

На правах рукописи

СОКОРЕВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

**ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ  
ОСОБЕННОСТИ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА МАЛЬЧИКОВ СТАРШИХ  
КЛАССОВ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ДВИГАТЕЛЬНОГО  
РЕЖИМА**

03.00.13 – Физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Томск – 2007

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Сегодня можно констатировать тот факт, что здоровье учащихся ухудшается. По официальным данным Минздрава России только треть учащихся школьного возраста является относительно здоровыми. Доля абсолютно здоровых детей сегодня не превышает среди среднего школьного возраста 6%, старшего – 3%. К окончанию школы 50% подростков имеют ограничения по состоянию здоровья в выборе профессии и для призыва на службу в армию.

При всей многогранности подходов к сбережению и формированию здоровья подростков на одно из первых мест, как показали научные исследования, выходят факторы создания условий для оптимальной двигательной активности растущего организма, так как двигательная активность при правильном дозировании и достаточном объеме обладает огромным потенциалом в сохранении и формировании здоровья, в повышении резистентности организма подростков к негативным факторам среды [ Вайнбаум Я.С. с соавт., 1971; Гужаловский А.А., 1978; Хрущев С.В., 1980; Виленский М.Я., 1983; Дембо А.Г., 1988; Кончиц Н.С., 1990; Сухарев А.Г., 1991; Ендропов О.В., 1996; Рубанович В.Б., 2004 и др.].

Несмотря на это фундаментальное положение, сегодня приходится констатировать, что двигательная активность школьников существенно отстает от биологической потребности. По данным ВОЗ 47% российских школьников не занимаются физической культурой, 39% занимаются 1 – 4 часа в неделю, 4 часа и более занимаются 14% (Пресс-релиз ЕРБ ВОЗ /06/01/ Копенгаген, Эдинбург, 2004).

В настоящее время школа частично решает проблему восполнения объема двигательной активности путем увеличения количества уроков (до 3 – 4 в неделю). Однако потенциал урока физической культуры используется не в полной мере в связи с недостаточной научной обоснованностью индивидуализации объема и характера физических нагрузок.

В рекомендациях И.В. Никитина (1993); А.Д. Фильченкова (1995); В.В. Зайцевой (1995) и др., указывается на необходимость учета при определении объема и характера физической нагрузки типоспецифических врожденных свойств организма. Апробация педагогического подхода на основе типоспецифических свойств организма осуществлялась только в оздоровительной физической культуре и при подготовке высококлассных спортсменов. Правомерность его использования в практике школьной физической культуры (урока) вызывает сомнение и нуждается в дополнительном рассмотрении и анализе.

Обозначенная проблема повышения эффективности воздействия двигательной активности на организм старших школьников является актуальной, в связи с чем, предпринято настоящее исследование.

**Цель работы.** Исследование морфофункционального состояния организма мальчиков старших классов в различных условиях двигательного режима.

**Задачи исследования:**

1. Изучить объем и характер организованной и неорганизованной двигательной активности у школьников старших классов, проживающих в условиях промышленного города.

2. Исследовать уровень здоровья и показатели жизнедеятельности старших школьников с разным уровнем двигательной активности.

3. Исследовать закономерности изменений ряда морфофункциональных показателей систем организма в зависимости от уровня среднесуточной двигательной активности.

4. Исследовать особенности адаптации сердечно – сосудистой системы и показатели физической подготовленности школьников соматотипической и функциональной конституции.

5. Обосновать объем и режим двигательной активности, отвечающий задачам формирования оптимального функционального состояния организма, обеспечивающего высокий уровень адаптации к социальным и биологическим факторам.

**Научная новизна.** Показана зависимость показателей качества жизнедеятельности старших школьников (образ жизни, степень усталости в конце учебного дня, уровень простудной заболеваемости и астено - невротические проявления) от характера и объема двигательной активности. В исследовании представлены данные о влиянии урока физического воспитания на последующую психомоторную и умственную деятельность учащихся и о том, что стандартно – нормативный метод педагогического воздействия оптимизирует психомоторную и умственную деятельность только в случае, когда нагрузка не выходит за пределы умеренной мощности.

Впервые показано, что характер реакции и степень напряжения систем организма на физическую нагрузку отличаются в большей мере в зависимости от уровня физической работоспособности, чем от соматотипа. Это является свидетельством того, что дозирование физических нагрузок у школьников с учетом уровня физической работоспособности более предпочтительно, чем дозирование нагрузок с учетом соматотипа.

**Теоретическая и практическая значимость результатов исследования**  
Выявлен уровень двигательной активности, оптимизирующий морфофункциональное состояние, и оказывающий наиболее выраженное влияние на устойчивость организма школьников к неблагоприятным факторам внешней среды.

В ходе исследований были получены результаты, свидетельствующие о снижении умственной работоспособности школьников после занятий по физическому воспитанию. Этот факт, а также связь между степенью снижения ум-

ственной работоспособности и уровнем субъективной и объективной переносимости физической нагрузки могут быть использованы при определении индивидуального объема нагрузок. Выявленная особенность адаптации к физическим нагрузкам школьников с разными соматотипами и уровнем физической работоспособности найдет применение при дифференцированном и индивидуальном определении объема и характера двигательной активности.

**Апробация и внедрение результатов исследования.** Материалы диссертации доложены на конгрессе “Здоровье, обучение, воспитание детей и молодежи в XXI веке” (Москва 2004); на конференциях “Дни науки” факультета физической культуры НГПУ (2004; 2005); на конференции “Модернизация физического воспитания в системе образования” (Новосибирск 2006), на конференции “Актуальные проблемы физической культуры и спорта” (Томск 2007).

Материалы диссертации используются в цикле лекций по спортивной медицине и физиологии ФФК Новосибирского государственного педагогического университета, кафедрах физического воспитания и спорта Сибирского университета потребительской кооперации, Новосибирского государственного технического университета. Результаты исследований нашли применение в построении учебных и тренировочных программ ДЮСШ и СОШ.

**Публикации.** По материалам диссертации опубликовано 6 работ в сборниках научных трудов и журналах, из них 1 в рецензируемом журнале из списка ВАК РФ.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Двигательная активность школьников отличается большим разнообразием по своему уровню и характеру, но при этом в 60% случаев она имеет объем не более 30% от биологической потребности.

2. Общепринятый стандартно нормативный метод педагогического воздействия в процессе урока физического воспитания школьников демонстрирует ответную физиологическую реакцию всего аэробно – анаэробного диапазона, что не отвечает задачам формирования адаптивных возможностей организма и оптимизации последующей умственной работоспособности.

3. Подбор нагрузок, в процессе занятий физическими упражнениями, с учетом уровня физической работоспособности и характера реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку создает предпосылки оптимизации влияния двигательной активности на морфофункциональное и психофизиологическое состояние школьников в большей мере, чем учет особенностей соматотипа.

4. Уровень простудной заболеваемости, степень астено – невротических проявлений, выраженность (физического и умственного) утомления в процессе урока и учебного дня напрямую связаны с характером и объемом двигательной активности.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 185 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и списка литературы. Диссертация иллюстрирована 20 рисунками и 11 таблицами. Список литературы содержит 200 источников (182 отечественных и 18 иностранных).

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Объект и методы исследования**

Обследованы школьники 10 – 11 классов среднеобразовательных школ г.Новосибирска в количестве 194 человек и 48 спортсменов II – I разряда циклических видов спорта. Всего под наблюдением находилось 242 человека.

Учащихся разделили на 4 группы с учетом объема выполняемой двигательной активности. К первой подготовительной группе (П-1), в количестве 49 человек, отнесли школьников нерегулярно посещающих занятия по физической культуре в школе, самостоятельно не занимающихся физическими упражнениями. Вторую подготовительную группу (П-2) составили школьники в количестве 76 человек, имеющих некоторые ограничения к выполнению физических упражнений, постоянно посещающих занятия по физической культуре в школе и нерегулярно занимающихся физическими упражнениями самостоятельно. Третью группу-основную (О-3), в количестве 69 человек, составили школьники, занимающиеся по школьной программе без ограничений. Четвертую группу-спортивную (С-4) составили школьники, в количестве 48 человек, занимающиеся в спортивных секциях 3-4 раза в неделю циклическими видами спорта.

