РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОБЩЕЙ ПАТОЛОГИИ И ПАТОФИЗИОЛОГИИ

На правах рукописи

ПАНКОВА НАТАЛИЯ БОРИСОВНА

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ РИСКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА УЧАЩИХСЯ: ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

14.00.16 – патологическая физиология
03.00.13 – физиология

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Научные консультанты:

доктор медицинских наук,
профессор,
Академик РАМН
Г.Н.Крыжановский,

доктор биологических наук,
профессор
М.Ю.Карганов

Москва – 2008

О Г Л А В Л Е Н И Е

Стр.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 5

ВВЕДЕНИЕ 7

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 17

1.Человек и среда. Понятие образовательной среды 17

2.Комплексное влияние средовых факторов на здоровье людей 18

3.Влияние природных факторов на здоровье учащихся 20

4.Влияние психосоциальных факторов образовательной среды на здоровье учащихся 26

5.Влияние двигательного режима на здоровье учащихся 30

6.Личностно-ориентированные образовательные технологии и их влияние на здоровье учащихся 34

7.Концепция здоровьесберегающих образовательных технологий 38

8.Методы оценки влияния образовательной среды на здоровье учащихся 41

8.1.Санитарно-гигиенические подходы 42

8.2.Комплексные физиологические подходы. Оценка физиологической направленности выявляемых сдвигов (патогенез и саногенез) 53

8.3.Оценка вариабельности сердечного ритма как показатель автономной регуляции 56

8.4.Применение функциональных проб для оценки адаптивных возможностей организма 65

8.5.Онтогенетические закономерности формирования адаптивного ответа 68

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ 72

1.Группы испытуемых 72

2.Общая оценка уровня здоровья и психофизиологического статуса испытуемых 73

3.Метод спироартериокардиоритмографии 73

4.Оценка функционального состояния сердечнососудистой системы здоровых испытуемых при помощи функциональных проб 78

5.Оценка психомоторной координированности 81

6.Статистическая обработка данных 84

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 85

1.Физиологическое обоснование использования функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства для оценки состояния сердечнососудистой системы взрослых испытуемых и детей 85

1.1.Сравнение показателей прибора САКР с показателями других приборов аналогичной идеологии 85

1.1.1.Сравнение с прибором Finometer («Finapres Medical Systems», Нидерланды) 85

1.1.2.Сравнение с прибором Поли-Спектр-12 (ООО «Нейрософт», Иваново, РФ) 88

1.2.Особенности тестирования состояния сердечнососудистой системы в спирометрической маске у взрослых и детей 90

1.3.Сравнительный анализ информативности различных функциональных проб, используемых для оценки состояния сердечнососудистой системы здоровых испытуемых 100

2.Онтогенетические особенности реакции сердечнососудистой системы на тестирование в спирометрической маске 112

3.Динамика показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности у учащихся в течение учебного года 129

3.1.Результаты мониторинга функционального состояния организма учащихся в учебном году 129

3.2.Изменение показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности у первоклассников за первое учебное полугодие 141

3.3.Изменение показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности в первом полугодии у учащихся 10-х классов 147

4.Влияние различных образовательных технологий на функциональное состояние организма учащихся 150

4.1.Влияние различных образовательных технологий на функциональное состояние организма учащихся начальной школы 152

4.2.Влияние различных образовательных технологий на функциональное состояние организма учащихся старших классов 162

5.Влияние места проживания на функциональное состояние и адаптивные возможности организма учащихся 170

5.1.Состояние сердечнососудистой системы подростков из разных регионов России в состоянии покоя 171

5.2.Показатели психомоторной координированности подростков из разных регионов России 177

5.3.Реактивность сердечнососудистой системы подростков из разных регионов России при выполнении функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства 181

6.Влияние уровня двигательной активности на функциональное состояние и адаптивные возможности организма учащихся 191

7.Характеристика сердечнососудистой системы у прегипертензивных подростков из разных регионов РФ 206

8.Влияние здоровьесберегающих образовательных технологий на показатели сердечнососудистой системы и психомоторной координации 219

8.1.Результаты использования препарата «Кармолис» 220

8.2.Результаты применения универсального восстановительно-развивающего комплекса упражнений «Пять минут для здоровья» 225

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ 234

ВЫВОДЫ 247

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 251

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

– АД – артериальное давление

– АДС – систолическое артериальное давление

– АДД – диастолическое артериальное давление

– ВБ – вегетативный баланс, ВБ = $LF_{СР}/HF_{СР}$

– ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

– ВПР – вегетативный показатель ритма

– ЕГЭ – единый государственный экзамен

– ИВР – индекс вегетативного равновесия

– ИН – индекс напряжения регуляторных систем, или стресс-индекс

– ИЦ – индекс централизации, ИЦ = $(VLF_{СР}+LF_{СР})/HF_{СР}$

– КИД – прибор компьютерный измеритель движений

– пАД – пальцевое артериальное давление

– пАДС – пальцевое систолическое артериальное давление

– пАДД – пальцевое диастолическое артериальное давление

– ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции

– САКР – прибор спироартериокардиоритмограф

– СР – сердечный ритм

– УО – ударный объем сердца

– ЦНС – центральная нервная система

– ЧБР – чувствительность артериального барорефлекса

– ЧСС – частота сердечных сокращений

– ЭКГ – электрокардиограмма

– ЭЭГ – электроэнцефалограмма

– HF и HF% – абсолютная и относительная мощность диапазона высоких частот

– LF и LF% – абсолютная и относительная мощность диапазона низких частот

– pNN50 – доля в % количества пар последовательных R-R интервалов, различающихся более чем на 50 мс, от общего количества кардиоинтервалов за весь период записи

– PWC_{170} – мощность физической работы при частоте сердечных сокращений 170 уд/мин (вариант для детей дошкольного и младшего школьного возраста – PWC_{150})

– RMSSD – квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (R-R интервалов)

– R-R интервал – межсистолический интервал (кардиоинтервал)

– SDNN – стандартное отклонение полного массива величин длительности кардиоинтервалов (R-R интервалов)

– TP – суммарная мощность спектра

– VLF и VLF% – абсолютная и относительная мощность диапазона очень низких частот

В В Е Д Е Н И Е

Актуальность темы.

Процессы формирования и укрепления здоровья детей, развития функциональных возможностей их организма, входят в компетенцию соответствующих разделов физиологии и медицины (А.Н.Разумов, И.П.Бобровницкий, 2004; М.М.Безруких и др., 2007). Однако существенный временной отрезок детства связан с образовательной средой – с пребыванием в образовательных учреждениях, получением знаний, развитием интеллектуальных, психологических, психофизиологических и физических качеств, формированием новых навыков и умений. Процесс школьного образования к существующим факторам риска для здоровья (физическим, химическим, эпидемическим, социальным) добавляет информационно-психологические факторы, связанные с резким увеличением количества и изменением качества информационного потока (Л.И.Колесникова и др., 2003). В условиях перманентной модернизации и реформировании образования дети также нередко становятся участниками экспериментов, как педагогических, так и административных, не всегда имеющих достаточное научно-методическое, педагогическое, и медицинское обоснования (В.Р.Кучма, М.И.Степанова, 2002). Этот процесс заметно активировался в контексте реализации приоритетных национальных проектов «Образование» и «Здоровье». В частности, в последнее время в школьную практику внедряют личностно-ориентированные, в том числе, здоровьесберегающие образовательные технологии, целью которых является не только повышение качества самого педагогического процесса, но и сохранение, и укрепление здоровья учащихся (Н.А.Алексеев, 2006; А.А.Плигин, 2007). Однако принципы и методы оценки здоровьесберегающей составляющей образовательных технологий и образовательной среды в целом разработаны пока недостаточно.

К настоящему времени сформировалось устойчивое представление о том, что в школьном возрасте на здоровье учащихся оказывает влияние не только процесс образования, но и биологические и средовые факторы (А.Г.Сухарев,

2006). Причем «состояние среды жизнедеятельности современных российских школьников является неблагоприятным для нормального роста, развития и здоровья учащихся» (М.М.Безруких и др., 2006). При этом с одной стороны, признано, что показателем меры и уровня здоровья детей является величина функциональных резервов их организма, их адаптивные способности (В.С.Фомин, 1996; Р.М.Баевский, 2003; А.Г.Сухарев, 2006). С другой стороны, преимущественное применение статистических и санитарно-гигиенических способов оценки влияния образовательной среды на здоровье учащихся лишь констатирует постоянное ухудшение показателей здоровья, что подтверждают данные Союза педиатров России (А.А.Баранов и др., 2008). Причиной ухудшения здоровья учащихся считают негативное влияние социальных и эколого-гигиенических условий жизни (В.Р.Кучма, Л.М.Сухарева, 2007). Кроме того, есть мнение, что неудовлетворительное состояние здоровья детей, как наиболее чувствительной части населения, отражает общее состояния здоровья населения, ухудшающегося под влиянием социальных условий последних десятилетий (М.М.Безруких, 2000).

Одновременно в оценке роли образовательной среды в жизни детей наблюдается некоторая однобокость, ее влияние рассматривается только как фактор риска для здоровья учащихся, с возможным переходом на уровень фактора патогенетического (М.М.Безруких и др., 2007). То, что на фоне действия патогенетических факторов, в том числе индуцированных влиянием образовательной среды, происходит активация факторов саногенетических (Д.Д.Панков, Т.Б.Панкова, 2006), обеспечивающих продуктивное взаимодействие организма ребенка со средой и призванных восстановить нарушенное равновесие в организме (Г.Н.Крыжановский, 2003-2008), из виду часто упускается.

В целом, провести селективную и точную оценку характера влияний образовательной среды на функциональное состояние организма учащихся в контексте комплексного влияния природно-климатических, экологических и социально-экономических факторов среды, использование санитарно-гигиенических методов, основанных на данных медицинской статистики и нозологическом

мониторинге, не позволяет. Для решения такой сложной задачи, как оценка изменения уровня здоровья учащихся внутри диапазона «здоровье», т.е. процессов, происходящих в организме большей части детей и подростков в условиях систематического обучения, оценки функциональной направленности происходящих изменений, необходим комплексный подход, предусматривающий динамический контроль за изменением большого числа показателей функциональной активности основных систем организма, а также изучение изменений его адаптивных возможностей, вызываемых потенциально патогенным влиянием факторов образовательной среды. Для проведения такого род исследований на донозологическом уровне целесообразно использовать методологию физиологического и патофизиологического анализа.

Цель исследования.

Используя принципы и методы патофизиологического исследования, выявить функциональную направленность физиологических сдвигов в организме учащихся, вызываемых влиянием образовательной среды и ее отдельных компонентов.

Задачи исследования.

1. Обосновать применение функциональной нагрузочной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства на основе метода спироартериокардиоритмографии для тестирования функционального состояния организма детей и подростков.
2. Изучить влияние образовательной среды в целом на состояние сердечнососудистой системы и показатели психомоторного развития у школьников разного возраста (по результатам донозологического полисистемного мониторинга в течение учебного года и на протяжении нескольких лет).
3. Оценить влияние психолого-педагогических факторов образовательной среды на функциональное состояние организма и динамику его изменения у школьников (на примере школ с разными образовательными технологиями).
4. Оценить влияние эколого-социальных средовых факторов на функциональное состояние организма учащихся (на примере разных мест жительства).

5. Оценить влияние гиподинамии, как фактора риска образовательной среды, на показатели сердечнососудистой системы, адаптивные возможности организма и психофизиологические показатели учащихся (на примере учащихся общеобразовательных и спортивных школ).
6. Изучить особенности показателей работы системы нейровегетативной регуляции у прегипертензивных подростков (с высоким нормальным артериальным давлением).
7. Изучить влияние на функциональное состояние организма учащихся здоровьесберегающих технологий (на примере фитопрепарата «Кармолис» и комплекса специальных упражнений «Пять минут для здоровья»).

Научная новизна.

Для анализа функциональной направленности физиологических сдвигов, вызываемых в организме учащихся влиянием образовательной среды, использованы принципы и методология донозологического полисистемного мониторинга: одновременная комплексная регистрация состояния нескольких систем организма, изучение как одномоментных, так и динамических показателей, установление связей между влиянием средовых и образовательных факторов с изменением показателей функционального состояния организма учащихся. С этой целью впервые применен оригинальный тест оценки адаптивных возможностей организма при увеличении «мертвого» дыхательного пространства методом спироартериокардиоритмографии. Данные об онтогенетических закономерностях реактивности различных показателей сердечнососудистой системы и систем нейровегетативной регуляции при выполнении данной функциональной пробы послужили основанием для сравнительного анализа степени функциональной зрелости сердечнососудистой системы детей и подростков, подвергающихся действию различных факторов риска образовательной среды.

Анализ динамики изменения состояния сердечнососудистой системы в течение учебного года выявил, что признаками адаптации организма учащихся к комплексному влиянию факторов образовательной среды, в условиях тестирования в функциональной пробе с увеличением «мертвого» дыхательного про-

странства, является усиление активности высших надсегментарных звеньев вегетативной регуляции, отражающих влияние гуморально-метаболических факторов и психо-эмоционального состояния. Этот процесс сопровождается снижением артериального давления у младших школьников и возрастанием частоты сердечных сокращений у старшеклассников. Анализ психофизиологических показателей выявил снижение к концу учебного года плавности движений, тогда как показатели точности движений и внимания в конце учебного года были лучше, чем в осеннем тестировании. Многолетний мониторинг позволил показать, что изменения функционального состояния организма учащихся носят обратимый характер и обнаруживаются во всех классах общеобразовательных школ. Предполагается, что адаптивные изменения в организме учащихся, развивающиеся в ответ на комплексное воздействие факторов образовательной среды, опосредуются перестройками в работе головного мозга – в центральных звеньях нейровегетативной регуляции и в высших отделах психомоторной сферы.

Теоретическая и практическая значимость работы.

В работе впервые проанализированы онтогенетические закономерности функционального созревания систем регуляции сердечного ритма и артериального давления, участвующих в формировании адаптивного ответа организма, в условиях одновременной оценки состояния дыхательной и сердечнососудистой систем при выполнении нагрузочной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства.

Направленность функциональных перестроек в организме школьников, вызываемых компонентами образовательной среды, впервые анализируются не только с точки зрения их возможной патогенетической роли, но и с точки зрения саногенеза – процессов, призванных восстановить нарушенное равновесие в организме, и тем самым способствующих восстановлению и укреплению здоровья учащихся.

Показано, что такие компоненты образовательной среды, как гиподинамия и использование традиционных образовательных технологий, являются

факторами риска для здоровья учащихся и могут рассматриваться как условно-патогенные. При этом негативное влияние психолого-педагогических факторов образовательной среды усиливается при их сочетании с неблагоприятными эколого-социальными средовыми факторами, что увеличивает риск развития юношеской прегипертензии.

Использование личностно-ориентированных образовательных технологий (профильного обучения, формирования креативного мышления, вальдорфской педагогики), наоборот, оказывают позитивное влияние на функциональное состояние организма учащихся – снижают выраженность функциональных сдвигов во время учебного года в работе сердечнососудистой системы, ускоряют развитие скоростных качеств психомоторной сферы, и могут рассматриваться как факторы саногенеза. Позитивное влияние на здоровье учащихся также оказывают здоровьесберегающие образовательные технологии, основанные на увеличении двигательной активности школьников.

Использование нагрузочной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства позволило показать, что в основе изменения функционального состояния сердечнососудистой системы учащихся при действии условно-патогенных факторов образовательной и внешней среды лежит затягивание процессов функционального созревания систем нейровегетативной регуляции. Средовые и школьные факторы, нормализующие возрастную динамику данных процессов, оказывают воздействие саногенетической направленности.

Практическая значимость работы определяется тем, что использование методологии физиологического и патофизиологического анализа результатов донозологического мониторинга здоровья учащихся позволяет корректно оценивать здоровьесберегающую составляющую любых образовательных технологий. Это способствует повышению эффективности образовательного процесса, когда высокое качество знаний достигается одновременно с укреплением здоровья учащихся.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Функциональная нагрузочная проба с увеличением «мертвого» дыхательного пространства является достаточно чувствительным инструментом для оценки степени функциональной зрелости сердечнососудистой системы и выявления адаптивных изменений в организме учащихся, вызываемых влиянием различных средовых и образовательных факторов.
2. Индикаторами формирования адаптивного ответа организма учащихся на действие факторов образовательной среды являются обратимые изменения функциональной активности сердечнососудистой системы, систем нейровегетативной регуляции и психомоторной координированности, при которых основные параметры функционального состояния организма учащихся не выходят за границы индивидуальной половозрастной нормы.
3. Использование традиционных педагогических технологий является фактором риска образовательной среды, тогда как применение личностно-ориентированных образовательных технологий (профильное обучение, формирование креативного мышления, вальдорфская педагогика) снижает выраженность функциональных сдвигов во время учебного года в работе сердечнососудистой системы и ускоряет развитие психомоторных качеств учащихся. Неблагоприятное влияние традиционных педагогических технологий на функциональное состояние организма учащихся проявляется при их сочетании с негативным влиянием средовых факторов (жизнь в мегаполисе).
4. Условия жизни в мегаполисе, как эколого-социальные средовые факторы, оказывают значимое влияние на сроки функционального развития сердечно-сосудистой системы учащихся и форму адаптивного ответа их организма при выполнении функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства. Особенностью москвичей, как жителей мегаполиса, является затягивание процесса функционального развития систем вегетативной регуляции сердечного ритма и артериального давления, и его связь с активностью высших надсегментарных механизмов при недостаточном уровне активности симпатических и барорефлекторных влияний.

5. Гиподинамия, как один из факторов риска образовательной среды, вызывает относительное отставание функционального развития вегетативной регуляции сердечнососудистой системы учащихся в подростковом возрасте. Использование в практической работе образовательных учреждений здоровьесберегающих технологий, основанных на повышении уровня двигательной активности, вызывает позитивные изменения в динамике показателей сердечнососудистой системы в течение учебного года, а также способствует активации центральных звеньев психомоторной сферы.
6. Затягивание сроков функционального развития систем нейровегетативной регуляции является одним из факторов патогенеза в формировании состояния прегипертензии в юношеском возрасте. При сочетании негативных влияний средовых факторов (жизнь в мегаполисе) со школьными факторами риска (использование традиционных образовательных технологий) доля подростков с повышенным артериальным давлением (прегипертензивных и гипертензивных) достигает 50 % выборки при 10 % в условно-нормальной популяции.

Внедрение результатов работы.

Основы патофизиологического анализа функционального состояния организма учащихся на донозологическом уровне включены в курс лекций «Инструментальные методы саногенетического мониторинга» на кафедре здоровьесберегающего содержания образовательных технологий ГОУ ДПО «Московский институт открытого образования» Департамента образования г. Москвы. Подготовлен и опубликован «Сборник нормативно-методических документов по оценке влияния образовательных технологий на здоровье детей и подростков». Методика и результаты саногенетического мониторинга сердечнососудистой системы учащихся использованы при разработке методических рекомендаций «Экспертиза нарушений осанки детей и подростков при оптической топографии позвоночника в условиях образовательных учреждений» (утверждены Департаментом здравоохранения г. Москвы 05.02.2008 г.). Результаты саногенетического мониторинга состояния здоровья учащихся использованы

при разработке здоровьесберегающих образовательных технологий в НОУ ЧГЭШ «Самсон» (ЮАО г. Москвы) и с 2002 г. используются в практической работе ГОУ СОШ (с углубленным изучением английского языка) № 1357 ЮВАО г. Москвы.

Апробация работы.

Материалы диссертации доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Здоровый ребенок» (Улан-Удэ, 22-25 сентября 2003 г.), Международном конгрессе «Здоровье, обучение, воспитание детей и молодежи в XXI веке» (Москва, 12-14 мая 2004 г.), Международной научной конференции «Физиология развития человека» (Москва, 22-26 ноября 2004 г.), 7-й научно-практической конференции «Диагностика и лечение нарушений регуляции сердечно-сосудистой системы» (Москва, 23 марта 2005 г.), VIII Международной конференции АСВОМЕД «Современные технологии восстановительной медицины» (Сочи, 10-15 мая 2005 г.), Всероссийской научно-практической конференции «Природные факторы и социальные условия успешности обучения» (Санкт-Петербург, 10-14 июня 2005 г.), IX Международной конференции АСВОМЕД «Высокие технологии восстановительной медицины: профессиональное долголетие и качество жизни» (Сочи, 13-19 мая 2006 г.), Международной научно-методической конференции «Опыт, проблемы, перспективы и качество высшего инженерного образования: роль физической культуры, спорта и здоровьесберегающих технологий в подготовке специалистов» (Белгород, 3-4 октября 2006), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные аспекты жизнедеятельности человека на Севере» (Архангельск, 16-17 ноября 2006 г.), III Международном симпозиуме под эгидой ЮНЕСКО «Проблемы биохимии, радиационной и космической биологии» (Москва, Дубна, 24-28 января 2007 г.), XII Международном симпозиуме «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (Москва, 30-31 января 2007), XX Съезде Физиологического общества им. И.П.Павлова (Москва, 4-8 июня 2007 г.), X Международной конференции АСВОМЕД «Профессиональное долголетие и качество жизни» (Москва, 24-26

сентября 2007 г.), 1-й научно-практической конференции «Сохранение и укрепление здоровья детей и учащейся молодежи в образовательных учреждениях Российской Федерации» (Москва, 8-9 ноября 2007 г.), Международном симпозиуме «Адаптационная физиология и качество жизни: проблемы традиционной и инновационной медицины» (Москва, 14-16 мая 2008).

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1. Человек и среда. Понятие образовательной среды

К настоящему времени в среде клиницистов и работников науки сложилось представление о том, что здоровье человека, определяемое ВОЗ как «не только отсутствие болезней или физических дефектов, но полное физическое, психическое и социальное благополучие человека», является состоянием достаточно неоднородным. Проведенные в последние десятилетия исследования показали, что различия между состояниями организма человека в диапазоне «здоровье» могут быть более существенными, чем между здоровьем и болезнью (Р.М.Баевский, 2003; Н.А.Агаджанян и др., 2004). Для дифференцировки подобных различий, в качестве меры здоровья предлагается рассматривать приспособительные, или адаптационные возможности организма. При этом подразумевается, что организм человека находится в неразрывной связи с окружающей природой и геофизическими компонентами Земли и Вселенной, и вынужден постоянно приспосабливаться к их влияниям. В свою очередь, степень развития адаптационных возможностей организма, его способность адекватно реагировать на нагрузки (экстремальные, максимальные, немаксимальные или «бытовые»), предъявляемые средой обитания в течение всего жизненного пути, избегая при этом развития патологических состояний и оставаясь внутри диапазона «здоровье» (Ф.З.Меерсон, 1993), определяется величиной функциональных резервов организма человека (Р.М.Баевский, 2003).

Однако жизнь человека проходит в условиях постоянного взаимодействия не только с факторами окружающей его среды, факторами природными, но и во взаимодействии с факторами окружающего человеческого общества, факторами социальными. Особенностью возрастного периода с 6-7 до 17-18 лет у большинства детей является совмещение обычного процесса жизнедеятельности с процессами школьного образования. В этот период к «обычным» природным и социальным факторам внешней среды, влияющим на здоровье детей, до-

бавляются факторы образовательной среды – где, когда и каким способом ребенок перенимает знания, накопленные человечеством.

Под образовательной средой понимают «систему влияний и условий формирования личности по заданному образцу, а также возможностей для ее развития, содержащихся в социальном и пространственно-временном окружении» (В.А.Ясвин, 2001). Предполагается, что образовательная среда охватывает комплекс природных факторов (физических, химических, биологических), характеризующих условия обучения, как в образовательном учреждении, так и вне его (дополнительные занятия, творческие и спортивные кружки, условия подготовки домашних заданий), а также комплекс социальных факторов, связанных с методологией образовательного процесса, психологическими принципами межличностного общения, принятыми в школе и дома.

2. Комплексное влияние средовых факторов на здоровье людей

По данным Союза педиатров России (А.А.Баранов и др., 2008), за последние годы наблюдается существенное ухудшение здоровья детей и подростков. Причиной этого процесса считают негативное влияние социальных и эколого-гигиенических условий жизни (В.Р.Кучма, Л.М.Сухарева, 2007). При этом неудовлетворительное состояние здоровья детей, как наиболее чувствительной части населения, отражает общее состояния здоровья населения, ухудшающегося под влиянием социальных условий последних десятилетий (М.М.Безруких, 2000). Отмечено, что за последние годы происходит постепенная адаптация россиян к новым социально-экономическим условиям, улучшается их психологическое состояние, но соматическое здоровье и физиологические состояние – наоборот, ухудшаются (Г.М.Зараковский и др., 2007). Отражается этот процесс в повышении показателей смертности и числа болезней стрессогенной этиологии.

В целом здоровье населения формируется под воздействием сложного комплекса сочетающихся экологических факторов (в настоящее время неблагоприятных, включающих промышленное загрязнение воздушной и водной среды, метеопараметры, способствующие накоплению в воздушной среде вредных

химических веществ, дискомфортные изменения погодно-географических элементов) на фоне социально-экономических условий, которые становятся все более негативными (Ю.А.Рахманин и др., 2005а). При этом ведущее значение в формировании экологически обусловленных заболеваний сердечнососудистой системы, органов пищеварения, крови и кроветворных органов принадлежит социально-экономическим факторам (В.А.Отрощенко, 2004), хотя влияние природных экологических факторов (метеорологических и географических) также вносит значимый вклад.

Разработана модель расчета компенсаторных резервов и адаптивной способности организма и их устойчивости при хроническом воздействии факторов различной природы и интенсивности (А.В.Шафиркин, 2003). На основании модели изучены зависимости снижения компенсаторных резервов при длительном раздельном или сочетанном действии разных стрессорных факторов. Показано, что пики смертности населения Российской Федерации в 1991-1994 гг. и в 1998-2000 гг. связаны с дополнительным влиянием новых стрессорных факторов:

- падением уровня жизни у большей части населения;
- психологической неуверенности в завтрашнем дне;
- отсутствием механизмов, стимулирующих граждан к поддержанию своего здоровья, и др.

Показано, что снижение доходов населения существенным образом отразилось на потреблении белковой пищи – мяса и молочных продуктов: по сравнению с предыдущими годами выявлено падение данного показателя на 40-45 % (Белая книга, 2002). Предполагается, что именно вследствие данного обстоятельства произошло снижение уровня здоровья детей – отмечен рост числа заболеваний эндокринной системы, нарушений обмена веществ и иммунитета в 1.44 раза; заболеваемости анемией в 1.47 раз; болезней костно-мышечной системы в 1.55 раз; заболеваний сердечнососудистой системы в 1.44 раз; туберкулезом – в 2.2 раза. В подростковой среде рост заболеваемости сердечнососудистой системы составил 2.27 раз; частота новообразований возросла в 3.3 раза;

рост заболеваемости крови и кроветворных органов составил 3.9 раз (в т.ч. по анемии в 5 раз); по болезням эндокринной системы, нарушений обмена веществ и иммунитета рост составил 4.37 раз; по болезням костно-мышечной системы 3.23. раза; по инфекционным и паразитарных болезням 2.06 раз (Население России, 2001).

В ситуации недостатка качественного питания, постоянно ухудшающейся экологической обстановки и растущих проблем с медицинским обеспечением, добавление психоэмоционального стресса приводит к еще большему росту заболеваемости и смертности населения (А.В.Шафиркин, 2003). У взрослых к таким стрессорным факторам относятся снижение дохода в семье, сложности трудоустройства и др. социально-экономические факторы, у детей и подростков – подобные по действию факторы образовательной среды (введение новых образовательных технологий, переход на ЕГЭ др.).

В зарубежных странах, где отмечают сходные закономерности ухудшения социально-экономической ситуации и здоровья населения, в школьной практике выявляют, как минимум, развитие у детей и подростков синдрома дефицита внимания (G.Blazquez-Almeria et al., 2005).

3. Влияние природных факторов на здоровье учащихся

По результатам многолетнего мониторинга, проведенного сотрудниками института возрастной физиологии РАО в 2001-2004 г. в 1259 школах из 56 регионов РФ (более 150000 учащихся 1-3 и 10-11 классов), «состояние среды жизнедеятельности современных российских школьников является неблагоприятным для нормального роста, развития и здоровья учащихся» (М.М.Безруких и др., 2006). Кроме того, в настоящее время лишь 27% учреждений для детей и подростков в России отвечают санитарно-гигиеническим требованиям (В.Р.Кучма, 2000).

Место жительства, связанное с состоянием окружающей среды, оказывает существенное влияние на тип и динамику функционального развития вегетативных органов. Так, у сельских детей обнаружены более высокие значения артериального давления и частоты сердечных сокращений при более высоком

уровне симпатической активности (Е.С.Сабирьянова, 2006), что выявляется как в спокойном состоянии, так и подтверждается ортостатической пробой. Результаты физиологического мониторинга состояния здоровья подростков (А.И.Федоров и др., 2002b) показали, что в сельской местности у подростков формируется состояние, характеризующееся функциональным напряжением в работе регуляторных систем организма. Данное состояние связывают с дефицитом йода, который, в свою очередь, ограничивает интенсивность основного обмена и вовлечение в адаптивные реакции гормонов общеадаптивного назначения, что приводит к нарушениям внимания и памяти на фоне выраженной симпатикотонии.

В городе йод-дефицит в основном компенсируется за счет более рационального питания, что способствует усилению активности гипофизарно-надпочечниковой системы в ответ на длительное воздействие на организм комплекса средовых факторов техногенного происхождения. В результате формируется сбалансированное состояние с условным названием «гипоадаптоз», характеризующееся повышенной вагусной активностью при высоком уровне симпатической активности. Нарушения обмена йода в организме детей и подростков выявляются также и в зарубежных исследованиях, причем оказывается, что при нормальном потреблении данного элемента распространенность заболеваний щитовидной железы у 15-17-летних подростков и взрослых людей не различается (M.Milakovac et al., 2001). А йод-дефицит наиболее распространен не в сельских районах, как в нашей стране, а в крупных городах, даже расположенных в прибрежной зоне (D.Costante et al., 2002). Вместе с тем, обширные скриниговые исследования, проведенные в странах Африки, Северной и Южной Америки, Центральной Европы и западных островов Тихого океана показали, что потребление йода и функциональная активность гормонов щитовидной железы связаны не столь однозначной связью и интерпретация данных, учитывающая только этот один фактор, не всегда отражает реальное состояние организма детей (M.B.Zimmermann et al., 2004).

В районах с неблагополучной экологической обстановкой отмечают рост общей заболеваемости детей, в первую очередь – нарушение дыхательной функции (И.И.Пономаренко, 2005). Например, в г. Чебоксары, отмечено возрастание распространенности среди детей ЛОР-заболеваний, аллергических реакций, анемий, врожденных пороков и аномалий развития (Е.В.Михайлова, 2005). В г. Липецке, где промышленные производства (черной металлургии, машиностроения, стройиндустрии, энергетики) расположены по кольцу, охватывающему весь город, и высока степень загрязнения воздуха, отмечена высокая корреляция периодов повышения уровня загрязнения (по разным причинам) и частоты обращений в медицинские учреждения детей с заболеваниями органов дыхания (Л.Г.Стамова, Е.А.Чеснокова, 2005). Сравнительный анализ состояния легочной системы у школьников, проживающих в разных районах г. Москвы показал, что у жителей наиболее загрязненных районов снижена жизненная емкость легких, но реже встречается снижение показателей бронхиальной проводимости (K.Eroshina et al., 2004). Проживание в неблагополучных условиях окружающей среды провоцирует развитие не только легочной патологии, но и астматических проявлений (M.Kabesch et al., 2003; R.L.Wolf et al., 2003; S.S.daCunha et al., 2007; K.N.Priftis et al., 2007). В свою очередь, аллергические заболевания, в том числе и астма, способны вызвать задержку психического развития и снизить обучаемость детей (M.S.Blaiss, 2004). В отношении иммунной системы также показано, что у детей от 1.5 до 15 лет, обращающихся в лечебные учреждения по поводу аллергии, в 59.6 % случаев обнаруживается сенсибилизация к бытовым аллергенам (плесневым и дрожжевым грибкам, бактериям Staphylococcus aureus, клещам и тараканам) (Ю.Д.Губернский и др., 2005), что подтверждает жизненность гигиенических требований к состоянию помещения, где проходит обучение и жизнь детей, как в школьном здании, так и дома.

В районах, где жизнь человека сопряжена с большой степенью напряжения адаптивных возможностей организма (отдаленные районы Якутии и Дальнего Востока), велика роль эндокринной системы (Р.В.Учакина, 2006). При

этом у аборигенов в большей степени вариабельны показатели гипофизарно-надпочечниковой системы, у пришлого населения – гипофизарно-тиреоидной системы.

Предположительное влияние сезонных колебаний погоды было обнаружено при ежеквартальном обследовании 11-13-летних девочек: показано, что вариабельность сердечного ритма имеет максимальное значение в зимний период, и минимальные значения – в летних и осенних обследованиях (И.Г.Кайсина и др., 2005). Авторы делают заключение об обусловленности колебаний данного показателя сезонными изменениями гормональной активности симпатического звена вегетативной регуляции. Ранее (Н.Ю.Лаврова и др., 1998) у 7-9-летних мальчиков и девочек выявлены аналогичные колебания уровня вариабельности сердечного ритма.

Результаты комплексного физиологического мониторинга, проведенного в г. Кемерово, свидетельствуют о снижении на протяжении учебного года показателей частоты сердечных сокращений и стресс-индекса у учащихся 2-х классов (А.И.Федоров и др., 2002а), а также об изменении других геометрических и статистических показателей вариабельности сердечного ритма. Однако в данном случае изменения показателей работы сердечнососудистой системы интерпретируются как приспособительные реакции в ответ на влияние факторов образовательной среды. Влияние природно-климатических факторов, наоборот, не рассматривается.

В исследованиях НИИ физиологии детей и подростков АПН было обнаружено, что уровень вегетативной активности учащихся, определяемый по экскреции с мочой катехоламинов, их предшественников и метаболитов (Адаптация…, 1982), также имеет сезонный колебания, с максимальной выраженностью в 3-й учебной четверти. Эти данные были подтверждены в работе О.Л.Тарасовой (1998) и в недавних исследованиях М.В.Шайхелисламовой (2007). Аналогично, в работе М.М.Безруких (1989) представлены данные о показателях вариабельности сердечного ритма 13-16-летних подростков, зарегистрированные в октябре и феврале, и имеющие сезонную зависимость. В упо-

мянутых исследованиях изменения показателей сердечнососудистой системы также были связаны с адаптивными изменениями в организме учащихся в процессе школьного обучения.

Мониторинг состояния здоровья первоклассников, проживающих в г. Сургут Ханты-Мансийского АО выявил, что на протяжении учебного года у таких детей растет умственная работоспособность (с появлением признаков утомления к концу учебного года), у испытуемых 2-й группы здоровья снижается частота сердечных сокращений, показатели артериального давления и стресс-индекс, а также меняются другие геометрические показатели вариабельности сердечного ритма (А.Н.Поборский и др., 2002). К сожалению, вывод авторов об обусловленности перечисленных изменений суровыми условиями Севера не подкоплен сравнением полученных результатов с аналогичными показателями первоклассников из более благоприятных климатических зон. Кроме того, общая направленность сдвигов соответствует данным других исследований (А.И.Федоров и др., 2002а), которые связывают подобные перестройки сердечнососудистой системы с процессом школьного образования.

Вместе с тем, существуют работы, в которых выявлены противоположнонаправленные изменения показателей сердечнососудистой системы школьников в течение учебного года – возрастание частоты сердечных сокращений, стресс-индекса и артериального давления с достижением максимальных значений в марте у учащихся гимназических классов с математическим уклоном, тогда как у учащихся спортивного интерната статистически значимых изменений зарегистрировано не было (Р.С.Сигида, 2004).

В литературе также описаны сезонные колебания показателей вариабельности сердечного ритма взрослых людей, которые более выражены у больных, в частности сезонными депрессиями, но также выявляются и в здоровой популяции (Т.С.Мельникова и др., 2000). У детей-асмтатиков найдено возрастание мощности диапазона HF спектра вариабельности сердечного ритма летом (по сравнению с весной и осенью) и снижение мощности диапазона LF осенью

(N.Kazuma et al., 2000), тогда как в контрольной группе данного исследования сезонных колебаний показателей HF, LF и LF/HF не зарегистрировано.

Данный вопрос – о влиянии сезонных изменений климатических и экологических условий на здоровье учащихся – до настоящего времени окончательно не решен. На практике при оценке здоровья детей и подростков всегда приходится учитывать наличие интерференции целого ряда средовых факторов, среди которых главными можно считать два – природно-климатический и образовательный. Вычленить влияние одного из факторов подбором референтных групп не представляется возможным. Одним из способов решения данной проблемы может быть варьирование силой влияния факторов: сравнение динамики показателей различных систем организма в течение учебного года (1) у школьников из разных климатических зон, но с одним типом образовательных технологий, и/или (2) из одной климатической зоны, но из школ с разными образовательными технологиями.

