.Н. Методика обучения юных гребцов рациональному согласованию движений и дыхания в гребле на байдарках и каноэ автореф. ... дис. канд. пед. наук: 13.00.04 / К.Н. Смирницкий. – Л., 1987. – 22 с.
256. Смирнов, К.М. О произвольной регуляции дыхания при дыхательных упражнениях / К.М. Смирнов // Координация двигательных и вегетативных функций при мышечной деятельности человека. – Л., 1965. – С. 83–97.
257. Смирнов, К.М. Исследование произвольной регуляции дыхания в физиологии труда и спорта / К.М. Смирнов // Материалы симпозиума: Произвольное управление дыханием человека. – Л., 1975. – С. 19.
258. Соколов, Е.В. Возрастное развитие резервных и адаптивных возможностей системы дыхания / Е.В. Соколов, Т.Д. Кузнецова, И.П. Самбунова // Физиология развития ребенка. – М., 2000. – С. 167–184.
259. Солодков, А.С. Общая физиология: учеб. пособие / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – СПб.: СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 2000. – 216 с.
260. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – Изд. 4-е. – М.: Советский спорт, 2010. – 620 с.
261. Солопов, И.Н. Восприятие и произвольный контроль основных параметров внешнего дыхания у человека: монография / И.Н. Солопов. – Волгоград: ВГАФК, 1998. – 184 с.
262. Солопов, И.Н. Физиологические эффекты методов направленного воздействия на дыхательную функцию человека: монография / И.Н. Солопов. – Волгоград, 2004. – 220 с.
263. Солопов, И.Н. Диагностика и управление функциональным состоянием: Учебное пособие для самостоятельной работы студентов / И.Н. Солопов, Н.Н. Сентябрев, Е.П. Горбанева. – Волгоград: ВГАФК, 2006. – 110 с.
264. Сонькин, В.Д. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников: автореф. ... дис. д-ра биол. наук / В.Д. Сонькин. – М., 1990. – 50 с.
265. Сонькин, В.Д. Физическая работоспособность и энергообеспечение мышечной функции в постнатальном онтогенезе человека // Физиология человека, 2007. – Т.33. – № 3. – С. 81–99.
266. Сонькин, В.Д. Проблема оценки физической работоспособности детей и подростков / В.Д. Сонькин, Г.М. Маслова // Новые исследования. – 2008. – Т. 1. – № 16–1. – С. 43–51.

267. Социальная антропология / Л.И. Тегачо; А.И. Зеленков; НАН Беларуси, Ин-т истории. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 224 с.
268. Степанова, Е.И. Здоровье детей и радиация: актуальные проблемы и решения / Е.И. Степанова, В.Ю. Вдовенко // Врач. дело, 2006. – № 4. – С. 26–30.
269. Суботялов, М.А. Морфофункциональные и психофизиологические особенности подростков и юношей различных конституциональных типов: автореф. ... дис. канд. биол. наук / М.А. Суботялов. – Новосибирск, 2002. – 24 с.
270. Судаков, К.В. Теория функциональных систем и другие ведущие теории физиологии / К.В. Судаков // Функциональные системы организма / Под ред. К.В. Судакова. – М.: Медицина, 1987. – 432 с.
271. Судаков, К.В. Теория функциональных систем. – М.: Медицина, 1996. – 95 с.
272. Сулейманов, И.И. Дыхательные упражнения и их взаимосвязь с двигательными действиями: методические рекомендации / И.И. Сулейманов. – Омск, 1991. – 36 с.
273. Сухарева, Л.М. Особенности заболеваемости московских школьников за последние 50 лет / Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт, Л.Ф. Бережков и др. // Гигиена и санитария. – 2009. – № 2. – С. 21–26.
274. Тамбовцева, Р.В. Возрастное развитие тканевых источников энергообеспечения мышечной функции / Р.В. Тамбовцева, В.Д. Сонькин // Вестник спортивной науки. – 2009. – № 6. – С. 32–38.
275. Таможников, Д.В. Технология функциональной подготовки юных футболистов в разные периоды тренировочного цикла на основе использования регламентированных режимов дыхания: автореф. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Д.В. Таможников. – Волгоград, 2008. – 22 с.
276. Тегачо, Л.И. Динамическое наблюдение показателей физического развития школьников Республики Беларусь / Л.И. Тегачо, О.В. Марфина // Journal of the Anthropological Society of Serbia Novi Sad, 2008, vol. 43, p. 292–300.
277. Тиффно индекс [Электронный ресурс]. – 2012. – Режим доступа: <http://www.spontan.ru/spravochnik-pulmonologa/663-tiffno-indeks.html>. – Дата доступа: 14.03.2012.
278. Тихвинский, С.Б. Влияние систематических занятий спортом на систему дыхания у детей и подростков // Детская спортивная медицина. – М.: Медицина, 1980. – С. 60–66.
279. Тихвинский, С.Б. Детская спортивная медицина // Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева. – Рук-во для врачей. – М.: Медицина, 1991. – 560 с.

280. Трошин, В.П. Характеристика тиреоидных раков в регионе, пострадавшем от аварии на Чернобыльской АЭС (1986–2006): дис. ... д-ра мед. наук / В.П. Трошин. – СПб., 2009. – 175 с.
281. 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.
282. Тупицын, И.О. Дети Чернобыля: эколого-физиолог. аспект / И.О. Тупицын; Мос. психолого-соц. ин-т, Акад. пед. и соц. наук. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Моск. психол.-соц. ин-т, 2000. – 155 с.
283. Тур, А.Ф. Пропедевтика детских болезней / А.Ф. Тур. – Л.: Медгиз, 1954. – 364 с.
284. Тюрин, Ю.Н. Анализ данных на компьютере: учебное пособие / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров. – 4-е изд., перераб. – М.: ИД «Форум», 2010. – 368 с.
285. Уилмор, Дж. Х. Физиология спорта и двигательная активность / Дж. Х. Уилмор, Д.Л. Костил. – Киев: Олимпийская литература, 2001. – 502 с.
286. Усов, И.Н. Здоровый ребенок: Справочник педиатра / И.Н. Усов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Беларусь, 1994. – 446 с.
287. Утка, В.Г. Заболеваемость новообразованиями детского населения Брянской области и Российской Федерации с 1989 по 2008 г. / В.Г. Утка, Е.А. Ермилова. – Материалы департамента здравоохранения Брянской области (медицинский информационно-аналитический центр). – Брянск, 2009. – 73 с.
288. Ухтомский, А.А. Собрание сочинений / А.А. Ухтомский. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1950–1954. – Т. 4. – 231 с.
289. Учебные программы для учреждения общего среднего образования с русским языком обучения: Физическая культура и здоровье. I–IV классы. – Минск: НИО, 2012. – С. 198–239.
290. Ушаков, И.Б. Отдаленные последствия при условно малых дозах облучения (обзор литературы) / И.Б. Ушаков, Б.И. Давыдов, С.К. Солдатов // Медицина труда и промышленная экология. – 2000. – № 1. – С. 21–25.
291. Уэст, Д.Б. Патофизиология органов дыхания / Джон Б. Уэст. – М.: Бином, 2008. – 228 с.
292. Фарбер, Д.А. Функциональная организация больших полушарий при выполнении произвольных движений. Возрастной аспект / Д.А. Фарбер, И.О. Анисимова // Физиология человека. – 2000. – № 5. – С. 35–43.
293. Фарфель, В.С. Управление движениями в спорте / В.С. Фарфель. – 2-е изд. – М.: Советский спорт, 2011. – 202 с.

294. Федоров, Н.А. Влияние физической нагрузки повышающейся мощности на показатели кардиореспираторной системы спортсменов с различными типологическими особенностями кровообращения: дис. ... канд. биол. наук / Н.А. Федоров. – Казань, 2010. – 124 с.
295. Фетисов, С.Н. Медицинские последствия чернобыльской катастрофы: здоровье населения Брянской области (к 20-летию катастрофы на ЧАЭС) / С.Н. Фетисов, А.Д. Прошин, В.Н. Дорощенко. – Брянск, 2006. – С. 210.
296. Физиология дыхания / Ред. коллегия проф. Л.Л. Шик (отв. ред.). – Л. Наука, Ленинградское отделение, 1973. – 351 с.
297. Физиология дыхания / Под ред. И.С. Бреслава, Г.Г. Исаева. – СПб.: Наука, 1994. – 680 с.
298. Физиология и основы анатомии: учебник / под. ред. А.В. Котова, Т.Н. Лосевой. – М.: Медицина, 2011. – 1056 с.
299. Физиология развития ребенка. Руководство по возрастной физиологии / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – М.: МПСИ, 2010. – 768 с.
300. Физиология человека. В 3-х т. Пер. с англ. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – 3-е изд. – М. Мир, 2004. – Т. 2. – С. 566–641.
301. Физиология человека: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 2 / А.И. Кубарко [и др.]; под ред. А.И. Кубарко. – Мн.: Выш. шк., 2011. – 623 с.
302. Физиологические особенности организма школьника и физическое воспитание сб. науч. тр. / Свердлов. гос. пед. ин-т; [Редкол. Р.А. Шабунин и др.]. – Свердловск Свердлов. ГПИ, 1986. – 86 с.
303. Физическая реабилитация: учебник для студ. высших учебных заведений / Под общ. ред. проф. С.Н. Попова. – Изд. 2-е. – Ростов-на-Дону: изд-во «Феникс», 2004. – 608 с.
304. Филонов, В.П. Основные направления развития гигиены детей и подростков на современном этапе в Республике Беларусь / В.П. Филонов, С.М. Соколов, Н.Ф. Фарино // Медицинские новости. – 2000. – № 12. – С. 20–23.
305. Фомин, Н.А. Физиология человека / Н.А. Фомин. – М.: Просвещение; Владос, 1995. – 416 с.
306. Функциональные методы исследования органов дыхания Дыхательная недостаточность [Электронный ресурс] / 4Medic.ru – Информационный портал для врачей и студентов-медиков. – Электрон. дан. – Москва, 2007. – Режим доступа: <http://www.4medic.ru/page-id-597.html>, свободный. – Дата доступа: 12.02.2012.
307. Хмелева, С.Н. Адаптация к физическим нагрузкам и ее медико-биологические характеристики у спортсменов циклических видов