Двигательная активность (ДА) изучалась с помощью шагомеров и специально разработанных карт [ Н.С. Кончиц, 1990 ], где фиксировалась форма, вид, интенсивность и длительность двигательной активности. Вся полученная информация, характеризующая ДА, с помощью таблиц А.И. Бурназяна с соавт., (1983); Г. Моно (1973) переведена в энергозатраты на двигательную активность в ккал/кг сутки и рассчитана на 1 кг массы тела.

Антропометрические обследования проводились по методике В.В. Бунака (1941). С помощью динамометров измерялась сила мышц сгибателей кистей рук и разгибателей спины. Содержание резервного жира в организме определяли с помощью калипера, имеющего стандартное давление на бранши.

Соматотипический статус школьников оценивали по схеме В.Г. Штефко – А.Д. Островского с выделением трех конституциональных типов – астено - торакального (А-Т); мышечного (М); дигестивного (Д).

Проведена оценка физической подготовленности по тестам бега 100, 1000м и 12 минутного бега, подтягиванию на перекладине и прыжку в длину с места.

По результатам врачебно-педагогического наблюдения определялась «физиологическая кривая» урока по физическому воспитанию и оценивалась степень утомления после урока физического воспитания и в конце учебного дня.

Распространенность и степень выраженности астено – невротических про-

явлений исследовались по методике Ю.М. Губачева с соавт., (1976) и программе последовательной статистической процедуры [ Иовлев Б.В., Тонконогий И.М., 1969 ] проведена обработка полученных данных.

При исследовании образа жизни школьников использованы, разработанные и апробированные в научно – практической деятельности, формализованные опросники «Здоровье» и «Здоровый образ жизни» [ Кончиц Н.С., 1989; Головин О.В., 2000; Рябцев С.М., 1999; Байков Е.П., 2001 ]. Социально – гигиенические условия оценивали путем анализа ответов на вопросы разработанной анкеты [ Орёл В.И., 1991; Лебедев Т.Б., Баранов А.Н., 2002 ].

Состояние сердечно-сосудистой системы исследовали по частоте пульса в покое, при стандартных нагрузках, во время урока по физическому воспитанию и в период восстановления после них. ЧСС рассчитывали по 10 интервалам ЭКГ, записанной на электрокардиографе “Малыш” с помощью блока электродов [ О.В. Ендропов, Н.С. Кончиц, 1977 ], позволяющего проводить регистрацию ЧСС при массовых исследованиях.

Артериальное давление измерялось общепринятым методом в покое, в процессе занятий, лабораторных исследований и в период восстановления после окончания нагрузок.

Физическая работоспособность определялась методом степ - эргометрии (тест PWC170), расчёт проводился по формуле В.Л. Карпмана с соавт., (1974).

Исследования латентного времени двигательной реакции (ЛВДР), проводилось с помощью аппарата ИПР – 01. Точность воспроизведения усилий, движений, умственной работоспособности (интенсивности, внимания, кратковременной и долговременной памяти) исследовались по методике В.П. Загрядского и З.К. Сулимо-Самуйлло (1975), Р. Lindsay, D. Norman (1972).

Анализ, так называемой, «простудной» заболеваемости (ангины, отиты, острые респираторные и др.) проводился по выкопировке данных из амбулаторных карт школьных врачей, врачей поликлиник и здравпунктов.

Полученные результаты были подвергнуты математической обработке общепринятым методом математической статистики. Определялись средние значения ряда распределений, среднеквадратичное отклонение, дисперсия, их ошибки и доверительные интервалы. Достоверность различий между средними значениями определялась по критерию Стьюдента. Значения  $P < 0,05$  считались достоверными [Кабатов В.Ф., 1971]. Запись вида  $M \pm m$  означает, где  $M$  - среднее,  $\pm m$  – ошибка среднего. Все расчеты проводились с использованием пакета статистических программ «STATISTIKA».

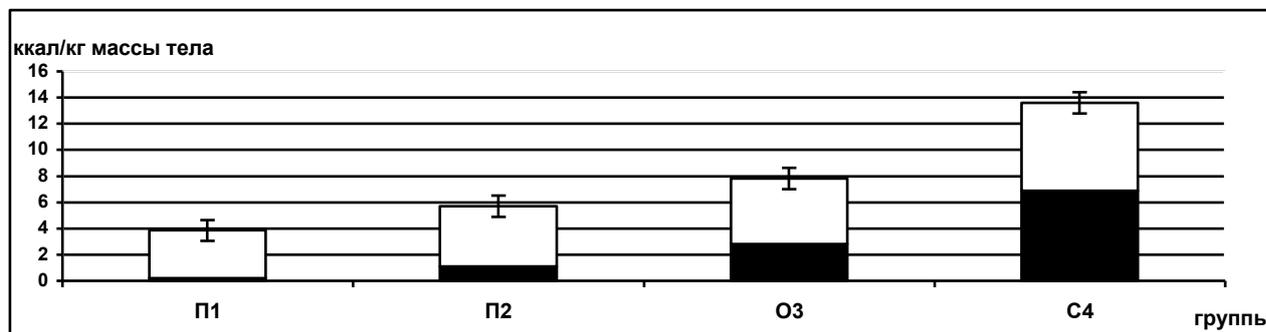
## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **Двигательная активность и её роль в формировании уровня жизнедеятельности старших школьников**

Анализ данных карт учета ДА показал, что вид, формы и объем ДА имеют

значительные индивидуальные различия, как у школьников, не занимающихся спортом, так и у спортсменов.

На рис. 1 представлены данные по энергозатратам на ДА у школьников различных физкультурно-спортивных групп.



**Рис. 1** Уровень среднесуточных энергозатрат на организованную  и неорганизованную  двигательную активность у школьников разных физкультурно-спортивных групп.

Рассматривая объем среднесуточных энергозатрат на ДА особо следует выделить спортивную группу, где прирост по сравнению с основной группой школьников составил в среднем 76,9% ( $p < 0,001$ ). В структуре энергозатрат привычная ходьба заняла 29,1%, обязательные занятия в спортивных секциях 51,5%. На физическую работу, самостоятельные занятия и прочие виды ДА энергозатраты у школьников составили 19,4%.

Анализ объема и характера ДА у школьников старших классов показал, что при значительно меньших групповых различиях по среднесуточным энергозатратам на ДА, выявлен значительный разброс индивидуальных значений.

Так, в нашем исследовании (рис. 2) у 194-х старших школьников, не занимающихся спортом среднесуточные энергозатраты на двигательную активность выявлены в диапазоне от 2-х до 19 ккал/кг массы тела. При этом, кривая распределения (частота встречаемости) сдвинута влево от нормальной, т.е. в сторону низких объемов двигательной активности. Только у 15-20% исследуемого контингента уровень двигательной активности можно считать оптимальным.

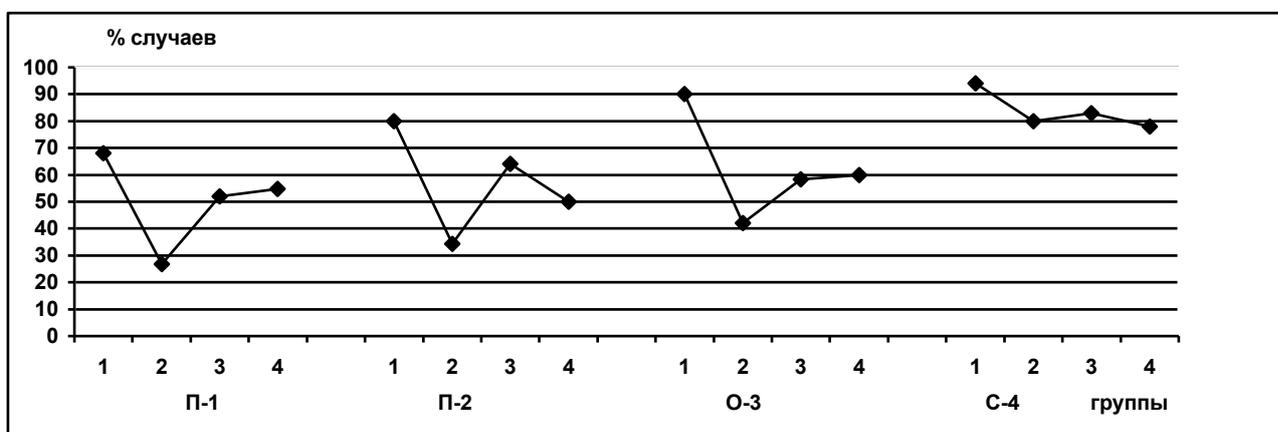
Важным условием решения проблем оптимизации двигательной активности школьников является сформированность культуры здоровья, наличие знаний о здоровом образе жизни.