Кроме того, при интерпретации результатов длительного мониторинга состояния здоровья детей нельзя игнорировать данные, полученные на животных. Так, сезонные изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления (с минимумом в апреле-мае) выявлены у кроликов, как и весеннее повышение содержания моноаминов в головном мозге, достигающее максимума в мае (М.Я.Оттер, А.В.Шоттер, 1991). Аналогичные изменения выявлены в более ранних работах М.Я.Оттер на крысах (1980) и мышах (1982).

Биоритмологические изменения различных показателей функциональной активности организма животных (и человека) известны достаточно давно (Н.А.Агаджанян, 1967), и изучаются отраслью науки под названием «хронобиология» (Хронобиология…, 2000; Г.Хильдебрандт и др., 2006). Считается, что биологические ритмы разной периодичности у млекопитающих связаны с активностью осциллятора в супрахиазматическом ядре гипоталамуса (Н.А.Агаджанян и др., 1987; A.Kalsbeek et al., 2006; M.Stratmann, U.Schibler, 2006). Их функцией является «привязка» к фотопериодизму во внешней среде уровня метаболизма в организме животного (D.G Hazlerigg, G.C.Wagner, 2006),

а также основных параметров его нейрогормональной регуляции (M.M.Landys et al., 2006). Чувствительность человека к фотопериодизму считается доказанной, особенно по активности гонадотропных гормонов (F.H.Bronson, 2004) и пролактина (M.J.Paul et al., 2008). Однако сезонных изменений в уровне физической активности школьников выявить не удалось (N.D.Ridgers et al., 2006a).

4. Влияние психосоциальных факторов образовательной среды на здоровье учащихся

Оценка влияния образовательной среды на здоровье учащихся является одним из объектов изучения в физиологии развития человека. Еще в 70-80-е годы сотрудниками НИИ физиологии детей и подростков АПН проведены масштабные комплексные и лонгитюдные исследования изменения показателей основных систем организма детей и подростков разного возраста в динамике учебного дня, недели и учебного года (Адаптация…, 1982; Нормализация…, 1988). Было показано, что влияние процесса обучения в школе на растущий организм можно квалифицировать как физиологический стресс, или, по терминологии Г.Селье, стресс (Г.Селье, 1992), который вызывает адаптивный ответ организма. В свою очередь, согласно концепции И.А.Аршавского, воздействия стрессорных факторов на растущий организм в пределах физиологической нормы стимулирует его морфо-функциональное развитие (И.А.Аршавский, 1982). Данное направление работы, как в теоретическом, так и в прикладном аспектах, активно разрабатывается и в настоящее время, уже Институтом возрастной физиологии РАО (М.М.Безруких и др., 2006).

С другой стороны, масса клинических публикаций о состоянии здоровья школьников в настоящее время содержат вывод о негативном влиянии школьного обучения на здоровье детей. По результатам санитарно-гигиенической оценки здоровья учащихся (Г.Г.Онищенко, 2005) 40-55 % школьников к концу учебного дня демонстрируют признаки выраженного утомления, у 60-63 % учащихся отмечено изменение артериального давления (в основном, в сторону возрастания). Считается, что эти явления обусловлены нарушениями организации учебного процесса (повышение учебной нагрузки, снижение физической

активности) и могут быть скорректированы методами управления образовательной средой. По мнению М.М.Безруких, «каждый ребенок готов к обучению, он не готов иногда к тем условиям, которые создает школа, или школа не готова работать индивидуально с ребенком» (М.М.Безруких, 2000). Проводимые реформы структуры и содержания общего среднего образования приоритет сохранения здоровья учащихся лишь декларируют, а их разработка не опирается на современную научно-практическую базу, не имеет должной личностной ориентации нового содержания образования (В.Р.Кучма, 2000). Между тем психосоциальные факторы образовательной среды оказывают выраженное влияние на здоровье и адаптивные возможности организма детей и подростков.

Разработана шкала рангов факторов риска образовательной среды (Н.А.Бирюкова, 2006):

1) стрессовая педагогическая практика;
2) интенсификация учебного процесса;
3) несоответствие методик и технологий обучения возрастным и функциональным возможностям школьника;
4) преждевременное начало дошкольного систематического обучения;
5) несоблюдение физиолого-гигиенических требований обеспечения образовательного процесса;
6) неграмотность педагогов и родителей в вопросах охраны и укрепления здоровья;
7) частичное разрушение служб школьного врачебного контроля;
8) провалы в системе физического воспитания;
9) отсутствие работы по формированию ценностей здоровья и здорового образа жизни.

Перечисленные школьные факторы риска, являющиеся составной частью образовательной среды, действуют длительно, комплексно, и их воздействие кумулируется. В результате влияние образовательной среды на здоровье детей может проявляться не сразу, а через несколько лет обучения, часто на фоне до-

полнительных стрессирующих воздействий (например, при смене образовательных технологий или в ситуации проведения экзаменов).

Показано, что умственная нагрузка у детей 8-11 лет сопровождается активацией центрального контура регуляции сердечным ритмом и вызывает функциональное напряжение вегетативных регуляторных систем (О.В.Кузнецова, 2007). Сравнительный анализ показателей сердечнососудистой системы у учащихся обычных классов и спецклассов с углубленным изучением математики показал, что повышенная учебная нагрузка вызывает усиление функциональной активности симпатического звена вегетативной регуляции, особенно у школьников с высокой успеваемостью (Л.Я.Доцоев и др., 2003), что свидетельствует о развитии адаптивного ответа в организме учащихся в классах с повышенной учебной нагрузкой.

Выявлено, что процесс обучения в школе часто сопровождается повышением уровня тревожности (P.Muris et al., 2000). При этом такой показатель вариабельности сердечного ритма, как стресс-индекс, связан с личностной тревожностью и обуславливается генетическими факторами, а спектральные показатели вариабельности сердечного ритма связаны со школьной реактивной тревожностью (Д.А.Дмитриев и др., 2003). Обучение во 2-ую смену приводит к повышению реактивной тревожности, угнетению психических функций, ослаблению функциональной активности ЦНС (возрастанию латентности простых сенсомоторных реакций, возрастанию числа ошибок при дифференцировке простых стимулов) (И.И.Пономаренко, 2005).

Во время переводных экзаменов в 5-7-х классах гимназии у 11-13-летних школьников отмечено повышение частоты сердечных сокращений, повышение артериального давления, хотя у большинства детей – в пределах нормальных половозрастных значений (С.М.Минасян и др., 2005). Такие сдвиги говорят об адаптивных изменениях в организме детей, при этом наиболее выраженные сдвиги отмечены у более старших школьников, учащихся 7-х классов. Выявлено также, что ситуация ЕГЭ, как и проведение экзамена в традиционной форме, вызывает повышение стресс-индекса. Причем тестирование в форме ЕГЭ вызы-

вает более выраженные сдвиги, чем традиционная форма экзамена (Е.А.Пивоварова, Р.М.Городничев, 2007). Во время вступительных экзаменов в колледж обнаружена активация центральных систем управления сердечным ритмом, что проявляется в возрастании стресс-индекса более чем на 50 %, других геометрических показателей вариабельности сердечного ритма (ИВР, ПАПР и ВПР) – на 20-30 % (Э.С.Геворкян и др., 2004). Даже успешная сдача экзаменов студентами вызывает у них снижение относительного вклада вагусной составляющей и повышение функциональной активности гуморально-метаболических и симпатических влияний на сердечный ритм (Н.В.Макаренко и др., 2006).

При адаптации более взрослых испытуемых (17-18-летних девушек) к условиям как производства, так и учебы (Ф.Г.Ситдиков и др., 2001) описано возрастание стресс-индекса и усиление реактивности симпатической системы в тестах определения физической работоспособности (70 % от PWC_{170}). При этом у студенток изменения более выражены и имеют пики в начале 1-го семестра, перед и после 1-й сессии. Данные наблюдения подтверждаются результатами обследований студентов Новгородского медицинского колледжа. Показано, что эмоциональное напряжение в разные эпизоды обучения составляет мобилизационную основу мотивационных состояний, обеспечивающих повышение результативности учебной деятельности (Н.А.Лебедева, 2004). Обнаружено также, что у большей части учащихся медицинских училищ после поступления в учебные заведения развивается значительное функциональное напряжение системы кровообращения (снижение показателей артериального давления и сердечной производительности), более выраженное в возрасте 15-16 лет по сравнению с 17-18-летними студентами, и у приезжих их других климатических условий (Н.А.Агаджанян и др., 1997).

Высокая учебная нагрузка студентов факультета подготовки научно-педагогических кадров ММА им. И.М.Сеченова (в 1.5-2 раза выше, чем на других факультетах) при высокой интенсивности обучения с применением активных методов и при наличии положительной мотивации не оказывает неблаго-

приятного влияния на психофизиологическое состояние студентов, сопровождается повышением работоспособности и интенсивности учебной работы, снижением утомляемости (Н.А.Агаджанян и др., 2005). Однако при таком режиме обучения выявлена тенденция к повышению заболеваемости (органов дыхания, нервной системы, зрения, органов пищеварения, костной системы), что предполагает высокую цену адаптации организма студентов к процессу обучения. С другой стороны, обнаружено, что экзаменационное психоэмоциональное напряжение и каждодневная нагрузка не являются единственными причинами роста заболеваемости среди студентов (Э.С.Геворкян и др., 2005). Такие факторы, как образ жизни и привычки, в т.ч. вредные, например, употребление алкоголя, также влияют на сердечный ритм и артериальное давление, хотя их вклад в вариабельность тестируемых показателей составляет не более 4 % (R.H.Faqard et al., 1999; K.Stolarz et al., 2003).

Отдельно следует остановиться на состоянии здоровья школьников, начавших систематическое обучение в школе с 6 лет и ранее. Показано (В.Р.Кучма, 2000), что 80% шестилеток, прошедших тестирование, не готовы к систематическому обучению, так как их развитие соответствует примерно 5.5 годам. Условия, необходимые для обучения таких детей (спальни, нагрузки не более 20 часов в неделю), школы не в состоянии предоставить. В результате, через несколько лет, эти дети составляют подавляющее число «двоечников» пятых-седьмых классов. В дальнейшем ситуацию не только не исправляется, но даже усугубляется. У 16-летних 11-классников физиологическая стоимость успешности обучения более высока, по сравнению с 17-18-летними одноклассниками: у девушек отмечают развитие нейроциркуляторной астении, у юношей – дефицит массы тела и нервно-психические расстройства (И.К.Раппопорт, 2005).

5. Влияние двигательного режима на здоровье учащихся

Данные литературы о влиянии физической тренировки на показатели сердечнососудистой системы, в частности, спектральные показатели вариабельности сердечного ритма и артериального давления, достаточно противоре-

чивы и отражают особенности как тренировочного процесса, так и технические возможности используемых приборных комплексов. Так, при сравнении показателей подростков 16-20 лет, ведущих в основном сидячий образ жизни (школьники и студенты), с показателями игроков школьных спортивных команд, различий в показателях вариабельности сердечного ритма в покое и при проведении функциональных проб не обнаружено (E.R.Migliaro et al., 2001). Следует, однако, принять во внимание, что на 1-ом курсе большинство студентов по показателю максимального потребления кислорода могут быть отнесено к тренированным людям (Г.Н.Атрощенко, И.Н.Сахарова, 2005): значения данного показателя составляют 57.0 ± 2.5 мл•кг$^{-1}$•мин$^{-1}$. Но уже на 2-4-м курсах данный показатель существенно снижается, до величин 42.0 ± 1.5 мл•кг$^{-1}$•мин$^{-1}$ у студентов 4-го курса.

Многолетние занятия физической культурой с умеренной нагрузкой (3-5 раз в неделю, 40-60 % от максимального потребления кислорода) сопровождаются снижением вклада симпатических влияний в вариабельность сердечного ритма, тогда как спектральные показатели вариабельности артериального давления значимо не меняются (A.L.T.Uusitalo et al., 2004). Тренировки, нацеленные на достижение высокого уровня спортивного мастерства (уровень максимального потребления кислорода не менее 55 мл•кг$^{-1}$•мин$^{-1}$) приводят к развитию спортивной брадикардии и повышению вклада вагусных влияний в формирование спектров вариабельности сердечного ритма и артериального давления, при этом изменений альфа-индекса, косвенно отражающего величину чувствительности артериального барорефлекса, не обнаруживается (K.Shin et al., 1997). Однако в других исследованиях, где сравнивали показатели студентов-медиков и слушателей факультета физического воспитания, имеющих высокую спортивную квалификацию, помимо усиления вагусных составляющих в спектрах вариабельности сердечного ритма и артериального давления выявлено значимое возрастание индексов, характеризующих величину спонтанного барорефлекса (Z.Lenard et al., 2005).

Как свидетельствуют результаты многолетнего санитарно-гигиенического мониторинга, 75 % школьников страдают гиподинамией (Г.Г.Онищенко, 2005). Снижение двигательной активности детей и подростков, особенно во время учебного года, является одной из основных причин ожирения и развития сопутствующих данному состоянию изменений в сердечнососудистой системе (M.M.Massin et al., 2004; A.D.Christodoulos et al., 2006). Сравнительный анализ состояния здоровья учащихся школ с разным уровнем двигательной активности показал следующее. В гимназиях, по сравнению с общеобразовательными школами характеризующихся большим количеством часов на физкультуру, отмечена более высокая физическая подготовленность учащихся с 1-го по 9-й классы, более низкие значения стресс-индекса, преобладание в спектре вариабельности сердечного ритма вагусной компоненты, и более высокая толерантность к гипоксии (по пробе Штанге) (Е.В.Быков, А.П.Исаев, 2001). У учащихся спортивных классов (занимающихся в спортивных секциях) выявлены более высокие спектральные показатели вариабельности сердечного ритма, причем без изменения относительного вклада разных частотных диапазонов (М.А.Брук, 2005). Показано, что с ростом тренированности организма возрастает и суммарная мощность спектра вариабельности сердечного ритма (А.Д.Викулов и др., 2005), что свидетельствует о повышении общего уровня активности вегетативных систем регуляции сердечнососудистой системы как форме адаптивного ответа организма на возросшую физическую нагрузку. При этом наиболее информативными показатели считаются статистические (SDNN, RMSSD, pNN50), геометрические (мода, ИВР, стресс-индекс) и спектральные (TP, HF) (по данным на приборе Нейрософт). Повышение двигательной нагрузки в виде дополнительный уроков физкультуры приводят к развитию брадикардии тренированности и возрастанию показателей сердечной производительности даже у 7-8-летних школьников (И.Х.Вахитов и др., 2003), что также сопровождается возрастанием вариабельности сердечного ритма в покое (А.А.Ежов, 2005). Достигнутые величины показателей функционирования сердечнососудистой системы сохраняют и в последующие 2-3 года, даже при снижении уровня

физической нагрузки (И.Х.Вахитов и др., 2003). Введение в учебное расписание младших и средних школьников «динамической перемены» с 11.00 до 12.00, во время которой учащиеся пробегают до 1500 м, индуцирует повышение эффективности периферических влияний на работу сердечнососудистой системы (при снижении относительного вклада симпатических влияний) и снижение функционального напряжения адаптационных механизмов (Л.Н.Игишева и др., 2006). Дополнительные уроки физкультуры в 9-11 классах улучшают функциональное состояние сердечнососудистой системы (по основным показателям гемодинамики в покое и при выполнении ортостатической пробы), повышают толерантность к гипоксии, и сопровождаются снижением психоэмоционального напряжения (С.А.Личагина, 2002). При сравнении состояния здоровья старшеклассников, обучающихся в двух типах учебных заведений (в общеобразовательной школе с 2 часами физкультуры в неделю, и в кадетском корпусе, с 3 спаренными уроками физкультуры, 3 спаренными факультативными занятиями – кроссы и спортивные игры, обязательной утренней зарядкой и 3 часами начальной военной подготовки, включая строевую, огневую и парашютно-десантную подготовку), показано, что у кадетов снижена заболеваемость, снижен возрастной рост заболеваемости, повышена доля гармонично-развитых подростков (Р.С.Рахманов, А.В.Нестеренко, 2005). Кроме того, у кадетов 11-х классов отмечено возрастание морфо-функциональных характеристик по сравнению со «штатскими» сверстниками – выше средние показатели роста, массы тела, обмерных показателей.

Ограничение двигательной активности детей в школе компенсируется повышением уровня их спонтанных локомоций во внеурочный и внешкольный период. Уровень двигательной активности во время школьных перемен покрывает от 5 до 40 % в двигательной активности учащихся (N.D.Ridgers et al., 2006b). При этом повышение уровня и разнообразия форм двигательной активности у учащихся школ исполнительского мастерства (танцовщиков и музыкантов) улучшает показатели адаптированности этих детей в процессе концертной деятельности (Л.В.Семашко, 2003), что проявляется в меньшей степени

психоэмоционального напряжения и ускоренном восстановлении показателей гемодинамики. Комплексная оценка функционального состояния организма учащихся при разных режимах двигательной активности показала, что методы и средства физической культуры позволяют совершенствовать процессы адаптации школьников к действию факторов риска образовательной среды, а также эффективны в профилактике и коррекции неблагоприятных изменений функционального состояния организма учащихся в процессе обучения, повышении работоспособности и укреплении здоровья (И.А.Криволапчук, 2008).

6. *Личностно-ориентированные образовательные технологии и их влияние на здоровье учащихся*

Среди предложений гигиенистов по снижению стрессирующего давления школьных факторов на здоровья учащихся не выдержали проверкой практикой замена экзаменов на тестирования и раннее начало систематического обучения (при переходе на 12-летнее обучение). Изучение состояния здоровья учащихся современными методами физиологического мониторинга показало, что влияние тестирования по типу ЕГЭ оказалось еще более стрессирующим, чем экзамен в традиционной форме (Е.А.Пивоварова, Р.М.Городничев, 2007), а состояние здоровья детей, отправленных в школу в 6-летнем возрасте, было серьезно подорвано (И.К.Раппопорт, 2005). Однако идея использования личностно-ориентированных образовательных технологий оказалась достаточно плодотворной. Переход к личностно-ориентированным системам образования предусмотрен в Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года (утверждена Приказом Министерства образования РФ от 11.02.2002 № 393).

Согласно устоявшимся педагогическим воззрениям, образованием называют процесс специально организованного целенаправленного формирования личности по определенному образцу, причем образец всегда носит социально обусловленный характер (В.А.Ясвин, 2001). Предполагается, что в процессе образовательной деятельности у учащихся формируется и развивается единый, ориентированный на государственные интересы набор качеств, составляющий

абстрактную «модель выпускника» (Н.А.Алексеев, 2006), а главным мерилом эффективности образовательного процесса являются знания, умения и навыки (А.А.Плигин, 2007). Однако требования современного общества определили фактический переход с 90-х годов прошлого столетия большинства образовательных учреждений на личностно-ориентированное обучение, хотя теоретическая дидактическая база данного феномена начала разрабатываться только в последнее десятилетие (А.А.Плигин, 2007). В современных работах личностно-ориентированное обучение трактуется как обучение, которое во главу угла ставит самобытность ребенка, его самоценность, субъективность процесса обучения (Н.А.Алексеев, 2006). Предполагается, что центром личностно-ориентированной педагогики должно стать развитие способностей и познавательных стратегий, ценностных ориентаций, личностных смыслов и я-концепции (А.А.Плигин, 2007). В педагогических работах личностно-ориентированное обучение обычно противопоставляется традиционному, которое ориентировано на формирование в результате обучения человека, обладающего четко прописанными качествами. При этом набор таких качеств зафиксирован в социальном заказе школе, а выпускник школы рассматривается как носитель набора определенных социальных функций и «реализатор» определенных моделей поведения.

В начальной школе к личностно-ориентированным образовательным технологиям относят концепции развивающего обучения (Н.А.Алексеев, 2002):

– система развивающего обучения Д.Б.Эльконина-В.В.Давыдова (планомерное формирование умственных действий в форме подражания, игры, кооперативной деятельности, совместной мыследеятельности, рефлексивной деятельности на основании собственных размышлений или поведения);

– дидактическая система обучения Л.В.Занкова (развитие личности – развитие ума, воли и чувств, т.е. фундаментальных сторон психики);

– система обучения «по Ш.А.Амонашвили» (формирование знаний, развитие способностей, формирование полноценного субъекта учения, при котором

поиск условий и средств осуществления этой задачи разворачивается на основе тонкого учета психологических особенностей личности учащихся);

– школа диалога культур В.С.Библера (организация обучения для самоконструирования ученика при подсказках учителя, где и как подумать);

– теория планомерного формирования умственных действий и понятий П.Я.Гальперина-Н.Ф.Талызиной (цель обучения заключается в том, чтобы дать человеку умение действовать, а знания должны стать средством обучения действиям);

– подходы к организации обучения учителей-новаторов (И.П.Волков, В.Ф.Шаталов, Е.Н.Ильин, В.Г.Хазанкин, С.Н.Лысенкова).

Личностно-ориентированные технологии в старших классах предполагают развитие профильного обучения, ориентированного на «индивидуализацию обучения и социализацию обучающихся, в том числе с учетом потребностей рынка труда» (Н.А.Алексеев, 2006). Профильное обучение, как вариант личностно-ориентированной образовательной технологии, рассматривается как основной способ реализации индивидуальных образовательных маршрутов учащихся на старшей ступени общего образования, при этом выдвигается требование гибкости программ и их адаптированности к склонностям и способностям учащихся.

Менее распространены школы вальдорфской педагогики, или «педагогики Р.Штайнера» (Вальдорфская педагогика; Сервер по Вальдорфской педагогике). Отличительными особенностями вальдорфской системы обучения являются следующие принципы:

– выдвижение на первый план художественно-эстетического элемента образования (рукоделие, ремесла, живопись, музыка, лепка, эвритмия, садоводство и др.);

– отмена системы отметок в баллах и второгодничества, установка на свободное развитие ребенка в соответствии с индивидуальными особенностями;

– «гигиена преподавания» – ориентация на ритм дня, недели, года, преподавание «эпохами» – концентрация учебного материала, с целью его органического преподавания и восприятия;

– совместная работа учителей и родителей – повышение роли родителей в деятельности школы.

Перечисленные педагогические приемы школ вальдорфской педагогики во многом совпадают с принципами личностно-ориентированных образовательных технологий.

Сравнительная оценка состояния здоровья учащихся разных типов образовательных учреждений показала, что обучение в школах инновационного типа (колледжи, лицеи, спецшколы и т.п.) приводит к снижению уровня тревожности, улучшает показатели ЦНС, снимает функциональное напряжение сердечнососудистой системы, даже при ненадлежащей с точки зрения гигиены организации учебного процесса (И.И.Пономаренко, 2005). Однако нарушение гигиенических требований даже при высокой мотивации на обучение приводит к длительному напряжению адаптивных механизмов, что провоцирует рост заболеваемости и снижение числа здоровых детей. Аналогичные закономерности выявлены при сравнительном анализе состояния здоровья младших школьников, обучающихся по различным образовательным технологиям (традиционной, развивающей и индивидуально-дифференцированной) (М.В.Антропова и др., 1998; Т.Н.Семенова, 2005; В.А.Гуров, 2006).

Личностно-ориентированное обучение оказывает благоприятное влияние на функциональное состояние основных систем организма и здоровье детей в целом, а также способствует формированию положительной динамики этих показателей в течение учебного года (Н.М.Цыренова, 2003). Данные образовательные технологии способствуют сохранению на высоком уровне умственной работоспособности в течение дня, недели и учебного года, снижению дефицита ночного сна и нормализации продолжительности приготовления уроков. При использовании личностно-ориентированных технологий отмечено снижение числа учащихся с признаками функционального напряжения регуляторных си-

стем организма по психофизиологическим показателям, показателям вегетативной регуляции сердечнососудистой системы, а также показателям обмена веществ.

Использование методов санитарно-гигиенической, физиологической и психофизиологической оценки состояния здоровья учащихся показали, что в возрасте 11-12 лет у детей, обучающихся по разным программам, процессы адаптации к учебным нагрузкам связаны с онтогенетическими закономерностями изменения антропометрических и физиологических показателей (Е.М.Рукавкова, 2007). Однако у детей, обучающихся в специализированных классах (математических и гуманитарных), по сравнению с учащимися общеобразовательных школ, возрастает объем кратковременной памяти, ускоряются процессы мыслительной деятельности, и возрастает точность решения мыслительных задач. Вместе с тем, в математических классах в конце учебного года отмечено значительное функциональное напряжение в работе систем вегетативной регуляции, отражающее формирование адаптивного ответа организма на повышенную интеллектуальную нагрузку.

К сожалению, в исследованиях такого рода встречаются методические ошибки. Часто при оценке динамики разнообразных показателей (например, сердечнососудистой системы и физической работоспособности) в инновационной школе отсутствует параллельное сравнение с аналогичными показателями в общеобразовательной школе (Е.В.Быков, А.П.Исаев, 2001). Однако выявляемые признаки функционального напряжения систем вегетативной регуляции интерпретируются как негативное влияние факторов образовательной среды.

7. Концепция здоровьесберегающих образовательных технологий

По эмоциональному заявлению В.Р.Кучмы, «прошли времена, когда педагоги могли сказать, что «школа – это не поликлиника». Теперь два закона (и закон об образовании, и закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии) говорят о том, что школа должна обеспечивать и нормальные условия, не приносящие вред здоровью, и условия, обеспечивающие оздоровление детей» (В.Р.Кучма, 2000).

Основные гигиенические требования к здоровьесберегающим технологиям сводятся к следующим пунктам (Н.Н.Куинджи, М.И.Степанова, 2004):

– содержание учебных предметов должно быть ранжировано по трудности, от минимально необходимого уровня (образовательный стандарт) до среднего и высокого;

– индивидуализация обучения, предусматривающая освоение такого уровня учебного материала, который соответствует познавательным возможностям ученика и состоянию его здоровья;

– учет личности учителя.

Задача гигиенической оптимизации учебных занятий состоит в том, чтобы отодвинуть наступление утомления у основной массы детей и предупредить быстрое падение работоспособности. С этой целью рационально организуется каждое занятие, регламентируется их число на протяжении дня, недели, года, учебные занятия чередуются с отдыхом.

С точки зрения физиологии, данный подход не учитывает, что познавательные возможности и состояние здоровья учащихся не есть величина стационарная, а может (и должна) изменяться в процессе образовательной деятельности: познавательные возможности, как и любые другие психофизиологические качества ребенка, должны развиваться, а здоровье – по крайней мере, не ухудшаться, а в контексте здоровьесберегающих образовательных технологий – улучшаться, т.е. должны расти адаптивные возможности организма. Однако любое развитие невозможно без прохождения стадии утомления.

При более широком, комплексном подходе к процессу выбора образовательных технологий и оценки их влияния на здоровье детей концепция здоровьесберегающих педагогических технологий предполагает (Н.А.Бирюкова, 2006):

– проведение предварительного медико-физиологического обследования и санитарно-гигиенической оценки образовательного учреждения;

– определение основных школьных факторов риска для данного образовательного учреждения;

– разработку комплексной программы здоровьесбережения для данного образовательного учреждения;

– проведение заключительного медико-физиологического обследования и оценку влияния образовательных технологий на здоровье учащихся.

При этом под здоровьесберегающей образовательной технологией понимается такая модель педагогической деятельности, в которой раскрываются способы реализации учебных программ, взаимодействие педагога с учениками при использовании разнообразных форм, методов и средств обучения с целью наиболее эффективного достижения учащимися государственного образовательного стандарта при одновременном сохранении и укреплении здоровья (А.Г.Сухарев, Н.М.Цыренова, 2007). Основой здоровьесберегающей образовательной технологии является соблюдение педагогом следующих медико-психолого-педагогических принципов:

– учета возрастно-половых особенностей детей;

– учета состояния здоровья ученика и его индивидуальных психофизиологических особенностей при выборе форм, методов и средств обучения;

– структурирования урока на три части в зависимости от уровня умственной работоспособности учащихся (вводная часть, основная и заключительная);

– использования здоровьесберегающих элементов для сохранения работоспособности и расширения функциональных возможностей организма учащихся.

Конкретная реализация здоровьесберегающих технологий основывается на комплексном подходе к изменению образовательной среды в целом и ее отдельных факторов (А.Р.Вирабова, 2006; И.В.Чупаха и др., 2006), что подразумевает следующие пункты:

– систематический анализ здоровья детей (саногенетический мониторинг);

– реабилитация детей с хроническими заболеваниями;

– организация здорового образа жизни, как в стенах образовательного учреждения, так и в домашних условиях;

– решение оздоровительных задач средствами физической культуры;

– разработка педагогических технологий, методик, отбор учебного материала, способствующих сохранению здоровья детей;

– повышение квалификации педагогических и медицинских кадров.

В современной практике образовательных учреждений, в здоровьесберегающую деятельность школ включены следующие направления:

– соблюдение гигиенических требований и СанПиНов (к помещению и организации учебного процесса);

– увеличение уровня двигательной активности (включение в сетку расписания дополнительных уроков ритмики, занятий в бассейне, общешкольных динамических часов, организация спортивных секций и т.д.);

– проведение массовых профилактических мероприятий (проветривания, ингаляции воздуха в классном помещении, «соляные пещеры», кислородные коктейли и др.);

– проведение индивидуальных медицинских мероприятий по показаниям врача (спецмедгруппы, массаж, физиотерапия и т.д.);

– формирование мотивации на здоровый образ жизни;

– проектная деятельность учащихся и педагогов и др.

Первый опыт показал, что применение здоровьесберегающих технологий в дошкольном учреждении способствует улучшению показателей сердечнососудистой системы организма детей, повышению уровня их физической работоспособности (по тесту PWC_{150}) и ускорению психического развития у воспитанников детских садов в возрасте 6-7 лет (Л.Н.Вдовина, 2006). В школьном возрасте отмечают снижение уровня заболеваемости и снижение уровня функционального напряжения систем вегетативной регуляции сердечнососудистой системы при высоком психофизиологическом статусе (А.Р.Вирабова, В.Р.Кучма, 2006).

8. Методы оценки влияния образовательной среды на здоровье учащихся

Принято считать, что изучение влияния образовательной среды на здоровье учащихся является предметом комплексного санитарно-гигиенического мо-

ниторинга, который предполагает оценку как состояния окружающей среды, так и здоровья населения (В.Р.Кучма и др., 2000; И.И.Пономаренко, 2005). При этом гигиена детей и подростков как область практического здравоохранения является частью санитарно-эпидемической службы страны. Основу гигиенической оценки состояния здоровья детей и подростков составляют следующие принципы:

– отсутствие или наличие хронических заболеваний в момент обследования;

– уровень достигнутого физического и психического развития и степень его гармоничности;

– степень сопротивляемости организма неблагоприятным воздействиям;

– особенности функционирования основных физиологических систем организма.

Дополнительная информация о состоянии здоровья детей и подростков поступает из специализированных медицинских центров, проводящих исследования по отдельным направлениям медицинской науки. Однако получаемые результаты и, особенно, их интерпретация в значительной мере определяются выбором конкретных методик проведения обследований.

8.1. Санитарно-гигиенические подходы

При комплексной санитарно-гигиенической оценке образовательной среды учитывают следующие основные параметры: земельный участок, здание школы, оборудование помещений, воздушно-тепловой режим, естественное и искусственное освещение, водоснабжение и канализация, режим учебных занятий, организация питания в школе. Каждый параметр сравнивают с нормой и оценивают в % (И.И.Пономаренко, 2005). Комплексная оценка санитарно-гигиенического состояния школ разных типов с применением факторного анализа позволила выявить две ведущих группы воздействий, определяющих состояние здоровья учащихся (М.М.Мокеева, Н.П.Сетко, 2002):

– эколого-гигиеническая ситуация вне школы (состояние микроклимата, степень загрязнения атмосферы);

– факторы внутришкольной среды (наполняемость классов, суммарный уровень учебной нагрузки количество учебных часов в неделю, уровень загрязнения воздуха).

Для оценки влияния любого из перечисленных параметров на здоровье учащихся выбирают школы, близкие по остальным параметрам, и проводят сравнительное исследование (И.И.Пономаренко, 2005). При этом процедура оценки проводится по двум основным направлениям:

– санитарно-гигиеническая оценка, использующая данные медицинской статистики или результаты массовых профилактических осмотров, проводимых специализированными центрами;

– медико-физиологические исследования, проводимые исследовательскими организациями с использованием современных методов медицинской диагностики.

Санитарно-гигиеническая оценка влияния образовательной среды предполагает **использование материалов медицинской статистики,** отражающих структуру хронической и острой заболеваемости, уровень физического и нервно-психического развития, функциональное состояние органов и систем, наличие или отсутствие хронических заболеваний и пороков развития.. Многолетние данные НИИ гигиены и охраны детей и подростков РАМН и НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н.Сысина РАМН показали, что вклад факторов внутришкольной среды в формирование здоровья детей составляет 21-27 % (Г.Г.Онищенко, 2005). Характер влияний этой группы факторов оценивается как негативный, и возрастающий: за 5 лет (2000-2005 гг.) заболеваемость детей до 14 лет возросла на 21.7 %, заболеваемость подростков – на 24 %. Основной прирост обеспечили болезни органов пищеварения, опорно-двигательного аппарата, эндокринной системы, психические расстройства. Отмечается, что в целом по России 60 % учащихся имеют ту или иную патологию. Результаты диспансеризации 2002 г. показали, что доля детей 1-й группы здоровья (практически здоровых) составляет 33.9 % от общей выборки, 2-й группы

(с риском развития хронической патологии и функциональными нарушениями) 52.1 %, 3-й группы (с хроническими заболеваниями) 16.1 %.

Статистические данные свидетельствуют о том, что заболеваемость сердечнососудистой патологией за последние 10 лет у детей до 14 лет возросла в 2 раза, у подростков – более чем в 2.5 раза. По мнению М.А.Школьниковой и соавт. (2003) это отражает улучшение диагностики заболеваний сердца в детском возрасте. По данным зарубежных клиницистов, осмотры детей в специализированных центрах с применением современной аппаратуры позволяют выявлять гораздо больше детей с наличием патологии. В частности, при использовании эхокардиографии выявляемость заболеваний сердечнососудистой системы в 10 раз выше, чем при обычном осмотре (E.Marijon et al., 2007), а применение изотопных методов анализа позволяет существенно увеличить выявляемость апитичных миокардитов (M.Nakagava et al., 1999).

Вместе с тем, по замечанию ведущих педиатров страны (А.А.Баранов и др., 2008), при использовании материалов медицинской статистики следует учитывать следующий принципиальный момент: «реальный уровень заболеваемости в 1.5-2 раза выше, чем данные официальной статистики». По последним данным Союза педиатров России (А.А.Баранов и др., 2008), за предыдущие 10 лет заболеваемость детей до 14 лет увеличилась на 36.2 %, подростков в возрасте 15-17 лет – на 14.1 %. Среди детей всех возрастов отмечается рост преимущественно хронической патологии. Наиболее распространены болезни органов дыхания, пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, инфекционные и паразитарные болезни, заболевания нервной и костно-мышечной систем, т.е. те, которые являются причиной нарушения социальной адаптации и интеграции ребенка в современном обществе.

Другим методом санитарно-гигиенической оценки влияния образовательной среды на здоровье учащихся является проведение **массовых профилактических осмотров специализированными центрами**. Такие осмотры проводятся «отделениями организации медицинской помощи детям и подросткам в

образовательных учреждениях амбулаторно-поликлинических учреждений» (В.Р.Кучма, Л.М.Сухарева, 2005), как правило, в 3 этапа:

1) доврачебный (на основе базовой программы скрининг-тестов, разработанных в НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков РАМН). Данная программа имеет целью на базе диспансеризации детей в условиях школы провести анкетирование родителей, оценить индивидуальный уровень физического развития и физической подготовленности, показатели артериального давления, состояние опорно-двигательного аппарата, состояние зрения и слуха. В результате применения скрининг-программы повышается эффективность профилактических осмотров, улучшается выявляемость функциональных отклонений, особенно ранних форм и преморбидных состояний. Программа скрининг-тестов также способствует значительному улучшению оздоровления учащихся, внедрению наиболее перспективной формы санации – комплексного оздоровления детей непосредственно в школе. Кроме того, оздоровление детей в условиях школы под контролем школьных медработников обеспечивает охват большинства школьников, нуждающихся в своевременной систематической санации, и экономит время детей и их родителей, ликвидирует перегрузки поликлиники;
2) врачебный;
3) специализированный (по показаниям).

Результаты массового профилактического обследования 2000 школ РФ, проведенного осенью и весной (Н.А.Бирюкова, 2006), показали, что от 1-го к 11-му классу снижается число здоровых детей (до 10-12 %), растет число функциональных нарушений и хронических заболеваний, изменяется структура хронической патологии (растет заболеваемость органов пищеварения, мочевыводящих путей, опорно-двигательного аппарата), растет число школьников, имеющих более 1 патологии (20 % старшеклассников имеют более 5 диагнозов). Однако использование данного подхода не выявило сезонных особенностей в уровне здоровья учащихся, которые можно было бы связать с влиянием образовательной среды в целом и ее отдельных факторов.