спорта / С.Н. Хмелева, А.А. Буреева, В.Ю. Давыдов, Н.Д. Васильев // Теория и практика физической культуры. – 1997. – № 4. – С. 19–21.

308. Хомич, М.М. Рост и развитие ребенка: монография / М.М. Хомич, В.В. Юрьев, А.С. Симаходский, Н.Н. Воронович. – 2-е изд. – СПб., 2003. – 272 с.

309. Хомич, М.М. Оценка интервальных показателей электрокардиограммы у детей / М.М. Хомич // Вопросы современной педиатрии, 2005. – № 4. – С. 72–76.

310. Хрипкова, А.Г. Возрастная физиология и школьная гигиена / А.Г. Хрипкова, М.В. Антропова, Д.А. Фарбер. – М.: Просвещение, 1990. – 319 с.

311. Хрущев, С.В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников / С.В. Хрущев. – М.: Медицина, 1980. – 221 с.

312. Хураськина, Н.В. Изучение вегетативной регуляции у детей дошкольного возраста / Н.В. Хураськина, Е.В. Саперова, Г.С. Мурзакаева // Альманах «Новые исследования». – М.: Вердана, 2004. – № 1–2. – С. 402.

313. Цыгановский, А.М. Особенности морфофункциональных реакций юношеского населения Брянской области на радиоактивную и техногенно-токсическую загрязненность окружающей среды: дис. ... канд. биол. наук / А.М. Цыгановский. – Брянск, 2009. – 192 с.

314. Чаяло, П.П. Использование некоторых биохимических и физико-химических показателей для оценки функций легких у здоровых детей школьного возраста / П.П. Чаяло, И.Е. Колпаков, Г.М. Чоботько и др. // Педиатрия, 1991. – № 6. – С. 42–45.

315. Ченегин, В.М. Возрастная динамика регуляции частоты сокращений сердца у школьников при различной физической активности / В.М. Ченегин, Е.Д. Докучаева // Физиология человека. – 1989. – Т.5. – № 6. – С. 105–113.

316. 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.

317. Четверть века после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления / Национальный доклад Республики Беларусь. – Минск: Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011. – 90 с.

318. Шалков, Н.А. Вопросы физиологии и патологии дыхания у детей / Н.А. Шалков. – М., 1957. – 319 с.

319. Шалков, Н.А. Показатели сердечного выброса у детей и подростков / Н.А. Шалков // Педиатрия. – 1970. – № 4. – С. 18–20.

320. Шандригось, В.І. Комп'ютерна технологія – один із засобів організації навчальної роботи вчителя фізичної культури / В.І. Шандригось // Фізична культура в школі. – 2002. – С. 9–14.

321. Шахтарин, В.В. Заболеваемость раком щитовидной железы детей и подростков России после Чернобыльской катастрофы: отдаленный катамнез, верификация диагноза, эпидемиологическая оценка / В.В. Шахтарин, А.Ф. Цыб, Е.М. Паршков // Проблемы эндокринологии. – 1999. – № 2. – С.10–17.

322. Шевчук В.Е. 20 лет после Чернобыльской катастрофы. Последствия в Республике Беларусь и их преодоление / В.Е. Шевчук, под ред. В.Л. Гурачевского // Национальный доклад комитета по проблемам последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС при Совете Министров Республики Беларусь: Минск, 2006. – 112 с.

323. Шестакова, Т.Н. Повышение функциональной активности систем, ответственных за выведение из организма радионуклидов / Т.Н. Шестакова, Т.Ю. Логвина // Спортивный вестник Беларуси. – Мн., 1995. – С. 38–40.

324. Шик, Л.Л. Вентиляция легких: руководство / Л.Л. Шик // Физиология дыхания. – Л., 1973. – С. 44–68.

325. Шик, Л.Л. Основные принципы регуляции дыхания / Л.Л. Шик // Физиология дыхания. – Л., 1973. – С. 279–286.

326. Шик, Л.Л. Руководство по клинической физиологии дыхания / Л.Л. Шик, Н.Н. Канаев; под ред. Л.Л. Шика. – Ленинград: Медицина, 1980. – 425 с.

327. Шик, Л.Л. Основные черты управления дыханием / Л.Л. Шик // Физиология дыхания. Основы современной физиологии. – СПб., 1994. – С. 342–354.

328. Шипилина, Л.А. Методология психолого-педагогических исследований: учеб. пособие / Л.А. Шипилина. – 3-е изд., стер. – М.: Флинта, 2011. – 203 с.

329. 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.

330. Шлык, Н.И. Ритм сердца и гемодинамика у детей и подростков с различным уровнем активности регуляторных систем / Н.И. Шлык, Е.Н. Сапожникова, И.В. Гуштурова // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова, 2004. – Т. 90. – № 8. – С. 417.

331. Шульпина, В.П. Методология и технология совершенствования дыхательной функции в процессе физического воспитания

школьников с различным состоянием здоровья: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / В.П. Шульпина. – Омск, 2006. – 422 с.

332. Щетинин, М.Н. Дыхательная гимнастика А.Н. Стрельниковой / М.Н. Щетинин. – М.: Метафора, 2010. – 376 с.

333. Яблоков, А.В. Миф о безопасности малых доз радиации / А.В. Яблоков. – Москва: Центр экологической политики России, 2002. – 91 с.

334. Яблоков, А.В. Чернобыль: последствия Катастрофы для человека и природы / А.В. Яблоков, В.Б. Нестеренко, А.В. Нестеренко, Н.Е. Преображенская. – 3-е изд., доп. и перераб. – Киев, Универсарииум, 2011. – 592 с.

335. Arinchin, A.N. Health status of Belarussian children suffering from the Chernobyl accident: Sixteen years after the catastrophe. Imanaka T. (Ed.) / A.N. Arinchin, T.V. Avhacheva, N.A. Gres', E.I. Slobozhanina. – Recent Research Activities about the Chernobyl Accident in Belarus, Ukraine and Russia, KURRI-KR-79, Kyoto, Kyoto University. – 2002. – pp. 231–240.

336. Baker, T.L. Sleep-related apneic and apneustic breathing following pneumotoxic lesion and vagotomy / T.L. Baker, A. Netick, W.C. Dement // *Respir. Physiol.*, 1981, vol. 46. – P. 271–294.

337. Bartlett, R.H. Respiratory maneuvers to prevent postoperative pulmonary complication – a critical review / R.H. Bartlett, A.B. Gazzaniga, T.R. Geraghty. – *JAMA*. – 1973. – Vol. 224. – pp. 1017–1021.

338. Bartlett, R.H. Pulmonary Insufficiency / R.H. Bartlett, P. Rich. – New York: NY, 2003.

339. Berthoin, S. Effect of a 12-week training programme on Maximal Aerobic Speed (MAS) and running time to exhaustion at 100% of MAS for students aged 14 to 17 years / S. Berthoin, F. Manteca, M. Gerbeaux et al. // *J. Sports. Med. Phys. Fitness*. – 1995. – V. 35. – № 4. – p. 251–256.

340. Bradley, G. A model of the central and reflex inhibition of inspiration in the cat / G. Bradley, C. Euler, J. Martilla, B. Roos // *Biol. Cybernetics*. – 1975. – vol. 19. – P. 105–116.

341. Bradley, G.W. Control of breathing pattern / G.W. Bradley et al. // *Respiratory physiology*. Balti-mor, 1977. – P. 185–217.

342. Burlak, G. Non-cancer endpoints in children-residents after Chernobyl accident. Proceedings of International Conference. Twenty Years after Chernobyl Accident: Future Outlook. Contributed Papers (HOLTEH, Kiev) / G. Burlak, M. Naboka, V. Shestopalov. – 2006. – Vol. 1. – pp. 37–41.

343. Campbell, E.J.M. The respiratory muscles and the mechanics of breathing / E.J.M. Campbell. – London, 1958. – 254 p.

344. Campbell, E.J. The respiratory muscles Mechanise and neural control / E.J. Campbell, E. Agostoni, D. Newson. – London, 1970. – P. 268.