Наличие высокой общей и гигиенической культуры необходимое условие для нормального морфофункционального и психофизиологического развития человека.



**Рис. 2 Частота встречаемости школьников, не занимающихся спортом с различным уровнем энергозатрат на двигательную активность.**

С целью выяснения степени сформированности здорового образа жизни, индивидуальных установок и стратегии поведения в отношении к собственному здоровью нами проанализированы ответы на вопросы анкеты "Здоровый образ жизни". Все вопросы анкеты были сформулированы в соответствии с 4 относительно самостоятельными группами по направлениям. Анализ проводился по четырём группам (рис. 3), отличающимся по уровню ДА, одному из факторов, определяющих использование знаний, умений, навыков, направленных на формирование здоровья. Анализ показал, что с увеличением объема ДА происходит увеличение всех параметров ЗОЖ, вместе с тем, во всех исследуемых группах уровень информативности существенно превышает уровень активности по сохранению и укреплению своего здоровья.



**Рис. 3 Уровень сформированности здорового образа жизни у школьников 15-17 лет с разным уровнем двигательной активности.**

**Примечание:** 1-уровень информированности о ЗОЖ; 2-активность позиции в поддержании своего здоровья; 3-негативное отношение к вредным привычкам; 4-удовлетворенность уровнем жизнедеятельности.

Основная причина, видимо, кроется в том, что в основе любой целенаправленной деятельности лежит потребность. Она является движущей силой человеческих поступков, центральным элементом их синтеза. По мнению Симонова П.В. (1981), Ломова Б.Ф. (1986) любое поведение человека, его психическая де-

тельность, эмоции, мышление, воля, ценностные ориентации формируются на базе потребностей в веществе, энергии, информации.

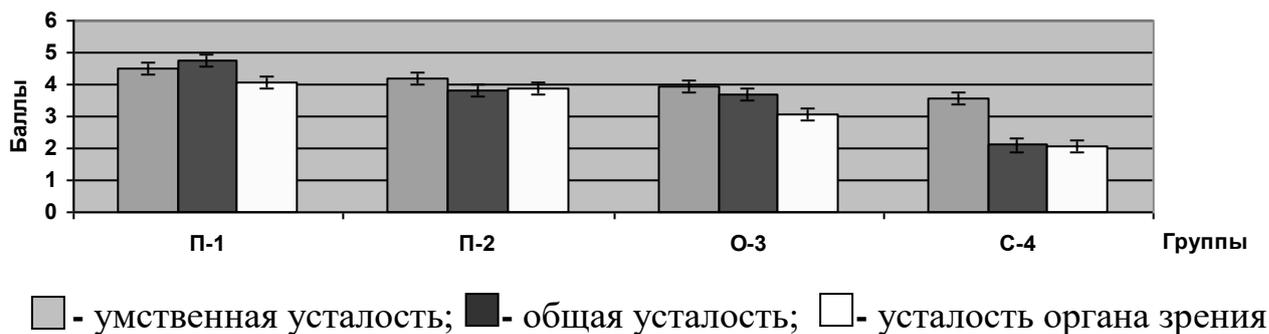
На сегодняшний день нет сформированной потребности общества в здоровом человеке, той потребности, которую можно было бы трансформировать в потребность личности. Поэтому нет должной мотивации, направленной на двигательную активность, как основного фактора формирования физического здоровья растущего организма. В настоящее время поступление в ВУЗ, профессиональное становление и т.д., только в некоторых ситуациях связывается с показателями здоровья.

В подтверждение этого можно привести данные Константиновского Д.Л. (2000): в ответе на вопрос о трех своих самых заветных желаниях российские респонденты на первое место поставили получение образования, на второе - хорошее материальное положение, на третье - счастье, гармоничную личную жизнь. «Здоровье» - выбрали всего 2,7% опрошенных. В то время как, например, у финских респондентов это пожелание присутствует в тройке наиболее значимых.

Современная образовательная система с обилием предметов, большим объемом информации, хроническим дефицитом времени и высоким эмоциональным напряжением выводит учебную работу школьников на предельно высокий уровень [ Киколов А.И., 1987; Агаджанян Н.А., 1988; Чоговадзе А.В., 1987; Асмоллов А.Г., 1996; Антропова М.В., Бородкина Б.В., и др., 1998; Дубровина И.В., 1998; Сухарева Л.М., Куинджи Н.Н., 1998; Васильева Т.Н., 1999 и др.] и сопровождается разной степенью усталости.

Скорость развития утомления, а также его глубина в конце учебного дня зависит от многих факторов, прежде всего, от состояния готовности к учебному процессу, т.е. от уровня образования, мотивации, определенных навыков в изучении материала, состояния адаптированности, объема и сложности изучаемого материала, комфортности состояния в школе и дома и т.д., [ Косилина Н.И., 1976; Калашникова З.С., с соавт., 1980; Мойкин Ю.В., с соавт., 1987; Базарный В.Ф., 1996 и др. ]. Несомненное влияние на скорость и глубину утомления, надо полагать, оказывает уровень резервных возможностей организма. В связи с тем, что резервные возможности во многом связаны с уровнем двигательной активности, это и стало предметом рассмотрения связи уровня ДА со степенью утомления школьников различных физкультурно-спортивных групп (рис. 4).

Анализ результатов исследования показал, что у школьников с низким уровнем двигательной активности наиболее высокий уровень общей и умственной усталости, а также усталости органа зрения. С увеличением объема ДА, а соответственно и уровня резерва функций, отмечена четкая тенденция к снижению усталости всех локализаций.

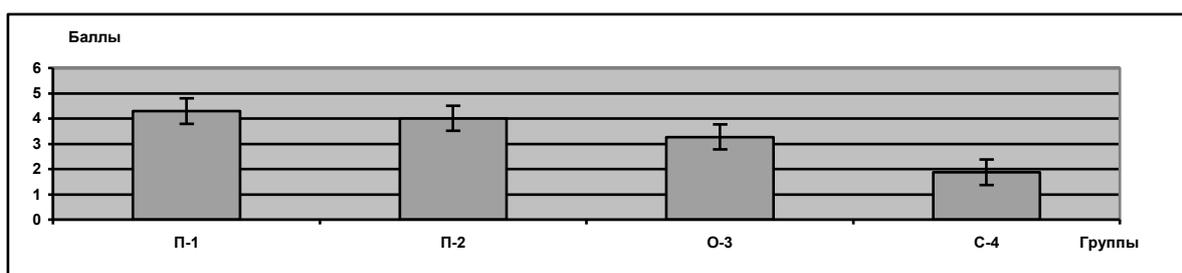


**Рис. 4 Уровень усталости в конце учебного дня у школьников с разным уровнем двигательной активности.**

В настоящее время нет возможности защитить учащихся от всех негативных факторов учебного процесса, одним из важнейших рычагов сохранения их здоровья является повышение устойчивости адаптационных механизмов.

Известно, что адаптация к физической нагрузке повышает резистентность организма к широкому спектру повреждающих факторов окружающей среды [Смирнов К.М., с соавт., 1975; Тхоревский В.И., с соавт., 1983; Дембо А.Г., 1988; Меерсон Ф.З., 1993 и др.]. В связи с чем, представляет интерес перекрестный адаптационный, а в практическом плане, защитный эффект тренировки, который состоит в повышении устойчивости организма школьников к астенизирующим факторам.

Так, оценки выраженности астено – невротических проявлений по 13 признакам в группах учащихся с разным уровнем ДА представлены следующим образом (рис. 5). Наиболее низкий уровень астено – невротических проявлений у учащихся отмечен в «спортивной» группе, который составил 1,87±0,37 балла, что на 44,32% ниже, чем в предыдущей группе и более чем в 2 раза по сравнению с 1 группой.



**Рис. 5 Уровень оценки астено - невротических проявлений у школьников 15-17 лет с разным уровнем двигательной активности.**

Нам представляется, что в основе значительной выраженности астено - невротических проявлений в группе с минимальным объемом ДА лежит внутренний конфликт, сущность которого можно выразить фразой - «Я не имею достаточно сил, но хочу». Речь идет о несоответствии уровня требований, которые предъявляет обучение в школе уровню физического и психо - эмоционального состояния школьников.