За рубежом также проводятся аналогичные исследования, например, скрининговая программа «Słysze» в образовательных учреждениях Польши, позволяющая выявить снижения слуха у большинства детей на ранних стадиях (T.Gierek et al., 2007). Распространены скрининговые исследования состояния системы зрения (Tananuvat et al., 2004; E.Huk-Wieliczuk, L.Wdowiak, 2006) и зубов (J.Vanobbergen et al., 2001; S.Azogui-Levy et al., 2003; S.Kim et al., 2003). Мониторинг здоровья учащихся начальной школы в Турции позволил доказать, что экологическая обстановка, правильное питание, хорошее медицинское обеспечение важны не только для поддержания здоровья учащихся, но и для развития когнитивных способностей, и, в конечном счете, успешности их обучения (E.N.Ozmert et al., 2004).

Большое внимание уделяется частоте регистрации гипертензии в детском и юношеском возрасте (H.Ghannem et al., 2003; E.T.Monego, P.C.Jardin, 2006). Показано, что гипертензия в возрасте 7-14 лет регистрируется у 5 % детей, а еще у 6.5 % отмечают повышенные до верхней границы нормы значения. В нашей стране частота встречаемости юношеской гипертензии составляет примерно такие же значения (А.А.Александров, 1997; М.А.Школьникова и др., 2003): артериальная гипертензия занимает одну из верхних позиций в списке наиболее распространенных неинфекционных заболеваний. Манифестация данного заболевания часто происходит в подростковом возрасте (М.А.Школьникова и др., 2003), а среди его причин 35-40 % приходится на генетические факторы, и 15-20 % – на результат влияния средовых факторов (А.А.Александров, 1997). Опыт отечественных и зарубежных исследователей показывает, что для выявления детей и подростков с повышенным артериальным давлением одинаково успешен как контроль состояния здоровья, проводимый в рамках врачебного наблюдения за группами риска, так и скрининговые обследования в учебных заведениях (А.А.Александров, 1997; А.Г.Румянцев, Д.Д.Панков, 2002; J.M.Sorov et al., 2004; В.Б.Розанов и др., 2007). В обоих случаях выявляется связь повышенного артериального давления с метаболическими нарушениями (J.M.Sorov et al., 2004; J.T.Flynn, M.N.Alderman, 2005;

Ж.В.Нефедова, М.К.Соболева, 2007), влиянием психо-эмоциональных и нейрогуморальных факторов (Л.И.Колесникова и др., 2003; Ж.В.Нефедова, Е.Р.Слободская, 2004; H.-Ch.Deter, 2008), а также с нарушениями вегетативной регуляции сердечнососудистой системы (А.Г.Румянцев, Д.Д.Панков, 2002; L.R.Davrath et al., 2003; P.L.Kristensen et al., 2006). Показано также, что среди причин сердечнососудистой патологии ведущую роль (после наследственной предрасположенности) играют социальные факторы – социальный статус, окружение, обеспеченность и качество жилья (E.Barnett et al., 2006), а также привычки питания, которые при неблагополучном социальном статусе в настоящее время ведут к развитию ожирения (P.L.Kristensen et al., 2006).

Повышенное артериальное давление в столь раннем возрасте в большинстве случаев связано с нарушениями липидного обмена (G.Barba et al., 2001; V.N.Muratova et al., 2001; T.Okada et al., 2002; Rodriques A.N. et al., 2006; Ж.В.Нефедова, 2007). В последние годы кардиологи отмечают возрастание тяжести метаболического синдрома, включающего, в т.ч., нарушения липидного обмена, и его связь с дисфункциями процессов диастолы, а не систолы (A.Azevedo et al., 2006). С другой стороны, появляются работы, связывающие развитие метаболического синдрома с нарушениями автономной регуляции (R.M.Buijs, F.Kreier, 2006).

На постсоветском пространстве, к сожалению, наблюдается недостаточный уровень знаний врачами особенностей диагностики и лечения артериальной гипертензии в педиатрической практике (Л.В.Козлова, 2008), что обусловлено несколькими причинами:

– недооценка значения артериальной гипертензии у детей и подростков: 22.8% педиатров считают, что проблема артериальной гипертензии отсутствует в детском возрасте;

– отсутствие навыков измерения артериального давления: только 33.2% врачей правильно измеряют артериальное давление детям и подросткам;

– большинство врачей (51.6%) не знакомы с методикой оценки результатов измерения артериального давления в соответствии с полом, возрастом и ростом ребенка;

– недооценка значения немедикаментозной терапии артериальной гипертензии, особенно физических нагрузок как ее неотъемлемого элемента.

При оценке уровня артериального давления принято руководствоваться рекомендациями Европейского общества гипертензии и кардиологов и экспертов ВОЗ (Европейское общество…, 2003; 2007 Guidelines…, 2007; С.А.Тихонова, 2007), которые предлагают считать уровень артериального давления 140/90 мм рт.ст. унифицированным единым критерием артериальной гипертензии, как для взрослых, так и для подростков начиная с 13 лет. Вместе с тем, выделение только группы с надпороговыми значениями артериального давления оставляет без внимания значительную часть детей и подростков с пограничными состояниями, составляющими особую группу медицинского неблагополучия (J.A.Panza, 2001; А.Г.Румянцев, Д.Д.Панков, 2002). Однако именно в этой группе в организме подростков идут самые активные адаптивные процессы, характеризующиеся неустойчивым балансом между влияниями факторов патогенетической и саногенетической направленности (Д.Д.Панков, Т.Б.Панкова, 2006). Стремительный рост за последние годы числа людей разного возраста с уровнем артериального давления, повышенным до значений, близких к граничным, привел к актуализации данной проблемы и введению термина «высокое нормальное артериальное давление» (в англоязычной литературе – «прегипертензия»), к которому относят величину артериального давления между 90-м и 95-м центилями. Дети с таким артериальным давлением составляют группу риска и нуждаются в диспансерном наблюдении.

Российские рекомендации для оценки артериального давления детей и подростков разработаны Комитетом экспертов Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации детских кардиологов России (Диагностика…, 2008). Рекомендации утверждены на Российском национальном конгрессе кардиологов (Москва, октябрь 2008 г.). К артериальной гипертензии относят сред-

ние уровни АДС и/или АДД на трех визитах, равные или превышающие 95-й центиль для данного возраста, пола и роста. К высокому нормальному артериальному давлению – средние уровни АДС и/или АДД на трех визитах, равные или превышающие 90-й центиль, но меньшие 95-го центиля для данного возраста, пола и роста, или равные или превышающие 120/80 мм рт.ст. (даже если это значение меньше 90-го центиля). Соответственно, согласно центильным таблицам (National High…, 2004), доля детей и подростков в условно-нормальной популяции, попадающих в диапазон выше 90-го центиля, составляет 10 %. Однако в реальной жизни распространенность повышенного артериального давления (включая прегипертензию) среди подростков составляет 20-25 % (C.A.King et al., 2006; K.L.McNiece et al., 2007) и 30-35 % среди взрослого населения (K.Atilla, R.S.Vasan, 2006; D.P.Papadopoulos et al., 2008). Показано, что состояние прегипертензии является фактором риска для развития атеросклероза (M.J.Pletcher et al., 2008), гипертензии и других заболеваний сердечно-сосудистой системы, а также риска смертности от них (C.Rey et al., 1993; H.A.Liszka et al., 2005; I.Grotto et al., 2006; M.F.Suri, A.I.Qureshi, 2006; D.Conen et al., 2007). Кроме того, в контексте роста распространенности прегипертензии впервые рассматривается угроза укорочения жизни сегодняшнего поколения по сравнению со своими родителями (R.S.Vasan et al., 2002; S.J.Olshansky et al., 2005; R.Din-Dzietham et al., 2007). Выявлено, что стресс-индуцированное состояние прегипертензии в подростковом возрасте является надежным прогностическим признаком развития гипертензии в последующие 10 лет (J.V.Moseley, W.Linden, 2006), а в возрасте после 55 лет состояние прегипертензии переходит в гипертоническую болезнь с вероятностью 90 % (R.S.Vasan et al., 2002).

Дети и подростки с высоким нормальным артериальным давлением составляют группу риска, но у них не проводится медикаментозная терапия. Рекомендуется немедикаментозное лечение и наблюдение (Диагностика…, 2008). В зарубежных исследованиях показано, что поддержание здорового образа жизни способствует если не нормализации уровня артериального давления у подростков с прегипертензией, то хотя бы его не возрастанию (T.Kawasaki et

al., 2003; D.Czarnecka, G.A.Bilo, 2005; M.F.Suri, A.I.Qureshi, 2006; W.J.Elliott, H.R.Black, 2007; D.P.Papadopoulos et al., 2008).

Обусловленность сердечнососудистой патологии в ряде случаев скрытыми и вялотекущими заболеваниями почек являются основанием для скрининговых исследований в данной области (M.J.Pugia et al., 1999; G.Yayli et al., 2003). Большое внимание уделяется также скринговым исследованиям по поводу такого заболевания, как диабет (R.Hermann, G. Soltesz, 2004; M.Schlosser et al., 2004; M.M.Massin et al., 2005) и диабетическая ретинопатия (L.Tong et al., 2004). Для жителей жарких стран актуальны исследования состояния кожи (W.A.Shakkoury, E.Abu-Wandy, 1999) и наличие паразитарных заболеваний (A.M.Mangoud, 2000). Не теряют своей актуальности также скрининговые исследования по поводу туберкулеза (Gounder C.R. et al., 2003; P.Brassard et al., 2006).

Большинство скрининговых исследований, как в нашей стране, так и за рубежом выявляют большую частоту встречаемости нарушений осанки и идиопатического сколиоза (P.N.Soucacos et al., 2000; T.B.Grivas et al., 2002; V.N.Sarnadskiy et al., 2002; H.K.Wong et al., 2005; Р.В.Еналдиева, 2006). Распространенность данного заболевания составляет от 3 до 15 % (в зависимости от критерия пороговых значений), и может изменяться с возрастом: отмечено снижение данного показателя в 15-летнем возрасте по сравнению с 11-12-летними школьниками (H.K.Wong et al., 2005). Показатели распространенности сколиоза примерно одинаковы в городах и в сельской местности (T.B.Grivas et al., 2002), что предполагает несущественную роль состояния окружающей среды в генезе данного заболевания.

Следует особо обратить внимание, что статистические данные профилактических осмотров, проводимых специализированными центрами, принципиально отличаются от данных медицинской статистики, основанной на учете обращаемости в лечебные учреждения. Так, по данным осмотров, проводимых сотрудниками НИИ гигиены и охраны детей и подростков РАМН (И.К.Раппопорт, 2005), к 1-й группе здоровья относятся 2-5 % школьников, ко

2-й – 29-50 %, к 3-й – 45-68 %. В структуре заболеваемости, по сравнению с данными медицинской статистики, значительно меньше дыхательных нарушений, но выше заболеваемость опорно-двигательного аппарата, зрения, нервно-психических расстройств. В структуре функциональных расстройств старшеклассников ведущее место занимают нарушения сердечнососудистой системы и опорно-двигательного аппарата. Также обнаружено, что распространенность и структура функциональных расстройств более динамично изменяется под влиянием экзогенных факторов, в частности, факторов образовательной среды (распространенность вегетативных и невротических расстройств растет при возрастании учебной нагрузки, нарушениях условий и режима обучения, в стрессирующих ситуациях). Распространенность и структура хронических заболеваний более стабильна.

Вместе с тем, несмотря на некоторые расхождения, данные как профилактических осмотров, так и медицинской статистики, свидетельствуют о неблагополучной ситуации со здоровьем детей и подростков. Учитывая, что эта категория населения находится под влиянием факторов образовательной среды, по мнению ряда ведущих исследователей здоровья детей, основной причиной ухудшения здоровья школьников является учебная перегрузка (М.М.Безруких, 2000). По мнению Н.Н.Куинджи и М.И.Степановой (2000; 2004) инновационные технологии, широко внедряемые в образовательную среду с 1992 г., с введением нового закона РФ «Об образовании», допускающего вариативность образовательных технологий, сводятся к интенсификации процесса обучения (добавление новых предметов, переход на 5-дневную учебную неделю, сокращение длительности уроков с 45 мин до 40 мин). Это приводит к возрастанию аудиторной нагрузки в начальной школе до 5 часов в день, в средних классах до 6 уроков в день, в старших классах – до 7-8 уроков в день. В результате число случаев сильного и выраженного утомления в конце учебного дня в гимназиях и лицеях составляет 40-55 % при 10-15 % в общеобразовательных школах, частота выявления изменения уровня артериального давления составляет 30-65 % при 20 % в контроле. Кроме того, в школах нового типа наблюдается рост

неврозоподобных состояния до 75 % (при 40 % в муниципальных школах) и возрастание дефицита ночного сна с 50 % до 93 %. На основании гигиенической оценки проведено сравнение 5 форм обучения в начальной школе: билингвальной школы, муниципальной начальной школы, школы со спортивной ориентацией, учебно-воспитательного комбината и гуманитарного лицея (И.В.Пляскина, 2000). Показано, что по результатам скринингового обследования, лабораторных исследований и медико-социального анкетирования наиболее благополучная ситуация наблюдается в муниципальной школе, а ее ученики оказались наиболее здоровыми. Следующую позицию занимает школа со спортивной ориентацией, хуже всех было состояние здоровья у учащихся билингвальной школы.

В качестве выхода из данной ситуации предлагаются количественные методы: переход на 12-летнее обучение, сокращение учебного материала не менее чем на 20 %, снижение аудиторной нагрузки, отмена стрессирующих условий переводных и выпускных экзаменов с заменой их на тестирование по типу ЕГЭ, переход на личностно-ориентированные образовательные технологии, а также применение здоровьесберегающих технологий в виде сокращения сроков освоения учебного материала и уменьшения частоты кумулятивных форм утомления на уроках (М.М.Безруких, 2000; Н.Н.Куинджи, М.И.Степанова, 2000, 2004). Однако, как показывает практика, сокращение аудиторной нагрузки компенсируется родительским трудом и длительностью выполнения домашних заданий (часто за счет ночного сна). Введение ЕГЭ и раннее начало систематического образования также себя не оправдало (И.К.Раппопорт, 2005; Е.А.Пивоварова, Р.М.Городничев, 2007).

Приведенные данные свидетельствуют о недостаточной эффективности методов гигиенической оценки влияния образовательной среды на здоровье учащихся и отсутствии ожидаемых позитивных результатов у рекомендованного гигиенистами количественного сокращения учебной нагрузки. Гораздо большие надежды возлагаются на использование в образовательной практике личностно-ориентированных и здоровьесберегающих технологий. Однако та-

кие технологии, в т.ч. подразумевающие какое-либо вмешательство в состояние здоровья учащихся, в обязательном порядке должны сопровождаться не просто контролем за состоянием здоровья детей и подростков, но мониторингом функциональных резервов их организма как показателя уровня (или степени) здоровья. Недостатком мониторинга состояния здоровья, основанного на выявлении признаков болезней, т.е. нозологического, является то обстоятельство, что упускается из виду этап первичных изменений в организме, происходящих в диапазоне «здоровье», соответственно, упускается время и возможности по коррекции изменений состояния здоровья на ранних, донозологических стадиях (В.Д.Папонов и др., 2005).

8.2.Комплексные физиологические подходы. Оценка физиологической направленности выявляемых сдвигов (патогенез и саногенез)

С точки зрения научной методологии, корректная оценка состояния здоровья населения, в том числе, его детской части, требует применения комплекса биохимических, физиологических и других методов, позволяющих выявить не только грубую патологию, но и диагностировать состояния организма в зависимости от степени изменения адаптационных механизмов (Ю.А.Рахманин и др., 2005а). Это означает, что для оценки влияния факторов образовательной среды на здоровье учащихся недостаточно отслеживать только показатели заболеваемости и одномоментные показатели соматического и психического здоровья. Необходим динамический контроль за здоровьем здоровых детей – оценка изменения в процессе обучения уровня функциональных резервов организма, его адаптивных возможностей как меры здоровья ребенка. Только в этом случае выявляется общее направление влияния факторов образовательной среды на здоровье учащихся – способствование укреплению здоровью (саногенез) или, наоборот, наличие патогенетической компоненты. Применение таких методов оценки здоровья детей, основанных на достижениях современной физиологии, дает несколько иные результаты, по сравнению с санитарно-гигиенической оценкой: обнаружено, что большинство школьников успешно справляются с учебной нагрузкой и адаптируются к условиям образовательной

среды (Г.Н.Крыжановский и др., 2003; Д.Д.Панков, Т.Б.Панкова, 2006; Д.Д.Панков и др., 2006).

О патогенетических механизмах индукции и развития разного рода заболеваний к настоящему времени известно довольно много. Меньше известно о механизмах **саногенетических**. Согласно теории академика С.М.Павленко, болезнь начинается с разрушения или недостаточной активности саногенетических механизмов, а стимуляция саногенеза является физиологическим механизмом восстановительных процессов. По определению С.М.Павленко, патогенез – это динамический комплекс нарушений саморегуляции организма, развивающийся на почве функционального или структурного повреждения чрезвычайным раздражителем соответствующих рефлекторных аппаратов. Саногенез – это динамический комплекс защитно-приспособительных механизмов (физиологического или патофизиологического характера), возникающий при воздействии чрезвычайного раздражителя и развивающийся на протяжении всего болезненного периода (от состояния предболезни до выздоровления) и направленный на восстановление нарушенной саморегуляции организма (С.М.Павленко, 1968). Как видно из определений, при некоторой терминологической коррекции основные идеи данного подхода актуальны и сегодня. По более позднему определению академика Г.Н.Крыжановского, саногенез осуществляется на всех уровнях сложного организма, начиная с молекулярных и клеточных процессов и кончая высшими системными и межсистемными отношениями. В своей совокупности и в своем взаимодействии все эти механизмы составляют общую саногенетическую систему организма, результатом деятельности которой является здоровье (Г.Н.Крыжановский, 2003).

С точки зрения современной патофизиологии функционирование систем саногенеза индуцируется и реализуется при активации адаптивных реакций организма, которые, в свою очередь, базируются на мобилизации функциональных резервов его органов и систем (Н.А.Агаджанян и др., 2006). Оценить функциональные резервы и адаптивные возможности организма можно по его реак-

тивности на различные воздействия, т.е. при выполнении функциональных проб.

Концепция саногенеза разрабатывалась в 60-70-е годы, хотя сам академик С.М.Павленко (С.М.Павленко, 1967) справедливо замечал, что истоки представлений о саногенезе зародились еще в 19 веке, когда клиницисты и физиологи говорили о защитно-приспособительных свойствах и силах организма. Наиболее полно эти представления описаны в трудах И.П.Павлова («Павловские среды»), где говорится о том, что при воздействии патогенного фактора первыми активируются как раз защитно-приспособительные силы организма, т.е. системы саногенеза. Возврат интереса к концепции саногенеза произошел в последние годы, с развитием технических возможностей оценки адаптивных процессов в организме, особенно с использованием неинвазивной техники. Особый интерес эта концепция представляет с точки зрения развития функциональных резервов организма в онтогенезе, при оценке состояния здоровья детей и подростков. В практике взаимодействия образовательной среды и разных областей медицины и экспериментальной биологии в последнее время также утвердился термин **«саногенетический мониторинг»**, обозначающий оценку разных показателей организма здоровых детей. Этот термин отражает противопоставление физиологического (и патофизиологического) подхода к оценке здоровья детей методам врачебной диспансеризации, которые основаны на данных медицинской статистики и принципах нозологического мониторинга, проводимого на базе и методами клинического контроля.

Исходно концепция саногенеза развивалась в основном клиницистами, поэтому основное внимание было уделено развитию (или неразвитию) состояния болезни и процессу выздоровления. Механизмы же формирования, развития и укрепления здоровья, в том числе в онтогенезе, изучались недостаточно. В настоящее время, в профилактической медицине, фактически изучающей и применяющей на практике закономерности саногенеза, основной задачей является поддержание и восстановление функциональных резервов организма (А.Н.Разумов, И.П.Бобровницкий, 2004). Однако процессы формирования и

развития этих функциональных возможностей также часто упускаются из виду. Вследствие этого актуальность изучения онтогенетических закономерностей формирования адаптивных реакций у детей, как основы саногенеза, очевидна. Одним из способов решения данной задачи является проведение саногенетического мониторинга, целью которого является оценка уровня здоровья детей (по функциональным показателям основных систем и органов их организма), а также степени сформированности адаптивных возможностей их организма (на основе применения функциональных проб сердечнососудистой системы). Результаты саногенетического мониторинга, уже несколько лет проводимого в школах Москвы, ложатся в основу Паспорта здоровья, внедряемого в школьную практику столицы.

8.3. Оценка вариабельности сердечного ритма как показатель автономной регуляции

Из методов современной физиологии, позволяющих относительно быстро и легко проводить оценку функциональных показателей работы организма человека, чаще всего используют анализ вариабельности сердечного ритма. Данный метод позволяет осуществлять неинвазивное количественное определение реакции организма на предлагаемое воздействие. Считается, что ритм сердечных сокращений является интегральным показателем как состояния сердечнососудистой системы в целом, так и работы многих регуляторных систем организма (Анализ сердечного ритма, 1982; Р.М.Баевский и др., 1984; A.Malliani, 1998; Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001; Вариабельность сердечного ритма, 2001; А.Д.Ноздрачев, Ю.В.Щербатых, 2001; С.А.Котельников и др., 2002; H.V.Strauss, 2003 и др.). При интерпретации результатов таких обследований изменение состояния систем вегетативной регуляции в процессе (или после) выполнения функциональной пробы рассматривается как показатель и мера способности организма формировать адаптивный ответ на воздействие внешних и внутренних факторов среды обитания человека, как функциональные резервы организма и уровень его здоровья (Р.М.Баевский, 2003; Н.А.Агаджанян и др., 2004; K.F.Harris, K.A.Mattews, 2004).

Методы анализа вариабельности сердечного ритма, широко используемые в клинических и экспериментальных работах, основаны на концепции о двухконтурной схеме управления ритмом сердечных сокращений (Р.М.Баевский и др., 1984; Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001). Принято, что центральный контур включает кору головного мозга, высшие вегетативные центры и подкорковые нервные центры, а также сердечнососудистый центр продолговатого мозга. Периферический контур, по мнению всех авторов, включает дыхательный центр, посылающий эфференты к моторным ядрам блуждающего нерва. Прямая связь между контурами управления сердечным ритмом осуществляется через нервные (главным образом, симпатические) и гуморальные связи, обратная связь – через афферентную импульсацию с барорецепторов сердца и сосудов, хеморецепторы и рецепторные зоны органов и тканей.

Ряд исследователей центральный контур разделяют на корковый и подкорковый уровни (Н.Н.Данилова, С.В.Астафьев, 2000; Ю.В.Наточин, 2002; Н.Б.Хаспекова, 2003; Ю.В.Урываев, 2007), тем самым, добавляя третий контур управления, связанный с вовлечением в регуляцию сердечного ритма высших психических функций. Наличие психо- и эмоциогенных влияний на сердечный ритм доказано в экспериментах с одновременной регистрацией ЭКГ и ЭЭГ (Н.Н.Данилова, 1995; Н.Н.Данилова, С.В.Астафьев, 1999; Е.В.Васильев, Ю.В.Урываев, 2006). Известно, что ритм сердечных сокращений и электрическая активность головного мозга связаны друг с другом, и эта связь двусторонняя. Так, нарушения сердечного ритма во сне приводят либо к пробуждению, либо к появлению ночных кошмаров. С другой стороны, в ситуации психоэмоционального стресса отмечают характерные изменения показателей сердечного ритма. В электрофизиологических исследованиях выявлено, что относительная мощность разных диапазонов ЭЭГ корреляционно связана с показателями сердечного ритма (Н.Н.Данилова, С.В.Астафьев, 2000). В наибольшей степени это проявляется в лобных отведениях, в медленных дельта и тэта диапазонах, и в быстрых гамма диапазонах. Единственный диапазон, чья мощность никак не связана с показателями сердечного ритма, это альфа диапазон. Кроме того, в

медленном дельта диапазоне ЭЭГ существует поддиапазон с индивидуальными частотными характеристиками, чья мощность меняется синхронно с изменениями сердечного ритма (Е.В.Васильев, Ю.В.Урываев, 2006).

Основы анализа ритма сердца разработаны в 60-х годах прошлого столетия и изложены в работах Р.М.Баевского (Р.М.Баевский и др., 1984; Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001) и Д.И.Жемайтите (Анализ сердечного ритма, 1982). Обычно применяют анализ статистических, геометрических и спектральных показателей вариабельности сердечного ритма.

Из рекомендуемых для анализа статистических показателей вариабельности сердечного ритма (Р.М.Баевский и др., 1984), чаще всего используют SDNN, RMSSD и pNN50, рассчитываемые по массиву кардиоинтервалов.

SDNN – стандартное отклонение полного массива величин длительности R-R интервалов; отражает суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения. Нормальные значения этого показателя в дневное время составляют 40-80 мс. Рост показателя указывает на усиление автономной регуляции, т.е. усиление влияния дыхания на ритм сердца (например, во сне); уменьшение показателя связано с усилением симпатической регуляции, которая подавляет активность автономного контура (Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001).

RMSSD – квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов; отражает активность парасимпатического звена регуляции сердечного ритма. В норме значения этого показателя находятся в пределах 20-50 мс. Аналогичную информацию дает показатель pNN50 – доля в % количества пар последовательных R-R интервалов, различающихся более чем на 50 мс, от общего количества кардиоинтервалов за весь период записи; показатель степени преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим. В норме этот показатель не должен превышать 5 %.

Геометрические методы (Р.М.Баевский и др., 1984) основаны на расчете моды распределения кардиоинтервалов (наиболее часто встречающееся в данном динамическом ряду значение R-R интервала) и амплитуды моды (доля кардиоинтервалов, соответствующих значению моды, в % к объему выборки).

На основе геометрических показателей вариабельности сердечного ритма рассчитываются т.н. показатели Баевского – ИН, ИВР, ПАПР, ВПР. Чаще всего используют ИН – индекс напряжения регуляторных систем, или стресс-индекс (степень преобладания активности центральных механизмов регуляции над автономными). В норме ИН колеблется в пределах 80-150 у.е. Незначительная эмоциональная или физическая нагрузка увеличивает ИН в 1.5-2 раза, у больных с постоянным напряжением регуляторных систем (психический стресс, недостаточность кровообращения) ИН в покое равен 400-600 у.е., у больных с острым инфарктом миокарда ИН в покое достигает 1000-1200 у.е. Реже используются другие показатели Баевского. ИВР – индекс вегетативного равновесия, указывает на соотношение между активностью симпатического и парасимпатического звеньев вегетативной регуляции сердечного ритма. ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции, отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла. ВПР – вегетативный показатель ритма, позволяет судить о вегетативном балансе с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции (чем меньше величина ВПР, тем в большей степени вегетативный баланс смещен в сторону ваготонии).

К спектральным показателям вариабельности сердечного ритма относятся TP (суммарная мощность спектра в диапазоне 0 – 0.4 Гц), VLF и VLF% (абсолютная и относительная мощность диапазона очень низких частот, 0 –0.04 Гц), LF и LF% (абсолютная и относительная мощность диапазона низких частот, 0.04 – 0.15 Гц), HF и HF% (абсолютная и относительная мощность диапазона высоких частот, 0.15 – 0.4 Гц). Принята следующая интерпретация спектральных показателей (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996; Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001; A.Malliani, 1998; S.Malpas, 2002; H.V.Strauss, 2003 и др.):

– TP – суммарный абсолютный уровень активности регуляторных систем;

– HF – средний абсолютный уровень активности парасимпатического звена вегетативной регуляции (D.L.Eckberg, 2000; M.Pagani, A.Malliani, 2000). Факти-

чески это дыхательные волны, отражающие активность автономного контура регуляции сердечного ритма. Обычно абсолютная величина дыхательной составляющей спектра бывает около 1000 мс^2, относительная – 15-25 %;

– LF – средний абсолютный уровень активности вазомоторного центра. Другое название – медленные волны 1-го порядка, или вазомоторные волны, отражающие состояние симпатической регуляции сердечного ритма и системы регуляции сосудистого тонуса (L.Bernardi et al., 1994; D.L.Eckberg, 2000; M.Pagani, A.Malliani, 2000; Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001; N.Montano et al., 2001b; S.Malpas, 2002). В норме доля вазомоторных волн в спектре вариабельности сердечного ритма составляет от 15 до 40 %;

– VLF – средний абсолютный уровень активности надсегментарных отделов симпатического звена вегетативной регуляции. Медленные волны 2-го порядка, составляющие основу данного частотного диапазона, характеризуют влияние высших вегетативных центров на сердечнососудистый подкорковый центр и могут использоваться как маркер связи автономного контура регуляции с гипоталамо-гипофизарным и корковым уровнями центрального контура (Ю.В.Наточин, 2002; Н.Б.Хаспекова, 2003; Е.Н.Васильев, Ю.В.Урываев, 2006; Ю.В.Урываев, 2007). В этот же диапазон попадают полисинаптические вегетативные рефлексы, отражающие сложное взаимодействие между разными органами и системами организма (D.P.Francis et al., 2000). Есть мнение, что диапазон VLF отражает также модулирующие влияния процессов, связанных с дыханием, на уровень симпатической и барорефлекторной активности (В.И.Мамий, 2006). В норме относительная мощность волн в данном частотном диапазоне составляет 15-30 % спектра.

Следует отметить, что интерпретация физиологического значения мощности диапазона VLF в спектре вариабельности сердечного ритма до сих пор остается необщепринятой. Хотя доказано, что ритмическая активность в данном частотном диапазоне является эндогенной (F.Togo et al., 2006), и имеет центральное происхождение, как и ритмическая активность в других частотных диапазонах (N.Montano et al., 2001a). В общем виде также понятно, что этот по-

казатель, помимо психоэмоциональных влияний, отражает активность самой медленной системы регуляции сердечного ритма – нейрогуморальной системы: гуморальные адренергические влияния на синусовый узел (в т.ч. связанные с физической работой и процессами терморегуляции), активность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, тонус высших симпатических вегетативных центров (J.Bigger et al., 1992; D.Bonaduce et al., 1994; L.Bernardi et al., 1996; A.Mortara et al., 1997; J.Taylor et al., 1998; V.Accurso et al., 2001; S.Vikman et al., 2003; J.L.Elghozi, C.Julien, 2007; С.Т.Зубкова, 2008 и др.). Вместе с тем, в отличие от показателей HF и LF, имеющих близкие значения и близкий функциональный смысл в спектрах вариабельности сердечного ритма и артериального давления и связанных с состоянием вегетативной регуляции сердечнососудистой системы (M.Pagani, D.Lucini, 2001; S.Malpas, 2002), показатель VLF, хотя и является самым малоизменяющимся во времени, в спектрах сердечного ритма и артериального давления несколько различается по мощности (T.A.Kuusela et al., 2003). Кроме того, показано, что по мощности этого диапазона в спектре вариабельности артериального давления можно судить об активности ренин-ангиотензиновой системы, катехоламинов, эндотелиального NO и миогенных сосудистых факторов (H.M.Stauss, 2007).

О связи мощности диапазона VLF спектра вариабельности сердечного ритма с гуморальными влияниями свидетельствуют данные клинических наблюдений, согласно которым мощность сверхнизких колебаний возрастает у женщин во время беременности (T.Walther et al., 2005) и в постменопаузе (У.В.Зимовина, 2007), у больных пневмонией (И.М.Давидович и др., 2006) и бронхиальной астмой (С.В.Труфакин и др., 2005). Изменение мощности диапазона VLF является надежным прогностическим признаков в развитии заболеваний сердечнососудистой системы (M.Hadase et al., 2004; И.Г.Байрак, 2006). Снижение данного показателя сопровождает дефицит гормона роста (K.S.Leong et al., 2000). Возрастание мощности диапазона VLF характерно для лабильной юношеской гипертензии (О.А.Бусова, 2006) и синдрома пароксизмальной вегетативной дистонии (Е.Л.Мачерет и др., 2000; Н.Б.Хаспекова, 2003).

Связь мощности диапазона VLF с активностью мозговых структур доказана в работах по изучению последствий мозгового инсульта (О.Е.Дубенко, 2008; С.А.Татаренко, 2008) и дисциркуляторной энцефалопатии (Е.С.Поважная и др., 2003). Также показано наличие отрицательной корреляции данного показателя со степенью двигательных нарушений при болезни Паркинсона (T.H.Haapaniemi et al., 2001). Большой материал накоплен по положительной связи мощности диапазона VLF с уровнем тревожности (Ю.В.Щербатых, 1999; В.А.Машин, М.Н.Машина, 2000, 2004; Н.Е.Ревина, 2005; Е.С.Акарачкова и др., 2007; В.Ю.Кузьмина и др., 2008), поведенческими нарушениями у подростков (С.Ю.Артамонова, 2008), а также с развитием стресса (Р.М.Баевский и др., 2000; Л.В.Мурсалбекова, 2001; Ю.В.Щербатых, 2001; Н.А.Агаджанян и др., 2006; В.В.Попов, Л.Н.Фрицше, 2006; R.Andrzejak et al., 2008 и др.). Сформирована гипотеза о важной роли корково-лимбических центров вегетативной регуляции в формировании колебаний ритма сердца в VLF диапазоне при эмоциональном и невротическом возбуждении (В.А.Машин, 2007).

Участие в регуляции сердечного ритма трех основных составляющих (метаболическо-психоэмоциональной, вазомоторной и дыхательной) подтверждается не только результатами спектрального анализа, но и методами графа (В.А.Машин, 2002) и векторного анализа (Н.Н.Данилова, С.В.Астафьев, 2000), а также при регистрации электрической активности симпатических нервов (C.Cogliati et al., 2000). Следует, однако, отметить, что к настоящему времени признание связи вариабельности сердечного ритма и артериального давления с активностью вегетативной нервной системы является не общепринятой точкой зрения, а темой для дебатов ведущих физиологов (T.Laitinen et al., 1999; Point:Counterpoint, 2006). Кроме того, при анализе и интерпретации результатов оценки разными методами вариабельности сердечного ритма следует постоянно помнить, что анализу подвергается не сама функция управления сердечным ритмом, а вторичный по отношению к ней сигнал – последовательность кардиоинтервалов, представляющая собой последовательность точечных событий, неравномерно распределённых по времени (А.Н.Калиниченко, 2008). При этом

получаемая в результате анализа ЭКГ последовательность R-R интервалов может содержать интервалы не только фонового ритма, но и другого происхождения, что связано как с природой возникновения сердечного ритма, так и с внешними факторами, оказывающими влияние на пациента в процессе съёма сигнала. Поскольку сигнал сердечного ритма является случайным процессом, то и рассчитанные по нему показатели будут являться случайными величинами. При этом не существует возможности однозначной верификации получаемых результатов.

Однако, несмотря на условность спектральных показателей вариабельности сердечного ритма, на их основе рассчитывают индексы ВБ (вегетативный баланс) и ИЦ (индекс централизации):

ВБ = LF/HF – отражает относительную активность подкоркового симпатического нервного центра, в норме колеблется от 0.5 до 3. Показано, что в подавляющем большинстве случаев данные математического анализа сердечного ритма подтверждают клиническую картину активации симпатического или парасимпатического тонуса, выявляемого с помощью соматического обследования (изменение ширины зрачков – мидриаз при симпатикотонии или миоз при ваготонии, патологическая сухость слизистой оболочки рта и кожи или гиперсаливация и гипергидроз, бледность кожи, лабильность вазомоторов лица, тахи- или брадикардия, сосудистая гипо- или гипертензия, запор или понос, наличие болевого синдрома и т.д.) и исследований тонуса вегетативной нервной системы по соматовегетативным, кожным вегетативным и потовым рефлексам (Е.Л.Мачерет и др., 2000).

ИЦ = (VLF+LF)/HF – отражает степень преобладания недыхательных составляющих синусовой аритмии над дыхательными, считается количественной характеристикой соотношения между центральным и автономным контурами регуляции сердечного ритма (Р.М.Баевский и др., 1984). Нормальными признаны значения ИЦ в диапазоне 2-8.

Для оценки состояния надсегментраных центров вегетативной регуляции предложен индекс, включающий оценку сердечнососудистой системы, биохи-

мические показатели крови и показатели физической работоспособности (С.А.Котельников и др., 2003).

Метод анализа вариабельности сердечного ритма, благодаря своей простоте исполнения и большой информативности получаемых результатов, широко распространен для оценки здоровья не только взрослых испытуемых, но и детей. Известно, что на сердечный ритм, артериальное давление и показатели их вариабельности влияют многие аспекты состояния организма и его способности реагировать на изменяющиеся условия среды обитания (Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001; S.Malpas, 2002). Известна зависимость вариабельности сердечного ритма и артериального давления от возраста (О.В.Коркушко и др., 1991, 1999; R.H.Fagard et al., 1999; M.S.Silvetti et al., 2001; Z.Lenard et al., 2004; В.С.Никитин, 2007), пола (R.H.Fagard et al., 1999; M.S.Silvetti et al., 2001), позы, в которой проводится обследование (R.H.Fagard et al., 1999; K.Stolatz et al., 2003).