345. Campbell, E.J. Muscular activity in normal and abnormal ventilation / E.J. Campbell // Ventilatory and phonatory control system. – London, 1974. – P. 3–11.

346. Concentrations of lead in blood, hair, and saliva of German children living in three different areas of traffic density /M. Wilhelm, A. Pesch, U. Rostek et al. // Sci Total Environ. – 2002 Oct.7. – Vol. 297. – № 1–3. – P. 109–188.

347. Cooper, S. Muscle spindles and other muscle receptors / S. Cooper / Structure and function muscle. – London, 1960. – P. 381–420.

348. Delpierre, S. Interaction between vagal and chemoreceptors afferents in ventilatory response to transient hipercapnia (anaesthetised rabbit) / S. Delpierre, C. Guillot, Y. Jammes, C. Grimaud // Arch. Intern. Physiol. Biochim., 1977. – № 85. – P. 27–36.

349. Effects of endurance training on skeletal muscle oxidative capacities with and without selenium supplementation / I. Margaritis, F. Tessier, E. Prou et al. // J. Trace. Elem. Med. Biol., 1997. – V.11. – № 1. – P. 37–43.

350. Ekblom, B. Factors determining maximal aerobic power / B. Ekblom // Acta physiol. Scand. – 1986. – Vol. 126, suppl. 556. – P. 15–19.

351. Emmanouel, C. Effects of four physical education teaching methods on development of motor skill, self-concept, and social attitudes of fifth-grade children / C. Emmanouel, Y. Zervas, G. Vagenas // Percept. Mot. Skills. 1992. – V. 74. – № 3 (Pt.2). – P.1151–1167.

352. Euler, C. The control of respiratory movement // Breathlessness. London. – 1966. – P. 19–24.

353. Euler, C. Central pattern generation during breathing / C. Euler // Trends Neurosci, 1980. – V. 3. – P. 275–277.

354. Evans, K.C. Functional MRI localisation of central nervous system regions associated with volitional inspiration in humans / K.C. Evans, S.A. Shea, A.J. Saykin // J. Physiol., 1999. – V. 520. – № 15. – Pt. 2 – P. 383.

355. Ferguson, C. Effects of prior veiy-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.

356. Fewell, J.E. The role of the larynx in the regulation of breathing during hypoxia in sleeping lambs / J.E. Fewell, P. Johnson // J. Physiol. (London), 1981. – vol. 320. – P. 57–58.

357. Fishman, A.P. Fishman's Pulmonary Diseases and Disorders / A.P. Fishman, J.A. Elias, J.A. Fishman, M.A. Grippi, R.M. Senior, A. Pack. – 2008. – 2vol. set, 4th ed. – McGraw-Hill. – 2895 p.

358. Frenkl, R.A. Children and exercise pediatric work physiology XV, Seregelyes 1989 / R.A. Frenkl, I. Szmodis (ed.). – Budapest: Nat. inst. For health promotion. – 1991. – 335 p.



359. Gandevia, S.C. Activation of the human diaphragm from the motor cortex / S.C. Gandevia, J.C. Rothwell // *J. Physiol. (London)*, 1987. – V. 384. – P. 109–118.
360. Grippi, M.A. *Pulmonary Pathophysiology* / M.A. Grippi. – Moscow, Russian Federation. – 1991. – 325 p.
361. Horishna, O.V. *Chernobyl Catastrophe and Public Health: Results of Scientific Investigations*. Chernobyl Children's Foundation, Kiev, 2005. – 59 p.
362. (IAEA 2008) International Atomic Energy Agency. *CHERNOBYL: LOOKING BACK TO GO FORWARD*. Vienna: IAEA (2008).
363. Ivanov, V.K. *Medical Radiological Consequences of the Chernobyl Catastrophe in Russia. Estimation of Radiation Risks* / V.K. Ivanov, A.F. Tsyb, S.I. Ivanov et al. – Petersburg, Nauka, 2004.
364. 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.
365. Kalia, M.P. Anatomical organization of central respiratory neurons / M.P. Kalia // *A. Rev. Physiol.*, 1981. – V. 43. – P. 105–120.
366. Kaplan, J.A. *Thoracic Anesthesia* / J.A. Kaplan, P.D. Slinger ed. – 3<sup>rd</sup> ed. – Philadelphia: Elsevier, 2003.
367. Killian, K.J. Breathlessness – the sense of respiratory muscle effort / K.J. Killian // *The perception of exertion in physical work* Eds. G. Borg, D. Otton. – Stockholm, 1988. – P. 71–79.
368. Korsakov, A.V. Integrated ecological-hygienic assessment of the state of the environment as a risk factor for the health / A.V. Korsakov, V.P. Michalev // *Problems of the regional ecology*. – 2010. – № 2. – P. 172–181.
369. Long, S. The neuronal determinants of respiratory rhythm / S. Long, J. Duffin // *Prog. Neurobiol*, 1986. – V. 47. – P. 262–270.
370. 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. – 1153–1166.
371. Maskill, D. Motor cortical representation of the diaphragm in man / D. Maskill, K. Murphy et al. // *J. Physiol.*, 1991. – V. 443. – P. 105–121.
372. Merrill, E.G. Interaction between medullary respiratory neurons in the cat / E.G. Merrill // *J. Physiol. (London)*, 1972. – V. 226. – P. 72–82.
373. Minyaeva, A. The features of reflectory and voluntary control of thoracic and abdominal respiratory movements / A. Minyaeva, V. Minyaev, M. Petushkov, G. Morozov, K. Markova // *International Congress “Neuroscience for Medicine and Psychology”*. – Sudak, Crimea, Ukraine. – 2008. – P. 204–205.
374. Miura, A. The effect of glycogen depletion on the curvature constant parameter of the power-duration curve for cycle ergometry / A. Miura, H. Sato, B.J. Whipp, Y. Fukuba // *Ergonomics*. – 2000. – pp. 133–141.

375. Nunn, J.F. Applied / J.F. Nunn // *Respiratory Physiology*, 1993. – 4th ed., Butterworths.

376. Paintal, A.S. Vagal sensory receptors and their reflex effects / A.S. Paintal // *Physiol. Rev.*, 1973. – V. 53. – P. 159–182.

377. Pelliccia, A. Determinants of morphologic cardiac adaptation in elite athletes – the role of athletic training and constitutional factors / A. Pelliccia // *Int. J. Sport. Med.* – 1996. – V.17. – Suppl. 3. – P. 157–163.

378. Puente-Maestu, L.S. Effects of two types of training on pulmonary and cardiac responses to moderate exercise in patients with COPD / L.S. Puente-Maestu, F. Gonzalez, B.J. Whipp // *EurRespir J.* – 2000. – P. 1026–1032.

379. Rossiter, H.B. A test to establish maximum O<sub>2</sub> uptake despite no plateau in the O<sub>2</sub> uptake response to ramp incremental exercise / H.B. Rossiter, J.M. Kowalchuk, B.J. Whipp // *J Appl Physiol.*, 2006 Mar. – № 100 (3). – P. 764–870.

380. Roussos, C. Function and fatigue of respiratory muscles / C. Roussos // *Chest.*, 1985. – V. 88. – suppl. 2. – P. 124–131.

381. Saether, K. Dorsal and ventral respiratory groups of neurons in the medulla of the rat / K. Saether, G. Hilaire, R. Montenu // *Brain. Res.*, 1987. – V. 419. – P. 87–96.

382. Sources and effects of ionizing radiation. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. UNSCEAR 2008 (Report to the General Assembly with Scientific Annexes, v. II – Scientific Annexes C, D and E). New York: United Nations, 2011. – 219 p.

383. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation (2008 Report to the General Assembly, v. II with Annexes); Annexes D and E. New York: United Nations (2010).

384. West, J.B. Pulmonary function in space / J.B. West, A.R. Elliot, H.J.B. Guy, G.K. Prisk. – *JAMA.* – 1997. – pp. 277.

385. Whipp, B.J. Ventilatory control during exercise in humans / B.J. Whipp // *Ann. rev. Physiol.* – 1983. – V. 45. – P. 393–413.

386. Whipp, B.J. Pulmonary O<sub>2</sub> uptake during exercise: conflating muscular and cardiovascular responses / B.J. Whipp, S.A. Ward, H.B. Rossiter // *Med Sci Sports Exerc.* – 2005. – № 37 (9). – P. 1574–1585.

387. Worgul, B.V. Cataracts among Chernobyl Clean-up Workers: Implications Regarding Permissible Eye Exposures, *Radiat. Res.* / B.V. Worgul, Y.I. Kundiyeu, N.M. Sergiyenko et al. – 2007. – pp. 167 (2): 233–243.

## Коротко об авторах



**ОСИПЕНКО Евгений Владиславович** – преподаватель кафедры физического воспитания и спорта учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь.

*Научно-исследовательская работа:* автор и соавтор более 60 научных работ, в том числе монографии, статей, компьютерного программного обеспечения, осуществляющего педагогический мониторинг физического состояния и умственной работоспособности школьников и студентов, практических рекомендаций, используемых

в образовательном процессе учреждений общего среднего и высшего образования г. Гомеля и области, Российской Федерации и Украины.