Изучение различных показателей качества жизни школьников во взаимосвязи с двигательной активностью представляет интерес и с позиции формирования устойчивости их организма, к так называемым, «простудным» заболеваниям. У школьников величина потерь учебного времени, связанная с простудными заболеваниями, составляет по данным [ Ендропова О.В., с соавт., 1986; Кончица Н.С., 1990; Рябцева С.М., 1998 и др. ] до 60-70%.

При рассмотрении показателей простудной заболеваемости за учебный год, рассчитанных на 100 обследованных (табл. 1) можно видеть, что значения всех исследуемых показателей имеют различия в зависимости от уровня ДА.

**Таблица 1**

**Показатели «простудной» заболеваемости у школьников 15-17 лет в группах с разным уровнем двигательной активности**

Группы	Уровень среднесуточных энергозатрат на ДА ккал/кг массы тела (M±m)	n	Показатели заболеваемости на 100 исследуемых			
			Число случаев заболеваемости	Число дней нетрудоспособности	Индекс ЧДБ	Индекс здоровья
П-1	3,85±0,41	49	284	2115	36	1
П-2	5,70±0,66	76	246	1673	29	7
О-3	7,82±0,72	69	173	1061	12	11
С-4	13,61±0,87	48	124	686	2	19

Рассмотрение показателей простудной заболеваемости у школьников, проживающих в городе и уровня двигательной активности позволило выявить определенные закономерности, представляющие интерес не только в теоретическом, но и в практическом плане. Определено, что двигательная активность имеет существенное значение в повышении устойчивости организма школьников к простудным заболеваниям. Самая неблагоприятная обстановка по всем показателям простудной заболеваемости: число случаев заболеваний и их хронизация, число дней нетрудоспособности, наибольшее количество не только часто, но и длительно болеющих, а также и наиболее низкий индекс здоровья отмечен в группе школьников с минимальной двигательной активностью, которая выражается энергозатратами на нее не более 5 ккал/кг массы тела в сутки.

С увеличением объема двигательной активности выявлен его неоднородный вклад в повышение устойчивости организма к простудным заболеваниям. Например, в спортивной группе наиболее выраженное снижение простудной заболеваемости отмечено в диапазоне энергозатрат на ДА от 7,5 до 12,5 ккал/кг массы тела. В последующем, с увеличением объема ДА отмечается незначительный оздоровительный эффект, при увеличении объема энергозатрат на ДА в объеме 17,5 и более отмечается обратный эффект. Таким образом, прирост одинакового объема энергозатрат на ДА, начиная с группы с минимальным объемом

среднесуточного уровня ДА имеет все увеличивающееся значение в повышении резистентности организма и достигает своего максимума в группе с диапазоном среднесуточных энергозатрат на ДА от 7,5 до 12,5 ккал/кг массы тела. Это свидетельствует о том, что в этом диапазоне устанавливаются, видимо, наиболее оптимальные взаимоотношения между уровнем ДА и морфофункциональным состоянием организма, которые обеспечивают ему наиболее высокий прирост устойчивости к простудным заболеваниям.

Морфофункциональные признаки имеют высокую значимость в оценке тех изменений организма, которые происходят в результате расширения диапазона ДА. Кроме того, они являются важными и в выявлении таких диапазонов ДА, при которых в организме приобретает высокая потенциальная лабильность [свободная энергия по И.А. Аршавскому, 1984] для мышечной системы, что достигается за счет экономизации энергозатрат и физиологических отклонений в состоянии покоя и при нагрузке.

При незначительных различиях средних значений весоростового индекса (ВРИ) в группах школьников с низкими и высокими энергозатратами на ДА (табл. 2), выявляется выраженное варьирование признака. Так, если в группах школьников с энергозатратами на ДА до 5 ккал/кг в сутки коэффициент вариации от 31,93 до 42,03%, то в группе школьников с энергозатратами 20,0 и более ккал/кг в сутки не превышал 10,87%. Данный факт свидетельствует о том, что школьники, вошедшие в группы с минимальной ДА отличались как избытком массы тела, так и ее недостатком, а группы с высокой двигательной активностью отличались большей однородностью. Что и подтверждает анализ данных толщины подкожно - жирового слоя, указывая на однозначную динамику. А именно, с ростом объема ДА закономерно уменьшается доля резервного жира в организме.

Не установлено статистически достоверных различий ( $P > 0,05$ ) по показателям между группами с минимальной ДА и группами с более высокой ДА, вплоть до групп школьников с суточными энергозатратами на ДА до 15,0 ккал/кг. Только в группах с энергозатратами на ДА от 15,0 и выше ккал/кг в сутки отмечено статистически достоверное ( $P < 0,05$ ) снижение уровня резервного жира и некоторое увеличение весоростового индекса за счет прироста активной массы тела. Это связано, с тем, что в группах школьников с энергозатратами на ДА 15,0 ккал/кг и более в структуру ДА включаются спортивные тренировки.

Показано, что сила мышц разгибателей спины с ростом энергозатрат на ДА закономерно увеличивается. Так, если в группе с минимальным объемом ДА у школьников мышечная сила разгибателей спины соответствует  $1,36 \pm 0,20$  ккал/кг массы тела, то в группе с суточными энергозатратами 22,5 ккал/кг и более показатель соотношения соответствует  $2,48 \pm 0,14$  ( $P < 0,001$ ).

**Таблица 2**

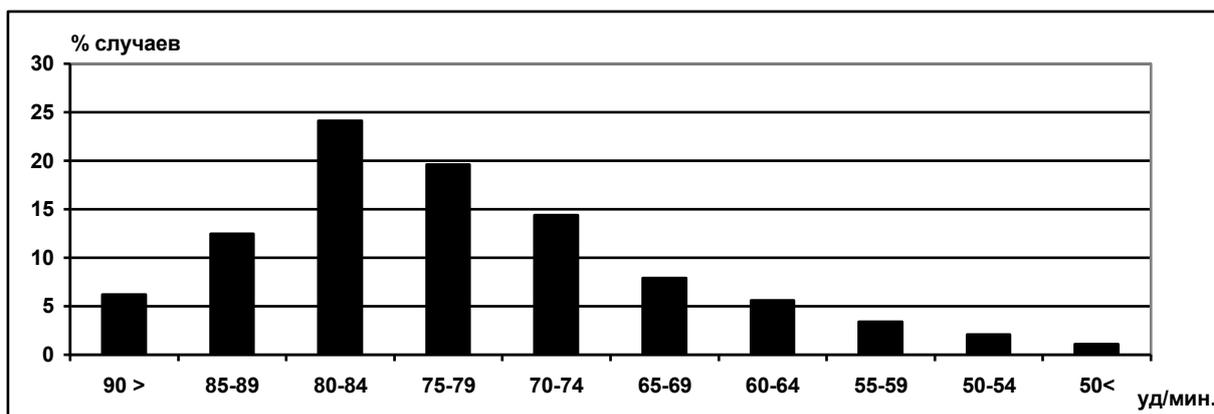
**Показатели состава массы тела и силы мышц разгибателей спины у школьников старших классов с разным уровнем суточных энергозатрат на двигательную активность**

Суточные энергозатраты на ДА ( ккал/кг )	Показатели ВРИ ( кг/м <sup>3</sup> )		Толщина подкожно – жирового слоя ( мм )				Значение индекса силы мышц - разгибателей спины ( кг/кг )	
			Плечо		Лопатка			
	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m	M±m
2,5	14,62	2,01	6,8	2,1	6,1	2,2	1,36	0,20
5,0	14,36	1,93	6,2	1,3	5,8	1,3	1,40	0,21
7,5	14,03	1,72	5,5	1,4	5,0	1,2	1,51	0,22
10,0	13,82	1,79	5,2	0,8	4,2	0,7	1,97	0,17
12,5	13,66	1,63	3,1	0,7	3,3	0,3	2,08	0,12
15,0	13,52	1,51	2,8	0,5	2,1	0,3	2,29	0,11
17,5	13,61	1,23	2,2	0,4	1,9	0,3	2,36	0,14
20,0	13,69	0,86	1,9	0,4	1,1	0,3	2,45	0,12
22,5	13,83	0,81	1,7	0,3	1,0	0,3	2,48	0,14

**Реакция сердечно-сосудистой системы у старших школьников в покое, при стандартной нагрузке и в период восстановления в условиях различного объема привычной двигательной активности**

К окончанию школы у школьников, в основном, закончено развитие важнейших органов и систем, функция которых направлена на обеспечение тканей кислородом. Поэтому, рассматривая их функциональное состояние, мы можем составить представление не только об уровне физиологического резерва, но и о том в каких условиях происходило развитие этой системы и каков прогноз при адаптации к экстремальным факторам среды, в том числе, и к физическим нагрузкам. По своей доступности и информативности в оценке состояния организма изучение ЧСС занимает ведущее место в исследованиях физиологов и спортивных врачей. На рис. 6 представлены школьники, сгруппированные по частоте сердечных сокращений с интервалом в 5 уд/мин.