Многочисленные обследования состояния здоровья и уровня адаптированности детей к факторам образовательной среды доказали чувствительность метода оценки вариабельности сердечного ритма, причем особо отмечается информативность стресс-индекса (Э.С.Геворкян и др., 2004; С.М.Минасян и др., 2005; А.Г.Сетко и др., 2005; Е.А.Пивоварова, Р.М.Городничев, 2007).

На основании ряда функциональных проб (ортостатическая, дыхательная с частотой дыхания 0.1 Гц, дыхательная с произвольным дыханием) признано, что спектральные показатели вариабельности сердечного ритма не несут половой дифференциации (хотя в ряде показателей существуют половые различия, особенно среди тех, которые характеризуют активность симпатического звена вегетативной регуляции), а для оценки адаптационного резерва предложено использовать абсолютную и относительную мощность диапазона высоких частот спектра вариабельности сердечного ритма (HF) (А.Р.Киселев и др., 2005). Также показана возможность изучения регуляторных процессов при помощи оценки медленноволновой составляющей спектра вариабельности сердечного ритма

на основании краткосрочных записей (до 500 кардиоинтервалов (А.Р.Сабирьянов, 2005).

Обнаружено, что выявляемые методом анализа вариабельности сердечного ритма нарушения вегетативной регуляции в ряде случаев могут быть причиной психосоматических заболеваний (Л.И.Колесникова и др., 2003), а также невротических расстройств и изменений возрастной динамики электрогенеза головного мозга, особенно в возрасте 8-11 лет (Н.В.Арешидзе, 2004).

Менее распространенным методом оценки здоровья, в том числе учащихся, является нелинейная стохастическая кардиоинтервалометрия (Н.И.Мурзалевская, В.Г.Каменская, 2007). Метод базируется на универсальных закономерностях самоорганизации сложных интерактивных систем: для анализа вариабельности сердечного ритма применяют математический аппарат нелинейной стохастической динамики и теории фракталов. Мерой оценки интегральной устойчивости самоорганизации организма как системы служит т.н. адаптационный потенциал гомеостаза, рассчитываемый на основе показателей стохастической вариативности флуктуации величин кардиоинтервалов и параметров, отражающих согласованность и иерархию функциональных связей гомеостаза. Результаты обследования репрезентативных выборок старшеклассников в состоянии покоя и при выполнении функциональных проб с умственной нагрузкой показали достаточную чувствительность и информативность данного метода.

8.4.Применение функциональных проб для оценки адаптивных возможностей организма

Использование функциональных проб для клинической оценки состояния различных систем организма распространенно как в кардиологии (Вариабельность сердечного ритма, 2001; Д.М.Аронов, В.П.Лупанов, 2007; Г.Е.Ройтберг, А.В.Струтынский, 2007 и др.), так и в других областях медицины (пульмонологии, неврологии и др.). В кардиологической практике наиболее часто используют пробы с физической нагрузкой, которую легко дозировать (максимальная и субмаксимальная пробы, динамическая и статическая нагрузки), клино- и ор-

тостатическое пробы, моделирующие изменение венозного возврата крови к сердцу, психоэмоциональные пробы, воздействие на внешнее дыхание (проба Вальсальвы, гипервентиляция, контролируемое дыхание) и локальное воздействие на нервные окончания (холодовая проба, пробы с воздействие на барорецепторы аорты) (Д.М.Аронов, В.П.Лупанов, 2007). При обследовании здоровых испытуемых с целью определения функциональных резервов их организма как показателя уровня и меры здоровья (Р.М.Баевский, 2003; Н.А.Агаджанян и др., 2004) чаще всего используют пробы с физической нагрузкой (определение физической работоспособности в тесте PWC_{170}, оценка состояния сердечнососудистой системы в пробе Мартинэ, оценка скорости восстановительных процессов в Гарвардском степ-тесте и др.) (В.И.Дубровский, 2002).

Модель умственной деятельности. В качестве психоэмоциональных проб обычно применяют счет в уме, запоминание чисел, компьютерные задания, Струп-тестирование (Г.А.Рябыкина, А.В.Соболев, 2001; Г.И.Сидоренко и др., 2004; Д.М.Аронов, В.П.Лупанов, 2007), реже используют ситуацию экзаменационного стресса, трудно поддающуюся стандартизации. Физиологическим обоснованием применения этих проб является активация под влиянием умственной нагрузки деятельности сердечнососудистой системы (возрастание частоты сердечных сокращений и артериального давления) вследствие усиления секреции катехоламинов (P.C.Strike, A.Steptoe, 2003), и снижение вагусной модуляции (R.P.Sloan et al., 1991). В период восстановления после умственной нагрузки (устного счета и Струп-тестирования) отмечено, наоборот, усиление вагусной модуляции на фоне постоянства симпатической активности (E.S.Mezzacappa et al., 2001).

Модель физической деятельности. В качестве функциональной пробы с физической нагрузкой при обследовании здоровых испытуемых используют динамические нагрузки разной интенсивности. При максимальной динамической физической нагрузке наблюдается повышение частоты сердечных сокращений до 170-200 уд/мин, систолического артериального давления до 220-250 мм рт.ст., минутного объема кровообращения – до 40 л/мин (В.Г.Вилков, 2002).

Направленность сдвигов диастолического артериального давления и общего периферического сопротивления сосудов может быть различной. Преимуществами субмаксимальной динамической физической нагрузки являются «физиологичность» данной пробы и возможность ее многоцелевого применения, значительная выраженность гемодинамических сдвигов, линейный характер связи между интенсивностью воздействия и показателями потребления кислорода и величинами важнейших показателей центральной гемодинамики (частоты сердечных сокращений, артериального давления) (В.Л.Карпман, Б.Г.Любина, 1982). Физиологическим механизмом таких изменений гемодинамики является усиление симпатических влияний, а при небольшой нагрузке – снижение парасимпатических влияний (Y.Nakamura et al., 1993). При выполнении незначительных нагрузок (с частотой сердечных сокращений до 100 уд/мин) описано лишь снижение SDNN (Вариабельность сердечного ритма, 2001).

Холодовая проба используется для оценки парасимпатической активности (Г.А.Рябыкина, А.В.Соболев, 2001) и в диагностике ишемической болезни сердца (Д.М.Аронов, В.П.Лупанов, 2007). Выполнение пробы обычно сопровождается повышением систолического и диастолического артериального давления и незначительным повышением частоты сердечных сокращений. При охлаждении конечностей в спектре вариабельности сердечного ритма описано возрастание мощности LF диапазона и снижение мощности HF диапазона (Вариабельность сердечного ритма, 2001).

Считается, что **дыхательная проба с частотой дыхания 6 циклов в минуту** является функциональной пробой состояния вагусного звена регуляции сердечнососудистой системы (Г.А.Рябыкина, А.В.Соболев, 2001) и часто используется в диагностике диабетической нейропатии (Вариабельность сердечного ритма, 2001) или для тестирования спонтанного барорефлекса (L.C.Davies et al., 2002; G.Parati, 2005). Известно, что мощность спектра вариабельности сердечного ритма у одних и тех же испытуемых в значительной мере (и нелинейно) зависит от частоты дыхания. При частоте дыхания 6 циклов в мин ам-

плитуда дыхательных волн достигает максимальных значений (С.А.Коваленко, Л.И.Кудий, 2006) и считается резонансной частотой в системе «легкие – сердце» (Вариабельность сердечного ритма, 2001), однако их частота попадает не в HF, а в LF диапазон спектров вариабельности сердечного ритма и артериального давления, что принципиально затрудняет интерпретацию получаемых данных (Э.М.Кутерман, Н.Б.Хаспекова, 1992).

8.5. Онтогенетические закономерности формирования адаптивного ответа

Сложность оценки вариабельности сердечного ритма у детей и подростков в спокойном состоянии и при выполнении функциональных проб определяется достаточно поздним функциональным созреванием симпатической регуляции сердечнососудистой системы в постнатальном онтогенезе.

Основные принципы развития организма ребенка довольно подробно разработаны в области физиологии, называемой «физиологией развития» (В.Д.Сонькин, 2003; М.М.Безруких и др., 2007). Известны временные границы морфологического и феноменологического проявления дефинитивных свойств органов и функциональных систем организма человека и животных. Сформулированы основные принципы онтогенетического развития – этапность, гетерохронность, гетеродинамность, гетеросенситивность и др. Однако такой базовый принцип онтогенетического развития, как разнесенность во времени морфологического и функционального созревания органа или системы, в отношении регуляторных систем организма изучен недостаточно. В частности, в автономной нервной системе достаточно подробно изучена онтогенетическая динамика появления медиаторов и рецепторов к ним, изменения уровня основных гормонов и нейромедиаторов (В.Н.Швалев, Р.А.Стропус, 1979; V.N.Shvalev et al., 1992), проявления активности данной системы в показателях функционального состояния сердечнососудистой системы, в том числе, по результатам анализа вариабельности сердечного ритма и артериального давления (О.В.Коркушко и др., 1991; V.Kasparov, J.F.Paton, 1997; А.Р.Галеев и др., 2002; P.M.Masliukov, 2003; Z.Lenard et al., 2004; О.В.Кузнецова, В.Д.Сонькин, 2005).

Известно, что у здоровых детей от 5 до 14 лет происходит постепенное нарастание активности церебральных симпато-адреналовых и парасимпатических механизмов вегетативной регуляции (О.Н.Соколова, 2000; А.Н.Шарапов, 2000). Оно характеризуется скачкообразными приростами в 6 лет – вагусных, а в 8 лет – церебральных влияний. Медленноволновые колебания показателей кровообращения являются чутким маркером онтогенетической и текущей адаптации сердечнососудистой системы к динамичной внешней и внутренней среде (А.Р.Сабирьянов, 2005). Гетерохронность и гетеродинамность развития регуляторных систем сердечнососудистой системы проявляется в том, что регуляторные механизмы сердечной деятельности к 8-11 годам уже в значительной мере сформированы и относительно устойчивы. Однако в сосудистой системе, и, особенно, в дыхательной системе, продолжаются активные процессы развития автономной регуляции (О.В.Кузнецова, 2007).

Однако динамика процесса становления функции вегетативной нервной системы – участия в формировании адаптивного ответа организма на воздействие среды обитания (Н.А.Агаджанян и др., 2006) – практически не изучена. Есть лишь единичные работы, посвященные онтогенезу ответа автономной нервной системы на физическую нагрузку (Л.Е.Любомирский и др., 2000; Ф.Г.Ситдиков и др., 2006), хотя функциональные пробы являются обязательным компонентом медицинского контроля за здоровьем юных спортсменов, а в клинике функциональные пробы сердечнососудистой системы применяют не только у взрослых больных, но и у детей и подростков (М.А.Школьникова и др., 2003). Достаточно серьезно изучена связь умственной работоспособности с показателями вегетативной регуляции, которая, в свою очередь, модулируется уровнем и направленностью физической тренировки (И.А.Криволапчук, 2008). Следует, однако, признать, что в целом данная область физиологии развития изучена недостаточно, хотя уже есть понимание того, что оценка состояния здоровья, как взрослых, так и детей, должна проводиться не только по показателям покоя, но и с точки зрения оценки функциональных резервов – способности организма противостоять внешним воздействиям и отвечать на них, по ве-

личине адаптивных возможностей организма (В.С.Фомин, 1996; Н.А.Агаджанян и др., 2006). На практике, невнимание к возрасту испытуемых приводит к формулировке недостаточно корректных заключений, например, при сравнении показателей вариабельности сердечного ритма у здоровых испытуемых в возрасте 14.5 лет с показателями гипертензивных подростков в возрасте 17 лет (И.В.Уткин и др., 2004): полученные данные, как признают сами авторы, не соответствуют большинству аналогичных исследований.

Таким образом, в практической работе по оценке влияния образовательной среды и ее факторов на уровень здоровья учащихся, с целью корректной интерпретации полученных результатов и в контексте патофизиологического подхода к решению данной задачи, необходимо учитывать следующие обстоятельства.

1. Уровень физиологического развития организма школьников в процессе обучения в школе постоянно изменяется – происходят как количественные, так и качественные изменения, связанные с ростом, функциональным развитием и функциональным созреванием разных органов и систем их организма, причем эти процессы часто не совпадают по времени.
2. При оценке влияния конкретной образовательной технологии необходимо исключать влияние («обнулять») любых других факторов, оказывающих воздействие на состояние здоровья детей: экологических, климатических, экономических, социальных, культурных и др., выбирая в качестве группы сравнения аналогичную выборку, отличающуюся от тестируемой только набором педагогических приемов.
3. При оценке уровня здоровья совершенно недостаточно оценивать т.н. «показатели покоя» – те показатели, которые отражают стационарное состояние организма школьников, например, однократное измерение частоты сердечных сокращений, артериального давления, запись кардиограммы. Данный тип показателей используется при медицинской диспансеризации и достаточно эффективен в поиске признаков органической патологии. В саногене-

тическом же мониторинге участвуют в основном здоровые дети, все изменения, которые происходят в их организме под влиянием факторов образовательной среды, не выходят за рамки их половозрастной нормы, и связаны с изменением уровня активности и эффективности работы регуляторных систем организма. Такого рода показатели можно протестировать лишь в функциональных пробах, или тестах, где даётся ответ на вопрос об уровне функциональных резервов организма – его способности переживать физические, психоэмоциональные или иные нагрузки, многократно превосходящие обыденные, без вреда для здоровья, т.е. способность организма эффективно адаптироваться к изменяющимся условиям внешнего мира.

4. Однократное тестирование функциональных резервов организма школьников достаточно информативно при оценке различий между выборками, отличными друг от друга по экологическим, климатическим или иным природным факторам. В этом случае оценивается эффект долговременной адаптации организма детей к условиям жизнедеятельности. Для оценки влияния психолого-педагогических факторов образовательной среды необходим другой подход – оценка изменения уровня функциональных резервов организма, его адаптивных возможностей, в процессе обучения, т.е. необходимо динамическое наблюдение за здоровьем детей. Только в этом случае выявляется влияние факторов образовательной среды на здоровье учащихся – способствование укреплению здоровью или, наоборот, наличие патогенетической компоненты.

Перечисленным требованиям к методологии оценки влияния образовательной среды на здоровье учащихся удовлетворяют принципы и методы полисистемного саногенетического мониторинга: одновременная комплексная оценка состояния нескольких систем организма, оценка как одномоментных, так и динамических показателей, использование тестов для оценки функциональных резервов организма, установление связей между влиянием факторов образовательной среды и изменением показателей здоровья учащихся.

ГЛАВА 2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Группы испытуемых

Работа основана на результатах мониторинга функционального состояния организма учащихся различных школ г. Москвы и других регионов РФ:

- школа № 315 г. Москвы (2004 г., 130 чел.);
- школа № 548 г. Москвы (2002-2004 гг., 320 чел.);
- школа № 735 г. Москвы (2002-2006 гг., 160 чел.);
- школа № 1060 г. Москвы (2003 г., 230 чел.);
- школа № 1357 г. Москвы (2002-2008 гг., 630 чел.);
- школа № 1953 г. Москвы (2003-2007 гг., 80 чел.);
- школы № 1, № 5 и № 9 г. Пушкино Московской области, № 1 п. Заветы Ильича Пушкинского района (2004 г., 150 чел.);
- школа п. Нагово Новгородской области (2004 г., 30 чел.);
- школы № 6 и № 9 г. Майкоп, № 3 п. Джерокай Республики Адыгея (2006 г., 120 чел).

Всего обследовано 1850 детей и подростков. Число обследований в каждой школе было от 1 до 10, общее количество обследований составило 9250.

В работе использованы также данные, полученные на взрослых испытуемых:

- при отработке метода спироартериокардиоритмографии в качестве функциональной пробы использованы результаты обследования 58 взрослых (мужчин и женщин, учителей – слушателей курсов повышения квалификации, средний возраст 42.2 ± 1.2 года);
- при сравнительном анализе информативности различных функциональных проб для оценки состояния сердечнососудистой системы здоровых испытуемых в модели умственной деятельности, модели физической активности и холодовой пробе использованы данные 40 испытуемых, 20 мужчин и 20 женщин (в основном сотрудники НИИ ОПП и НИИ фармакологии РАМН, средний

возраст 38.8 ± 2.2 лет). Тестирование в спирометрической маске проведено на 44 испытуемых, 22 мужчинах и 22 женщинах, средний возраст 38.4 ± 1.3 лет, из них 9 женщин и 17 мужчин входили в выборку предыдущих проб. Проба с контролируемым дыханием с частотой 6 дыхательных циклов в 1 мин выполнена на 57 здоровых испытуемых, 51 мужчине и 6 женщинах (в основном военнослужащие разных специальностей), средний возраст 31.8 ± 1.0 год, предыдущие пробы данная группа испытуемых не выполняла.

2. Общая оценка уровня здоровья и психофизиологического статуса испытуемых

В работе все обследования, включенные в статистическую обработку, проведены на здоровых людях. Во взрослых коллективах определение уровня здоровья проходило в виде предварительной беседы, а также по результатам регистрации показателей сердечнососудистой и дыхательной систем. Испытуемых с нарушениями сердечного ритма, выраженными изменениями сердечного комплекса и заболеваниями дыхательной системы в анализ не брали. В детских коллективах основой определения уровня здоровья было предварительное изучение медицинских карточек, в статистическую обработку брали результаты детей 1-й и 2-й групп здоровья, без патологии дыхательной и сердечнососудистой систем, и без клинически выявленных нарушений психофизиологического статуса.

Для оценки психоэмоционального состояния взрослых испытуемых проведено тестирование по шкале тревожности Спилбергера (русифицированная версия Ханина) и опроснику САН («самочувствие-активность-настроение», по Гончарову) (Практическая психодиагностика, 2006). Тестирование проводили дважды, непосредственно до обследования на приборных комплексах, и сразу после него.

3. Метод спироартериокардиоритмографии

Прибор «спироартериокардиоритмограф» (САКР) разработан и изготавливается в г. Санкт-Петербург ООО «ИНТОКС» (В.В.Пивоваров, 2006b), и разрешен к применению Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ (реги-

страционное удостоверение № 29/03020703/5869-04 от 29 января 2004 г.), методические указания к работе на приборе утверждены и рекомендованы к применению Департаментом ГСЭН МЗ РФ (Сборник нормативно-методических документов, 2002).

Прибор САКР (Рис. 1, 2)проводит одновременную регистрацию показателей дыхания, периферического артериального давления (пАД) в пальцевой артерии по методу Пеназа и электрокардиограммы в I-м стандартном отведении, оценивает частоту сердечных сокращений (ЧСС), величину минимального, максимального и среднего межсистолического интервала (R-R интервала), а также ударный объем сердца (УО) и минутный объем кровообращения, рассчитываемые на основе фазового анализа сердечного цикла и показателей АД.

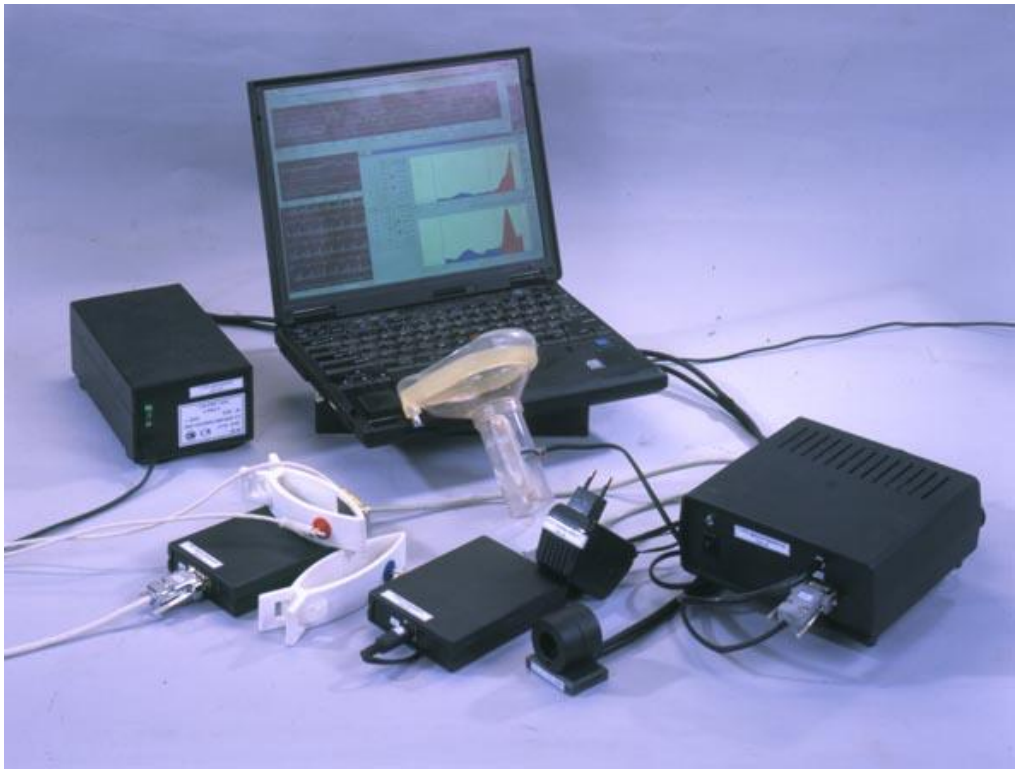


Рис. 1. Внешний вид прибора САКР.

Из показателей дыхания САКР оценивает скорость воздушного потока (с расчетом объемных показателей), отдельным тестом проводится измерение максимальных показателей дыхательной системы (жизненная емкость легких, индекс Тиффно).

Из показателей пАД на основании непрерывной записи проводится расчет средних значений систолического и диастолического пАД (пАДС и пАДД), а также показателей вариабельности пАДС и пАДД.

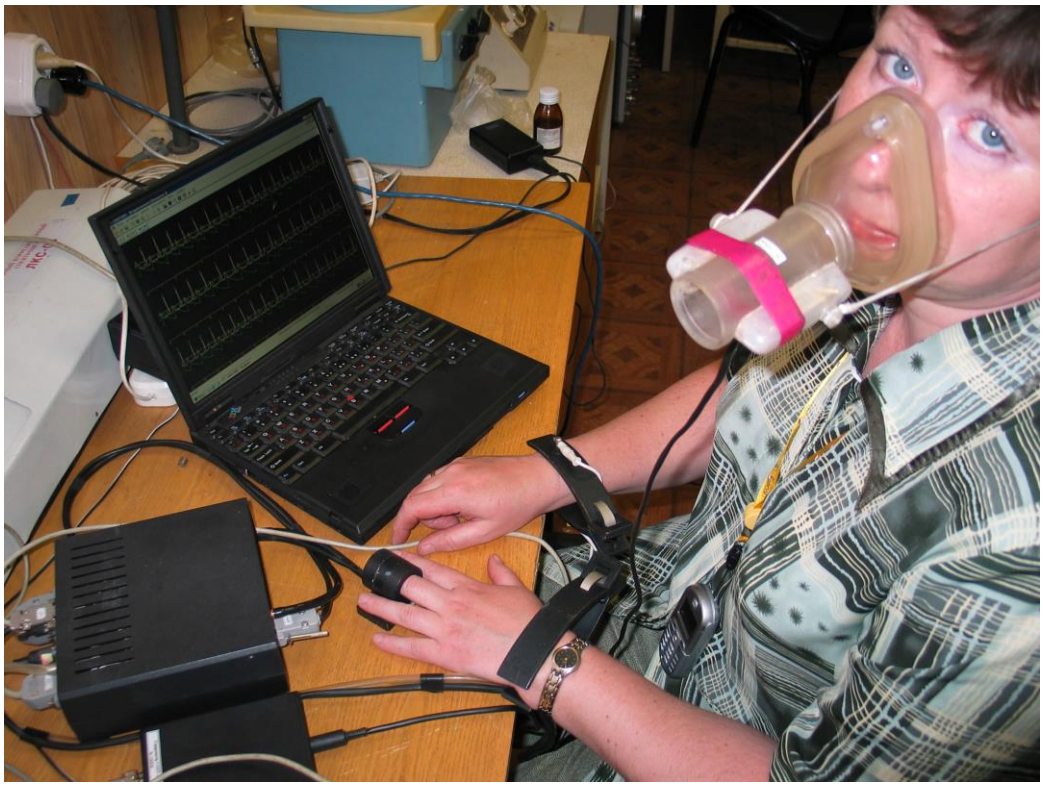


Рис. 2. Вид испытуемого при обследовании на приборе САКР.

Показателями работы сердца в приборе САКР служат амплитудно-временные параметры сердечного комплекса (с расчетом усредненных значений за период регистрации) и показатели вариабельности сердечного ритма (СР).

Непрерывная регистрация показателей в течение 75-300 с дает возможность анализировать спектральные (по алгоритму параметрической оценки спектральной плотности мощности), геометрические и статистические показатели вариабельности СР, и, одновременно, спектральные показатели вариабельности пАДС и пАДД. Общая мощность спектров рассчитывается в диапазоне 0-0.4 Гц, границы отдельных диапазонов спектров совпадают с общепринятыми: диапазон высоких частот (HF) 0.15-0.4 Гц, диапазон низких частот (LF) 0.04-0.15 Гц, диапазон очень низких частот (VLF) 0-0.04 Гц (Heart rate variability, 1996; Р.М.Баевский, Г.ГИванов, 2001).

На основании спектральных показателей вариабельности СР рассчитываются индексы вегетативного баланса (ВБ) и централизации (ИЦ):

$ВБ = LF_{СР}/HF_{СР}$;

$ИЦ = (VLF_{СР}+LF_{СР})/HF_{СР}$.

Одновременная регистрация вариабельности СР и пАД на приборе САКР дает возможность оценить величину чувствительности спонтанного артериального барорефлекса (ЧБР). Обычно для этой процедуры рекомендуют проводить регистрацию с дыханием 0.1 Гц (6 дыхательных циклов в 1 мин) (L.C.Davies et al., 2002), однако технические возможности САКРа позволяют проводить данные измерения при произвольном дыхании, в моменты когерентности изменений пАД и СР (G.Parati, 2005). Кроме того, для оценки ЧБР в нашей работе использован альфа-индекс, который рассчитывается на основе спектральных показателей вариабельности СР и пАДС (квадратный корень из отношения абсолютных мощностей диапазонов LF спектров вариабельности СР и пАДС):

$альфа\text{-}индекс = (LF_{СР}/LF_{пАДС})^{0.5}$.

Следует, однако, отметить, что ряд авторов считает применение данного показателя для оценки артериального барорефлекса недостаточно корректным (R.D.Lipman et al., 2003).

Определение УО в современной клинике проводится разными способами – от расчетов по формуле Старра, учитывающей показатели АД и возраст испытуемых, до использования современных инвазивных и неинвазивных методов. При работе со здоровыми людьми более приемлемы неинвазивные методы, такие, как реографический и ультразвуковой (G.I.Galasco et al., 2004; Г.Е.Ройтберг, А.В.Струтынский, 2007), реже используют импедансную (A.Scherhag et al., 2005) и индуктивную (V.Kaplan et al., 2003) кардиографию, или расчет по показателям вариабельности пАД (L.W.Bogert,J,J, van Lieshou, 2005). Однако оценка величины УО при определении разными методами может различаться до 30 % (В.Н.Алексеев и др., 2005). В приборе САКР использован метод определения УО по фазовому анализу сердечного комплекса (как в рео-

графии) в сочетании с анализом пАД. При таком подходе точность определения УО сопоставима с точностью ультразвукового метода.

В приборе САКР предусмотрена также запись результатов тестирования в конвертированных текстовых файлах, совместимых со стандартными программами Microsoft Office и стандартными пакетами статистических программ, что значительно расширяет возможности обработки результатов. В частности, статистические показатели СР (SDNN, RMSSD и pNN50), стресс-индекс (ИН), а также другие т.н. показатели Баевского (ИВР, ПАПР, ВПР), основанные на геометрических показателях вариабельности СР (мода, амплитуда моды, размах колебаний и др.), рассчитываются отдельной программой (Р.М.Баевский и др., 1984; А.П.Кулаичев, 2002):

- индекс вегетативного равновесия (ИВР = AMo/ΔX);
- показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР = AMo/Mo);
- вегетативный показатель ритма (ВПР = 1/MoΔX);
- индекс напряжения регуляторных систем (стресс-индекс)

$$ИН = AMo/2\Delta XMo,$$

где Mo – мода, AMo – амплитуда моды, ΔX – размах колебаний.

В нашей работе все обследования проведены в состоянии сидя. В этих условиях для корректного измерения пАД проведена дополнительная оценка показателей состояния сердечнососудистой системы при помощи автоматического измерителя артериального давления (тонометра) фирмы «A@D Medical», Япония, модель UA-777. Такой подход позволяет соотносить показания пАД, полученные на САКРе, со значениями плечевого АДС и АДД, получаемые аускультативным методом и вносить соответствующие изменения в методику обследования (корректировать положение датчика пАД относительно уровня сердца для получения истинных значений АД).

Длительность тестирования в нашей работе составляла, как правило, 2 мин. Согласно рекомендациям Европейского общества кардиологов и Северо-Американского общества по кардиостимуляции и электрофизиологии (Heart rate variability, 1996), для анализа мощности всех диапазонов спектра вариа-

бельности СР (HF – высоких частот 0.15-0.4 Гц, LF – низких частот 0.04-0.15 Гц и VLF – очень низких частот 0-0.04 Гц), длительность записи не может быть менее 5 мин. При более коротких записях, на основании требований математического аппарата быстрого преобразования Фурье, теряется надежность оценки диапазона VLF, хотя, по мнению Р.М.Баевского, при этом не теряется его информативность, а для надежной оценки диапазонов LF и HF достаточно длительности записи от 66 с (Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001; А.Р.Галеев и др., 2002).

С другой стороны, особенностью нашего прибора является одновременная регистрация СР и пАД. Последний показатель, из-за технических особенностей метода Пеназа, который использован и в нашем приборе, достаточно быстро начинает изменять как форму сигнала, так и амплитуду. Для корректировки уровня пАД в приборах, использующих непрерывную запись пАД (Finometer Pro, Portapres и др.), проводится периодическая коррекция показателей пальцевого датчика с данными АД, снимаемыми аускультативным способом с плеча. В более современных моделях предусмотрена двойная пальцевая манжета, и измерения пАД проводятся поочередно на разных пальцах, также с периодической подстройкой к уровню АД на плече. На приборе САКР, использованном в нашей работе, такая возможность не предусмотрена, поскольку идеологически этот прибор предназначен для массовых скрининг-обследований больших контингентов испытуемых, и требованием к нему является максимальная простота процедуры проведения измерений. Поэтому, чтобы не потерять информацию по вариабельности пАД, мы вынужденно сократили время регистрации до 2 мин, потеряв в надежности оценки диапазона VLF.

4. Оценка функционального состояния сердечнососудистой системы здоровых испытуемых при помощи функциональных проб

Для оценки степени здоровья, а точнее, уровня функциональных резервов организма как меры здоровья, у здоровых людей принято использование функциональных проб. Такой подход требует особого отношения к качеству регистрации сигналов и отсутствию в записях т.н. переходных процессов (Рис. 3),

категорически не пригодных для формализованной математической обработки (спектральной, статистической или геометрической) (Р.М. Баевский и др., 1984; Г.А.Рябыкина, А.В.Соболев, 2001).

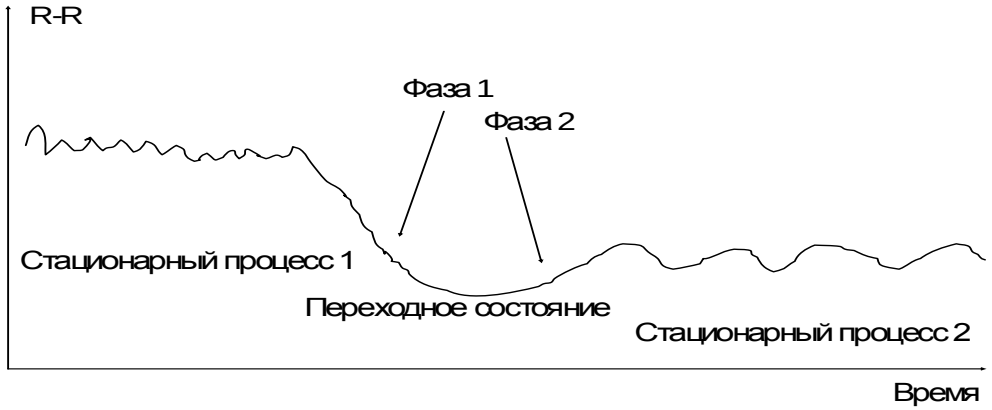


Рис. 3. Переходные процессы в вариабельности СР при выполнении ортостатической пробы.

Особенно наглядно это проявляется при проведении ортоклиностатических проб, где критерием адекватности адаптивных возможностей организма является соответствие некоторым паттернам, обусловленным исходными особенностями тестируемого организма. Например, при выполнении ортостатической пробы обычно происходит двухфазное изменение частоты сердечных сокращений (Рис. 3) и уровня АД. В нашей работе клиноортостатические пробы не использовались, поскольку в контексте цели и задач проводимого исследования интерес представляли функциональные пробы, применимые к здоровым испытуемым (а ортостатические пробы, при всей их огромной роли в дифференциальной диагностике сердечнососудистой патологии, у здоровых людей мало информативны) и, по возможности, простые в исполнении.

В работе при обследовании взрослых испытуемых использованы следующие функциональные пробы:

– модель умственной деятельности – счет по Крепелину в модификации Н.И.Курочкина – с чередованием (С.Я.Рубинштейн, 2007). Каждому испытуемому предлагали складывать и вычитать в уме ряд из 25 пар двузначных равномерно случайно распределенных чисел, записанных столбцом. Время работы с каждым рядом было ограничено и составляло 80 с, число рядов – 5;

– модель физической деятельности – 20 приседаний в максимально возможном темпе, но без учета времени;

– холодовая проба – на 1 мин испытуемому предлагали опустить кисти рук в воду t = 4°С;

– тестирование в спирометрической маске, с произвольным дыханием, контроль – тестирование без маски;

– контролируемое дыхание с частотой 6 дыхательных циклов в 1 мин, контроль – тестирование в режиме с произвольным дыханием (обе регистрации проводятся в спирометрической маске).

При анализе ответной реакции организма на функциональную пробу принимали, что критерием наличия динамики является изменение анализируемого показателя более чем на 15 % от исходного уровня, со знаком « – » в сторону уменьшения и со знаком « + » в сторону возрастания. Изменение показателя менее чем на 15 % в любую сторону считали результатом погрешности измерения (прибора) и погрешности метода (физиологической вариабельности показателя), и присваивали значение « 0 ». Определение критерия наличия динамики основано как на учете псевдостационарности СР (Н.Б.Хаспекова, 2003), так и на результатах оценки разными методами АД (Н.А.Волов и др., 2003).

В тестах с умственной и физической нагрузкой, а также в холодовой пробе до выполнения функциональной пробы проводили измерения тонометром и регистрацию на САКРе (в течение 2 мин), сразу же после выполнения пробы измерения повторяли (временной интервал от завершения выполнения пробы до начала тестирования не превышал 1.5-2 мин, от завершения выполнения пробы до завершения тестирования составлял 4-5 мин, что исключает наличие переходных процессов). В тестах со спирометрической маской на САКРе про-

водили две последовательные 2-минутные регистрации – контрольную и тестирующую.

При работе с детьми и подростками в большинстве случаев (кроме специально оговоренных) регистрацию показателей сердечнососудистой системы проводили с надетой спирометрической маской, что позволяет оценивать данные условия тестирования как нагрузочную пробу. Для оценки реактивности сердечнососудистой системы использовали только пробу с регистрацией в спирометрической маске, контролем в данном случае служила регистрация без маски (как и у взрослых испытуемых).

5. Оценка психомоторной координированности

Для оценки влияния образовательной среды на функциональное состояния организма учащихся также было выбрано тестирование психомоторной координированности как составной части психомоторной сферы человека. Тестирование проведено на приборе «компьютерный измеритель движения» (КИД) (В.В.Пивоваров, 2006а). Данный прибор производится ООО «ИНТОКС», г. Санкт-Петербург. Прибор разрешен к применению Комитетом по новой медицинской технике МЗ РФ (регистрационное удостоверение № 29/03041202/5085-03 от 11 апреля 2003 г.). Обследование на КИДе проводится согласно методическим указаниям, утвержденным и рекомендованным к применению Департаментом ГСЭН МЗ РФ (Сборник нормативно-методических документов, Москва, 2002.).

Прибор КИД представляет собой платформу 40 × 60 см (Рис. 4). На одном конце платформы на вертикальной оси закреплен рычаг, на другом конце – приподнятая дуга с двумя парами светодиодов-маркеров.

Свободный конец рычага поворачивается в горизонтальной плоскости вдоль дуги. На конце рычага находится курсор, вершина которого располагается на уровне светодиодов. Угловое расстояние между внешней парой светодиодов составляет 50°, между внутренней – 25°. Во время тестирования испытуемый кладет свой локоть на закрепленный конец рычага, и работает рукой только в локтевом суставе, перемещая свободный конец рычага с курсором.



Рис. 4. Вид испытуемого при работе на приборе КИД.