*E-mail:* eosipenko\_2009@mail.ru



**СЕВДАЛЕВ Сергей Владимирович** – заведующий кафедрой теории и методики физической культуры учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», кандидат педагогических наук, доцент, г. Гомель, Республика Беларусь.

Основными направлениями научной деятельности являются разработка новых технологий по воспитанию и формированию физического здоровья детей, пострадавших от катастрофы на Чернобыльской АЭС, а также контроль и управление тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов.

Автор и соавтор более 100 научно-методической работ, среди них 2 монографии.

*E-mail:* sevdalev@mail.ru

## **Приложение А**

### **Дыхательная гимнастика Стрельниковой А.Н.**

#### **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.

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.).

При выполнении комплекса динамических дыхательных упражнений желательно не форсировать очень быстрый темп. В процессе увеличения темпа необходимо соблюдать принцип обязательного удлинения пауз.

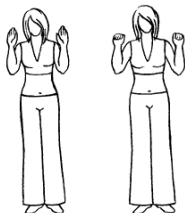
Смысл каждого упражнения в одновременности движения и короткого активного вдоха. При выполнении упражнений не старайтесь вдохнуть побольше воздуха, наоборот, вдох должен быть по объёму меньше возможного, выдоху не помогать!

Так, при заикании рекомендуется выполнять упражнение «насос» – 1500–2000 вдохов-движений в день, с небольшим отдыхом; при забо-

левании легких начинайте с 600 вдохов, прибавляя по 200; при астматических и сердечных приступах необходимо делать «насос» в положении сидя, по 2–4 вдоха подряд всего 96 вдохов-движений.

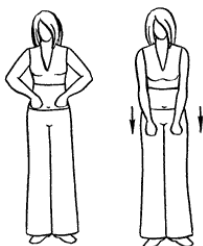
## Комплекс упражнений

### 1. «Ладонки»



Встать прямо, показать ладонки, при этом локти опустить, руки далеко от тела не уводить. Выполнять короткий, шумный, активный вдох носом и одновременно сжимать ладонки 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 приподнитесь, но не выпрямляйтесь полностью – в этот момент абсолютно пассивно уходит выдох через нос или через рот.

### 4. «Кошка» (приседания с

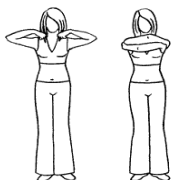
Встать прямо, руки опущены. Делаем легкие, пружинистые, танцевальные приседания, одновременно поворачивая туловище то



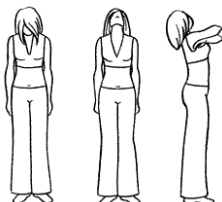
поворотом)



**5. «Обними плечи» (вдох на сжатии грудной клетки)**



**6. «Большой маятник» («насос» + «обними плечи»)**



**7. «Повороты головы»**



**8. «Ушки» («ай-ай», «китайский**

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!

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.

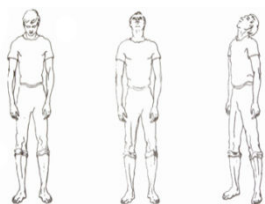
Встаньте прямо. Слегка наклонитесь к полу (руки тянутся к коленям, но не опускаются ниже них) – вдох. И сразу же без остановки слегка откиньтесь назад (чуть прогнувшись в пояснице), обнимая себя за плечи, - тоже вдох. Выдох уходит пассивно между двумя вдохами – движениями.

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.

**болванчик»)**



**9. «Маятник головой»**



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.

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 ушел. Затем повторяем то же с левой ноги.



## Приложение Б

### Звуковая гимнастика

По системе Кофлера–Лобановой–Лукьяновой дыхательные упражнения этой системы разбиваются на три группы:

1. Дыхательные упражнения выполняются в особых режимах и в движении.

2. Дыхательные упражнения, связанные с произношением отдельных звуков, букв и движением.

3. Дыхательные упражнения, связанные с речью и пением, с речью и движением, для выработки экономного, оптимального дыхания.

Основа данного типа дыхания: тренировка длинного, плотного, ровного выдоха; внимание уделено звуку, так как он есть выдох.

В данном типе дыхания нет счета, так как: во-первых – счет отвлекает от правильного выполнения дыхательных упражнений; во-вторых – система данного дыхания ориентируется на естественность и индивидуальность каждого занимающегося, то есть на «слушание» внутренних органов, приказов организма, в зависимости от его состояния, а так же на удобство процесса дыхания и его свободу.

Основное дыхательное упражнения: выдох-пауза-вдох; между вдохом и выдохом нет паузы, поэтому его еще называют «дыхание от выдоха».

Для выработки правильного трехфазного дыхания нужно освоить специальные дыхательные упражнения с произношением определенных звуков («пффф», «ссс», «ж», «з» и другие).

Эффект трехфазного дыхания: постановка правильного дыхания; укрепление дыхательного аппарата снимает нервное напряжение; нормализует сердцебиение; красивее звучит голос.

#### «Петух»

Встать прямо, ноги врозь, руки опустить. Поднять руки в стороны, а затем хлопнуть ими по бедрам. Выдыхая, произносить «ку-ка-ре-ку».

#### «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».

### **«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.

### **«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.

### **«Южный ветер»**

Вдох через нос, выдох через рот тёплым воздухом со звуком «ха-а» на ладони, будто согревая руки.

### **«Партизаны»**

Стоя, палка (ружье) в руках. Ходьба, высоко поднимая колени. На 2 шага – вдох, на 6-8 шагов – выдох с произнесением слова «ти-ш-ш-ш-ше».

### **«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».

### **«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».

### **«Часики»**

Встать прямо, ноги врозь, руки опустить. Размахивая прямыми руками вперед и назад, произносить «тик-так».

### **«Трубач»**

В положении сидя или стоя прислонить кисти рук к губам, изображая игру на музыкальном инструменте. Выполнить вдох и медленно выдыхать через образуемую губами трубочку с произношением «п-ф-ф» (рисунок 42).



Рисунок 42 – Выполнение детьми дыхательного упражнения «Трубач»

### **«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».

### **«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.

### **«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.

### **«Гуси летят»**

Медленная ходьба в течение 1–3 мин. Поднять руки в стороны – вдох, опустить вниз – выдох, произносить «г-у-у-у».

### **«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».

### **«Сирена»**

Вдох носом, на выдохе произносить звук «М» имитируя сирену. Задание выполняется при закрытом рте.

### **«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.

### **«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».

### **«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 выдохать с закрытым ртом, раздувая щёки. При этом кисти рук надавливают на щёки, создавая сопротивление (рисунки 43).



Рисунок 43 – Выполнение дыхательного упражнения «Надувайся шарик» с детьми

### **«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.

### **«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.

### **«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.

### **«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.

### **«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 (рисунок 44).



Рисунок 44 – Выполнение детьми дыхательного упражнения «Ветер и ветерок»

### **«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 взлет – звук направляется к голове, при посадке – звук направляется к туловищу. Упражнение регулирует кровяное давление ребенка, учит дыханию в заданном темпе по представлению (рисунок 45).



Рисунок 45 – Выполнение дыхательного упражнения «Полет самолета» с детьми

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 уселись 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**

### **Дыхание по системе «Хатха-йога» (Пранаяма)**

Пранаяма – 4-ая ступень системы йоги – искусство управлять праной (универсальной жизненной энергией) с помощью дыхания, способ накопления праны – жизненной силы. Пранаяма означает действие, направленное, на подчинение сознанию органов, регулируемых субстанцией – праной, поступление которой идет во время вдоха (пурака), а выделение во время выдоха (речака).

Прана имеет два элемента: внешний, который приводит в действие дыхательные мышцы (внешнее дыхание) и внутренний, который сознательно может контролировать так называемый пранический метаболизм (внутреннее дыхание).

Цель дыхательных упражнений йогов – увеличение объемов вдыхаемого воздуха для повышения биоэнергетических процессов, а также замедление дыхания для более экономного потребления кислорода.

Полное медленное и редкое дыхание позволяет человеку максимально поглощать прану из воздуха и накапливать  $\text{CO}_2$  в крови и в клетках всех тканей организма. Нужно научиться дышать так, чтобы углекислый газ продуцировался внутри организма и сохранялся бы в определенной концентрации. Занятия дыхательными упражнениями йогов ведут к уменьшению частоты дыхания (до 1–3 циклов в минуту) и к увеличению содержания  $\text{CO}_2$  в организме, что способствует нормализации важнейших систем организма: сердечно-сосудистой системы, системы органов дыхания, нервной системы, обмена веществ.

Основой дыхательных упражнений йогов является полное волнообразное дыхание, которое состоит из трех видов: нижнего (брюшного, диафрагмального); среднего (реберного); верхнего (ключичного).

Эффект дыхательных упражнений йогов: оказывает положительное воздействие на весь организм, помогает снять усталость, восстанавливает энергию, очищает кровь, появляется здоровый цвет лица и кожи, живость и ясность ума.