В широком диапазоне индивидуальных показателей ЧСС в покое (от 45 до 97 уд/мин.), основной массив школьников (63% и более) представлен в левой части линии распределения, где ЧСС составляла от 75 уд/мин и более. Со средними показателями частоты пульса от 65 до 75 – 22,3% случаев и с брадикардией всего выявлено не более 14% случаев. В целом, данные свидетельствуют о том, что для организма обследуемых школьников характерна низкая организация экономизации покоя, высокий уровень симпатикотонии, который ведет к большей нагрузке синусового узла, основного водителя ритма сердца, и миокарда, способствующего повышенному расходованию его резерва [ Д.М. Маршал с соавт., 1938 ].



**Рис. 6** Распределение школьников по частоте сердечных сокращений в состоянии покоя.

Рассматривая ЧСС во взаимосвязи с объемом ДА (табл. 3) можно видеть однонаправленную динамику экономизации функций организма и роста объема энергозатрат на движения.

**Таблица 3**

**Функциональные показатели сердечно – сосудистой системы в состоянии покоя у школьников 15 – 17 лет с разными суточными энергозатратами на двигательную активность (M±m)**

Показатели	Суточные энергозатраты на двигательную активность ккал/кг массы тела								
	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5 и более
ЧСС в покое (уд/мин)	83,42 2,11	83,13 2,19	78,75 2,46	76,17 1,74	65,87 1,57	57,16 1,87	54,32 2,03	52,29 2,48	50,03 2,07
САД в покое (мм.рт.ст.)	120,58 2,73	120,75 2,44	121,46 2,19	120,39 2,00	118,01 2,41	117,91 2,11	119,31 2,12	121,40 2,57	121,81 2,49
ДАД в покое (мм.рт.ст.)	71,18 2,84	70,45 2,11	70,81 1,92	69,32 1,76	67,81 1,68	67,31 1,97	66,83 2,35	66,92 2,41	67,23 2,05
Индекс Кердо (усл.ед.)	19,39	15,70	10,26	9,12	-1,01	-11,67	-12,53	-12,71	-13,41
	1,86	1,74	2,09	2,41	1,78	1,63	2,13	1,83	2,03

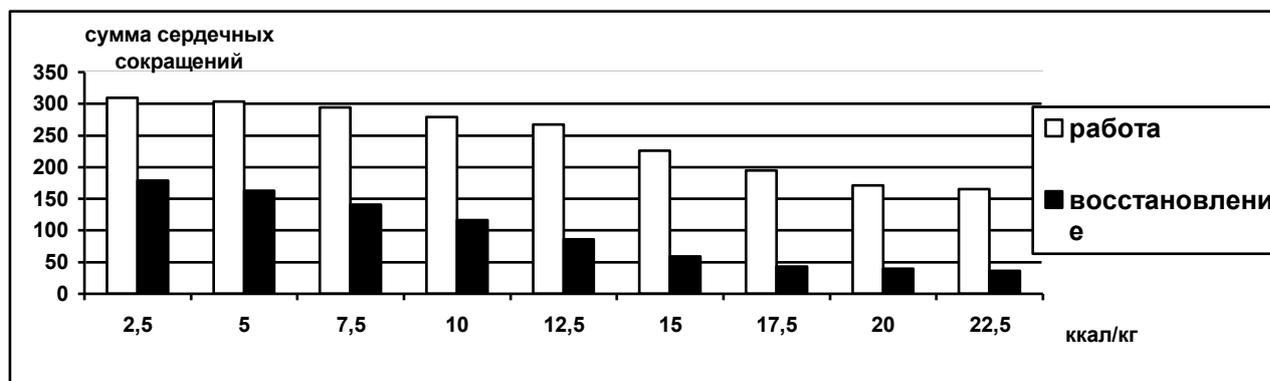
Так, при минимальной двигательной активности ЧСС у юношей составила соответственно  $88,42 \pm 2,11$ , при энергозатратах на ДА от 5,1 до 7,5 ккал/кг в сутки  $77,75 \pm 2,46$  и от 12,6 до 15 ккал/кг в сутки  $69,16 \pm 1,87$ . При затратах энергии на ДА более 20 ккал/кг массы тела в сутки ЧСС достигала у школьников до  $50,03 \pm 2,07$  сокращений сердца в 1 мин. Обращает внимание тот факт, что у школьников при постепенном повышении энергозатрат на двигательную активность, отмечается неравномерность урежения частоты пульса. Наиболее выраженное урежение пульса произошло в диапазоне энергозатрат на ДА от 10 до 17,5 ккал/кг массы тела в сутки, которое составило более 20,0 уд/мин. В то время как, в диапазоне от 2,5 до 10,0 ккал/кг в сутки 12 уд/мин., а в диапазоне

наиболее высоких энергозатрат на ДА от 17,5 и более, урежение частоты пульса произошло всего на 4 уд/мин.

Изучение артериального давления у лиц с разным уровнем и характером двигательной активности показало, что САД и ДАД находятся на уровне общепринятых норм и имеют незначительные ( $P > 0,05$ ) межгрупповые различия.

Важным является изучение показателя пульсовой стоимости (ППС) дозированной физической нагрузки и ее динамики в связи с разным уровнем двигательной активности школьников. Пульсовая стоимость дозированной нагрузки - один из показателей, дающий представление об экономичности работы аппарата кровообращения, т.е. о той физиологической «цене», которую приходится платить организму за выполнение различного рода физической нагрузки. Необходимо учитывать, что пульсовая стоимость включает в себя не только сумму пульсов за работу, но и за период восстановления.

В результате сопоставления данных ПС в группах с постоянно повышающимся объемом суточных энергозатрат на ДА выявлено снижение пульсовой стоимости дозированной нагрузки (рис. 7). Так, у школьников, имеющих минимальную суточную ДА с энергетическим расходом до 2,5 ккал/кг массы тела, общая пульсовая стоимость (стоимость нагрузки и восстановления) составила  $486,71 \pm 5,97$  ударов. При этом, доля восстановления составила, в среднем, 37% от общего числа ударов пульса. У школьников с объемом ДА близком к максимальному (суточные энергозатраты до 22,5 ккал/кг) общая ПС дозированной нагрузки составляла  $201,34 \pm 7,18$  ударов, причем, доля ПС восстановления уменьшилась от общего числа ударов пульса до 20,6%.



**Рис. 7 Пульсовая стоимость стандартной работы и восстановления у школьников с разным уровнем энергозатрат на организованную и неорганизованную двигательную активность**

Сам по себе факт взаимосвязи роста экономичности работы аппарата кровообращения у человека при увеличении объема выполняемой тренировочной нагрузки не является новым, и он широко представлен в работах по спортивной медицине и физиологии. С точки зрения решения задач индивидуализации физического воспитания и эффективного управления функциональными показателями здоровья школьников, существенный интерес представляет выде-

ление таких объемов ДА, когда при минимуме затрат на ДА в организме человека происходят наиболее благоприятные сдвиги. В такой постановке задачи представляется необходимым рассмотреть взаимоотношение «объем ДА-эффект» в различных диапазонах суточных энергозатрат.