Задание состоит из 2 тестов. В 1-м тесте испытуемому предлагают двигать рычаг между двумя светящимися светодиодами с максимальной скоростью и с максимальной точностью (Рис. 5). При этом сначала светится крайняя пара светодиодов, затем средняя, затем опять крайняя пара. Время выполнения теста составляет 30 с, тест выполняется обеими руками по очереди.

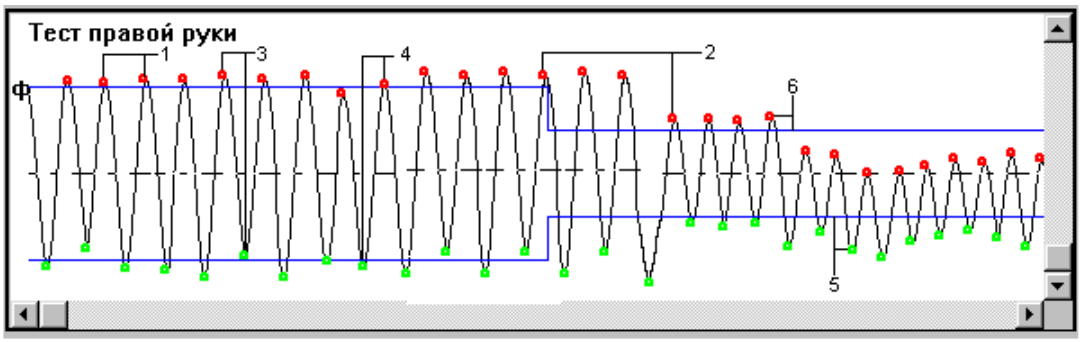


Рис. 5. Кинематограмма 1-го теста на приборе КИД. Обозначения: 1 – длительность цикла движения, 2 – время изменения двигательного стереотипа, 3, 4 и 5, 6 – ошибка сенсорной коррекции работы разных групп мышц при разной амплитуде движения.

В данном тесте измеряют следующие параметры:

– длительность цикла движения, определяется как среднее время перемещения рычага в секундах от одного светодиода к другому и обратно;

– время изменения двигательного стереотипа, определяется как число двигательных циклов, необходимое для достижения требуемой точности движения в новом амплитудном режиме;

– точность движений определяется по величине ошибки сенсорной коррекции флексоров и экстензоров, и рассчитывается как средняя величина отклонений амплитуды движений от границ требуемого диапазона, в % к общей амплитуде перемещений рычага во время теста;

– плавность движения оценивается на основе соотношения гармоник спектра Фурье как доля основной гармоники в процентах;

– моторная асимметрия рассчитывается на основании сравнения результатов выполнения тестов обеими руками.

Соответственно, оцениваются следующие показатели психомоторной координированности: психомоторная координация (величина, обратно-пропорциональная длительности цикла движения), внимание (величина, обратно-пропорциональная времени изменения двигательного стереотипа), точность движения (величина, обратно-пропорциональная ошибке сенсорной коррекции мышечных групп), плавность движения и моторная асимметрия.

Во 2-м тесте измеряется латентный период сенсомоторной реакции испытуемого на световой и звуковой стимулы (Рис. 6).

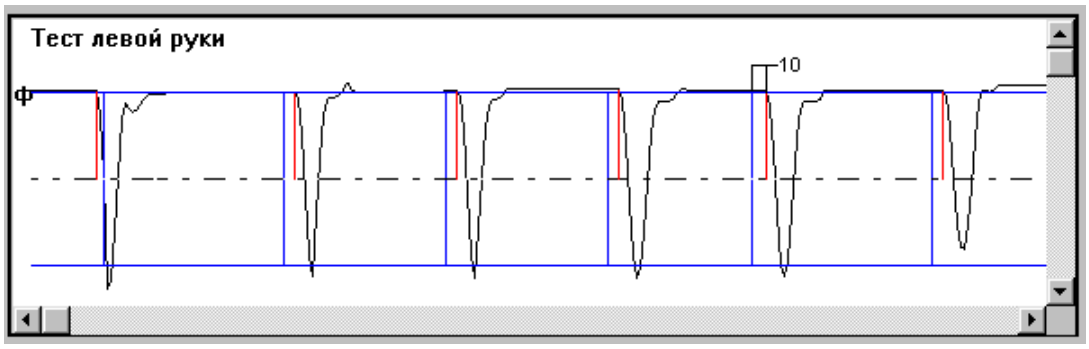


Рис. 6. Кинематограмма 2-го теста на приборе КИД. Обозначения: 10 – латентный период реакции на предъявляемый стимул.

В ответ на предъявляемый стимул испытуемый должен совершить максимально быстрое смещение рычага примерно до середины дугообразного периметра (точность попадания в данном тесте не учитывается) и вернуть курсор в исходное положение. Тест выполняется также обеими руками по очереди, для каждой руки предъявляют по 10 стимулов каждой модальности, длительность стимула 0.4 с, интервал между стимулами изменяется в случайном режиме от 2 до 4 с. Длительность теста для каждой руки и для каждой модальности стимулов составляет 30 с. Соответственно, оценивается сенсомоторная реактивность как величина, обратно-пропорциональная латентному периоду реакции на стимул.

6. Статистическая обработка данных

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета статистических программ STATISTICA 6.0.

При однократном обследовании статистический анализ межгрупповых различий проводили при помощи однофакторного дисперсионного анализа (One way ANOVA) с последующим сравнением средних по критерию Фишера. Изменения тестируемых показателей при выполнении функциональной пробы анализировали при помощи дисперсионного анализа для повторных измерений (Repeated measures ANOVA). Межгрупповые различия в изменении показателей при выполнении функциональной пробы также оценивали при помощи дисперсионного анализа для повторных измерений, с последующим сравнением средних по критерию Фишера (Repeated measures ANOVA). Множественные сравнения проводили на основе алгоритма динамического дискриминантного анализа.

Коэффициенты непараметрической корреляции между разными показателями рассчитывали по критерию Спирмена, коэффициенты параметрической корреляции рассчитывали по критерию Пирсона.

Частотные показатели сравнивали по алгоритму точного метода Фишера по двустороннему критерию χ^2.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Физиологическое обоснование использования функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства для оценки состояния сердечнососудистой системы взрослых испытуемых и детей

Одновременная регистрация СР, АД и показателей спокойного дыхания предусмотрена во многих современных медицинских приборах, включая реанимационные и клинические прикроватные мониторы. Особенностью прибора САКР, на котором проведено исследование, является наличие встроенного программного обеспечения, позволяющего одновременно оценивать спектральные показатели вариабельности СР, пАДС и пАДД, а также проводить последующую статистическую обработку данных из конвертированных файлов. Наличие на рынке медицинского оборудования большого количества как отечественных, так и зарубежных приборов с аналогичными возможностями предполагает проведение сравнительного анализа результатов, получаемых на САКРе, с результатами, получаемыми на других приборах, широко используемых в клинической практике.

1.1. Сравнение показателей прибора САКР с показателями других приборов аналогичной идеологии

1.1.1. Сравнение с прибором Finometer («Finapres Medical Systems», Нидерланды)

Широко распространенный прибор Finometer Pro фирмы «Finapres» (Нидерланды), как и его предшественник, прибор Portapres, проводит одновременную регистрацию показателей дыхания, пАД, ЭКГ и вариабельности СР. Особенностью прибора является подстройка пАД к уровню АД, определяемого аускультативным методом на плече. Датчики дыхания (тонкие трубочки) не изменяют показателей спокойного дыхания. Сравнительный анализ показателей сердечнососудистой системы, проведенный последовательно двумя приборами на одном человеке (в последовательности (САКР $\rightarrow$ Finometer Pro), показал следующее.

Основные показатели сердечнососудистой системы (ЧСС, корригированные значения пАД, УО) на двух приборах практически совпали (Табл. 1).

Табл. 1. Сравнение основных показателей сердечнососудистой системы на приборах САКР и Finometer Pro.

показатель	САКР	Finometer Pro
ЧСС, уд/мин	65.5	67.0
пАДС/пАДД, мм рт.ст.	108/60	110/65
средняя длительность R-R, мс	916	891
УО, мл	73.3	75.0

Спектральный анализ вариабельности СР по 2-минутным записям также дал близкие результаты, особенно при сравнении общей мощности спектра ТР и вклада в спектр низкочастотных составляющих VLF и LF (Табл. 2). Основные отличия выявлены в мощности высокочастотной составляющей HF, отражающей дыхательный компонент (активность парасимпатической системы, регулирующей дыхание и оказывающей одновременное влияние на вариабельность сердечного ритма).

Табл. 2. Сравнение спектральных показателей СР и расчетных индексов на их основе на приборах САКР и Finometer Pro.

показатель	САКР	Finometer Pro
ТР, мс^2	875	808
VLF, мс^2	117	158
LF, мс^2	176	283
HF, мс^2	549	366
ВБ, LF/HF	0.32	0.77

Причиной таких расхождений является техническая особенность прибора САКР – использование ультразвукового метода определения скорости воздушного потока, при котором датчики расположены на трубке, прикрепленной к спирометрической маске (Рис. 2). Датчики не испытывают фронтального давления воздушного потока (В.В.Пивоваров, 2006b), что обеспечивает хорошую точность оценки показателей дыхания. Диаметр трубки обеспечивает свободное дыхание, хотя увеличивает «мертвый» объем легких примерно вдвое (объ-

ем трубки 275 мл). Функциональная роль маски сводится к правильной ориентации трубки с датчиками и ее фиксации на голове испытуемого, однако наличие маски создает у испытуемых субъективные ощущения, сопоставимые с таковыми в общественном транспорте или закрытом помещении. Адаптивной реакцией организма на такие условия тестирования является активация дыхания, и соответствующее усиление вагусной компоненты вегетативной регуляции СР (возрастание мощности диапазона HF). Вследствие этого меняется величина расчетного индекса ВБ.

Аналогичные расхождения в показаниях приборов выявлены при оценке вариабельности пАДС (Табл. 3) и пАДД.

Табл. 3. Сравнение спектральных показателей пАДС на приборах САКР и Finometer Pro.

показатель	САКР	Finometer Pro
TP, мм рт.ст.^{2}	6.8	15.0
VLF, мм рт.ст.^{2}	1.0 (14.7%)	3.9 (26.0%)
LF, мм рт.ст.^{2}	2.0 (29.4%)	3.7 (24.9%)
HF, мм рт.ст.^{2}	3.8.(55.9%)	7.3 (48.7%)
ЧБР, мс/мм рт.ст.	9.39	7.50

Различия в конструкции манжеток для регистрации пАД определили существенные расхождения в абсолютных значениях как суммарных мощностей спектров вариабельности пАДС и пАДД, так и их отдельных диапазонов. Однако относительные величины мощностей отдельных диапазонов оказались достаточно близкими и отражают особенность прибора САКР, вызывающего активацию высокочастотных составляющих спектра. Различия в величине ЧБР, по-видимому, связаны с периферическими изменениями в регуляции сердечного ритма при затруднении легочной вентиляции в условиях тестирования в спирометрической маске у данного испытуемого.

Таким образом, прибор САКР показал возможности, сопоставимые с таковыми распространенного зарубежного аналога. Учет технических особенностей САКРа (изменение спектральных показателей вариабельности СР и пАД в условиях тестирования в спирометрической маске и использование относи-

тельных мощностей диапазонов спектров вариабельности пАД вместо их абсолютных значений, определяемых конструктивными особенностями измерительной манжеты) позволит получать данные, сравнимые с результатам зарубежных исследователей.

1.1.2. Сравнение с прибором Поли-Спектр-12 (ООО «Нейрософт», Иваново, РФ)

Сравнительное тестирование показателей сердечнососудистой системы проведено также на приборе САКР и отечественном аналоге приборе Поли-Спектр-12 фирмы «Нейрософт» (РФ). Особенностью прибора Поли-Спектр-12 является регистрация вариабельности СР с возможностью проведения функциональных проб, со встроенным программным обеспечением, формирующим на основании полученных результатов клиническое заключение. Показатели пАД и дыхания на данном приборе не регистрируются.

В анализ взяты результаты обследования 10 человек, временной интервал между тестированиями на 2 приборах составлял 1-2 суток.

По показателям, оцениваемым обоими приборами, получили следующие результаты:

– различия между значениями ЧСС, полученными на 2 приборах, не превышали 15 %, в среднем – 8 %;

– суммарная мощность спектра вариабельности СР (в $мс^2$) на приборе САКР была ниже примерно на 30 %, что может быть обусловлено, как минимум, 2 причинами: 1)разной длительностью периода регистрации (2 мин на САКРе и 5 мин на Поли-Спектр-12); 2)разными вариантами спектрального анализа (алгоритм параметрической оценки со сглаживанием спектра на приборе САКР и алгоритм непараметрической оценки на приборе Поли-Спектр-12);

– мощность отдельных диапазонов спектра вариабельности СР (в $мс^2$), оцененная на 2 приборах, различалась на 10-15 %, что не превышает границ физиологической вариабельности данных показателей. Аналогичные результаты получены при сравнении относительной мощности отдельных диапазонов спектра вариабельности СР (в %);

– расхождение расчетной величины ВБ (LF/HF) при тестировании на 2 приборах также было в пределах 15 %;

– заключение о состоянии здоровья на основании результатов тестирования в покое на 2 приборах полностью совпало у 8 человек, частично совпало у 1 человека, имелись существенные расхождения – у 1 человека.

Наиболее вероятной причиной неполного совпадения результатов спектрального анализа вариабельности СР является неодновременность проведения исследований на 2 приборах, что предполагает наличие колебаний оцениваемых параметров в пределах физиологической нормы (как выяснилось из беседы, испытуемый, показавший наибольшее расхождение в результатах, между двумя тестированиями отмечал день рождения).

Для оценки адаптивных возможностей организма, реактивности его сердечнососудистой системы в ответ на возмущающее воздействие среды, используют функциональные пробы. На приборе САКР мы использовали контролируемое дыхание с частотой 6 дыхательных циклов за 1 мин, на приборе Поли-Спектр-12 использована активная ортостатическая проба. По изменению параметров сердечнососудистой системы в функциональных пробах, различных в 2 приборах, заключение о состоянии здоровья полностью совпало у 6 испытуемых, частично совпало у 2 испытуемых, имелись существенные расхождения – у 2 испытуемых. Мы считаем, что расхождение в результатах оценки функциональных резервов организма определяется, главным образом, использованием разных функциональных проб, направленных на оценку разных физиологических механизмов формирования адаптивного ответа организма.

Проведенный сравнительный анализ оценки состояния сердечнососудистой системы двумя отечественными приборами показал преимущества прибора САКР:

– одновременный спектральный анализ вариабельности СР и вариабельности пАД;

– возможность записи результатов тестирования в конвертированных текстовых файлах, совместимых со стандартными программами Microsoft Office и

стандартными пакетами статистических программ, что существенно расширяет потенциал обработки результатов.

1.2. Особенности тестирования состояния сердечнососудистой системы в спирометрической маске у взрослых и детей

Многочисленные обследования на приборе САКР испытуемых разного возраста и разного уровня здоровья показали, что при тестировании в маске спектральные показатели вариабельности сердечного ритма отличаются от результатов аналогичных исследований, проводимых без одновременной регистрации показателей дыхания (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996; А.Р.Галеев и др., 2002). Сравнительный анализ показателей сердечнососудистой системы, проведенный на САКРе и приборе Finometer Pro, также показал отличия в спектральных показателях вариабельности СР при разных условиях тестирования.

Мы предположили, что тестирование испытуемых на используемом в наших исследованиях приборе при надетой спирометрической маске является функциональной пробой, вызывающей реакцию сердечнососудистой системы (главным образом, изменение спектров вариабельности СР и пАД) на легкую степень смешанной гипоксии и гиперкапнии. Об этом свидетельствуют субъективные ощущения испытуемых, а также результаты спектрального анализа вариабельности СР, проведенного у одного и того же человека без спирометрической маски (Рис. 7, А) и при надетой спирометрической маске (Рис. 7, Б). Видно, что при надевании маски в спектре вариабельности СР появляется дополнительный пик, совпадающий с таковым в спектре дыхания (Рис. 7, В).

Для количественной оценки влияния ограничения легочной вентиляции при надевании спирометрической маски на показатели сердечнососудистой системы проведено обследование, в котором приняли участие 58 взрослых (мужчины и женщины, учителя – слушатели курсов повышения квалификации, средний возраст 42.2 ± 1.2 года) и 57 учащихся начальных классов школы № 735 г. Москвы (мальчики и девочки, средний возраст 8.4 ± 0.2 лет).

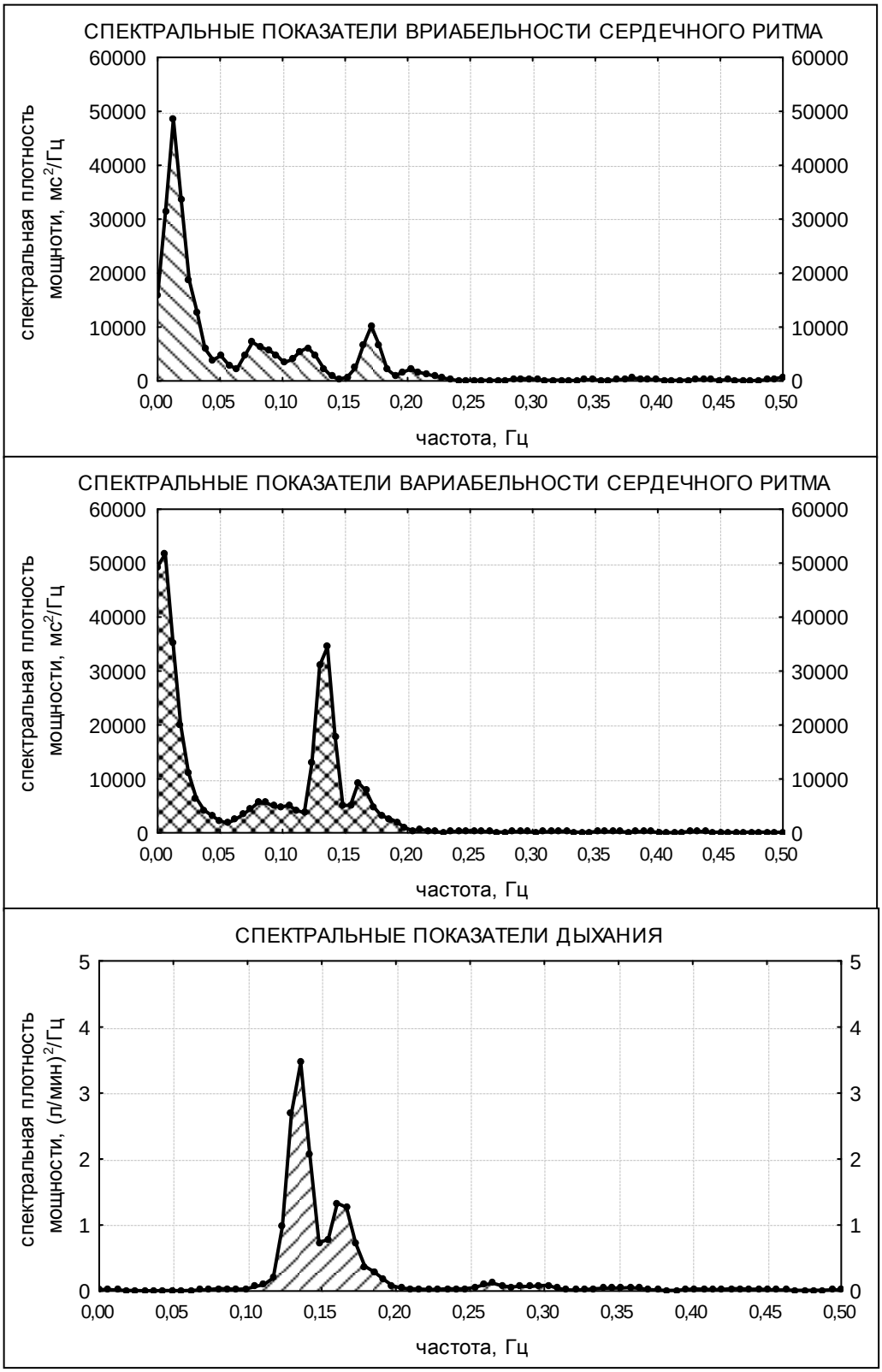


Рис. 7. Плотность мощности спектра вариабельности СР в условиях тестирования без маски (А) и в спирометрической маске (Б) у одного и того же человека. В – спектральные показатели дыхания.

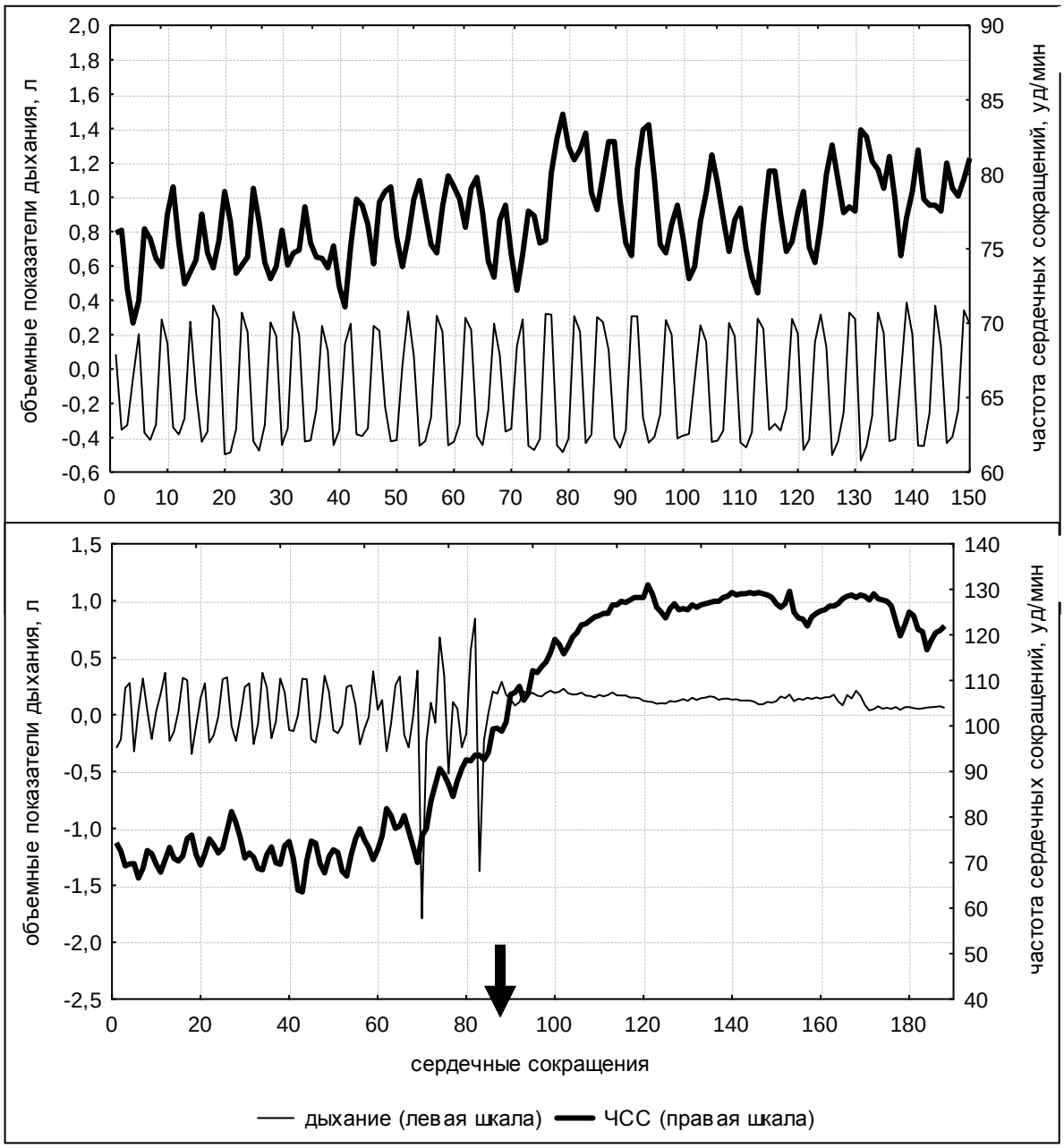


Рис. 8. Совмещенные ритмограммы дыхания и частоты сердечных сокращений при выполнении тестирования на САКРе с надетой спирометрической маской. А – пример наиболее типичной регистрации взрослого испытуемого. Б – пример непереносимости теста у женщины 57.8 лет с давними заболеваниями дыхательной и сердечнососудистой систем. Стрелкой показан момент снятия маски.

Обследование состояло из 2 тестирований. В 1-м тестировании (без маски) в течение 2 мин регистрировали кардиограмму в 1-м стандартном отведении и пАД на 2-й фаланге среднего пальца. Во 2-м тестировании (в надетой

маске) также в течение 2 мин регистрировали показатели воздушного потока и те же показатели сердечнососудистой системы.

По нашим данным, у большинства взрослых испытуемых явная реакция на тестирование в маске отсутствует, хотя наблюдается некоторый дрейф (статистически недостоверный) ЧСС в сторону возрастания (Рис. 8, А). У одной женщины в возрасте 57.8 лет, с давними заболеваниями дыхательной и сердечнососудистой систем, зарегистрирована непереносимость теста – к концу 1-й минуты у нее появился кашель, увеличились ЧСС (Рис. 8, Б) и пАД.

В уровне реактивной тревожности по усредненным данным за время тестирования наблюдается тенденция ($p = 0.063$) к снижению, а психологическая оценка по шкале САН не изменяется.

Часть испытуемых по окончании тестирования сообщали о затруднениях дыхания («не хватает воздуха»), однако количественную оценку глубины и частоты дыхания на данном приборе можно проводить только при надетой маске, что не позволяет сравнить показатели дыхания при выполнении обоих вариантов регистрации. Вместе с тем, из литературы известно, что при произвольном дыхании, когда незначительный недостаток кислорода или избыток углекислого газа компенсируется усилением дыхательных движений, изменение газового состава выдыхаемого воздуха не оказывает существенного влияния на симпатическую активность (A.Trzebski et al., 1995). В нашей работе показано, что, по усредненным данным, у взрослых не происходило изменений ЧСС, УО, расчетных индексов вегетативной регуляции сердечного ритма, уровня пАДС и пАДД (Рис. 9), а также альфа-индекса. Однако в спектре вариабельности СР происходили статистически значимые перестройки. При неизменном уровне суммарной мощности спектра отмечено снижение относительной мощности LF и возрастание относительной мощности HF (Рис. 10, А. Б.). Соответственно, произошло значимое снижение индексов, рассчитываемых по спектральным показателям – ВБ и ИЦ (Рис. 9, Б. В). В спектре вариабельности пАДС при неизменном уровне общей мощности спектра отмечено возрастание относительной мощности HF (Рис. 10, Г). В спектре вариабельности пАДД отмечено возрастание об-

щей мощности спектра, а также возрастание относительной мощности HF и LF и снижение относительной мощности VLF.

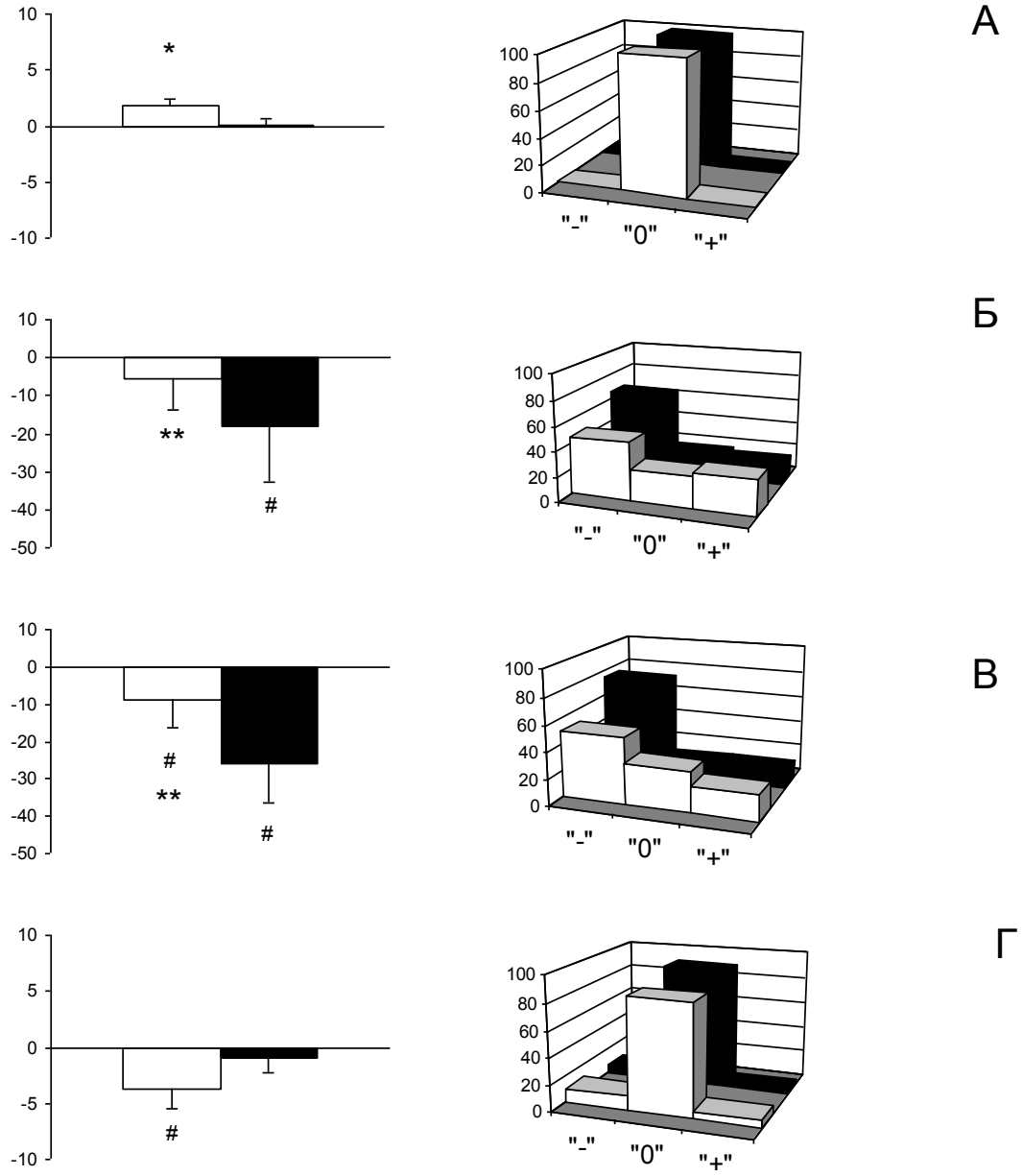


Рис. 9. Изменение показателей сердечнососудистой системы и индексов вегетативной регуляции при регистрации в маске по сравнению с регистрацией без маски. А – ЧСС, Б – ВБ, В – ИЦ, Г – пАДС. Левые гистограммы – изменение показателей в %, светлые столбики – учащиеся начальной школы, темные – взрослые испытуемые. Правые гистограммы – распределение испытуемых по типу реакции на пробу: «-» – снижение значения показателя, «0» – отсутствие реакции (изменение менее чем на 15 % от исходного уровня), «+»– возрастание показателя. Обозначение группы испытуемых – как на левых гистограммах. Статистическая значимость изменения показателя при тестировании в маске по сравнению с тестированием без маски: # – $p < 0.05$. Статистическая значимость межгрупповых различий: * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$.

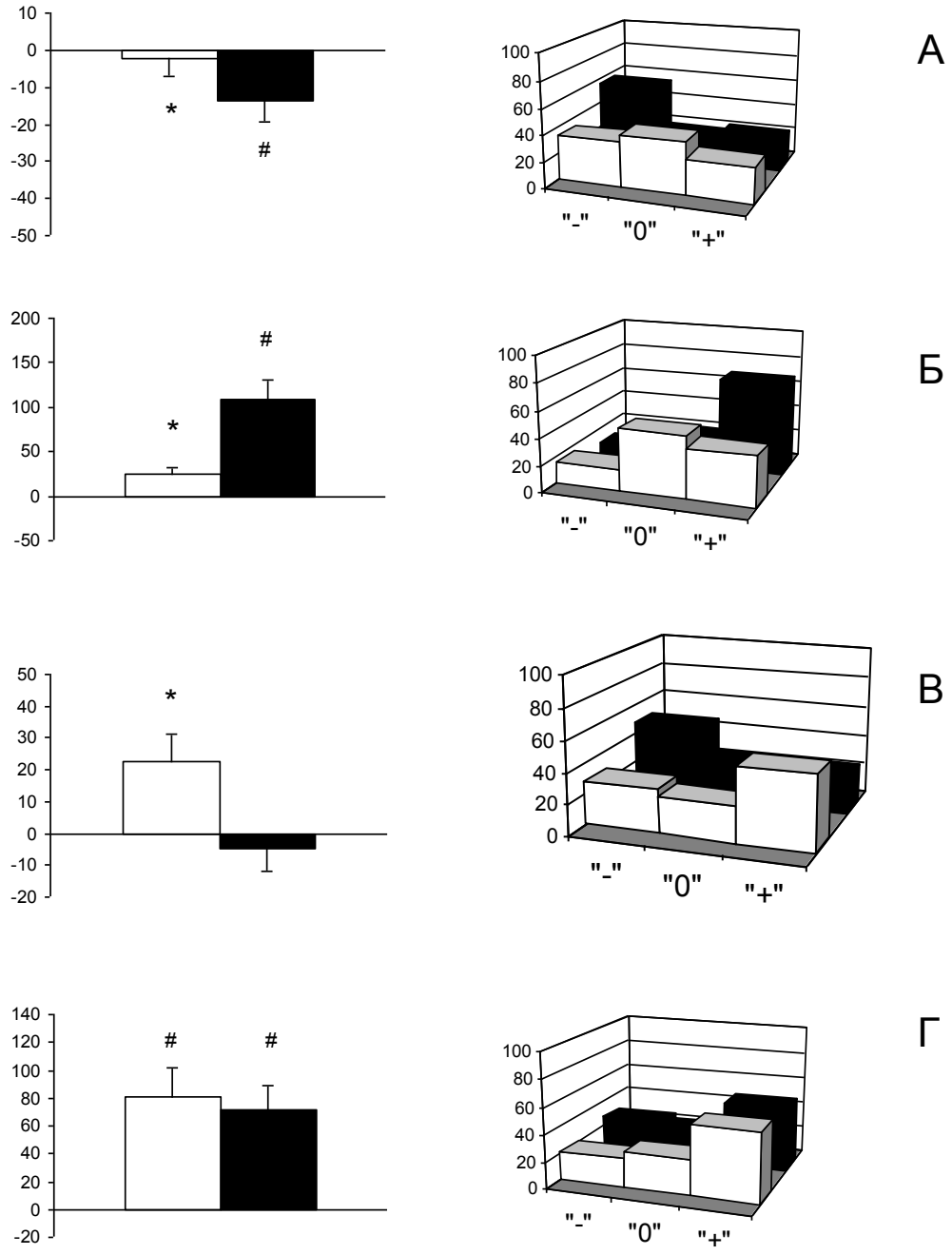


Рис. 10. Изменение спектральных показателей вариабельности СР и пАД при регистрации на САКРе в маске по сравнению с регистрацией без маски. А – изменение относительной мощности диапазона низких частот (LF) спектра вариабельности СР, Б – изменение относительной мощности диапазона высоких частот (HF) спектра вариабельности СР, В – изменение относительной мощности диапазоне низких частот (LF) спектра вариабельности пАДС, Г – изменение относительной мощности диапазона высоких частот (HF) спектра вариабельности пАДД. Условные обозначения – как на Рис. 9. Статистическая значимость изменения показателя при тестировании в маске по сравнению с тестированием без маски: # – $p < 0.05$. Статистическая значимость межгрупповых различий: * – $p < 0.05$.

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что описанные усредненные изменения показателей сердечнососудистой системы происходили у большинства взрослых испытуемых (Рис. 9, 10, правые гистограммы) при отсутствии различий между мужчинами и женщинами. Доля людей, у которых наблюдались противоположные изменения, была в 2-3 раза ниже, и еще меньше была доля тех испытуемых, у которых отсутствовала реакция на тестирование в маске (изменения показателей были менее 15 % от исходных значений).

Приведенные данные количественной оценки реактивности показателей сердечнососудистой системы взрослых испытуемых подтверждает наши ранние наблюдения о том, что тестирование в маске небезразлично для активности регуляторный систем организма и может быть использовано в качестве функциональной пробы. По-видимому, главной физиологической причиной изменений в состоянии систем вегетативной регуляции является затруднение легочной вентиляции при увеличении «мертвого» дыхательного пространства в условиях дыхании через спирометрическую маску.