После освоения «полного дыхания» утром рекомендуется выполнять дыхательное упражнение «Анулема-вилема».

Эффект дыхательных упражнений: нормализует работу дыхательного центра, снижает частоту дыхания, способствует активизации умственной деятельности, снимает усталость, является хорошим профилактическим средством.

Другое дыхательное упражнение из пранаямы – «Ритмиогендры». Этот тип дыхания научно обосновал в 1918 году основатель института Йоги Йогендра.

Существует два варианта выполнения этого дыхательного упражнения: простой и усложненный.

Эффект простого варианта дыхательного упражнения: массаж внутренних органов: способствует значительному увеличению ЖЕЛ. Эффект усложненного варианта дыхательного упражнения: такой же как и в простом варианте, также снимает усталость, появляется ощущение легкости в голове, повышает работоспособность и бодрость.

#### *Дыхательное упражнение «ХА-ДЫХАНИЕ»*

Эффект дыхательного упражнения: активизирует работу печени, селезенки, поджелудочной железы; улучшает пищеварение.

#### *Дыхательное упражнение «КАПАЛАБХАТИ»*

Эффект дыхательного упражнения: выводит двуокись углерода из крови; очищает и укрепляет носовую полость (слизистую оболочку), диафрагму; помогает концентрации сознания; является прекрасным упражнением для легких.

#### *Дыхательное упражнение «БХЛАСТРИКА» (кузнечные меха)*

Выполнение этого ДУ требует осторожности: при появлении малейших признаков утомления или дискомфорта следует тут же прекратить его выполнение.

Эффект дыхательного упражнения: очищает носоглотку; оказывает лечебное действие при простудах; возможно применение в целях профилактики.

*Дыхательное упражнение «САХАДЖ ПРАНАЯМА»  
(облегченный вариант йоговского дыхания):*

Эффект дыхательного упражнения: укрепляет легкие, сердце; рекомендуется при ревматизме.

*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 возбуждательных 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).

## **Приложение Г**

### **Тренировка резервов мощности дыхательной системы (по Кучкину С.Н., 1991)**

Суть тренировки резервов мощности дыхательной системы – в увеличении дыхательных объемов, а также силы и выносливости дыхательных мышц.

Следует часто проветривать помещение классной комнаты и включать в комплексы физкультминуток дыхательные упражнения.

Все упражнения дыхательной гимнастики выполняются с соблюдением правил:

- вдох производится только через нос;
- дыхательные упражнения следует выполнять не от случая к случаю, а регулярно;
- упражнения должны выполняться без усилий и излишнего напряжения;
- не следует делать дыхательные упражнения до утомления;
- не желательно выполнять упражнения на полный желудок.

#### **Дыхательные упражнения для повышения ЖЕЛ (дыхательных объемов)**

«Вдох плюс три вдоха: выдох плюс три выдоха» (сверхглубокие вдохи–выдохи).

#### **Дыхательные упражнения для улучшения выносливости дыхательных мышц и повышения вентиляционных возможностей легких**

*Дыхательное упражнение «Максимальная вентиляция легких».* Приступить к этому дыхательному упражнению рекомендуется через 1–2 месяца регулярных занятий дыхательной гимнастикой. Лучше его выполнять после физических упражнений, для быстрой ликвидации кислородного долга.

### **Дыхательное упражнение для увеличения силы дыхательных мышц**

#### *Статические дыхательные упражнения:*

1. «Поддувание» уже наполненного волейбольного мяча через камеру.
2. Выдох с удержанием максимума на пневмотонометре.
3. Надувание резиновой груши и другое.

#### *Динамические дыхательные упражнения:*

1. Форсированные вдохи и выдохи, максимальные по скорости – «сдуть спичечный коробок».
2. Специальные дыхательные упражнения с отягощениями (использование искусственно создаваемых сопротивлений).
3. Мощные быстрые выдохи в воду, грудная клетка под водой.
4. Глубокие дыхательные движения грудной клеткой, перебинтованной резиновыми бинтами.
5. Усиленное дыхание в неудобной статической позе.

Эффект тренировки: повышается величина дыхательного объема; улучшается величина дыхательного объема; улучшается вентиляция маловентилируемых участков легких (резервных объемов); улучшается кровообращение; повышается подвижность грудной клетки.

### **Комплекс дыхательных упражнений**

1. И. п. – о. с. Плечи развернуть, голову держать прямо. Положить одну руку на ребро, другую – на диафрагму (для контроля). Сделать глубокий вдох на счёт «раз» (про себя), задержать дыхание и плавно выдохнуть со счётом от одного до пяти (вслух).

2. И. п. – о. с. Плечи развернуть, голову держать прямо. Положить левую руку на ребро, правую – на диафрагму. На счёт 1–2 (про себя) – глубокий вдох, задержка дыхания и на выдохе плавно посчитать вслух от 1 до 10. Добрать воздух и продолжить счёт до 15, ещё добрать и считать до 20 (25–30).



3. И. п. – о. с. Плечи развернуть, голову держать прямо. На счёт 1–3 (про себя) – глубокий вдох, задержка дыхания и на выдохе плавно произнести вслух) сначала каждый в отдельности, затем все вместе) звуки [ф], [ш], [с].

4. И. п. – о. с. Полностью выдохнуть воздух и не дышать в течение нескольких секунд. Затем наполнить лёгкие воздухом за несколько коротких (3–5 – 10–15) активных вдохов. Когда лёгкие будут наполнены, задержать воздух (следить, чтобы грудная клетка была полностью расширена) и сделать спокойный выдох.

5. И. п. – о. с. Сделать плавный продолжительный вдох и сквозь сжатые губы с силой выпустить воздух отрывистыми выдохами.

6. И. п. – стойка, руки на поясе. Наклоны вперёд вниз, при каждом наклоне делать порывистые вдохи. И. п. – плавный выдох.

7. И. п. – стойка, руки на поясе. Покачивая головой вправо и влево, делать сильные вдохи. И. п. – плавный протяжный выдох.

8. И. п. – стойка, руки на поясе. Растягивая губы в улыбке, произносить звук [с], выдыхая воздух и втягивая в себя живот.

9. И. п. – сидя на стуле, ноги слегка раздвинуты. Наклонить туловище, коснувшись грудью колен, руки свисают. Вдох, задержать дыхание. Выпрямиться, поднимая руки вверх, – выдох со звуком «ш-ш-ш».

10. И. п. – стоя, ноги на ширине плеч, руки вниз. С выдохом максимально втянуть живот внутрь, при вдохе выдвинуть живот максимально вперёд. Вначале упражнение выполняется медленно, затем темп постепенно увеличивается.

11. Ходьба на месте, счёт про себя. Вдох на счёт 1–3, выдох на счёт 1-5 со звуком «ф-ф-ф».

12. И. п. – о. с. Делать вдох и одновременно поднимать плечи, выдох – опускать плечи.

13. И. п. – о. с. Правую ноздрю закрыть указательным пальцем, левой ноздрей делать тихий, продолжительный вдох-выдох. То же правой ноздрей.

14. И. п. – о. с. Правую ноздрю закрыть указательным пальцем, левой ноздрей сделать продолжительный вдох, закрыть пальцем левую ноздрю и сделать выдох через правую. То же правой ноздрей.

15. И. п. – стоя, ноги на ширине плеч, слегка согнуты; туловище наклонено вперёд; руки упираются в колени. При выдохе максимально втянуть живот, с вдохом выдвинуть живот максимально вперёд. Выполнять упражнение, постепенно увеличивая темп.

### **Упражнение для очистки носовых проходов**

Сделать серию (6–8 раз) вдохов и выдохов через нос: вдохнуть медленно, выдохнуть быстро. Во время вдоха живот выдвигается максимально вперёд, а во время выдоха резко втягивается. Вдох и выдох следуют друг за другом, между ними не должно быть пауз.

### **«Очищение»**

Перед выполнением упражнения следует произнести фразу:

*Нужно правильно дышать, чтоб внутри всё очищать.*

Вдыхать левой ноздрёй, выдыхая через правую. Затем вдыхать правой ноздрёй, а выдыхать левой. *Повторить 5–7 раз.*

### **«Северный ветер»**

Вдох через нос, выдох через рот холодным воздухом, губы в трубочку. *Повторить 5–7 раз.*

### **«Аромат цветов»**

Выполняем три коротких вдоха через нос, плавный выдох через рот. *Повторить 7 раз.*

### **«Глубокое дыхание»**

Перед выполнением упражнения следует произнести фразу:

*Глубоко сейчас подышим, сердце мы своё услышим.*

Сесть на стул, вытянуть ноги и скрестить их. Кисти рук развернуть ладонями в стороны, пальцы рук в замок на уровне груди. Расслабиться, закрыть глаза и глубоко дышать. *Повторить 5–7 раз.*

### **«Медленное дыхание»**

Перед выполнением упражнения следует произнести фразу:

*Если медленно подышим, то весь мир вокруг услышим.*

Стоя, опустить руки, сделать быстрый вдох, притягивая руки к подмышкам ладонями вверх. Медленно выдыхая, опустить руки вдоль тела ладонями вниз. *Повторить 5–7 раз.*

### **«Ежик»**

И. п. – о. с.