В целом ПС дозированной работы в группе школьников с максимальными объемами ДА были ниже, чем в группе с минимальными объемами ДА на 286 ударов. При увеличении суточных энергозатрат ДА на 20,0 ккал/кг в сутки, ПС снижается в среднем на 14,45 сердечных сокращений при увеличении 1 ккал/кг в сутки. Анализ взаимоотношений ПС и объема энергозатрат на ДА в различных ее диапазонах свидетельствует о различном эффекте. Так, в диапазоне энергозатрат на ДА от 2,5 до 5,0 и от 5,0 до 7,5 ккал/кг увеличение суточных энергозатрат на 1 ккал/кг приводит к снижению ПС дозированной работы на 9,4 и на 12,6 ударов соответственно. В диапазоне от 10,1 до 12,5 и от 12,5 до 15,0 ккал/кг выявлено наиболее выраженное снижение, которое составило в среднем 17,3 и 27,1 ударов соответственно. В диапазоне энергозатрат от 17,6 до 22,5 снижение ПС при увеличении энергозатрат на 1 ккал/кг массы тела в сутки, оказалось минимальным и соответствовало, в среднем от 4,0 до 9,0 ударов.

#### **Морфофункциональные и психофизиологические особенности организма школьников – основа оптимизации двигательной активности**

Традиционно за основу при выделении типов конституции берется морфологический критерий в виде соматотипа. При этом, считается [ Klissouras V., 1972; Маслова Г.М., 1975 и др.; Зациорский В.М., Сергиенко Л.П., 1975; Никишин И.А., 1993 и др. ], что признаки морфотипа сочетаются не только с признаками функциональной организации, но и с особенностями метаболизма и двигательными возможностями. Б.И. Никитюк (1991) считает, что соматотип может служить «информатором» конструкции человека.

Соматотипический подход был взят И.А. Никишиным (1993), Д.А. Фильченковым (1994) и В.В. Зайцевой (1995) за основу при разработке технологий физической подготовки спортсменов и оздоровительной физической культуры.

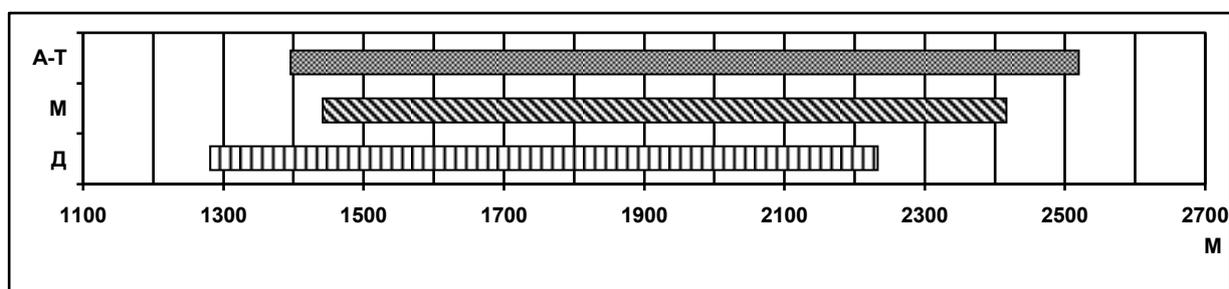
При проведении урока физической культуры, как показывает наш опыт, соматотипический подход не работает. Здесь более приемлемым является дифференцированный подход на основе учета лабильных показателей, характеризующих текущее функциональное состояние. Так как от их уровня зависит, в первую очередь, устойчивость организма к физической нагрузке и степень утомления после урока, что имеет существенное значение для эффективности последующих занятий.

Для обоснования данного концептуального подхода в построении процесса физического воспитания в школе нами был проведен сравнительный анализ результатов тестов физической подготовленности школьников старших классов трех типов телосложения, как без учета уровня физической работоспособности,

так и с ее учетом. Также был проведен анализ реакции сердечно – сосудистой системы на стандартную нагрузку у школьников с разным уровнем физической работоспособности без учета соматотипической конституции.

Так, при беге на 100 метров в более выгодном положении оказывались школьники мышечного типа телосложения, и наиболее низкие результаты у школьников дигестивного типа. Промежуточное значение результатов в беге на 100 м заняли школьники астено - торакального типа телосложения. Результат находился в диапазоне от 12,9 до 17,7 с.

Результаты в беге на 1000 м, в подтягивании на перекладине и прыжке в длину с места также несколько выше у школьников с мышечным морфотипом, по сравнению со сверстниками других типов телосложения. Однако, различия лучших результатов, за исключением подтягивания на перекладине, у школьников разных морфотипов незначительны.



**Рис. 8 Шкала результатов теста 12 минутного бега у школьников старших классов трех типов телосложения.**

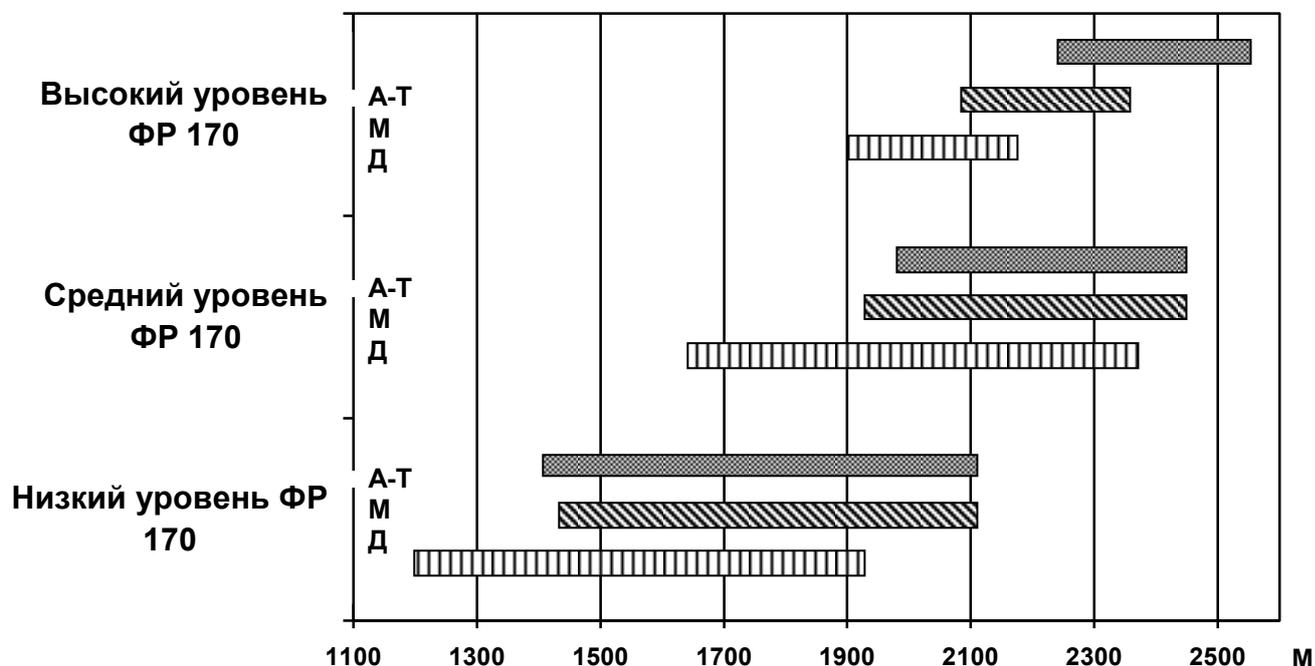
■ - астено – торакальный; ▨ - мышечный; ▤ - дигестивный.

Что касается теста 12 минутного бега, то здесь наиболее высокий результат выявлен в группе астено – торакального типа, который был выше, чем в группе школьников с мышечным морфотипом на 5,5% и на 14,2% чем в группе дигестивного типа. Таким образом, в тестах скоростно-силового и силового характера среди школьников старших классов, не занимающихся спортом, преимущество имели школьники группы мышечного морфотипа, в тесте на выносливость преимущество имели школьники астено – торакального типа. Полученные результаты не противоречат данным исследователей [ Никитушкин В.Г., Квашук П.В., 1998; Зайцева В.В., 1995; Рубанович В.Б., 2005 и др. ].

Средние результаты бега на 100 м у школьников 3 соматотипов с высоким уровнем физической работоспособности следующие: у астено – торакального типа телосложения 13,6 с, мышечного типа 13,4 с и у дигестивного типа 13,9 с, различие между группами разных соматотипов не превышало 3,0 %. С низким уровнем работоспособности школьники астено – торакального телосложения показали средний результат – 15,7 с, мышечного – 15,1 с и дигестивного 16,2 с. Различие между группами разных соматотипов не превышало 6,8 %.