По литературным данным известно, что у здоровых людей мягкая гипоксия не вызывает изменения уровня АД и ЧБР (V.L.Cooper et al., 2005), но усиливает выраженность HF в спектре вариабельности СР и LF в спектре вариабельности АД (A.Trzebski et al., 1995). Мягкая гиперкапния вызывает повышение АДД и так же, как и гипоксия, усиливает выраженность HF в спектре вариабельности СР (N.Sasano et al., 2002) и LF в спектре вариабельности АД (A.Trzebski et al., 1995). В экспериментах на крупных животных (собаках) при контролируемом составе газовой смеси и количественной оценке показателей дыхательной системы обнаружены те же закономерности (F.Yasuma, J.-I.Hayano, 2000; 2001). Мы предполагаем, что в наших экспериментах условия тестирования в маске вызывают легкую смешанную гипоксию и гиперкапнию, что приводит как к активации дыхательного центра (увеличение глубины и/или частоты дыхания) с одновременным усилением активности парасимпатического звена регуляции сердечнососудистой системы, так и к активации симпатических влияний. Об этом свидетельствует возрастание относительной мощности

диапазона HF в спектре вариабельности СР, которое, как принято считать, отражает усиление вагусной регуляции СР, и возрастание относительной мощности LF в спектре вариабельности пАДС, отражающее усиление симпатической активности в регуляции АД (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996; S.Malpas, 2002; C.Juleen et al., 2003).

У учащихся начальной школы также обнаружена реакция на надевание маски, но в несколько иной форме. В этой группе испытуемых выявлена тенденция к возрастанию ЧСС (ниже использованного порога для гистограмм распределения, но статистически значимая) (Рис. 9, А). Показатели сердечной производительности, расчетные показатели вегетативной регуляции сердечного ритма и альфа-индекс у детей, как и во взрослой группе, не менялись. И, в отличие от взрослых, у детей не выявлено значимых перестроек спектра вариабельности СР (Рис. 10). Соответственно, у детей не изменилось расчетное значение ВБ, а изменение ИЦ было меньше, чем в группе взрослых испытуемых (Рис. 9, Б, В). Отличительной особенностью реакции детей на надевание маски можно считать снижение уровня пАДС, незначительное по абсолютным значениям (ниже принятого в данной работе порога наличия реакции на пробу), но статистически значимое (Рис. 9, Г). При этом в спектре вариабельности пАДС отмечено возрастание относительной спектральной мощности LF, отсутствующее у взрослых испытуемых (Рис. 10, В). Изменения относительной спектральной мощности в других диапазонах спектра вариабельности пАДС, как и спектра вариабельности пАДД, у детей и взрослых не различались. Следует отметить, что доля детей с выраженной реакцией на надевание маски (по относительным спектральным показателям вариабельности пАДС) достигает 60 %, а доля детей без реакции не превышает 20 %, при отсутствии половых особенностей. Это свидетельствует о том, что тестирование учащихся начальной школы в маске также является функциональной пробой, небезразличной для их организма, как и в группе взрослых испытуемых.

Обнаружено, что снижение пАДС у детей находится в корреляционной связи с возрастанием в спектре вариабельности пАДС относительной мощности

как диапазона LF ($r = 0.410$, $p < 0.05$), так и HF ($r = 0.480$, $p < 0.05$), а также с исходным уровнем этих показателей ($r = –0.270$, $p < 0.05$ и $r = –0.317$, $p < 0.05$ соответственно). Принято, что мощность низкочастотного диапазона LF отражает активность симпатической нервной системы в отношении регуляции сердечного ритма и сосудистого тонуса (S.Malpas, 2002). В таком случае, усиление относительной мощности LF в спектре вариабельности пАДС свидетельствуют о повышении активности симпатической нервной системы в организме детей при надевании маски. Однако в спектре вариабельности СР таких перестроек зарегистрировано не было, хотя и отсутствовало характерное для взрослых испытуемых относительное усиление мощности HF спектра вариабельности СР за счет снижения относительной мощности LF. Вероятной причиной таких различий между испытуемыми разного возраста может быть исходно низкая активность симпатической нервной системы у детей. В наших экспериментах среднее значение ВБ, косвенно характеризующее активность этой части вегетативной нервной системы, у детей при тестировании без маски составляло 1.03 ± 0.10, что близко к данным, получаемым другими исследователями для детей данного возраста (А.Р.Галеев и др., 2002; Е.В.Шляхто, А.О.Конради, 2003), и значимо ниже полученного в нашей работе значения ВБ у взрослых испытуемых 2.85 ± 0.40.

При анализе особенностей реакции организма детей на надевание маски нельзя также исключать и вероятную незрелость барорефлекторной регуляции сердечного ритма и сосудистого тонуса (О.Ю.Чиркова и др., 1999; F.Yasuma, J.-I.Hayano, 2001). По нашим расчетам при надевании маски величина альфа-индекса, характеризующего ЧБР, значимо не изменялась ни у взрослых испытуемых, ни у детей, однако в условиях тестирования без маски исходные значения альфа-индекса у детей были значимо выше (15.92 ± 0.97 мс/мм рт.ст. против 9.03 ± 0.70 мс/мм рт.ст. у взрослых испытуемых). Вероятно, именно повышенная величина ЧБР у детей явилась причиной возрастания ЧСС при незначительном падении пАДС.

В большинстве экспериментальных работ по оценке реактивности показателей сердечнососудистой системы в функциональных пробах принято проводить разделение испытуемых на подгруппы в соответствии с их исходным вегетативным статусом. Учитывая, что подавляющее большинство школьников в возрасте до 15-16 лет являются симпатикотониками (А.Р.Галеев и др., 2002; М.В.Шайхелисламова, 2007), в нашей работе проведен расчет коэффициентов параметрической корреляции между исходной величиной LF спектра вариабельности СР, характеризующей уровень симпатической активности (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996) и степенью изменения различных параметров сердечнососудистой системы. Обнаружено, что у взрослых испытуемых наблюдается связь исходной величины LF со степенью изменения этого показателя ($r = –0.378$, $p < 0.05$) и ЧСС ($r = –0.298$, $p < 0.05$). У детей отмечена корреляция данного показателя со степенью изменения относительной мощности диапазонов LF ($r = –0.325$, $p < 0.05$) и HF спектра вариабельности СР ($r = 0.299$, $p < 0.05$), а также расчетного индекса ВБ ($r = –0.321$, $p < 0.05$). Изменения остальных показателей сердечнососудистой системы, регистрируемых при проведении нашей функциональной пробы (включая пАД), у испытуемых из обеих возрастных групп не определялись исходным вегетативным статусом (при его оценке по показателям вариабельности СР).

Таким образом, проведенные исследования показали, что надевание маски при тестировании на приборе САКР является функциональной пробой состояния сердечнососудистой системы организма при увеличении «мертвого» дыхательного пространства, как для взрослых испытуемых, так и для детей, но реакция детского организма отличается от реакции организма взрослых испытуемых. Особенности изменения показателей сердечнососудистой системы детского организма на тестирование в маске, по-видимому, отражают функциональную незрелость механизмов ее регуляции со стороны вегетативной нервной системы, в первую очередь – ее симпатического звена. Однако данное предположение требует специальной проверки, что будет освещено в следующих главах работы.

1.3. Сравнительный анализ информативности различных функциональных проб, используемых для оценки состояния сердечнососудистой системы здоровых испытуемых

Эффективность тестирования состояния сердечнососудистой системы взрослых и детей в условиях надетой спирометрической маски в качестве нагрузочной функциональной пробы предполагает сравнение с другими функциональными пробами. Постановка задачи по оценке влияния образовательной среды на здоровье учащихся ограничивает диапазон выбора функциональных проб теми, которые используются для работы со здоровыми людьми.

Данная часть работы проведена с привлечением взрослых испытуемых. В сравнительный анализ информативности результатов взяты модель умственной деятельности, модель физической (немаксимальной) деятельности, холодовая проба, тестирование в спирометрической маске с произвольным дыханием и в режиме контролируемого дыхания с частотой 6 дыхательных циклов в 1 мин. Для оценки психоэмоционального состояния испытуемых проведено тестирование по шкале тревожности Спилбергера (русифицированная версия Ханина) и опроснику САН («самочувствие-активность-настроение», по Гончарову) (Практическая психодиагностика, 2006).

Анализ состояния испытуемых по статистическим, геометрическим и спектральным показателям вариабельности СР в 1-й контрольной регистрации показал, что по большинству показателей все наши испытуемые входят в группу людей с выраженным напряжением механизмов адаптации (Р.М.Баевский и др., 2004). У 14 человек отмечено повышение плечевого АД, у 2 – выраженная тахикардия, у 9 человек стресс-индекс превышал 200 у.е., однако все испытуемые считали себя практически здоровыми и работоспособными людьми. Приведенные факты, а также высокие значения относительной мощности диапазона VLF спектра вариабельности СР и ВБ позволяют сделать предположение, что наши испытуемые, в подавляющем большинстве сотрудники НИИ, находятся в условиях хронического психоэмоционального стресса, определяемого условиями их жизни (D.Lucini et al., 2002b; S. Vale, 2005). Однако результаты психологического тестирования выявили лишь единичные случаи повышения реактив-

ной тревожности и снижения самочувствия, причем, оправданные клинически. При этом уровень реактивной тревожности находился в корреляционной связи с возрастом испытуемых (r = 0.380, p = 0.016) и спектральными показателями вариабельности СР: общей мощностью спектра ТР (r = – 0.310, p = 0.051), относительной мощностью VLF (r = 0.339, p = 0.032), абсолютными мощностями LF (r = –0.419, p = 0.007) и HF (r = –0.274, p = 0.087), что согласуется с высказанным выше предположением о функциональном напряжении регуляторных систем организма наших испытуемых как адаптивном ответе на действие стрессогенных факторов. Результаты опросника САН коррелировали с уровнем ЧСС (r = 0.416, p = 0.008), плечевого АДС (r = 0.272, p = 0.089) и АДД (r = 0.302, p = 0.058), а также показателями спектра вариабельности пАДД: относительными мощностями диапазонов VLF (r = –0.400, p = 0.011) и LF (r = 0.393, p = 0.012). Эти данные предполагают выраженную связь самочувствия испытуемых с интегральными показателями сердечнососудистой системы и состоянием систем регуляции сосудистого тонуса.

Тестирование состояния сердечнососудистой системы наших испытуемых в разных функциональных пробах показало следующее.

Модель умственной деятельности. В нашей работе при проведении функциональной пробы с умственной нагрузкой (счет по Крепелину в модификации Н.И.Курочкина – с чередованием) (С.Я.Рубинштейн, 2007) основные показатели сердечнососудистой системы испытуемых (ЧСС, плечевое АДС, УО, минутный объем кровообращения) менялись мало, однако у 28 % обнаружено возрастание плечевого АДД более чем на 15 % от исходного уровня, у 95 % возрос показатель pNN50, у 68 % снизилась суммарная мощность спектра вариабельности пАДС и у 60 % снизилась суммарная мощность спектра вариабельности пАДД (Табл. 4). Это говорит о снижении после умственной нагрузки вегетативной активности в целом и относительном усилении влияний автономного контура регуляции, что совпадает с литературными данными. Изменения остальных спектральных показателей и расчетных индексов на их основе были индивидуальны.

Табл. 4. Частота встречаемости разных типов реакции («–», «0», «+», см. "Методику исследования") сердечнососудистой системы на функциональные пробы.

тест	счет, n=40			приседания, n=40			холод, n=40			маска, n=44			дыхание, n=57		
показатель	–	**0**	+	–	**0**	+	–	**0**	+	–	**0**	+	–	**0**	+
УО	3	**84**	13	0	**90**	10	10	**78**	13	8	**89**	2	0	**95**	5
МОК	12	**84**	5	2	**93**	5	7	**86**	7	14	**79**	7	0	**95**	5
RR среднее	2	**93**	5	0	**100**	0	0	**100**	0	7	**93**	0	4	**95**	2
RR размах	37	**33**	30	19	**30**	51	14	**51**	35	21	**36**	43	5	**11**	84
ЧСС	0	**100**	0	0	**100**	0	0	**100**	0	0	**98**	2	0	**95**	5
TP(CP)	40	**8**	53	20	**25**	55	30	**23**	48	32	**11**	57	4	**0**	96
VLF(CP)	40	**10**	50	48	**8**	45	38	**10**	53	59	**7**	34	28	**18**	54
VLF%(CP)	43	**35**	23	55	**13**	33	33	**28**	40	45	**27**	27	75	**11**	14
LF(CP)	38	**20**	43	45	**15**	40	35	**18**	48	45	**9**	45	0	**2**	98
LF%(CP)	40	**33**	28	48	**20**	33	40	**30**	30	48	**30**	23	4	**11**	86
HF(CP)	30	**13**	58	20	**8**	73	35	**20**	45	11	**11**	77	32	**11**	58
HF%(CP)	33	**33**	35	25	**15**	60	25	**40**	35	11	**16**	73	88	**4**	9
ВБ	45	**25**	30	53	**23**	25	50	**15**	35	68	**11**	20	9	**2**	89
ИЦ	33	**38**	30	68	**8**	25	35	**33**	33	75	**7**	18	9	**5**	86
ИВР	30	**23**	47	53	**14**	33	53	**23**	23	43	**29**	29	84	**7**	9
ПАПР	37	**23**	40	49	**33**	19	42	**40**	19	50	**29**	21	77	**14**	9
ВПР	37	**26**	37	40	**30**	30	47	**28**	26	21	**43**	36	72	**12**	16
ИН	38	**20**	43	53	**15**	33	55	**23**	23	50	**18**	32	82	**5**	12
SDNN	33	**21**	47	21	**33**	47	19	**40**	42	7	**29**	64	4	**4**	93
RMSSD	14	**16**	70	23	**28**	49	23	**28**	49	14	**36**	50	14	**21**	65
pNN50	2	**2**	95	7	**72**	21	12	**74**	14	14	**57**	29	11	**36**	51
пАДС	3	**85**	13	5	**85**	10	35	**55**	10	5	**93**	2	4	**93**	4
пАДД	5	**68**	28	8	**83**	10	13	**73**	15	2	**95**	2	11	**88**	2
TP(пАДС)	68	**10**	23	40	**10**	50	33	**10**	58	34	**14**	52	14	**12**	74
VLF%(пАДС)	58	**23**	20	38	**25**	38	40	**15**	45	41	**20**	39	72	**7**	21
LF%(пАДС)	23	**25**	53	33	**30**	38	50	**10**	40	50	**23**	27	7	**16**	77
HF%(пАДС)	23	**18**	60	45	**10**	45	50	**10**	40	45	**16**	39	74	**7**	19
TP(пАДД)	60	**10**	30	50	**15**	35	35	**8**	58	43	**14**	43	4	**7**	89
VLF%(пАДД)	48	**25**	28	43	**20**	38	33	**23**	45	52	**27**	20	81	**11**	9
LF%(пАДД)	28	**20**	53	40	**18**	43	43	**23**	35	23	**32**	45	7	**14**	79
HF%(пАДД)	38	**8**	55	30	**10**	60	40	**13**	48	25	**9**	66	56	**5**	39
альфа-индекс	35	**15**	50	35	**20**	45	50	**25**	25	41	**18**	41	7	**28**	65
ЧБР	23	**28**	49	25	**25**	50	20	**45**	35	43	**25**	32	18	**30**	53

Расчет коэффициентов непараметрической корреляции между показателями сердечнососудистой системы, регистрируемыми разными приборами (САКР и тонометр) выявили наличие связи между изменениями плечевого АД и изменениями пАД, а также изменениями спектральных показателей вариабельности пАД (Табл. 5). При этом изменения относительной мощности диапазона HF спектра вариабельности СР находились в корреляционной связи с исходным уровнем реактивной тревожности ($r = 0.343$, $p = 0.030$), а изменения пАД и спектральных показателей вариабельности

пАД – в корреляционной связи с результатами опросника САН (пАДС r = 0.474, p = 0.002, пАДД r = 0.370, p = 0.019, TP(пАДД) r = 0.288, p = 0.071, VLF%(пАДД) r = 0.449, p = 0.004, LF%(пАДД) r = –0.378, p = 0.016, HF%(пАДД) r = –0.368, p = 0.019). Показано также, что изменения анализируемых показателей в пробе с умственной нагрузкой во многом определялись исходным состоянием организма испытуемых (Табл. 6): лишь изменения показателей сердечной производительности и мощности диапазона LF спектра вариабельности СР не были связаны корреляционной зависимостью со своими исходными значениями.

Полученные данные свидетельствуют о том, что функциональная проба с умственной нагрузкой оценивает преимущественно состояние периферического сосудистого русла и состояние систем, регулирующих сосудистый тонус, которые могут субъективно ощущаться испытуемыми.

Модель физической деятельности. В нашей работе при проведении пробы с физической нагрузкой основные показатели состояния сердечно-сосудистой системы менялись незначительно (Табл. 4). Однако обнаружено усиление высокочастотной составляющей в спектре вариабельности СР у 60 % испытуемых, в спектре вариабельности пАДС – у 45 %, в спектре вариабельности пАДД – у 60 %. Одновременно показано снижение стресс-индекса у 53 % испытуемых, относительной мощности диапазона VLF спектра вариабельности СР – у 55 %, ИЦ – у 68 %, перераспределение ВБ в сторону усиления вагусных влияний – у 53 %.

В целом приведенные данные говорят о том, что после физической нагрузки происходит относительное усиление активности автономного контура управления вследствие активации дыхательной системы. Показано, что изменения плечевого АД, хотя и было ниже порога наличия динамики, коррелировало с изменениями пАД и изменениями абсолютной и относительной мощности диапазона VLF спектра вариабельности СР (Табл. 5).

Табл. 5. Коэффициенты непараметрической корреляции (по Спирмену) изменения основных показателей сердечнососудистой системы, регистрируемыми тонометром (ЧСС, плечевого АД) с изменениями показателей САКР. Жирным шрифтом выделены значения коэффициентов корреляции для $p < 0.05$.

тест	счет, n=40			приседания, n=40			холод, n=40			маска, n=44			дыхание, n=57		
показатель	ЧСС	АДС	АДД	ЧСС	АДС	АДД	ЧСС	АДС	АДД	ЧСС	АДС	АДД	ЧСС	АДС	АДД
УО	-0,184	-0,228	-0,172	-0,219	-0,009	0,041	-0,085	0,277	0,179	**-0,451**	0,012	-0,116	**-0,348**	0,004	-0,155
МОК	0,297	-0,109	-0,018	**0,325**	0,032	0,041	0,284	0,206	0,055	0,402	0,038	0,169	**0,484**	0,185	**0,276**
RRсреднее	**-0,975**	-0,145	-0,097	**-0,958**	0,014	-0,026	**-0,992**	-0,055	0,006	**-0,996**	-0,244	**-0,736**	**-0,986**	-0,093	-0,175
RR размах	-0,255	0,274	0,123	-0,236	-0,009	-0,093	-0,150	0,055	0,218	0,420	0,376	0,376	**-0,351**	0,020	-0,173
ЧСС		0,111	0,065		-0,007	0,047		0,037	-0,009		0,015	**0,302**		0,098	0,183
TP(CP)	-0,280	0,239	0,194	-0,240	0,009	-0,181	-0,101	0,105	0,259	0,238	0,058	**0,300**	**-0,439**	0,053	-0,258
VLF(CP)	-0,228	0,245	0,155	0,003	-0,244	**-0,346**	-0,010	0,021	0,112	0,278	-0,035	0,222	-0,053	-0,035	-0,024
VLF%(CP)	-0,064	0,078	-0,088	0,144	**-0,337**	**-0,368**	0,110	0,022	-0,122	0,093	-0,196	-0,030	0,197	-0,135	0,112
LF(CP)	-0,205	0,242	0,280	-0,146	0,158	0,068	0,029	0,240	0,306	**0,349**	0,065	0,285	-0,241	-0,008	**-0,287**
LF%(CP)	0,137	0,040	0,274	-0,081	0,285	0,304	0,230	**0,314**	0,171	0,195	0,093	0,082	0,092	-0,110	-0,229
HF(CP)	-0,284	0,170	0,061	-0,308	-0,041	-0,103	**-0,317**	-0,038	0,059	0,067	0,083	0,094	**-0,368**	0,145	-0,046
HF%(CP)	0,127	-0,088	-0,202	-0,185	-0,066	-0,007	-0,274	-0,187	-0,183	**-0,305**	0,000	-0,205	-0,161	0,107	0,157
ВБ	-0,011	0,071	0,237	0,151	0,223	0,201	**0,325**	**0,329**	0,222	**0,321**	0,039	0,183	0,147	-0,125	-0,192
ИЦ	-0,115	0,094	0,205	0,160	0,006	-0,035	**0,317**	0,215	0,151	**0,356**	-0,046	0,184	0,131	-0,123	-0,166
ИВР	0,122	-0,202	-0,132	0,168	-0,014	0,041	0,144	0,182	-0,053	-0,121	0,112	0,081	**0,383**	0,009	0,069
ПАПР	0,302	-0,229	-0,113	**0,359**	-0,026	0,116	0,265	-0,113	-0,240	-0,226	-0,481	-0,297	**0,501**	0,012	0,183
ВПР	0,129	-0,051	-0,100	0,247	0,031	0,108	0,145	0,261	0,043	0,121	0,222	0,284	**0,415**	0,055	0,022
ИН	0,184	-0,190	-0,137	0,224	0,009	0,090	0,186	0,161	-0,058	0,053	0,029	0,168	**0,443**	0,023	0,070
SDNN	-0,292	0,240	0,175	-0,287	0,052	-0,115	0,002	0,089	0,229	0,240	0,473	0,121	**-0,527**	0,028	-0,233
RMSSD	-0,020	0,034	-0,121	-0,272	0,072	0,045	**-0,387**	-0,033	-0,033	0,029	0,231	0,160	-0,228	0,037	-0,107
pNN50	**-0,476**	-0,027	0,017	**-0,472**	-0,029	-0,081	-0,276	-0,161	-0,127	**-0,692**	-0,253	**-0,591**	**-0,504**	-0,028	-0,155
пАДС	0,111		**0,745**	-0,007		**0,753**	0,037		**0,620**	0,015		**0,302**	0,098		**0,581**
пАДД	0,065	**0,745**		0,047	**0,753**		-0,009	**0,620**		**0,302**	**0,302**		0,183	**0,581**	
TP(пАДС)	-0,197	-0,061	-0,017	0,050	**-0,346**	-0,272	-0,024	**-0,456**	-0,304	0,190	-0,056	**0,298**	**-0,311**	-0,025	0,060
VLF%(пАДС)	-0,165	-0,176	-0,067	0,089	-0,153	-0,079	-0,256	**-0,382**	-0,174	-0,068	-0,190	0,266	-0,011	0,069	0,138
LF%(пАДС)	0,154	0,074	0,111	-0,210	0,115	0,048	0,216	0,204	0,187	0,046	0,193	-0,170	0,090	-0,126	**-0,263**
HF%(пАДС)	0,146	0,237	-0,047	-0,020	0,185	0,196	0,193	**0,412**	0,150	-0,162	0,048	**-0,427**	0,210	0,116	0,214
TP(пАДД)	-0,134	0,061	0,169	0,025	0,179	0,067	0,215	-0,077	-0,091	0,177	0,133	0,218	-0,055	0,046	0,145
VLF%(пАДД)	-0,241	**0,475**	**0,522**	0,080	0,076	0,299	-0,208	-0,057	0,021	0,078	0,203	0,291	-0,222	0,011	0,080
LF%(пАДД)	0,218	**-0,352**	**-0,431**	-0,023	-0,205	**-0,417**	0,163	-0,088	0,001	0,208	-0,184	-0,179	0,131	-0,075	-0,223
HF%(пАДД)	0,021	**-0,321**	**-0,482**	-0,013	-0,228	-0,310	0,026	0,070	-0,231	-0,295	-0,286	-0,115	**0,555**	0,125	0,254
□□индекс	0,025	**0,373**	0,289	0,081	0,373	0,266	-0,179	0,572	0,447	0,213	0,258	0,121	-0,229	0,082	-0,153
ЧБР	-0,117	0,247	0,306	**-0,321**	0,045	0,058	**-0,379**	0,112	0,292	0,131	-0,010	0,126	**-0,425**	0,002	-0,263

Табл. 6. Коэффициенты непараметрической корреляции степени изменения показателей с их исходными значениями. Жирным шрифтом выделены значения коэффициентов корреляции для $p < 0.05$.

тест	счет	приседания	холод	маска	дыхание
показатель	n=40	n=40	n=40	n=44	n=57
УО	-0,152	-0,194	**-0,498**	-0,006	**-0,262**
МОК	-0,129	-0,058	**-0,457**	-0,227	**-0,261**
RR среднее	-0,110	0,010	-0,305	**-0,532**	**-0,391**
RR размах	**-0,484**	**-0,397**	**-0,736**	-0,194	**-0,569**
ЧСС	-0,035	-0,043	**-0,319**	**-0,341**	**-0,374**
TP(CP)	**-0,396**	-0,196	**-0,509**	-0,222	**-0,568**
VLF(CP)	**-0,444**	**-0,348**	**-0,606**	**-0,341**	**-0,666**
VLF%(CP)	**-0,330**	**-0,506**	**-0,596**	-0,160	**-0,448**
LF(CP)	-0,208	-0,155	**-0,426**	-0,247	**-0,743**
LF%(CP)	-0,244	**-0,410**	-0,311	**-0,442**	**-0,843**
HF(CP)	**-0,503**	**-0,341**	**-0,346**	-0,183	**-0,604**
HF%(CP)	**-0,377**	**-0,350**	-0,278	**-0,596**	**-0,761**
ВБ	-0,263	-0,296	-0,208	**-0,478**	**-0,888**
ИЦ	**-0,413**	-0,259	-0,263	**-0,490**	**-0,887**
ИВР	**-0,416**	**-0,538**	**-0,640**	-0,286	**-0,600**
ПАПР	**-0,429**	**-0,431**	**-0,716**	-0,257	**-0,493**
ВПР	**-0,470**	**-0,522**	**-0,602**	-0,411	**-0,546**
ИН	**-0,411**	**-0,517**	**-0,643**	**-0,467**	**-0,569**
SDNN	**-0,476**	-0,250	**-0,644**	-0,262	**-0,510**
RMSSD	**-0,497**	**-0,624**	**-0,677**	-0,402	**-0,602**
pNN50	**-0,492**	**-0,485**	**-0,395**	-0,526	**-0,299**
пАДС	**-0,369**	**-0,672**	**-0,474**	**-0,348**	-0,094
пАДД	**-0,325**	**-0,517**	**-0,566**	-0,054	0,091
TP(пАДС)	**-0,673**	**-0,529**	**-0,653**	**-0,562**	**-0,288**
VLF%(пАДС)	**-0,470**	**-0,541**	**-0,666**	-0,110	**-0,356**
LF%(пАДС)	**-0,741**	**-0,432**	**-0,605**	-0,271	**-0,838**
HF%(пАДС)	**-0,511**	**-0,540**	**-0,742**	-0,222	**-0,645**
TP(аАДД)	**-0,639**	-0,309	**-0,527**	**-0,473**	**-0,646**
VLF%(пАДД)	**-0,526**	**-0,698**	**-0,529**	-0,295	**-0,336**
LF%(пАДД)	**-0,582**	**-0,624**	-0,278	**-0,513**	**-0,868**
HF%(пАДД)	**-0,680**	**-0,469**	**-0,703**	**-0,586**	**-0,426**
альфа-□индекс	**-0,428**	**-0,334**	**-0,478**	**-0,316**	**-0,471**
ЧБР	**-0,387**	**-0,447**	-0,155	-0,118	-0,164

При этом снижение мощности VLF диапазона спектра вариабельности СР находилось в корреляционной связи с исходным уровнем реактивной тревожности ($r = –0.358$, $p = 0.023$), и результатами опросника САН ($r = 0.335$, $p = 0.035$). Вместе с тем, изменения спектральных показателей вариабельности пАДД, большинства спектральных показателей вариабельности пАДС (за исключением суммарной мощности спектра) и спектра вариабельности СР (также за исключением суммарной мощности спектра) определялись их исходным значением (Табл. 6). «Независимыми» были

изменения показателей вегетативного баланса – ВБ, ИЦ, SDNN, что говорит об активации в данной функциональной пробе автономного контура регуляции у всех испытуемых, вне зависимости от состояния их сердечно-сосудистой системы.

Выполнение проб с умственной и физической нагрузкой не выявило различий в реакции сердечнососудистой системы у женщин и мужчин,

При выполнении **холодовой пробы** в наших экспериментах (Табл. 4) у 35 % испытуемых обнаружено снижение пАДС более чем на 15 % (которое не сопровождалось снижением плечевого АДС, а было следствием охлаждения тестируемого периферического сосуда), снижение стресс-индекса – у 55 %. Одновременно у 48 % испытуемых отмечено значимое (более чем на 15 %) возрастание суммарной мощности спектра вариабельности СР. Изменения мощности отдельных диапазонов и расчетных индексов на их основе были индивидуальны. При этом изменения ЧСС, хотя и не достигали порога наличия динамики, принятого в данном исследовании, коррелировали с изменениями показателей вегетативной регуляции ПАПР и pNN50, а также с изменениями ЧБР (Табл. 5). Изменения плечевого АДС, также подпороговые, коррелировали с изменениями относительной мощности диапазона LF спектра вариабельности СР, изменением пАД, а также изменениями спектральных показателей вариабельности пАДС.

В данной пробе выявлена также корреляционная связь изменения большинства статистических и геометрических показателей вариабельности СР с возрастом испытуемых: стресс-индекса ($r = –0.482$, $p = 0.002$), ИВР ($r = –0.472$, $p = 0.002$), ПАПР ($r = –0.422$, $p = 0.007$), ВПР ($r = –0.452$, $p = 0.003$), SDNN ($r = 0.396$, $p = 0.011$), RMSSD ($r = 0.371$, $p = 0.018$), pNN50 ($r = 0.301$, $p = 0.059$). Кроме того, обнаружены корреляции изменения спектральных показателей вариабельности пАДС с результатами опросника САН (TP $r = 0.353$, $p = 0.026$, VLF $r = 0.350$, $p = 0.027$, LF $r = 0.322$, $p = 0.042$, HF $r = 0.304$, $p = 0.057$) и высокочастотной HF составляющей спектра вариабельности пАДС с исходным уровнем реактивной тревожности (r

= –0.362, p = 0.022). Изменения большинства показателей также оказались корреляционно связанными с их исходными значениями (Табл. 6). Исключение составили показатели относительной мощности диапазонов LF и HF спектра вариабельности СР и рассчитываемые на их основе ВБ и ИЦ, показатель относительной мощности диапазона LF спектра вариабельности пАДД, и величина ЧБР, что свидетельствует об усилении симпатических влияний, как на ритм сердца, так и на сосудистый тонус. Полученные результаты позволяют предположить, что данный тест, по-видимому, наиболее эффективен для выявления функционального состояния систем сопряжения в работе сосудистой системы и СР – систем артериального барорефлекса – в условиях активации симпатического звена вегетативной регуляции.

В данной пробе выявлены гендерные особенности реакции сердечнососудистой системы: у мужчин возрастала величина ЧБР, а у женщин чаще регистрировали выраженное (более чем на 15 % от исходного уровня) снижение пАДС. Также выявлена статистически значимая тенденция к возрастанию общей мощности спектра вариабельности пАДД и относительной мощности в нем диапазона HF у женщин (p = 0.076 и p = 0.080 по Repeated measures ANOVA, соответственно).

Тестирование в спирометрической маске, как описано выше, также можно отнести к функциональным пробам, провоцирующим активацию дыхательной системы (как проба с физической нагрузкой). В наших экспериментах выявлено, что в данной пробе, также как и в других использованных тестах, основные показатели сердечнососудистой системы (ЧСС, АД, УО) менялись незначительно, основные изменения отмечены в спектральных показателях СР и пАД (Табл. 4). Обнаружено, что у 57 % испытуемых возрастает суммарная мощность спектра вариабельности СР, причем у 73 % отмечено возрастание относительной мощности высокочастотной составляющей спектра и у 49 % – возрастание показателя RMSSD, что свидетельствует об активации вагусных влияний. Одновременно у 68 %

испытуемых отмечено снижение БВ, и у 75 % – снижение ИЦ, рассчитываемых с использованием величины HF спектра вариабельности СР, отражающей вагусные влияния. Возрастание суммарной мощности спектра вариабельности пАДС выявлено у 52 % испытуемых, спектра вариабельности пАДД – у 49 %, при этом у 66 % обнаружено возрастание относительной мощности высокочастотной составляющей HF спектра вариабельности пАДД. Во всех спектрах отмечено снижение доли очень низких частот: у 59 % – абсолютной мощности VLF в спектре вариабельности СР, у 41 % – относительной мощности VLF в спектре вариабельности пАДС, у 52 % – относительной мощности VLF в спектре вариабельности пАДД. Данные результаты говорят об относительном снижении активности центрального контура управления сердечнососудистой системой. Возрастание активности автономного контура управления, отражаемое в показателях относительной мощности диапазона HF в спектре вариабельности СР, pNN50, а также БВ и ИЦ, коррелировало с изменением ЧСС (Табл. 5), а изменение плечевого АДД – с изменением уровня вегетативной активности, отражаемом в величинах суммарной мощности спектров вариабельности СР и пАД. Сопоставление результатов тестирования на САКРе с результатами психологического тестирования показало, что в данной функциональной пробе изменения пАДС и его спектральных показателей, а также величины ЧБР находится в корреляционной связи как с исходным уровнем реактивной тревожности (пАДС r = –0.293, p = 0.067, TP r = 0.358, p = 0.023, VLF r = 0.254, p = 0.114, LF r = 0.390, p = 0.013, HF r = 0.439, p = 0.005, ЧБР r = –0.427, p = 0.006), так и с результатами опросника САН (пАДС r = 0.467, p = 0.002, TP r = –0.453, p = 0.003, VLF r = –0.336, p = 0.034, LF r = –0.510, p = 0.001, HF r = –0.462, p = 0.003, ЧБР r = 0.628, p = 0.000). Изменения большого количества показателей в данной функциональной пробе оказались независимыми от их исходных значений (Табл. 6). Исходное состояния испытуемых определяло изменение ЧСС, относительных мощностей диапазонов HF и LF спектра вариабельности СР и их производных показателей,

стресс-индекса, суммарной мощности спектра вариабельности пАДС и большинства показателей спектра вариабельности пАДД. В целом, можно сказать, что тестирование в спирометрической маске вызывает снижение активности центрального контура управления и, наоборот, активацию автономного контура управления, но несколько мягче, чем проба с физической нагрузкой, а функциональная недостаточность механизмов адаптации к условиям тестирования, обусловленная исходным состоянием испытуемых, проявляется в виде субъективных неприятных ощущений.

Учитывая снижение у большинства испытуемых ЧБР и альфа-индекса, можно сделать заключение, что тестирование в спирометрической маске, как и физическая нагрузка, приводит к мягкой активации дыхательной системы, которая, в свою очередь, через центральные структуры вегетативной нервной системы повышает сосудистый тонус. Однако уровень повышения АД не достигает величин, индуцирующих изменение сердечной деятельности. С этой точки зрения тестирование в спирометрической маске можно рассматривать как функциональную пробу скорее сосудистой системы, чем регуляции сердечной деятельности.

В данном тесте выявлены существенные различия между изменениями показателей сердечнососудистой системы у женщин и мужчин. При оценке усредненных показателей обнаружено, что у мужчин возрастала общая мощность спектра вариабельности сердечного ритма за счет возрастания мощности низкочастотного (LF) диапазона спектра. Анализ частоты встречаемости разных типов ответа организма показал, что у женщин чаще регистрировали снижение мощности диапазона LF спектра вариабельности СР, а у мужчин – возрастание данного показателя ($p = 0.032$ по χ^2 в обоих случаях). Одновременно у мужчин, в отличие от женщин, выявлено достоверное ($p = 0.020$ по Repeated measures ANOVA), хотя и незначительное (на 4-5 %) снижение величины пАДС, и возрастание средних значений общей мощности спектра вариабельности пАДС. Анализ корреляционных связей выявил, что у мужчин изменения общей мощности спектра вариа-

бельности пАДС определяется своими исходными значениями. У женщин аналогичная корреляционная связь выявлена в отношении общей мощности спектра вариабельности СР. Оказалось также, что у женщин изменения пАДД, спектральных показателей вариабельности пАД и величины ЧБР коррелируют с уровнем реактивной тревожности, что предполагает их обусловленность активностью высших звеньев вегетативной регуляции (включая психоэмоциональные влияния), а не вазомоторного центра, как у мужчин.

Использованная в нашей работе дыхательная проба **с частотой дыхания 6 циклов в 1 мин** не вызывала выраженных изменений основных показателей сердечнососудистой системы (ЧСС, АД, УО). Однако практически все показатели вариабельности СР и пАД существенно изменялись у 75-95 % испытуемых (Табл. 4), как и расчетные индексы на их основе, одинаково у мужчин и у женщин. При этом статистические показатели вариабельности СР показывали усиление дыхательной составляющей, а спектральные – снижение мощности высокочастотного диапазона HF за счет возрастания мощности диапазона LF. Незначительные изменения ЧСС коррелировали с изменениями показателей сердечной производительности, статистических и геометрических показателей вариабельности СР, а также суммарной мощности спектров вариабельности СР и пАДС (Табл. 5). Изменения плечевого АДД коррелировали с изменениями мощности медленноволнового диапазона LF спектров вариабельности СР и пАДС. Следует обратить внимание, что изменение практически всех использованных показателей в данной пробе определялось их исходным уровнем (Табл. 6), за исключением пАД и ЧБР.