1 – поворот головы вправо – короткий шумный вдох носом.

2 – поворот головы влево – выдох через полуоткрытый рот.

*Повторить 3 раза.*

### **«Маятник»**

И. п. – руки на поясе (вдох)

1 – наклон вправо (выдох)

2 – И. п. (вдох)

3 – наклон влево (выдох)

4 – и. п. (выдох)

*Повторить 5–7 раз.*

### **«Воздушный шарик»**

Ученики принимают удобную позу, закрывают глаза, начинают дышать глубоко и ровно.

«Сейчас мы будем учиться расслабляться с помощью дыхания. Представьте себе, что в животе у вас воздушный шарик. Вы вдыхаете медленно, глубоко-глубоко, и чувствуете, как он надувается... Вот он стал большим и лёгким. Когда вы почувствуете, что не можете больше его надуть, задержите дыхание, не спеша, сосчитайте про себя до пяти, после чего медленно и спокойно выдыхайте. Шарик сдувается... А потом надувается вновь... Сделайте так пять–шесть раз, потом медленно откройте глаза и спокойно посидите одну–две минуты».

### **«Семь свечей»**

«Сядьте удобно, закройте глаза, расслабьтесь. Вам спокойно, удобно и комфортно... Вы дышите глубоко и ровно... Представьте себе, что на расстоянии примерно метра от вас стоят семь горящих свечей... Сделайте медленный, максимальный глубокий вдох. А теперь вообразите, что вам нужно задуть одну из этих свечей. Как можно сильнее подуйте в её направлении, полностью выдохнув воздух. Пламя начинает дрожать, свеча гаснет... Вы вновь делаете медленный глубокий вдох, а потом задуваете следующую свечу. И так все семь...». Упражнение рекомендуется выполнять под спокойную музыку.

### **«Думай о дыхании»**

Участники удобно садятся, им даётся следующая инструкция: «Обычно мы не замечаем, как мы дышим. Но сейчас мы потренируемся контролировать этот процесс. Сначала просто сконцентрируйте своё внимание на том, как вы дышите – заметьте, когда происходит вдох, а когда выдох. А теперь начинайте дышать медленно и как можно глубже. Представьте себе, как свежий воздух входит в ваши лёгкие, всё ниже и ниже, до самого живота. Прочувствуйте, как это происходит. А теперь он медленно и плавно выходит. Сделайте семь таких медленных и глубоких вдохов–выдохов».

## **Комплексы корригирующих дыхательных упражнений для детей младшего школьного возраста**

### ***Комплекс 1 (без предметов, на воде)***

1. И. п. – стойка, руки на поясе. 1 – быстрый вдох; 2–4 – глубокий присед, продолжительный выдох.

2. И. п. – стойка, руки к плечам. 1 – быстрый вдох; 2–4 – глубокий присед, продолжительный выдох,

3. «Веселые ладошки». И. п. – то же. 1 – быстрый вдох; 2–4 – глубокий присед, выдох, кружение ладошками вверх,

4. «Сильные ладошки». И. п. – то же. 1 – быстрый вдох; 2–4 – глубокий присед, выдох, руки вверх, сжимание-разжимание кулаков (3–4 раза).

5. «Высокие прыжки». И. п. – стойка, руки на поясе. 1 – выпрыгивание вверх, быстрый вдох; 2–4 – глубокий присед, продолжительный выдох.

6. «Звезда». И. п. – безопорное положение лежа на груди. 1 – вдох, голова вверх; 2–4 – продолжительный выдох, голова опускается в воду.

7. «Отдых на воде». И. п. – лежа на спине («звезда»). Произвольное дыхание.

8. «Хлопаем в ладоши». И. п. – стойка, руки к плечам. 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, три хлопка руками над головой, выдох.

9. «Силачи». И. п. – стойка, руки за спиной. 1 – вдох; 2 – глубокий присед, руки к плечам, выдох; 3–4 – то же.

10. «Приветствие галчат». И. п. – стойка, руки к плечам, кисть прямо, большой палец к средней фаланге среднего пальца. 1 – вдох;

2–4 – глубокий присед, руки вверх, сжимать–разжимать кисти, поворачивать их в стороны, продолжительный выдох.

### ***Комплекс 2 (с массажным кольцом, на воде)***

1. И. п. – стойка, кольцо в двух руках прижато к груди. 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, руки вперед, продолжительный выдох.

2. И. п. – то же. 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, руки вверх, продолжительный выдох.

3. «Удержи, не урони!». И. п. – стойка, руки в стороны, кольцо на голове («шляпка»). 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, продолжительный выдох.

4. «Шляпка». И. п. – стойка, кольцо в руках на голове (шляпка). 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, руки вверх, покачать «шляпкой», продолжительный выдох.

5. «Водолаз в маске». И. п. – стойка, кольцо в прямых руках перед собой («маска»). 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, согнуть руки, продолжительный выдох в «маску».

6. И. п. – стойка, кольцо в правой руке внизу. 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, руки вверх, переложить кольцо из правой руки в левую; 5 – вдох, руки в стороны; 6–8 – глубокий присед, руки вниз, за спиной переложить кольцо из левой руки в правую, выдох.

7. И. п. – стойка, руки в стороны, кольцо в правой руке, 1 – вдох; 2–4 – глубокий присед, руки вниз, за спиной переложить кольцо из правой руки в левую, выдох; 5 – вдох, руки в стороны; 6–8 – глубокий присед, руки вниз, за спиной переложить кольцо из левой руки в правую, выдох,

8. И. п. – лежа на груди, хват руками за поручень, кольцо держать стопами. 1 – согнуть руки, подтянуться, вдох; 2–4 – выпрямить руки, опустить лицо в воду, выдох.

9. Плыть на спине, кольцо прижать к груди, движения ногами кролем.

10. Плыть на груди, стопами, коленями удерживать массажное кольцо, движения руками брассом, дельфином и кролем.

### ***Комплекс 3 (с массажным мячом, на воде)***

1. «Лепим колобок!». И. п. – стойка, массажный мячик («колобок») в руках перед грудью. 1 – вдох, катать колобок ладонками; 2 – присед, выдох, продолжать катать колобок ладонками; 3–4 – то же.

2. «Покажем колобок!». И. п. – стойка, массажный мячик («колобок») в руках перед грудью. 1 – вдох, колобок перед грудью; 2 – присед, руки вперед, показать колобок, выход; 3–4 – то же.

3. «Остудим колобок!». И. п. – стойка, руки на поясе, мячик («колобок») перед грудью. 1 – полный выдох; 2 – наклон вперед, руки на поясе, выдох, остудить колобок; 3–4 – то же.

4. «Вращаем колобок!». И. п. – стойка, мячик («колобок») в одной руке перед грудью, другая – на поясе. 1 – вдох, закрутить мячик; 2 – присед, руки на поясе, выдох; 3–4 – то же.

5. «Спрячемся от колобка!». И. п. – стойка, руки на поясе, мяч («колобок») перед грудью. 1 – вдох; 2 – глубокий присед, выдох; 3–4 – то же.

6. «Колобок высоко». И. п. – стойка, руки к плечам, мяч («колобок») в правой руке. 1 – вдох; 2 – присед, руки вверх, передать мяч из правой руки в левую над головой, выдох; 3 – стойка, руки к плечам, мяч в левой руке, вдох; 4 – присед, руки вверх, передать мяч из левой руки в правую над головой, выдох.

7. «Спрячем колобок!». И. п. – стойка, руки в стороны, мяч («колобок») в правой руке, смотреть на мяч. 1 – вдох; 2 – присед, руки вниз за спину, передать мяч из правой руки в левую, выдох; 3 – стойка, руки в стороны, мяч (колобок) в левой руке, смотреть на мяч, вдох; 4 – присед, руки вниз за спину, передать мяч из левой руки в правую, выдох.

8. «Передаем колобок в группировке». И. п. – стойка, руки в стороны, мяч («колобок») в одной руке. 1 – вдох; 2 – группировка в безопорном положении, мяч из одной руки в другую через низ, выдох; 3–4 – то же.

9. «Кто лучше спрячет колобок?». И. п. – стойка, мяч («колобок») в руках перед грудью. 1 – вдох; 2–4 – группировка, мяч «спрятать» к животу, продолжительный выдох.

10. Скользить на груди, мяч в прямых руках впереди.

11. Скользить на спине, мяч прижат к груди.

12. Плыть на груди, движения ногами кролем (дельфином, брассом), мяч в прямых руках впереди.

13. Плыть на спине, движения ногами кролем, мяч в прямых руках за головой.

14. Плыть на спине, движения ногами кролем, мяч прижат к груди.

15. «Вертушка». Плыть ногами кролем, руки вперед, мяч в руках, менять положение: на груди, на спине, на груди.

16. «Толкаем мяч». Плыть на груди произвольным или заданным способом, лицо в воде, толкать головой мяч вперед.

17. «Ловко ныряем». Бросить мяч вперед, доплыть, поднырнуть точно под него, дотронуться головой до мяча.