Различие результатов в беге на 100 метров одного типа телосложения, но с

разным уровнем физической работоспособности было значительно больше. Так, лучший результат в группе астено – торакального типа с высоким уровнем работоспособности отличался от лучшего результата в группе с низкой работоспособностью на 13,4 %, а средний результат в этих группах на 15,4 %.



**Рис. 9 Шкала результатов теста 12 минутного бега у школьников старших классов трех типов телосложения, с разным уровнем физической работоспособности.**

Показатели 12 минутного бега (рис. 9) группы школьников с высокой работоспособностью имеют еще более выраженное различие с показателями группы школьников с низким уровнем физической работоспособности. Так, у лиц астено – торакального типа с высокой работоспособностью средний результат соответствовал 2410 м, у лиц мышечного и дигестивного типа 2290 и 2170 м соответственно, у школьников астено – торакального типа с низким уровнем физической работоспособности результат соответствовал 1820 м, мышечного и дигестивного 1790 и 1705 м соответственно. В процентном отношении это различие составило 24,1; 21,8; 21,4 %.

Важным, в процессе роста и развития детей является установление «критического» оптимума объема ДА. Отступление от него, как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения, не может обеспечить здоровья и гармоничного развития личности.

Функциональное напряжение организма в процессе занятий физическими упражнениями через некоторое время вызывает появление признаков различной степени утомления и ведет к снижению физической работоспособности.

Вместе с тем, в практике физкультурной и спортивной деятельности известно, если мышечная работа будет проведена без утомления, без возникновения затруднений в функционировании систем организма – не будет должной суперкомпенсации, большей реактивности и в последующем лучшей переносимости явлений утомления. Учитывая, что процесс физического воспитания в школе «встроен» в общий педагогический процесс, необходимо знать, как физические нагрузки, проводимые в сетке расписания, влияют не только на физические, но и на психофизиологические показатели, характеризующие дееспособность учащихся непосредственно после занятий.

Этот вопрос в доступной литературе рассматривался в единичных случаях [ Кончиц Н.С., 1990; Сухарева Л.М., 1998; Васильева Т.Н., 2000 ] и результаты исследования отличаются значительными противоречиями. Нам представляется, что изучение влияния урока на функции организма имеет принципиальное значение в оптимизации педагогического процесса в целом. При этом обязательно должна рассматриваться взаимосвязь физической и умственной работоспособности.

Анализ реакции пульса школьников показал (табл. 4), что в основной, более нагрузочной, части урока при моторной плотности 76 – 80%, в 4,6% случаях ЧСС не превышало 130 уд/мин. Согласно исследованиям Л.В. Волкова (1984), данный диапазон относится по своему действию к активному восстановлению и не оказывает воздействия на повышение тренированности.

В 21% случаев частота пульса находилась на уровне 131 – 165 уд/мин., при котором в основном происходит поддержание тренированности и улучшение функций сердечно – сосудистой системы. Наиболее высокий процент случаев (50,4%) реакции пульса на нагрузку отмечен в диапазоне от 166 до 190 уд/мин. Эта зона характерна тем, что обеспечение работы идет из смешанных энергетических источников. В начале зоны 166 – 175 уд/мин., в большей мере обеспечение идет за счет аэробных источников, что ведет к развитию выносливости (увеличение МПК и начало анаэробного обмена, накопление лактата). Во второй части этой зоны (176 – 190 уд/мин) – происходит достижение максимального потребления кислорода и накопление лактата в крови. Этот диапазон пульса в практике спорта используется для развития специальной выносливости, что не предполагает урок по физическому воспитанию в школе.

Пульсовая реакция 190 уд/мин и выше, которую показали до 23% школьников, является зоной работ субмаксимальной и максимальной интенсивности, продолжительность которой не должна превышать 2,5 – 3 минуты. В практике спорта она используется для повышения специальной работоспособности и развитию скоростных возможностей. В этой зоне энергообеспечение происходит за счет гликолиза, а также креатинфосфатного механизма.

**Таблица 4**

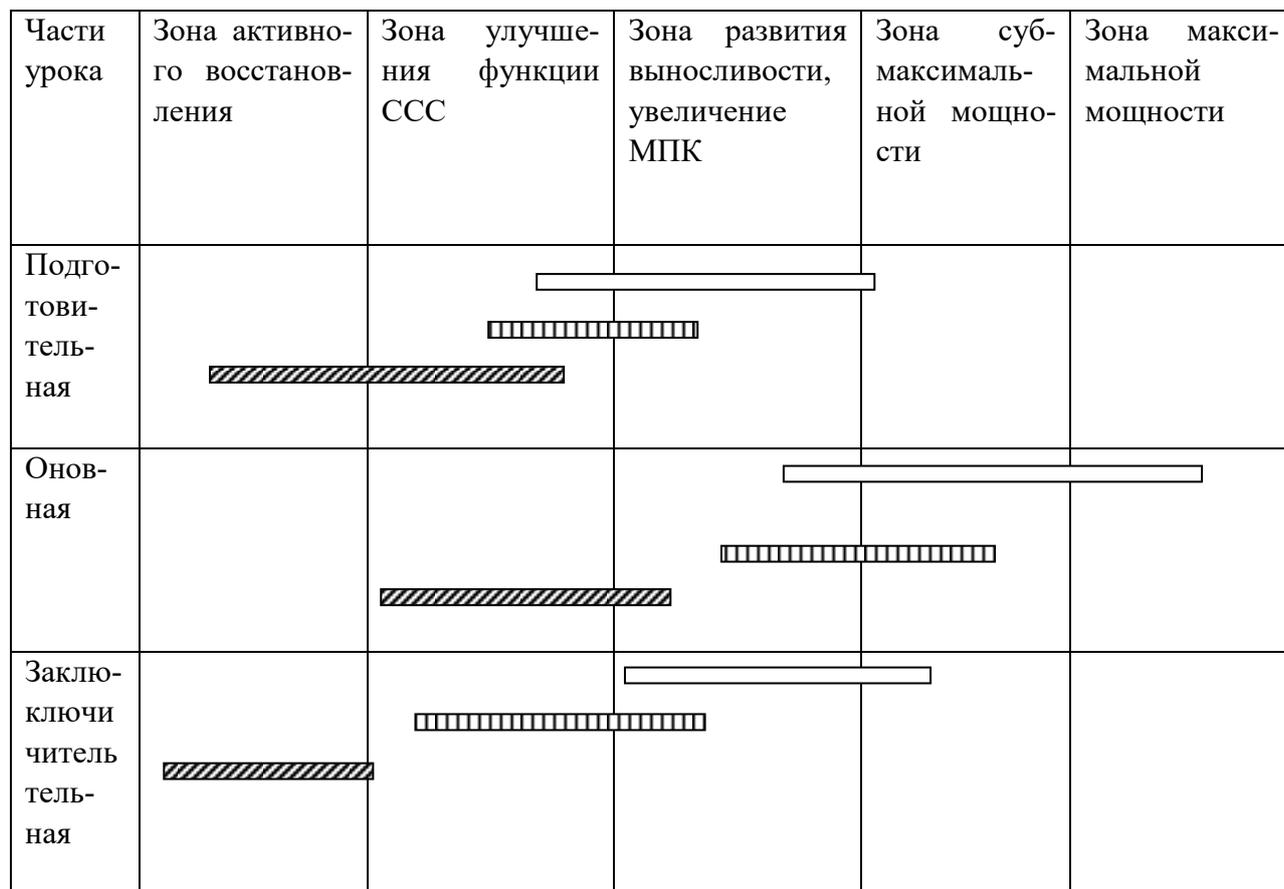
**Показатели реакции пульса и АДmax у школьников 9 – 11 классов в процессе основной части урока по физическому воспитанию ( n = 194 )**

Диапазон пульсовой реакции уд/мин	% слу-чаев	ЧСС, М±m уд/мин	АДmax, мм.рт.ст., М±m	ПЭК, усл.ед., М±m	Опасность перенапряжения
До 130	4,6	122,3±4,4	134,4±7,1	109,7±4,6	Отсутствует
131 – 165	21,2	142,5±1,6	146,7±6,8	103,5±3,9	Не значительная
166 – 175	23,8	169,1±1,8	157,4±5,1	92,3±4,1	Нужна осторожность
176 – 190	27,2	184,3±1,6	144,2±4,7	80,9±3,9	повышенная
191 и более	23,0	201,6±2,4	140,5±5,0	69,2±2,8	высокая

Как показали наши исследования (табл. 4), что при проведении урока физической культуры без учета индивидуальных особенностей у школьников на одинаковую нагрузку выявляются реакции сердечно – сосудистой системы всех режимов мышечной деятельности: от режима активного восстановления до режима максимальной мощности. Пульсовые режимы до 130 уд/мин не представляют опасности, при пульсе же 190 и более опасность перенапряжения высокая.