Столь «жесткое» воздействие на организм испытуемых и детерминированность результатов тестирования в пробе исходным состоянием сердечнососудистой системы позволяет использовать дыхание с частотой 6 циклов в минуту как функциональную пробу, не учитывающие индивидуальные особенности вегетативной регуляции, которые существенно за-

трудняют интерпретацию результатов других функциональных проб, особенно психоэмоциональных (В.В.Андрианов, Н.А.Василюк, 2001; А.Ю.Степанян и др., 2005; Ю.В.Украинцева и др., 2006).

Таким образом, проведенный сравнительный анализ результатов оценки состояния сердечнососудистой системы здоровых испытуемых методом спироартериокардиоритмографии показал, что:

– функциональная проба с умственной нагрузкой оценивает преимущественно состояние периферического сосудистого русла и состояние систем, регулирующих сосудистый тонус;

– модель умеренной физической нагрузки вызывает активацию автономного контура регуляции сердечного ритма у всех испытуемых, вне зависимости от состояния их сердечнососудистой системы;

– холодовая проба, по-видимому, наиболее эффективна для выявления функционального состояния систем сопряжения в работе сосудистой системы и сердечного ритма – систем артериального барорефлекса;

– тестирование в спирометрической маске вызывает снижение активности центрального контура управления сердечным ритмом и, наоборот, активацию автономного контура управления, но несколько мягче, чем проба с физической нагрузкой; данный тест можно рассматривать как функциональную пробу скорее сосудистой системы, чем регуляции сердечной деятельности;

– функциональная проба с дыханием 6 циклов в минуту является относительно «жестким» воздействие для организма, детерминированность результатов тестирования в пробе исходным состоянием сердечнососудистой системы позволяет использовать дыхание 6 циклов в минуту как функциональную пробу, не учитывающую индивидуальные особенности вегетативной регуляции.

При выборе функциональной пробы для конкретного исследования учитываются многие составляющие: цели и задачи, наличие технических возможностей, контингент испытуемых и др. Из проведенных функцио-

нальных тестов на базе прибора САКР, по-видимому, наиболее универсальной является проба с тестированием в спирометрической маске. Эта проба проста в исполнении, может применяться как к взрослым, так и к детям, не требует совершения испытуемым каких-либо действий, вызывает выраженные изменения показателей сердечнососудистой системы, поддающиеся непротиворечивой интерпретации. Изменения большинства показателей сердечнососудистой системы в данном тесте не обусловлены их исходным состоянием, что позволяет оценивать не только состояние системы, но и ее функциональные резервы. Разнонаправленность изменений показателей у разных испытуемых дает возможность оценивать индивидуальные особенности вегетативной регуляции.

2. *Онтогенетические особенности реакции сердечнососудистой системы на тестирование в спирометрической маске*

Как показано выше, метод спироартериокардиоритмографии позволяет выявить особенности реакции детского организма на простые нагрузочные пробы, в частности, на затруднении легочной вентиляции при надевании спирометрической маски прибора САКР. Мы предполагаем, что различия в реактивности организма испытуемых разного возраста связаны с разной степенью функциональной зрелости симпатического звена вегетативной регуляции.

Известно, что функциональное созревание симпатической регуляции сердечнососудистой системы продолжается до 15 лет, а в возрасте 8-11 лет в ней происходят качественные изменения, которые находят свое отражение в перестройке спектральных показателей вариабельности СР (О.Ю.Чиркова и др., 1999; А.Р.Галеев и др., 2002). Наши эксперименты не только подтверждают эти данные, но и дополняют их фактами незрелой реакции регуляторных систем на нагрузочную пробу, близкую к «бытовым» нагрузкам. Использованный нами метод регистрации показателей дыхательной системы имитирует условия, возникающие в закрытом поме-

щении при длительном нахождении в нем большого количества людей, как это обычно происходит в школе. И, если для большинства взрослых людей в этих условиях характерно усиление парасимпатического звена регуляции сердечного ритма, то для детей характерным оказалось усиление активности симпатической нервной системы в отношении сосудистого тонуса при одновременном снижении пАДС и возрастании ЧСС. Возможно, что именно эти причины лежат в основе быстрой утомляемости учащихся начальной школы (Адаптация…, 1982; Нормализация…, 1988) и риска развития артериальной гипертензии у учащихся более старших классов (Е.В.Шляхто, А.О.Конради, 2003). В данной части исследования мы приводим данные о возрастной динамике становления дефинитивной формы ответа на тестирование в спирометрической маске.

Для выполнения данной работы были привлечены здоровые испытуемые 7 возрастных групп. Группа 1: 6÷8 лет, n=21 (11 мальчиков и 10 девочек), средний возраст 7.2 ± 0.1 лет. Группа 2: 9÷10.5 лет, n=20 (9 мальчиков и 11 девочек), средний возраст 9.6 ± 0.1 лет. Группа 3: 11-12.5 лет, n=17, (8 мальчиков и 9 девочек), средний возраст 12.1 ± 0.2 лет. Группа 4: 13÷14.5 лет, n=20 (6 юношей и 14 девушек), средний возраст 14.0 ± 0.1 лет. Группа 5: 15÷16.5 лет, n=24 (10 юношей и 14 девушек), средний возраст 15.6 ± 0.1 лет. Группа 6: 22÷35 лет, n=25 (11 мужчин и 14 женщин), средний возраст 29.6 ± 1.0 лет. Группа 7: 45÷55 лет, n=26 (9 мужчин и 17 женщин), средний возраст 49.6 ± 0.7 лет.

Большинство показателей сердечнососудистой системы в контрольном тестировании (без маски) в разных группах обнаружили выраженную зависимость от возраста испытуемых. Показано, что ЧСС с возрастом снижалась (Рис. 11), при этом в интервале 13-14 – 15-16 лет наблюдался «скачок» на 8-9 уд/мин при 3-4 уд/мин между другими возрастными группами.

УО увеличивался в возрастном интервале от 9 до 16 лет, и оставался на достигнутом уровне (70-75 мл по оценке САКР) до возраста 55 лет (Рис. 12).

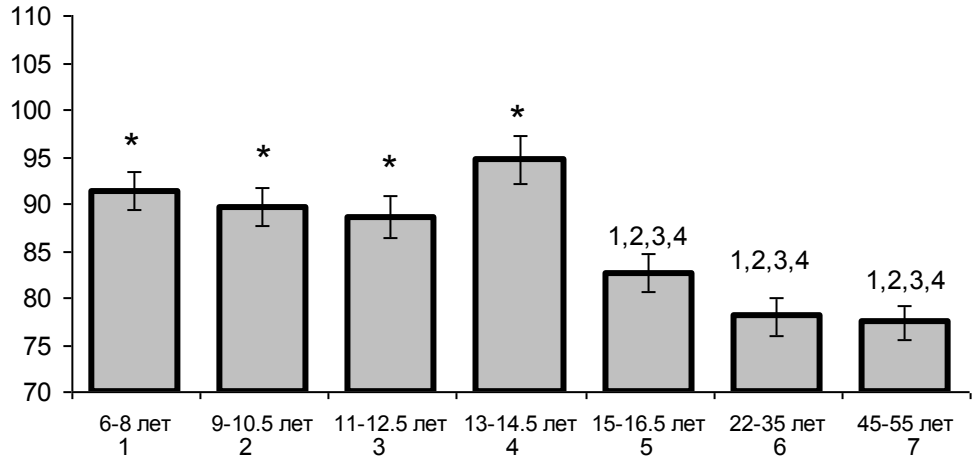


Рис. 11. Возрастная динамика изменения ЧСС (уд/мин). Внизу цифрами обозначены группы испытуемых. Статистическая значимость отличий от группы взрослых испытуемых 6 обозначена * ($p < 0.05$ One way ANOVA), отличия от других групп обозначены над столбиками соответствующим номером.

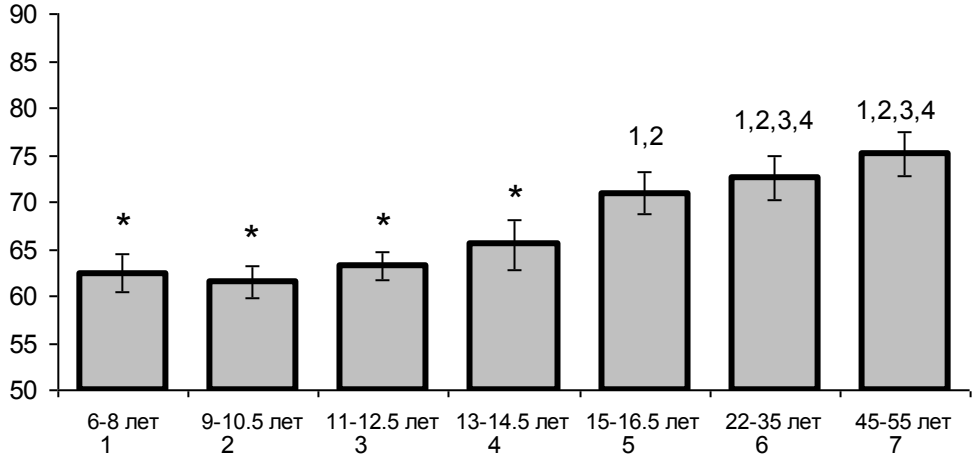


Рис. 12. Возрастная динамика УО (мл). Обозначения – как на Рис. 11.

Расчетные индексы ВБ (Рис. 13) и ИЦ (Рис. 14) были минимальными в группе 1 (0.76 ± 0.10 и 1.42 ± 0.23 соответственно), достигали уровня

взрослых испытуемых группы 6 (2.57 ± 0.41 и 4.36 ± 0.65) в возрасте 15-16 лет и увеличивались в более зрелом возрасте (4.03 ± 0.82 и 8.90 ± 1.86).

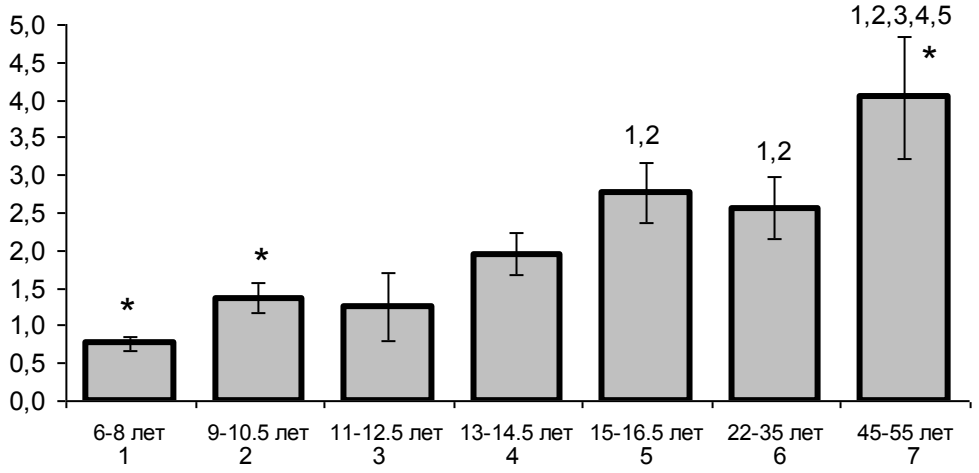


Рис. 13. Возрастная динамика расчетного индекса ВБ (LF_{CP}/HF_{CP}). Обозначения – как на Рис. 11.

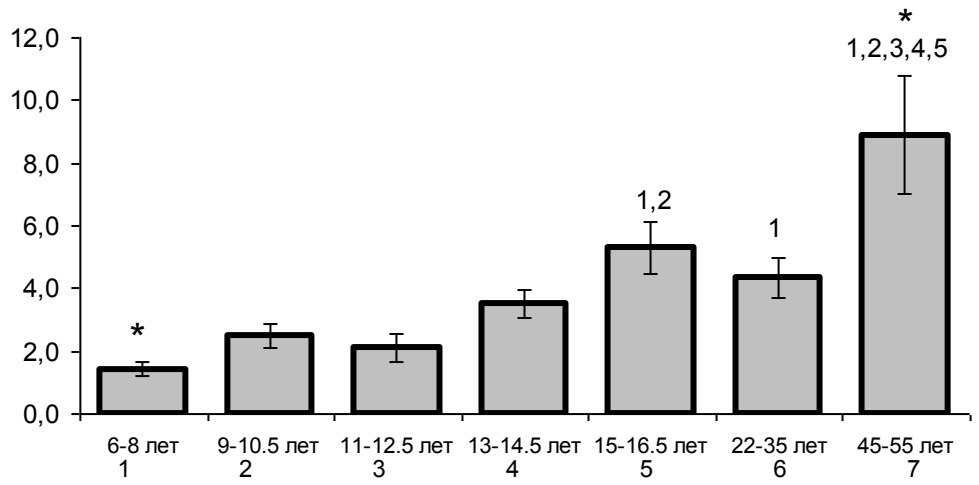


Рис. 14. Возрастная динамика расчетного индекса ИЦ ($(VLF_{CP}+LF_{CP})/HF_{CP}$). Обозначения – как на Рис. 11.

Стресс-индекс (Рис. 15) также имел наименьшее значение в группе 1 (115.6 ± 16.1 у.е), близкие к нему показатели в группах 2, 3, 5 и 6, и значимое возрастание в группах 4 (238.0 ± 46.8 у.е) и 7 (352.8 ± 59.6 у.е.).

Расчеты альфа-индекса, характеризующего ЧБР (Рис. 16), показали близкие значения в группах 1-3 и 5-6 (15-17 мс/мм рт.ст.), и значимое снижение данного показателя в возрасте 13-14 лет (8.67 ± 0.94 мс/мм рт.ст.) и 45-55 лет (6.85 ± 0.68 мс/мм рт.ст.).

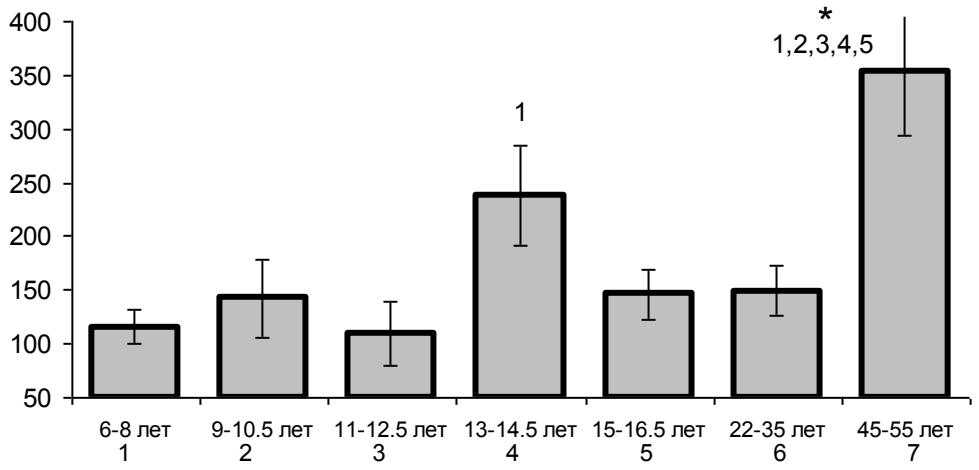


Рис. 15. Возрастная динамика стресс-индекса. Обозначения – как на Рис. 11.

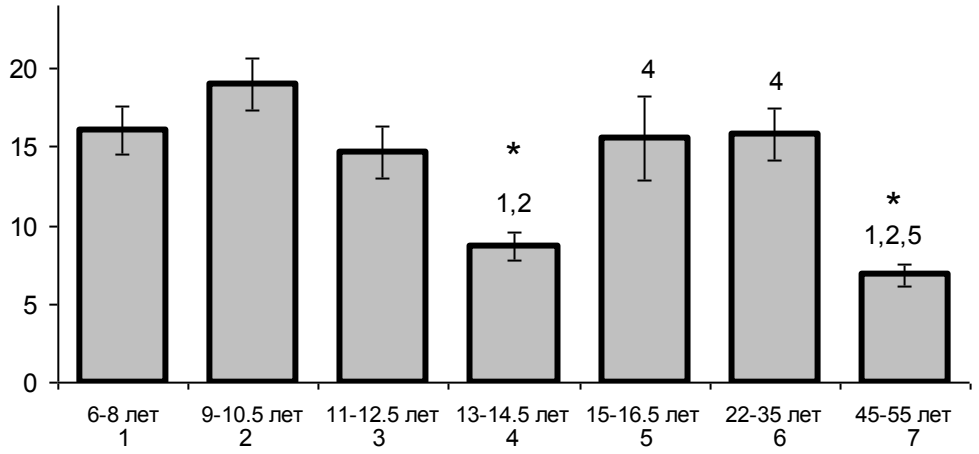


Рис. 16. Возрастная динамика альфа-индекса (мс/мм рт.ст.). Обозначения – как на Рис. 11.

Величины пАДС (Рис. 17) были одинаковыми в группах 1-5 (100-110 мм рт.ст.) и значимо возрастали после 16 лет (до 120-125 мм рт.ст.). Величины пАДД (Рис. 18) повышались с возрастом постепенно, от 58.72 ± 1.98

мм рт.ст. в возрасте 6-8 лет, до 67.56 ± 3.11 в возрасте 13-14 лет, 72.59 ± 1.97 мм рт.ст. в возрасте 15-16 лет и достигали максимума в возрасте 21-36 лет 83.92 ± 3.16 мм рт.ст.

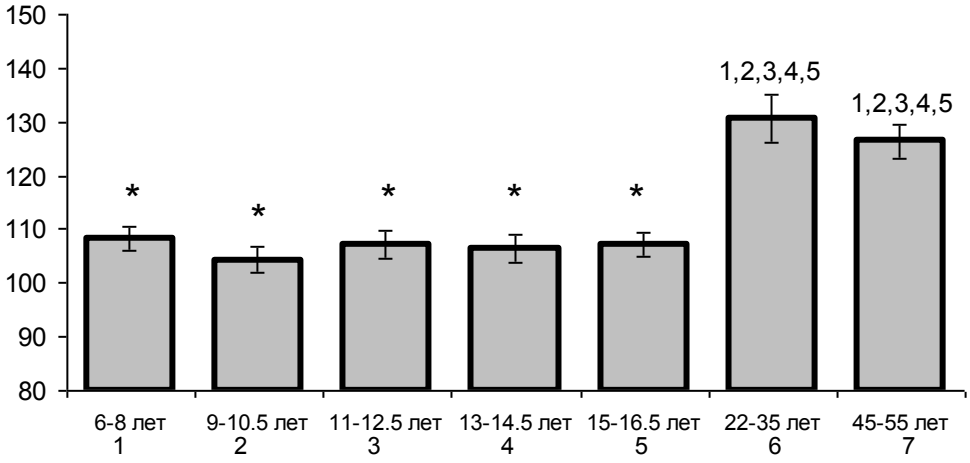


Рис. 17. Возрастная динамика пАДС (мм рт.ст.). Обозначения как на Рис. 11.

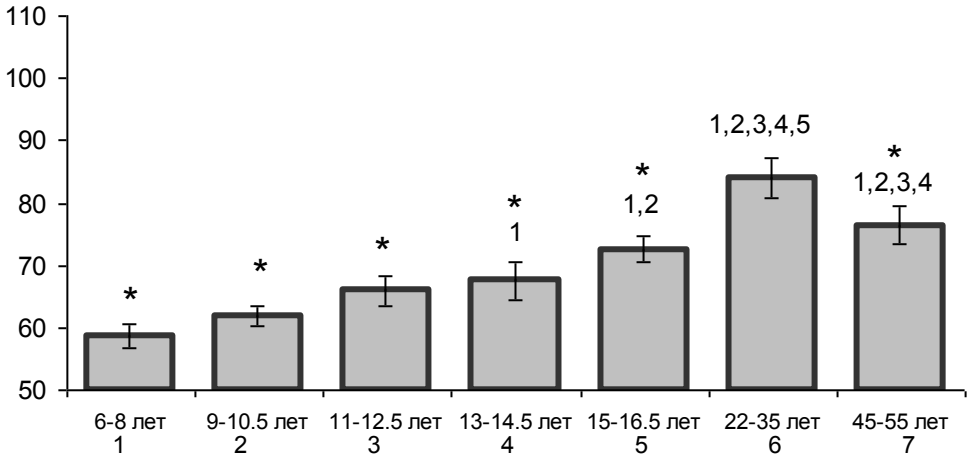


Рис. 18. Возрастная динамика пАДС (мм рт.ст.). Обозначения как на Рис. 11.

Спектральные показатели вариабельности СР и пАД также зависели от возраста. Обнаружено, что общая мощность спектра вариабельности СР (Рис. 19) была примерно одинакова в группах 1-3 и 5-6, несколько снижалась в группе 4 и значимо снижалась в группе 7 (Рис. 19, слева).

При этом в спектре происходило перераспределение относительного вклада разных частот: в возрасте 6-10 лет преобладали высокие частоты HF, а относительная мощность диапазонов низких частот LF и VLF была ниже, чем у взрослых (группа 6). С возрастом (группа 7) увеличивался относительный вклад диапазона VLF (при снижении абсолютной мощности данного диапазона) за счет снижения относительной доли (и абсолютной мощности) других диапазонов.

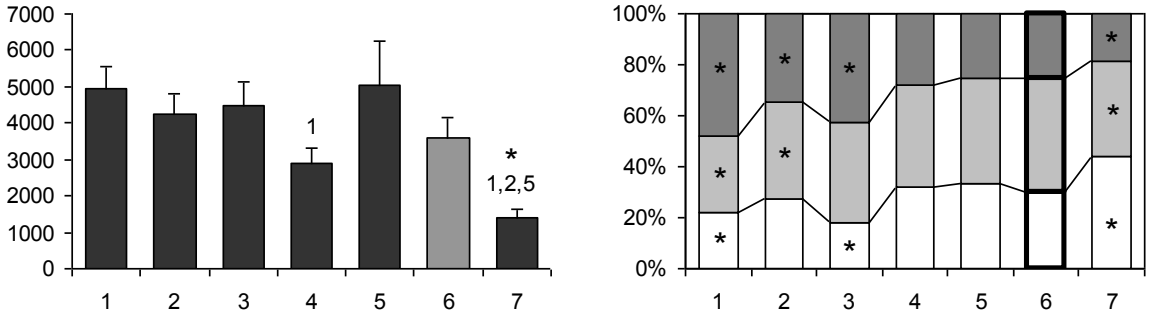


Рис. 19. Спектральные показатели вариабельности СР у испытуемых разного возраста в покое: слева – общая мощность спектра ($мс^2$), справа – относительная (%) мощность диапазонов высоких частот HF (темно-серый цвет), низких частот LF (светло-серый цвет) и очень низких частот VLF (белый цвет). Обозначения групп испытуемых и статистической достоверности – как на Рис. 11. Группа взрослых испытуемых (22-35 лет) выделена на левых графиках более светлым цветом, на правых – жирными границами.

Общая мощность спектра вариабельности пАДС (Рис. 20) была наибольшей в подростковом возрасте (группы 4-5), при этом в возрасте 15-16 лет относительная доля низких частот LF была ниже, чем у взрослых (группа 6). В более младшем возрасте (6-10 лет) вклад в общую вариабельность пАДС высоких частот LF также был снижен, но при более высоких значениях VLF.

Общая мощность спектра вариабельности пАДД (Рис. 21) у детей и подростков до 16 лет была выше, чем у взрослых испытуемых, причем доля низких частот LF в спектре вариабельности пАДД у них была снижена

(как и в возрасте 45-55 лет). В группе 1 также отмечено увеличение доли высоких частот HF, а в группах 2, 5 и 7 – доли VLF.

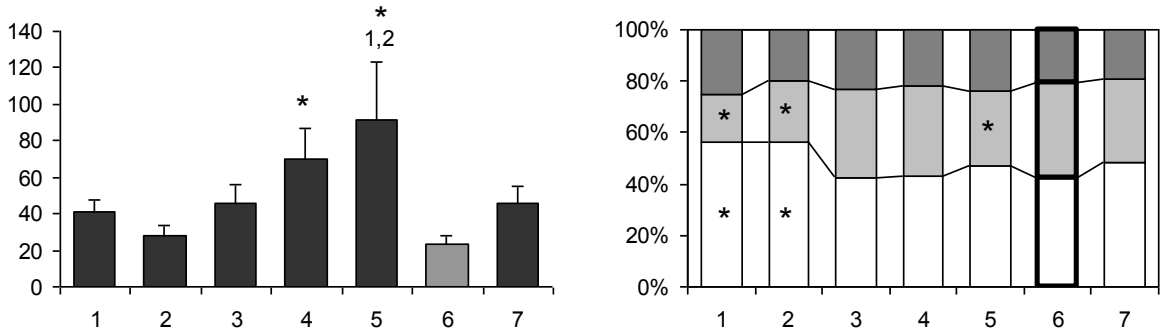


Рис. 20. Спектральные показатели пАДС, слева – общая мощность спектра (мм рт.ст.^{2}), справа – относительная мощность диапазонов спектра. Обозначения диапазонов спектра, групп испытуемых и статистической достоверности – как на Рис. 19.

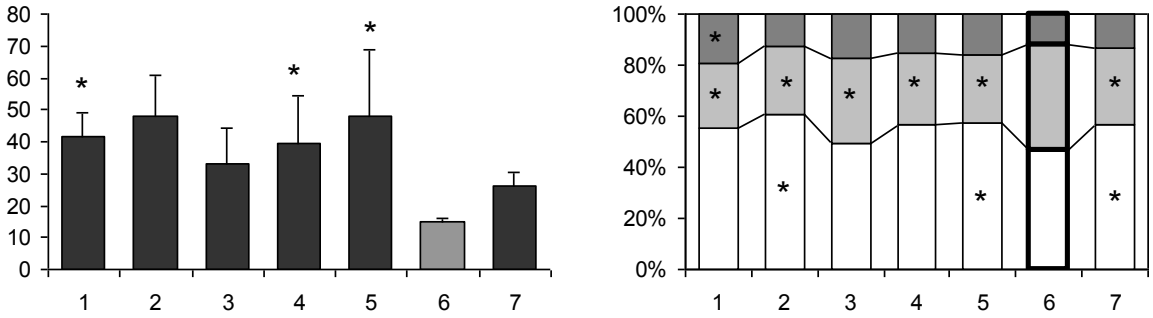


Рис. 21. Спектральные показатели пАДД, слева – общая мощность спектра (мм рт.ст.^{2}), справа – относительная мощность диапазонов спектра. Обозначения диапазонов спектра, групп испытуемых и статистической достоверности – как на Рис. 19.

При выполнении функциональной пробы с надеванием спирометрической маски значимое возрастание ЧСС отмечено только в самой младшей группе 1, а значимое возрастание УО – в группе 2. ИЦ значимо снижался во всех группах, показатель БВ снижался на 25-30 % во всех груп-

пах, кроме 1, альфа индекс не изменялся ни в одной группе. Стресс-индекс (Рис. 22) увеличивался в группах 1 и 7 и снижался в группах 4-5, причем снижение данного показателя в возрасте 15-16 лет статистически значимо отличалось от младших групп 1-2 и взрослых испытуемых групп 6-7.

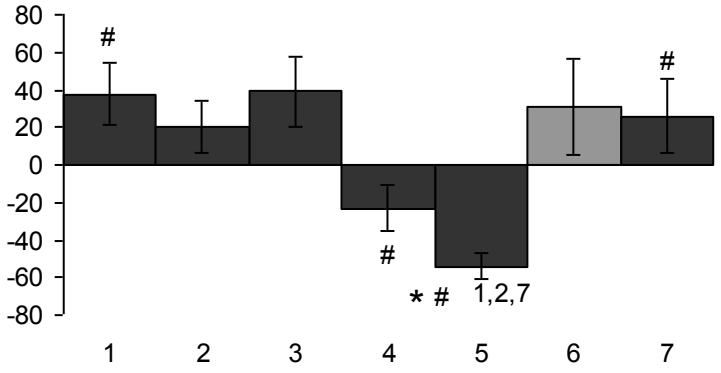


Рис. 22. Изменения (в % по сравнению с тестированием без маски) стресс-индекса при выполнении функциональной пробы. Статистическая значимость изменения показателя при выполнении функциональной пробы обозначена # ($p < 0.05$ Repeated measures ANOVA), межгрупповые различия обозначены как на Рис. 2-1 ($p < 0.05$ One way ANOVA с последующим сравнением средних по критерию Фишера). Обозначения групп испытуемых как на Рис. 11, группа взрослых выделена более светлым тоном.

Уровень пАДС (Рис. 23, А) не изменялся у взрослых испытуемых (группа 6-7), значимо снижался в возрасте 6-14 лет (группы 1-4) и имел тенденцию к возрастанию в возрасте 15-16 лет (отличия от группы 6 и групп 1-4 статистически достоверны). Уровень пАДД (Рис. 23, Б) не изменялся у взрослых испытуемых группы 6, и снижался в более зрелом возрасте (группа 7) и у подростков (группы 3-5). Наибольшая степень снижения пАДД (на 12-15 % от исходного уровня) отмечена в возрасте 13-14 лет (отличия от подростков группы 5 статистически достоверны).

Возрастание общей мощности спектра вариабельности СР при выполнении функциональной пробы достигало уровня статистической достоверности только в группе взрослых испытуемых 6 (Рис. 24). При этом в

группе 1 выявлено снижение абсолютной мощности диапазона VLF (Рис. 25, А), а снижение относительной доли данного диапазона спектра отмечено в группах 1 и 4.

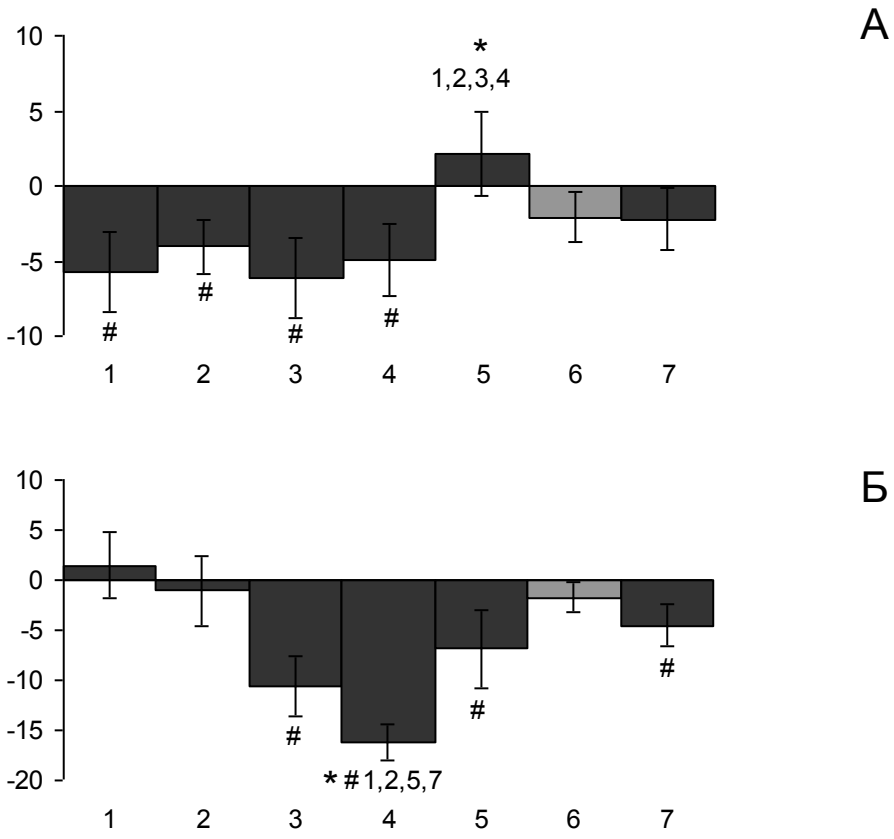


Рис. 23. Изменения (в % по сравнению с тестированием без маски) пАДС (А) и пАДД (Б) при выполнении функциональной пробы. Обозначения групп испытуемых как на Рис. 11, статистической достоверности – как на Рис. 22.

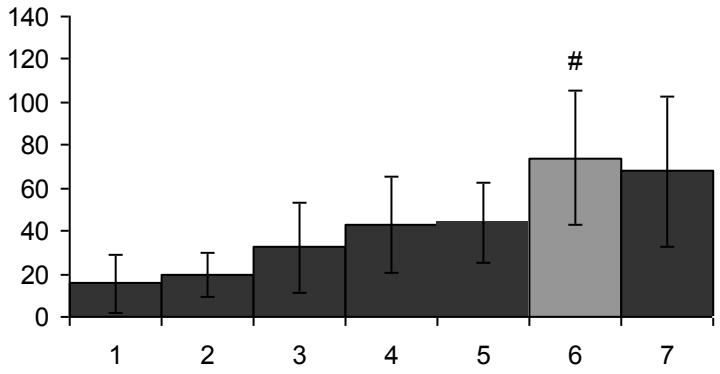


Рис. 24. Изменения (в % по сравнению с тестированием без маски) суммарной мощности спектра вариабельности СР при выполнении функциональной пробы. Обозначения групп испытуемых как на Рис. 11, статистической достоверности – как на Рис. 22.

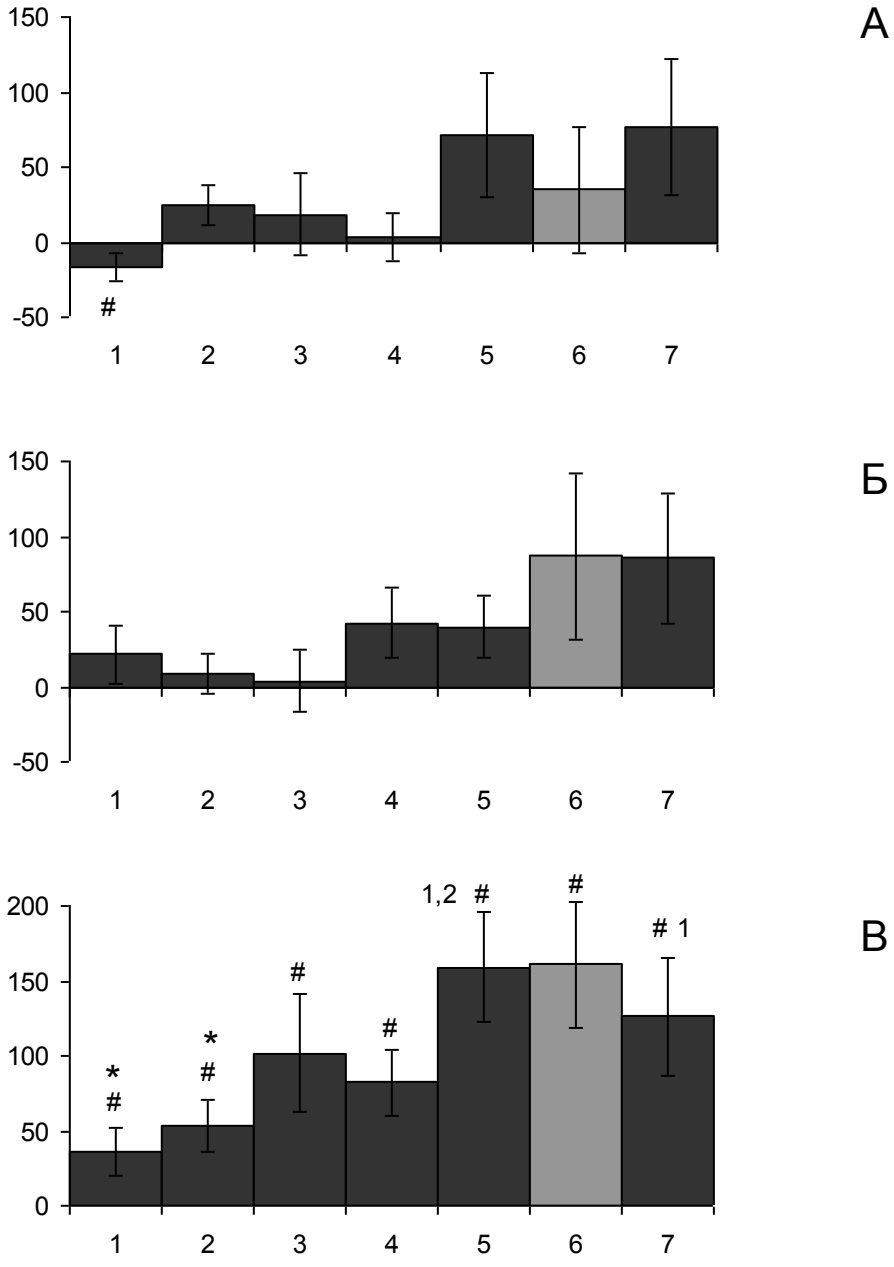


Рис. 25. Изменения (в % по сравнению с тестированием без маски) диапазонов VLF (А) LF (Б) и HF (В) спектра вариабельности СР при выполнении функциональной пробы. Обозначения групп испытуемых как на Рис. 11, статистической достоверности – как на Рис. 22.