## Приложение Д

### Динамика показателей физического состояния детей 8-9 лет в ходе формирующего педагогического эксперимента

Таблица 24 – Динамика показателей физического развития мальчиков 8 лет ЭГ (n=19) и КГ (n=25) групп за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели		Группа	До эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	Достоверность различий (t, p)	Отн., %
Рост, см		ЭГ	130,25 ± 5,94	131,32 ± 5,36	t = 0,58; p > 0,05	0,8
		КГ	128,81 ± 5,79	130,70 ± 5,97	t = 1,14; p > 0,05	1,5
Масса, кг		ЭГ	29,22 ± 7,17	29,75 ± 7,31	t = 0,23; p > 0,05	1,8
		КГ	28,11 ± 5,38	29,96 ± 6,40	t = 1,11; p > 0,05	6,6
Динамометрия, кг	правая	ЭГ	9,45 ± 2,64	9,94 ± 2,54	t = 0,58; p > 0,05	5,2
		КГ	9,10 ± 2,77	9,42 ± 2,44	t = 0,43; p > 0,05	3,5
	левая	ЭГ	8,58 ± 2,78	8,25 ± 2,80	t = 0,36; p > 0,05	- 3,8
		КГ	8,52 ±	8,75 ±	t = 0,32;	2,7

			2,61	2,46	$p > 0,05$	
ОГК, см	в покое	ЭГ	57,79 ± 4,32	59,61 ± 4,95	$t = 1,21;$ $p > 0,05$	3,1
		КГ	56,54 ± 3,28	56,94 ± 4,39	$t = 0,36;$ $p > 0,05$	0,7
	на вдо- хе	ЭГ	61,74 ± 4,01	65,67 ± 4,97	$t = 2,68;$ $p < 0,05$	6,4
		КГ	60,62 ± 2,92	62,00 ± 5,04	$t = 1,18;$ $p > 0,05$	- 2,3
	на вы- дохе	ЭГ	56,74 ± 4,25	58,17 ± 4,94	$t = 0,96;$ $p > 0,05$	2,5
		КГ	55,42 ± 3,27	55,47 ± 4,40	$t = 0,05;$ $p > 0,05$	0,1

Таблица 25 – Динамика показателей физического развития девочек 8 лет ЭГ (n=12) и КГ (n=20) групп за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели		Группа	До эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	Достоверность различий (t, p)	Отн., %
Рост, см		ЭГ	130,82 ± 6,27	131,54 ± 5,74	$t = 0,29;$ $p > 0,05$	0,6
		КГ	126,75 ± 5,56	129,09 ± 4,64	$t = 1,45;$ $p > 0,05$	1,8
Масса, кг		ЭГ	30,85 ± 6,87	30,01 ± 7,77	$t = 0,28;$ $p > 0,05$	- 2,7
		КГ	26,44 ± 4,65	28,75 ± 5,32	$t = 1,46;$ $p > 0,05$	8,7
Динамометрия, кг	правая	ЭГ	6,67 ± 3,09	8,04 ± 1,59	$t = 1,37;$ $p > 0,05$	20,5
		КГ	7,13 ± 2,42	7,78 ± 2,11	$t = 0,91;$ $p > 0,05$	9,1
	левая	ЭГ	6,08 ± 3,15	7,46 ± 1,97	$t = 1,29;$ $p > 0,05$	22,7
		КГ	6,60 ± 2,01	6,94 ± 1,53	$t = 0,60;$ $p > 0,05$	5,2
ОГК, см	в покое	ЭГ	57,00 ± 5,29	57,33 ± 8,05	$t = 0,12;$ $p > 0,05$	0,6
		КГ	56,15 ± 3,50	58,67 ± 4,75	$t = 1,91;$ $p > 0,05$	4,5
	на вдо-	ЭГ	61,00 ±	61,96 ±	$t = 0,36;$	1,6



	хе		4,81	7,90	$p > 0,05$	
		КГ	59,88 ± 3,46	64,40 ± 4,79	$t = 3,42;$ $p < 0,01$	7,6
	на вы- дохе	ЭГ	55,83 ± 4,99	55,63 ± 7,75	$t = 0,08;$ $p > 0,05$	- 0,4
		КГ	55,08 ± 3,44	57,40 ± 4,42	$t = 1,85;$ $p > 0,05$	4,2

Таблица 26 – Динамика показателей физического развития мальчиков 9 лет ЭГ (n=13) и КГ (n=11) за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели		Группа	До эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	Досто- верность различий (t, p)	Отн., %
Рост, см		ЭГ	137,45 ± 3,70	138,04 ± 3,60	$t = 0,41;$ $p > 0,05$	0,43
		КГ	132,81 ± 3,64	133,58 ± 3,06	$t = 0,54;$ $p > 0,05$	0,6
Масса, кг		ЭГ	31,90 ± 4,08	33,75 ± 5,39	$t = 0,99;$ $p > 0,05$	5,8
		КГ	30,89 ± 6,37	34,86 ± 6,63	$t = 1,43;$ $p > 0,05$	12,9
Динамо- метрия, кг	правая	ЭГ	11,81 ± 2,96	11,27 ± 2,52	$t = 0,50;$ $p > 0,05$	- 4,6
		КГ	10,45 ± 4,07	11,64 ± 2,14	$t = 0,86;$ $p > 0,05$	11,4
	левая	ЭГ	10,19 ± 2,41	10,32 ± 3,00	$t = 0,12;$ $p > 0,05$	1,3
		КГ	9,91 ± 3,92	10,57 ± 2,11	$t = 0,49;$ $p > 0,05$	6,7
ОГК, см	в покое	ЭГ	58,08 ± 2 ,33	62,27 ± 2,20	$t = 4,71;$ $p < 0,001$	7,2
		КГ	59,27 ± 3,98	62,57 ± 5,91	$t = 1,54;$ $p > 0,05$	5,6
	на вдо- хе	ЭГ	62,31 ± 2,27	69,23 ± 3,05	$t = 6,56;$ $p < 0,001$	11,1

		КГ	63,73 ± 4,06	68,36 ± 6,51	t = 2,00; p > 0,05	7,3
	на вы- дохе	ЭГ	56,88 ± 2,02	60,68 ± 2,29	t = 4,49; p < 0,001	6,7
		КГ	57,91 ± 3,91	61,14 ± 5,79	t = 1,53; p > 0,05	5,6

Таблица 27 – Динамика показателей физического развития девочек 9 лет ЭГ (n=16) и КГ (n=11) за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели		Группа	До эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	Достоверность различий (t, p)	Отн., %
Рост, см		ЭГ	136,68 ± 5,54	137,32 ± 5,55	t = 0,33; p > 0,05	0,5
		КГ	130,81 ± 4,11	133,50 ± 8,63	t = 0,93; p > 0,05	2,1
Масса, кг		ЭГ	32,27 ± 3,84	33,63 ± 5,17	t = 0,84; p > 0,05	4,2
		КГ	28,23 ± 6,58	29,69 ± 6,81	t = 0,51; p > 0,05	5,2
Динамометрия, кг	правая	ЭГ	9,13 ± 2,05	10,10 ± 1,96	t = 1,37; p > 0,05	10,6
		КГ	8,82 ± 1,60	8,73 ± 1,69	t = 0,13; p > 0,05	- 1,0
	левая	ЭГ	8,41 ± 2,32	9,67 ± 1,86	t = 1,65; p > 0,05	15,0
		КГ	8,55 ± 2,52	8,73 ± 2,81	t = 0,16; p > 0,05	2,1
ОГК, см	в покое	ЭГ	58,06 ± 2,57	61,67 ± 4,70	t = 2,70; p < 0,05	6,2
		КГ	56,00 ± 3,92	58,00 ± 6,09	t = 0,92; p > 0,05	3,6
	на вдохе	ЭГ	62,41 ± 2,02	67,83 ± 5,25	t = 3,85; p < 0,001	8,7
		КГ	60,18 ±	64,00 ± 6,34	t = 1,78;	6,3

			3,24		$p > 0,05$	
	на вы- дохе	ЭГ	57,00 ± 2,48	59,80 ± 4,64	$t = 2,13;$ $p < 0,05$	4,9
		КГ	54,86 ± 3,86	56,85 ± 5,42	$t = 0,99;$ $p > 0,05$	3,6