Для рассмотрения ответной реакции сердечно – сосудистой системы на физическую нагрузку в виде урока физической культуры нами использован дифференцированный подход. Школьники были сгруппированы в зависимости от уровня физической работоспособности: с низким уровнем PWC<sub>170</sub> – 9,0 кгм/кг мин; со средним уровнем PWC<sub>170</sub> – с 9,1 до 12,0 кгм/кг мин; с высоким уровнем PWC<sub>170</sub> – с 12,1 кгм/кг мин и более. Анализ показал (рис. 10), что в подготовительной части урока у школьников с низким уровнем физической работоспособности ЧСС в подготовительном периоде находилась в диапазоне 152-189 уд/мин., в группе со средним уровнем работоспособности 143-168 уд/мин., и в группе с высокой работоспособностью от 122 до 151 уд/мин.

В основной части урока у школьников с низким уровнем работоспособности реакция ЧСС находилась в диапазоне от 172 до 211 уд/мин., со средним от 163 до 193 уд/мин., и с высоким уровнем от 125 до 164 уд/мин. Полученные данные указывают на то, что различия в реакции на нагрузку между группами школьников с низким и высоким уровнем работоспособности составляет, в среднем, 25 – 27%. В заключительной части занятия у школьников с низким уровнем работоспособности пульс находился в диапазоне от 156 до 186 уд/мин., т.е., восстановление произошло, в среднем, на 9,4 – до 15,2%, у школьников со средним уровнем физической работоспособности пульс снизился до 136 – 166 уд/мин, т.е. восстановление произошло на 14 – 16%, а у школьников с высоким уровнем физической работоспособности до 108 – 132 уд/мин – восстановление произошло на 15 – 20%.



Низкий уровень ФР; Средний уровень ФР; Высокий уровень ФР

**Рис. 10 Реакция частоты сердечных сокращения у старших школьников с разным уровнем физической работоспособности на стандартизованный урок по физической культуре.**

Полученные данные свидетельствуют о том, что в зависимости от уровня физической работоспособности у школьников выявляется различная переносимость стандартных физических нагрузок, а соответственно и различный уровень усталости и снижения физической и умственной работоспособности.

### ВЫВОДЫ

1. Двигательная активность школьников в 15 – 20 % случаях соответствует гигиеническим требованиям растущего организма, в 60 % случаях объем двигательной активности не превышает 30%, необходимого для достижения требуемых границ уровня физической подготовленности.

2. С увеличением объема физических нагрузок активизируется позиция школьников в реализации собственной установки на здоровый образ жизни, улучшается качество жизнедеятельности, снижается усталость к концу учебного дня и уровень так называемой простудной заболеваемости, снижается степень астено – невротических проявлений.

3. Обнаруженная полимодальность эмпирических распределений функциональных и двигательных показателей исследуемого контингента школьников

свидетельствует о смешении в одной выборке качественно разных совокупностей, в частности, разных типов конституции, уровня полового созревания, физической работоспособности и подготовленности, что не позволяет эффективно использовать стандартно – нормативный метод педагогического воздействия.

4. Нагрузки при стандартно – нормативном педагогическом подходе в процессе физического воспитания школьников приводит к усилению частоты сердечных сокращений в диапазоне от умеренной мощности до максимальной, что в 60 – 70% случаях не решает задач формирования здоровья и раскрытия резерва функций.

5. Индивидуализация физических нагрузок и тренировочных режимов в процессе физического воспитания в школе не может быть исчерпана учётом морфотипа, пола и возраста, она должна решаться на основе функциональных конституциональных особенностей и адаптационного потенциала, определяющих двигательные возможности организма.

6. Объем двигательной активности и уровень физической работоспособности имеют прогностическое значение в оценке степени утомления в процессе учебной деятельности, уровня астено-невротических проявлений и простудной заболеваемости.

7. Увеличение энерготрат на двигательную активность в диапазоне от 10,0 до 17,0 ккал/кг массы тела в сутки выявляет наиболее оптимальное отношение «нагрузка – эффект». В этом диапазоне в наибольшей мере нарастает экономизация функций сердечно – сосудистой системы, увеличивается физическая работоспособность и снижается, так называемая простудная заболеваемость.

8. Выявлена чёткая зависимость снижения умственной работоспособности, нарушение точности воспроизведения усилий и движений от степени напряжения сердечно – сосудистой системы в процессе урока физического воспитания и времени несовпадения ритма физической работоспособности в динамике суток и времени проведения урока физического воспитания.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. **Соколов, А.Н.** Дополнительная нагрузка как способ оценки степени утомления у школьников старших классов после урока по физическому воспитанию / А.Н. Соколов, Т.Н. Васильева // Аспирантский сборник НГПУ. – Новосибирск: Изд-во НГПУ, 2004. – Часть 3. – С. 97 – 100.
2. **Кончиц, Н.С.** Объем и характер двигательной активности школьников, проживающих в условиях городской и сельской местности / Н.С. Кончиц, Т.Н. Васильева, Ю.Н. Кабанов, А.Н. Соколов // Здоровье, обучение, воспитание детей и молодежи в XXI веке: Материалы международного конгресса, 12 – 14 мая 2004 г. – М.: ГУ Науч. центр здоров. дет. РАМН, 2004. – Часть 2. – С. 80 – 81.
3. **Соколов, А.Н.** Особенность пульсовой стоимости стандартной работы у

старших школьников в зависимости от объема среднесуточных энергозатрат на двигательную активность / А.Н. Соколов // Альманах передового педагогического опыта работы специалистов физического воспитания в образовательных учреждениях Новосибирской области. – Новосибирск: Изд-во НИПКИПРО, 2006. – С. 84 – 85.

4. **Кончиц, Н.С.** Особенности гемодинамики у школьников 7 – 16 лет с разным уровнем двигательной активности, проживающих в условиях промышленного города и села / Н.С. Кончиц, Т.Н. Васильева, А.Н. Соколов // Сибирский педагогический журнал. – 2006. - № 5. – С. 204 – 212.
5. **Васильева, Т.Н.** Уровень сформированности здорового образа жизни школьников старших классов в зависимости от объема двигательной активности / Т.Н. Васильева, А.Н. Соколов // Актуальные проблемы физической культуры и спорта: Материалы X Всероссийской научно - практической конференции 29 – 30 марта 2007 г. – Томск: Изд – во ТГПУ, 2007. – С. 22 – 23.
6. **Соколов, А.Н.** Простудная заболеваемость у школьников с разным уровнем двигательной активности / А.Н. Соколов // Актуальные проблемы физической культуры и спорта: Материалы X Всероссийской научно - практической конференции 29 – 30 марта 2007 г. – Томск: Изд – во ТГПУ, 2007. – С. 243 – 245.

### Список сокращений

- АГ** – артериальная гипертония;  
**ДА** – двигательная активность;  
**ДТ** – длина тела;  
**МТ** – масса тела;  
**ИК** – индекс Кетле;  
**АМТ** – активная масса тела;  
**ИКС** – индекс кистевой силы;  
**ИСС** – индекс становой силы;  
**ЧСС** – частота сердечных сокращений;  
**САД** – систолическое артериальное давление;  
**ДАД** – диастолическое артериальное давление;  
**ПД** – пульсовое давление;  
**ППС** – показатель пульсовой стоимости;  
**ПСР** – пульсовая «стоимость» работы;  
**ПСВ** – пульсовая «стоимость» восстановления;  
**ДП** – двойное произведение;  
**ПЭК** – «показатель эффективности кровообращения»;  
**СЭУС** – социально – экономические условия семьи;  
**СУ** – степень усталости;  
**ФС** – физическое состояние;  
**АНС** – астено – невротическое состояние;  
**ИН** – индекс напряжения;  
**ИВБ** – индекс вегетативного баланса;  
**УФР** – уровень физического развития;  
**ФР** – физическое развитие;  
**n** – число участников в группе;  
**ЧДБ** – часто и длительно болеющие ( более 3 – х раз в год );  
**ИЗ** – индекс здоровья ( не болеющие в течение года );