Таблица 28 – Динамика функционального состояния ЭГ (n=19) и КГ (n=25) мальчиков 8 лет за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели	Группа	До экспери- мента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После экспе- римента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	(t, p)	Отн., %
Систолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	102,00 ± 20,21	94,07 ± 9,50	$t = 1,61;$ $p > 0,05$	- 7,8
	КГ	101,09 ± 10,64	94,72 ± 12,11	$t = 1,98;$ $p > 0,05$	- 6,3
Диастолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	65,63 ± 15,40	60,20 ± 9,82	$t = 1,30;$ $p > 0,05$	- 8,3
	КГ	64,73 ± 11,44	63,50 ± 12,19	$t = 0,37;$ $p > 0,05$	- 1,9
ЧСС п, уд/мин	ЭГ	85,26 ± 12,81	77,40 ± 9,49	$t = 2,15;$ $p < 0,05$	- 9,2
	КГ	81,77 ± 13,09	86,17 ± 10,80	$t = 1,30;$ $p > 0,05$	5,4
Проба Штанге, с	ЭГ	30,42 ± 7,77	30,35 ± 9,68	$t = 0,02;$ $p > 0,05$	- 0,2
	КГ	28,93 ± 10,19	30,40 ± 8,82	$t = 0,55;$ $p > 0,05$	5,1
Проба Генчи, с	ЭГ	13,63 ± 3,25	16,33 ± 5,76	$t = 1,78;$ $p > 0,05$	19,8
	КГ	12,96 ± 3,68	17,31 ± 5,73	$t = 3,19;$ $p < 0,01$	33,6
ЖЕЛ, мл	ЭГ	1492,63 ± 188,56	1611,18 ± 176,70	$t = 2,00;$ $p > 0,05$	7,9
	КГ	1546,80 ± 156,04	1556,04 ± 187,68	$t = 0,19;$ $p > 0,05$	0,6

Фонация, с	ЭГ	13,94 ± 4,24	17,87 ± 5,64	t = 2,43; p < 0,05	28,2
	КГ	14,84 ± 5,35	16,85 ± 4,69	t = 1,41; p > 0,05	13,5

Таблица 29 – Динамика функционального состояния ЭГ (n=12) и КГ (n=20) девочек 8 лет за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели	Группа	До эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После эксперимента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	(t, p)	Отн., %
Систолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	98,25 ± 9,84	88,70 ± 9,59	t = 2,41; p < 0,05	- 9,7
	КГ	92,58 ± 15,43	90,72 ± 7,67	t = 0,48; p > 0,05	- 2,0
Диастолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	65,67 ± 12,63	57,80 ± 4,96	t = 2,01; p > 0,05	- 12,0
	КГ	60,00 ± 10,08	56,56 ± 6,20	t = 1,30; p > 0,05	- 5,7
ЧСС п, уд/мин	ЭГ	91,92 ± 16,54	80,20 ± 8,54	t = 2,18; p < 0,05	- 12,8
	КГ	86,56 ± 13,07	86,89 ± 11,43	t = 0,08; p > 0,05	0,4
Проба Штанге, с	ЭГ	28,17 ± 6,13	37,00 ± 8,61	t = 2,89; p < 0,01	31,3
	КГ	28,62 ± 7,58	31,39 ± 9,68	t = 1,01; p > 0,05	9,7
Проба Генчи, с	ЭГ	13,33 ± 2,39	19,65 ± 5,23	t = 3,81; p < 0,001	47,41
	КГ	13,40 ± 3,69	16,36 ± 5,75	t = 1,94; p > 0,05	22,1
ЖЕЛ, мл	ЭГ	1456,67 ± 212,45	1496,67 ± 223,21	t = 0,45; p > 0,05	2,7
	КГ	1382,11 ± 200,52	1457,86 ± 203,28	t = 1,19; p > 0,05	5,5

Фонация, с	ЭГ	14,00 ± 4,63	18,86 ± 4,73	t = 2,54; p < 0,05	34,7
	КГ	12,58 ± 3,58	14,25 ± 5,07	t = 1,20; p > 0,05	13,3

Таблица 30 – Динамика функционального состояния мальчиков 9 лет ЭГ (n=13) и КГ (n=11) групп за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели	Группа	До экспери- мента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После экспе- римента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	(t, p)	Отн., %
Систолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	97,31 ± 8,15	98,31 ± 8,68	t = 0,30; p > 0,05	1,0
	КГ	100,11 ± 4,49	111,63 ± 8,26	t = 4,06; p < 0,001	11,5
Диастолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	61,46 ± 7,62	60,23 ± 10,70	t = 0,34; p > 0,05	- 2,0
	КГ	65,33 ± 13,07	67,62 ± 13,74	t = 0,40; p > 0,05	3,5
ЧСС п, уд/мин	ЭГ	89,31 ± 16,03	77,00 ± 9,23	t = 2,40; p < 0,05	- 13,8
	КГ	80,88 ± 8,94	78,62 ± 11,51	t = 0,51; p > 0,05	- 2,8
Проба Штанге, с	ЭГ	35,08 ± 8,75	38,75 ± 9,58	t = 1,02; p > 0,05	10,5
	КГ	31,29 ± 6,21	35,43 ± 12,63	t = 0,98; p > 0,05	13,2
Проба Генчи, с	ЭГ	14,54 ± 4,12	20,27 ± 5,48	t = 3,01; p < 0,01	39,4
	КГ	13,29 ± 3,45	16,86 ± 8,28	t = 1,32; p > 0,05	26,9
ЖЕЛ, мл	ЭГ	1733,08 ± 164,24	1776,50 ± 158,64	t = 0,69; p > 0,05	2,5
	КГ	1758,00 ±	1730,00 ±	t = 0,32;	- 1,6

		191,07	222,56	p > 0,05	
Фонация, с	ЭГ	15,15 ± 3,29	19,94 ± 5,85	t = 2,57; p < 0,05	31,6
	КГ	14,75 ± 4,62	16,36 ± 5,04	t = 0,78; p > 0,05	10,9

Таблица 31 – Динамика функционального состояния девочек 9 лет ЭГ (n=16) и КГ (n=11) групп за период формирующего педагогического эксперимента

Показатели	Группа	До экспери- мента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	После экспе- римента ( $\bar{X} \pm \sigma$ )	(t, p)	Отн., %
Систолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	97,00 ± 11,24	94,13 ± 10,84	t = 0,74; p > 0,05	- 3,0
	КГ	100,09 ± 10,93	99,50 ± 9,64	t = 0,15; p > 0,05	- 0,6
Диастолическое артериальное давление, мм. рт. ст.	ЭГ	62,27 ± 9,70	59,67 ± 8,89	t = 0,79; p > 0,05	- 4,2
	КГ	68,75 ± 8,12	64,27 ± 10,57	t = 1,11; p > 0,05	- 6,5
ЧСС п, уд/мин	ЭГ	89,21 ± 8,29	76,90 ± 20,47	t = 2,23; p < 0,05	- 13,8
	КГ	95,75 ± 11,90	88,18 ± 14,61	t = 1,33; p > 0,05	- 7,9
Проба Штанге, с	ЭГ	30,25 ± 6,29	35,42 ± 9,92	t = 1,76; p > 0,05	17,1
	КГ	36,00 ± 9,85	34,60 ± 7,99	t = 0,37; p > 0,05	- 3,9
Проба Генчи, с	ЭГ	13,25 ± 3,73	21,20 ± 6,80	t = 4,10; p < 0,001	60
	КГ	17,09 ± 4,35	17,88 ± 3,44	t = 0,47; p > 0,05	4,6
ЖЕЛ, мл	ЭГ	1582,50 ± 205,51	1655,83 ± 207,65	t = 1,00; p > 0,05	4,6

	КГ	1470,91 ± 151,23	1526,25 ± 202,62	t = 0,73; p > 0,05	3,8
Фонация, с	ЭГ	14,27 ± 2,37	16,44 ± 6,67	t = 1,23; p > 0,05	15,2
	КГ	15,89 ± 3,02	18,86 ± 6,82	t = 1,32; p > 0,05	18,7

Таблица 32 – Динамика показателей физической работоспособности детей 8–9 лет ЭГ и КГ за период формирующего эксперимента

Возраст, лет	Контрольное упражнение	Пол	ЭГ			КГ		
			До exper. ( $\bar{X} \pm m$ )	После exper. ( $\bar{X} \pm m$ )	t, p	До exper. ( $\bar{X} \pm m$ )	После exper. ( $\bar{X} \pm m$ )	t, p
8	ИГСТ (усл. ед.)	М	37,9 ± 0,8	46,1 ± 1,4	t = 3,1; p < 0,01	38,9 ± 1,0	42,1 ± 1,1	t = 1,33; p > 0,05
		Д	37,6 ± 1,1	45,5 ± 1,6	t = 2,3; p < 0,05	41,1 ± 1,1	43,0 ± 1,3	t = 0,71; p > 0,05
9	ИГСТ (усл. ед.)	М	39,8 ± 1,2	49,2 ± 0,9	t = 2,8; p < 0,05	40,4 ± 1,4	44,6 ± 1,8	t = 1,17; p > 0,05
		Д	38,8 ± 0,9	46,6 ± 1,6	t = 2,6; p < 0,05	39,3 ± 1,0	43,2 ± 1,2	t = 1,08; p > 0,05

*Научное издание*

**Осипенко** Евгений Владиславович  
**Севдалев** Сергей Владимирович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИИ ВНЕШНЕГО  
ДЫХАНИЯ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ**

*В авторской редакции*



Подписано в печать 14.03.2013. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Ризография. Усл. печ. л. 11,4.  
Уч.-изд. л. 12,4. Тираж 100 экз. Заказ № .

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования  
«Гомельский государственный университет  
имени Франциска Скорины».  
ЛИ № 02330/0549481 от 14.05.2009.  
Ул. Советская, 104, 246019, г. Гомель.