Абсолютные значения диапазона низких частот LF не изменялись ни в одной из групп (Рис. 25, Б), а относительный вклад данного диапазона снижался в группах 2, 6 и 7. У испытуемых всех групп обнаружено значимое возрастание абсолютной мощности диапазона высоких частот HF, хотя степень возрастания в младших группах (1 и 2) была значимо ниже, чем у взрослых испытуемых (группы 6-7) (Рис. 25, В). Однако степень возрастания относительной доли HF в спектре вариабельности СР в группах 1-6 не различалась, а в группе 7 была достоверно выше.

Общая мощность спектра вариабельности пАДС также достоверно возрастала только в группе 6 (Рис. 26), а в группе 1 данный показатель значимо снижался.

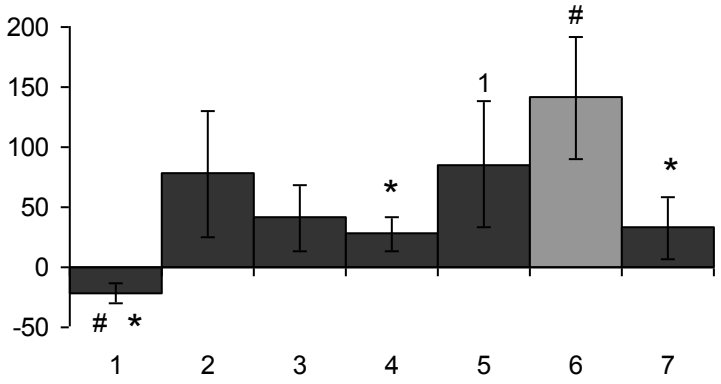


Рис. 26. Изменения (в %) общей мощности вариабельности пАДС при выполнении функциональной пробы. Обозначения групп испытуемых как на Рис. 11, статистической достоверности – как на Рис. 22.

Относительный вклад диапазона VLF спектра вариабельности пАДС у взрослых испытуемых не менялся (Рис. 27, А), в группе 1 значимо возрастал, а в группах 2 и 5, наоборот, снижался. Доля низких частот LF (Рис. 27, Б) в группе 6 также не изменялась, в группе 4 значимо снижалась, а в группах 1, 2 и 5 имела тенденцию к возрастанию (отличия от группы 6 достоверны). Изменения относительной мощности диапазона высоких частот (HF) (Рис 27, В), как и других частот, в группе 6 не обнаружено. У детей и

подростков отмечено возрастание данного показателя, причем отличия группы 2 от взрослых испытуемых статистически значимы.

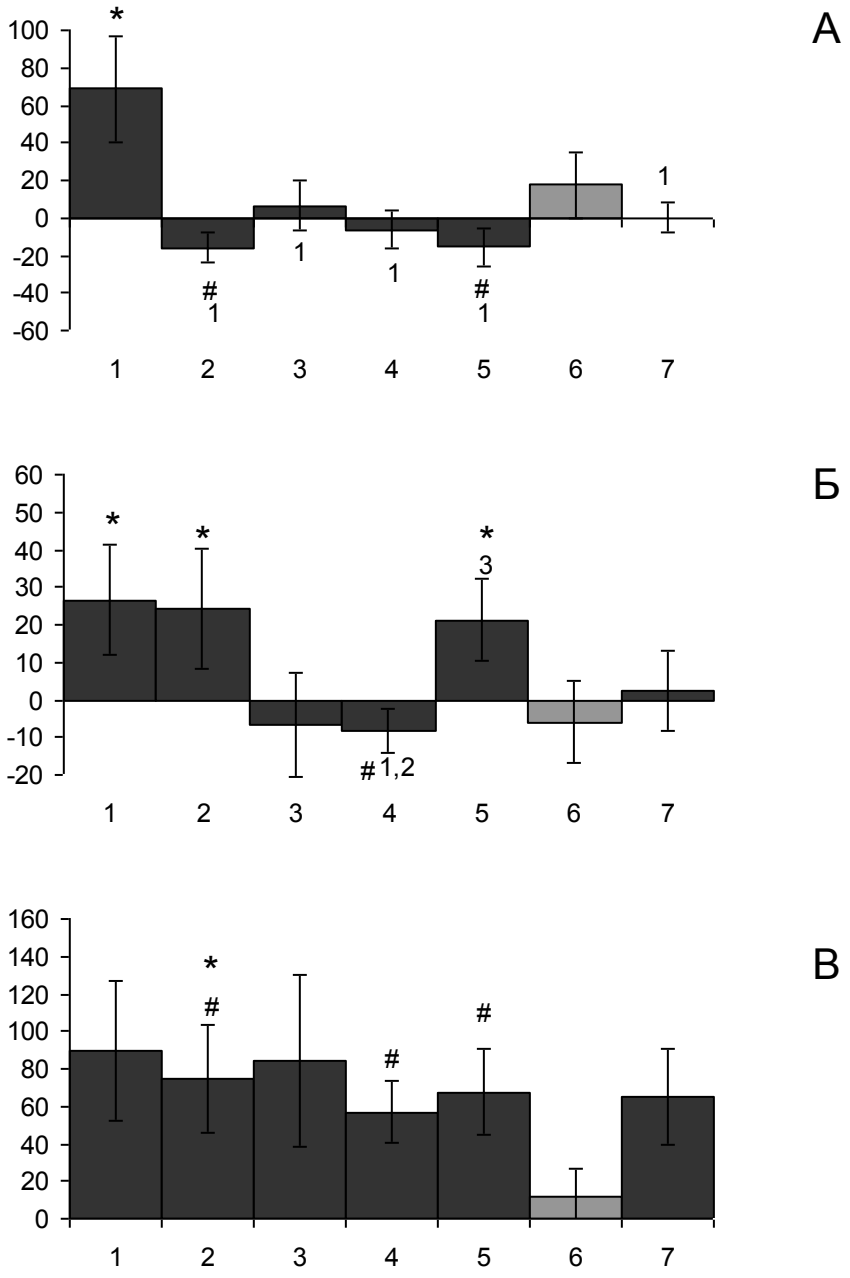


Рис. 27. Изменения (в %) относительной мощности диапазонов спектра вариабельности пАДС при выполнении функциональной пробы: А – диапазона VLF, Б – диапазона LF, В - диапазона HF. Обозначения групп испытуемых как на Рис. 11, статистической достоверности – как на Рис. 22.

Мощность спектра вариабельности пАДД при выполнении функциональной пробы не изменялась, за исключением группы 7, где отмечено снижение этого параметра. Во всех группах, кроме 6, выявлено снижение относительной мощности диапазона VLF, в группах 2 и 7 – возрастание диапазона LF (в остальных группах отмечена тенденция, не достигающая уровня статистической достоверности), а в группах 1 и 3-6 – возрастание относительной мощности диапазона HF.

Однако межгрупповые различия в динамике изменения спектральных показателей пАДД (отличия от группы 6) проявились только в большей степени снижения относительной мощности диапазона VLF в возрасте 15-16 лет.

Половых различий в данной серии экспериментов нами не выявлено.

В данной части работы контрольная регистрация проходила без спирометрической маски. Результаты, полученные в таких условиях, как и было предположено в главе 1, при сравнении прибора САКР с зарубежными аналогами, оказались близки к таковым, получаемым другими методами и на других приборах (О.В.Коркушко и др., 1991; M.S.Silvetti et al., 2001; А.Р.Галеев и др., 2002; Z.Lenard et al., 2004). Сравнительное изучение показателей сердечнососудистой системы у детей и подростков разного возраста выявило, что при тестировании в состоянии покоя такие показатели сердечнососудистой системы, как ЧСС, УО, ВБ, ИЦ и стресс-индекс, достигают уровня взрослых испытуемых к возрасту 15-16 лет. В возрасте 13-14 лет у подростков наблюдается период функционального напряжения регуляторных систем (Р.М.Баевский и др., 1984), что проявляется в снижении альфа-индекса и увеличении стресс-индекса. Уровень пАД стабилизируется к 21 году, как и спектральные показатели вариабельности пАД.

Общая мощность спектра вариабельности СР в наших исследованиях мало зависела от возраста, однако отмечено перераспределение относительного вклада в спектр разных частот. Выявлено снижение к 13 годам доли частот диапазона HF, отражающих влияние на сердечный ритм авто-

номного контура регуляции, опосредуемого, главным образом, активностью парасимпатической нервной системы (Р.М.Баевский и др., 1984). Также к 13 годам показано возрастание доли низких частот LF, отражающих влияние на сердечный ритм вазомоторного центра, опосредуемого активностью симпатического звена вегетативной регуляции, и барорефлекторных механизмов (Р.М.Баевский и др., 1984; S.Malpas, 2002). Относительный вклад составляющей VLF, связанных с метаболическими, гуморальными, эмоцио- и психогенными влияниями на СР (Н.Н.Данилова, С.В.Астафьев, 2000; В.А.Машин, М.Н.Машина, 2000; Н.Б.Хаспекова, 2003; T.A.Kuusela et al., 2003; F.Togo et al., 2006; H.M.Stauss, 2007; С.Т.Зубкова, 2008 и др.), увеличивался с более раннего возраста (9-10 лет). Следует обратить внимание на некоторое снижение вариабельности сердечного ритма и всех составляющих спектра в возрасте 13-14 лет, что совпадает как с периодом достижения уровня взрослых испытуемых по структуре спектра, так и с периодом функционального напряжения регуляторных систем. По принятой в возрастной физиологии периодизации, данный возрастной интервал совпадает с началом подросткового периода (А.А.Маркосян, 1969; И.А.Аршавский, 1982) и одним из периодов индивидуального развития, называемых критическими (М.М.Безруких и др., 2007). Возможно, этот возрастной интервал соответствует тому этапу онтогенетического развития, когда морфологическое формирование сердечнососудистой системы уже близко к завершению, однако функциональное развитие еще недостаточно. Об этом же свидетельствуют результаты спектрального анализа вариабельности пАДС – возрастание общей мощности спектра у подростков 13-16 лет при опережающем, но транзиторном росте (в 13-14 лет) возрастании вклада низких частот LF, отражающего уровень симпатической регуляции АД (C.Julien et al, 2002; S.Malpas, 2002; T.A.Kuusela et al., 2003; H.M.Stauss, 2007).

Особенностью нашей работы является попытка оценки онтогенетических закономерностей формирования адаптивного ответа организма де-

тей и подростков в новой функциональной пробе – тестирование в спирометрической маске. В наших экспериментах у взрослых испытуемых основные показатели сердечнососудистой системы (ЧСС, УО, пАД, альфа-индекс, стресс-индекс) не изменялись, но возрастала общая мощность спектров вариабельности СР и пАДС, а также происходило увеличение доли высоких частот HF в спектре вариабельности СР (с соответствующим снижением показателей ВБ и ИЦ) и пАДД. Существенные отличия от показателей взрослых выявлены в самой младшей возрастной группе 6-8 лет, в возрасте, когда, по данным других авторов (О.В.Коркушко и др., 1991; M.S.Silvetti et al., 2001; А.Р.Галеев и др., 2002; Z.Lenard et al., 2004), еще не закончено формирование систем вегетативной регуляции сердечного ритма. В подростковом возрасте основными отличиями от взрослых испытуемых было снижение при выполнении функциональной пробы стресс-индекса и пАД. При этом наибольшая степень снижения пАДД наблюдалась в 13-14 лет и сопровождалась снижением относительной мощности диапазона VLF в спектре вариабельности СР и диапазона LF в спектре вариабельности пАДС (на фоне меньшей степени возрастания общей мощности данного спектра). Данные факты свидетельствуют о том, при выполнении функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства у подростков данного возраста в большей степени активируются автономные механизмы регуляции сердечнососудистой системы. Изменения функциональной активности симпатической системы (в первую очередь, ее высших отделов), контролирующей СР и пАД (C.Julien et al, 2002; S.Malpas, 2002; H.M.Stauss, 2007), в этом возрасте еще недостаточны для поддержания АД, что согласуется с результатами, полученными в спокойном состоянии.

Следующий возрастной период, 15-16 лет, также имел признаки незавершенности функционального созревания вегетативной регуляции сердечнососудистой системы: снижение в процессе выполнения пробы стресс-индекса, снижение пАДД, снижение вклада диапазона VLF в спек-

трах вариабельности пАДС и пАДД и возрастание вклада низких частот LF в спектре вариабельности пАДС. Полученные данные предполагают, что функциональная проба вызывает у подростков активацию симпатического звена вегетативной регуляции, но степень ее активации еще недостаточна для поддержания уровня АД. Эти результаты не совпадают с оценкой степени зрелости систем регуляции СР, полученными в спокойном состоянии, но согласуются с оценкой динамики становления уровня пАД.

Таким образом, использование новой функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства при надевании спирометрической маски прибора САКР, позволило показать, что процесс онтогенетического развития вегетативной регуляции сердечнососудистой системы после 6 лет может быть условно разделен на несколько периодов. На первом этапе происходит повышение активности систем вегетативной регуляции СР, сопровождаемое признаками их функционального напряжения (к 13-14 годам). Затем идет становление показателей покоя и функциональное созревание систем регуляции СР (к 15-16 годам). Функциональное созревание системы регуляции пАД завершается, по нашим данным, к 21 году, однако данный факт нуждается в уточнении.

Мы считаем, что данная периодизация может быть полезной при любом варианте оценки адаптивных возможностей организма детей и подростков, определяющих эффективность его взаимодействие со средой обитания, включая образовательную среду. Следует, однако, отметить, что приведенная возрастная схема весьма приблизительна, поскольку в разных тестах (функциональных пробах) происходит активация разных звеньев вегетативной регуляции, кроме того, существуют индивидуальные различия в скорости и сроках онтогенетического развития, и, весьма вероятно, что упомянутые процессы идут с перекрытием во времени. Также необходим учет существования разных типов регуляции и изучение половых различий в динамике онтогенетического развития вегетативного контроля

сердечнососудистой системы, которые выявляются уже с 9 лет (А.Р.Галеев и др. 2002).

Полученные в данной главе результаты о возрастной динамике различных показателей сердечнососудистой системы и систем нейровегетативной регуляции, а также их реактивности в функциональной пробе с увеличением «мертвого» дыхательного пространства, послужили основанием для сравнительного анализа степени функциональной зрелости сердечнососудистой системы детей и подростков, подвергающихся действию различных факторов риска образовательной среды.

3. Динамика показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности у учащихся в течение учебного года

Изучение комплексного влияния средовых факторов и факторов образовательной среды на динамику показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности проводили в условиях многолетнего саногенетического мониторинга и на более коротких отрезках времени в течение учебного года, без учета пола испытуемых. Тестирование показателей сердечнососудистой системы проводили при надетой спирометрической маске, т.е. в условиях нагрузочной функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства.

3.1. Результаты мониторинга функционального состояния организма учащихся в учебном году

Комплексное влияние средовых и образовательных факторов на функциональные показатели организма учащихся на протяжение учебного года оценивали в условиях саногенетического мониторинга, проводимого по 3 схемам:

1) в школе № 1357 г. Москвы оценивали функциональное состояние организма учащихся с 1-го по 11-й классы, дважды, в октябре (после окончания периода адаптации к началу учебного года), и в апреле, всего 480 повторных измерений;

2) в школе № 1060 г. Москвы анализировали показатели учащихся 1-10-х классов, полученные «в противофазе»: первое обследование проведено в апреле, повторное – в октябре, всего 210 повторных измерений;
3) в школе № 1357 использовали данные 6-летнего наблюдения за одними и теми же учащимися одной параллели – всего 44 человека, за время обучения с 5-го по 10-й классы.

Результаты общешкольного мониторинга показали следующее. Так, для весеннего тестирования оказалось характерным повышение ЧСС, достигающее уровня статистической достоверности в школе № 1060 в 1-м, 2-м и 4-м классах, в школе № 1357 – в 5-м, 6-м и 8-м классах (Рис. 28). Снижение пАДС в условиях саногенетического мониторинга выявлено в школе № 1060 в 4-м, 5-м, 6-и и 8-м классах, в школе № 1357 – в 3-м, 4-м, 5-м, 7-м, 8-м и 10-м классах, а также при многолетнем мониторинге (Рис. 29).

Данные литературы описывают аналогичные результаты – снижение показателей АД в течение учебного года у учащихся младших классов (Адаптация…, 1982; А.Н.Поборский и др., 2000; А.И.Федоров и др., 2002а). Предполагается, что такие изменения отражают адаптацию организма детей к условиям систематического школьного обучения. У более взрослых испытуемых (студентов университета) транзиторное снижение АД описано как в течение рабочего дня, так и на протяжении рабочей недели (Э.С.Геворкян и др., 2006).

Однако во всех процитированных работах одновременно со снижением АД выявлено и снижение ЧСС. В нашем исследовании обнаружено, наоборот, возрастание данного показателя, что обусловлено особенностями метода спироартериокардиоритмографии. Повышение уровня ЧСС в условиях нагрузочной функциональной пробы мы интерпретируем как признак развития функционального напряжения систем вегетативной регуляции. Об этом же свидетельствуют и динамика спектральных показателей вариабельности СР. Так, в весеннем тестировании в школе № 1060 повышенный уровень относительной мощности диапазона VLF (до 25 %),

отражающего активность центральных звеньев вегетативной регуляции СР, выявлен в 3-м, 6-м и 8-м классах (Рис. 30, А), повышенный уровень ИЦ (до 2.5 у.е.), отражающий избыточную централизацию регуляции СР – во 2-м классе.

В школе № 1357 относительная мощность диапазона VLF во всех тестированиях составляла не менее 20 % и значимо не изменялась, а величина ИЦ – не менее 2 у.е. с возрастанием в весенних тестированиях до 5 у.е. в 6-м и 10-м классах, а по результатам многолетних наблюдений – также и в 7-м и 8-м классах.

Общий уровень вегетативной активности можно также оценивать по суммарной мощности спектра вариабельности СР (Р.М.Баевский и др., 1984). Однако данный показатель в детской популяции имеет выраженные сезонные колебания с наибольшими значениями в зимне-весенних обследованиях (Н.Ю.Лаврова и др., 1998; И.Г.Кайсина и др., 2005). Ранее также было обнаружено, что уровень вегетативной активности учащихся, определяемый по экскреции с мочой катехоламинов, их предшественников и метаболитов (Адаптация…, 1982), также имеет сезонный колебания, с максимальной выраженностью в 3-й учебной четверти. В нашей работе в условиях нагрузочной функциональной пробы выраженных колебаний уровня суммарной мощности спектра вариабельности СР в школе № 1357 не обнаружено, величина суммарной мощности спектра вариабельности СР была в пределах 4500 мс^2. В школе № 1060 во 2-м, 4-м и 5-м классах тестируемая величина изменялась в диапазоне от 3500 до 6000 мс^2, но с максимальными значениями в осеннем тестировании (Рис. 30, Б), что связывается нами как с методическими особенностями, так и влиянием образовательных технологий (данная школа является школой вальдорфской педагогики).

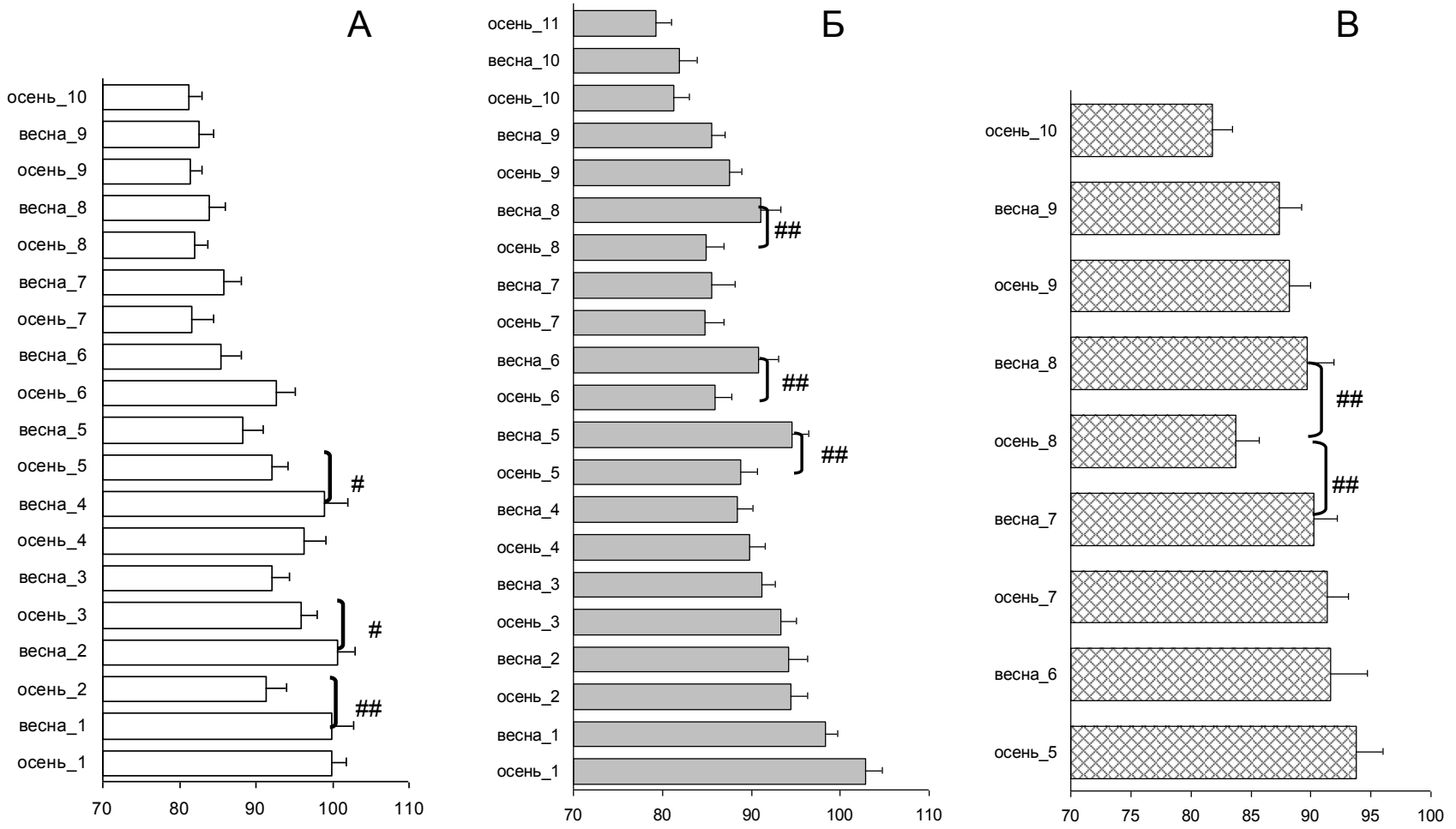


Рис. 28. Изменение (в %) ЧСС при повторных обследованиях у учащихся школы № 1060 (А), № 1357 (Б) и по результатам 6-летнего мониторинга у учащихся одной из параллелей школы № 1357 (В). Статистическая значимость изменения показателя по сравнению с предыдущим сроком тестирования: # – $p < 0.07$, ## – $p < 0.05$ (Repeated measures ANOVA).

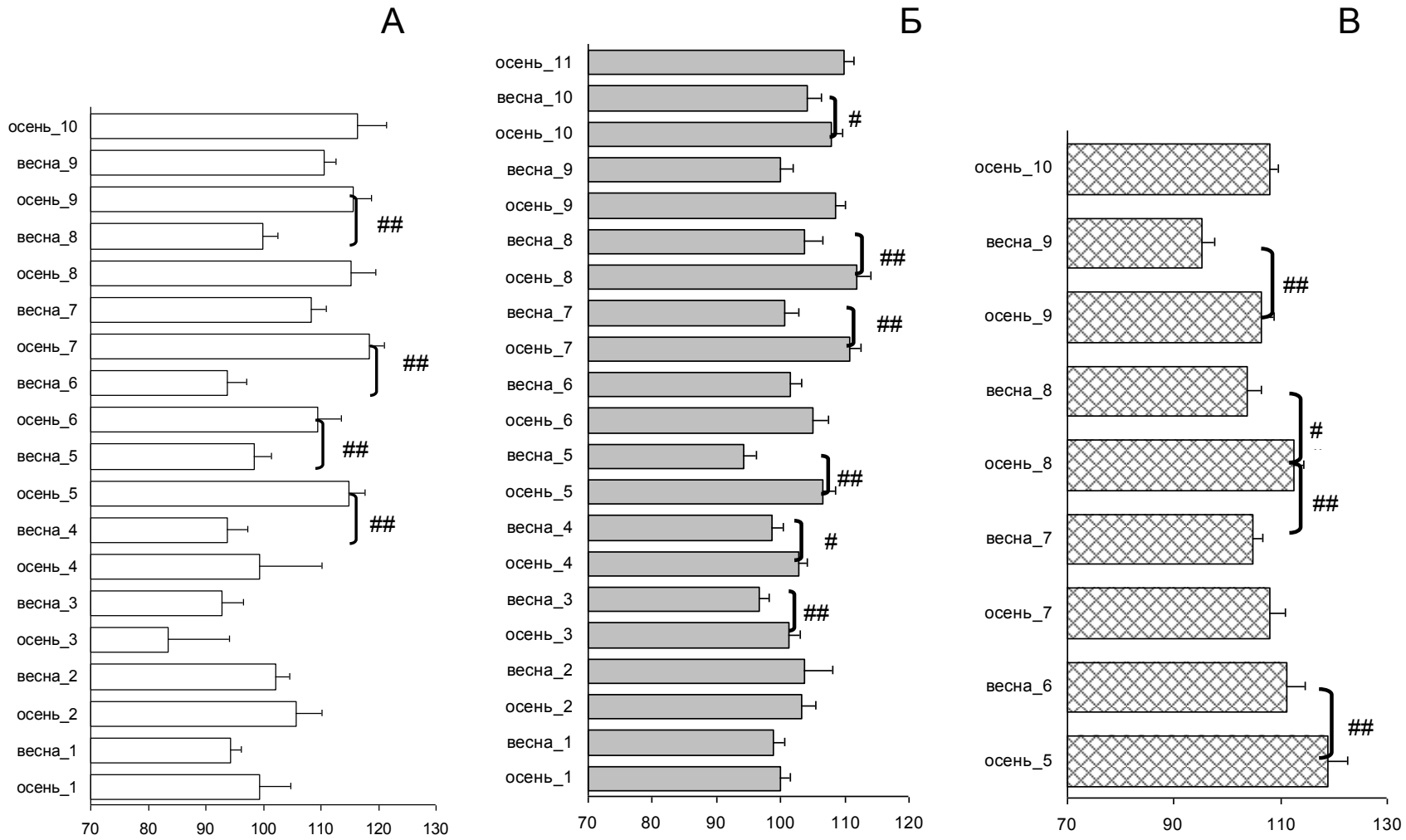


Рис. 29. Изменение (в %) пАДС при повторных обследованиях у учащихся школы № 1060 (А), № 1357 (Б) и по результатам 6-летнего мониторинга у учащихся одной из параллелей школы № 1357 (В). Статистическая значимость изменения показателя по сравнению с предыдущим сроком тестирования – как на Рис. 28.

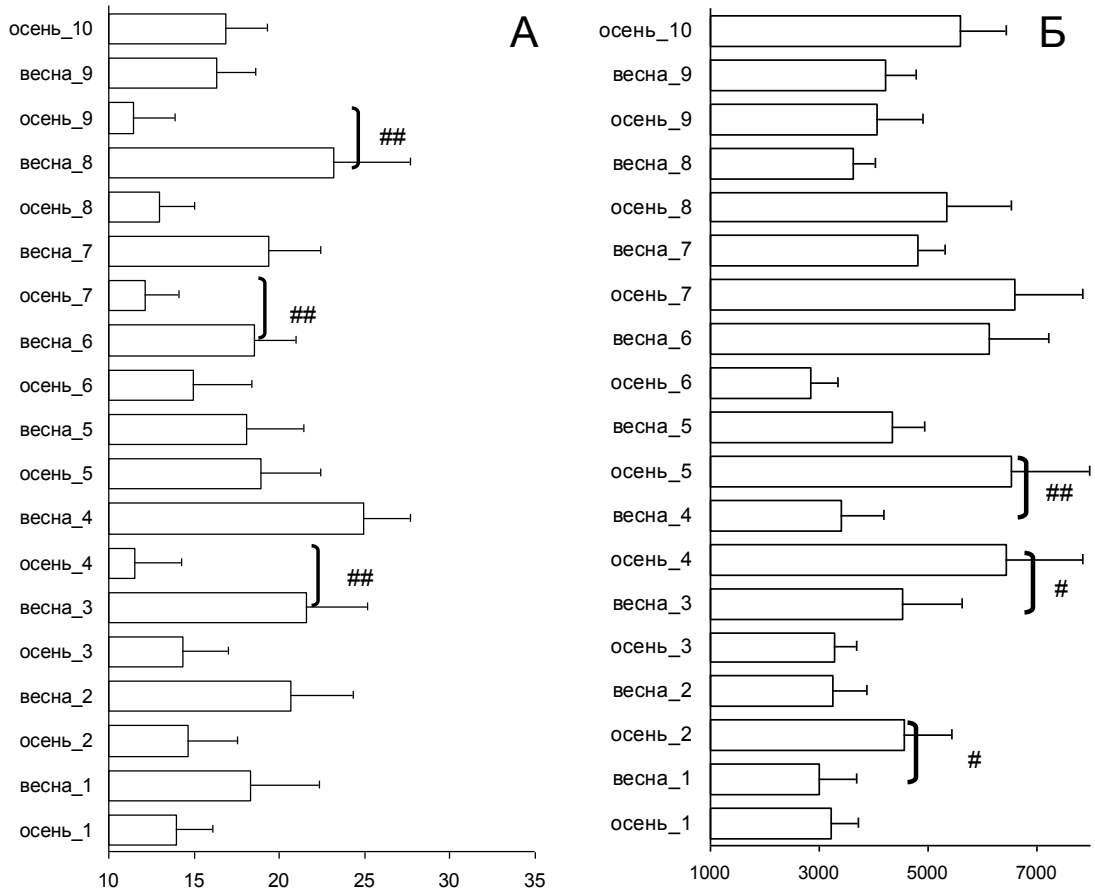


Рис. 30. Изменение (в %) относительной мощности диапазона VLF спектра вариабельности СР (А) и (Б) суммарной мощности спектра вариабельности СР при повторных обследованиях у учащихся школы № 1060. Статистическая значимость изменения показателя по сравнению с предыдущим сроком тестирования – как на Рис. 28.

Результаты оценки суммарной мощности спектра вариабельности СР, полученные в общеобразовательной школе № 1357, а также приведенные выше значения относительной мощности диапазона VLF и расчетного индекса ИЦ, предполагают наличие некоторых особенностей в состоянии здоровья учащихся данной школы, вероятно, обусловленные спецификой образовательных технологий: постоянно высокий уровень вегетативной активности и повышенный уровень централизации в управлении сердечной деятельностью, с малым размахом сезонных колебаний. Вероятно, формированию данных особенностей состояния организма учащихся данной школы могла способствовать и неблагоприятная экологическая обстановка – школа № 1357 находится в ЮВАО. Однако другая школа, участво-

вавшая в мониторинге (№ 1060), расположена в центральной части города, где экологическая обстановка немногим лучше. Особенностью же школы № 1060 является специфика образовательных технологий – это школа вальдорфской педагогики, которую по используемому набору образовательных принципов и методов относят к личностно-ориентированным технологиям. Возможно, именно поэтому степень функционального напряжения регуляторных систем организма учащихся школы № 1060, оцениваемая по спектральным показателям вариабельности СР, оказалась ниже.

Динамическая оценка психофизиологических показателей показала, что за летние каникулы учащиеся теряют навыки тонкой работы руками, особенно правой. Даже в октябре значения длительности цикла движения, интегрального показатель психомоторной и межмышечной координации, при работе правой рукой были выше, чем в предыдущем или последующем весеннем тестировании (Рис. 31). Данная закономерность достигала уровня статистической значимости в школе № 1060 во 2-м, 7-м и 9-м классах, в школе № 1357 – в 1-м, 3-м, 6-м, 9-м и 10-м классах, а при многолетнем варианте мониторинга – с 5-го по 8-й класс. Столь существенное разрушение двигательного стереотипа за летний период, вероятно, обусловлено отсутствием практики письма у большинства учащихся (как и у взрослых за время отпуска). Данное предположение подтверждают результаты оценки времени изменения двигательного стереотипа и точности движений. Оказалось, что время, затрачиваемое на изменение амплитуды движений в осеннем тестировании, как правило, больше. В школе № 1060 данный показатель достигал уровня статистической достоверности почти во всех классах (Рис. 32, А), в школе № 1357 – в 1-м классе, при многолетнем мониторинге – в 5-м, 6-м, 7-м и 9-м классах. Показатели точности движений правой рукой были хуже в осеннем тестировании в школе № 1060 во 2-м, 3-м, 5-м, 8-м, 9-м и 10-м классах (Рис.32, Б), в школе № 1357 – во 2-м, 4-м, а при многолетнем мониторинге – и в 6-7-м классах.

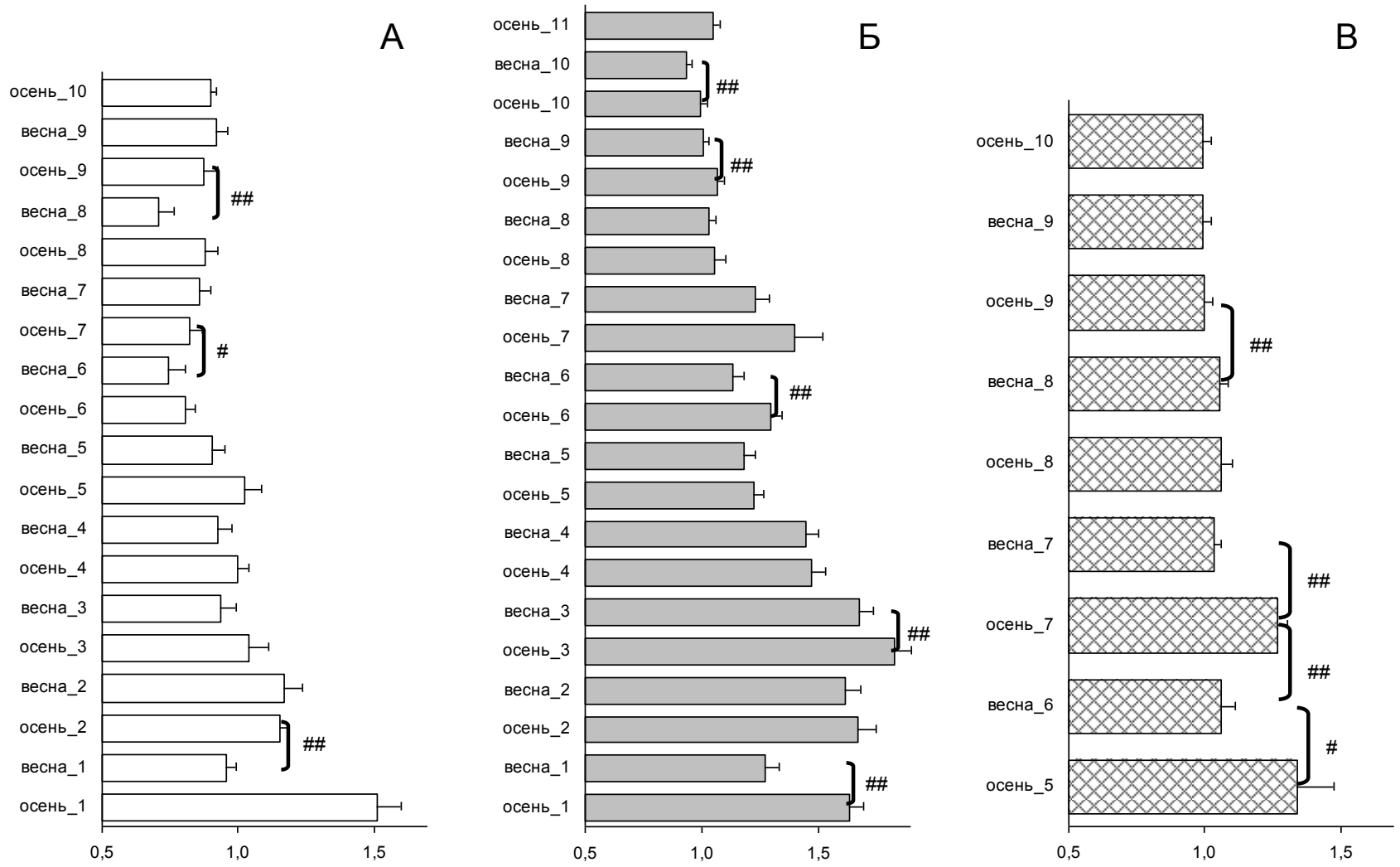


Рис. 31. Изменение (в %) длительности цикла движения при работе на приборе КИД правой рукой в повторных обследованиях у учащихся школы № 1060 (А), № 1357 (Б) и по результатам 6-летнего мониторинга у учащихся одной из параллелей школы № 1357 (В). Статистическая значимость изменения показателя по сравнению с предыдущим сроком тестирования – как на Рис. 28.

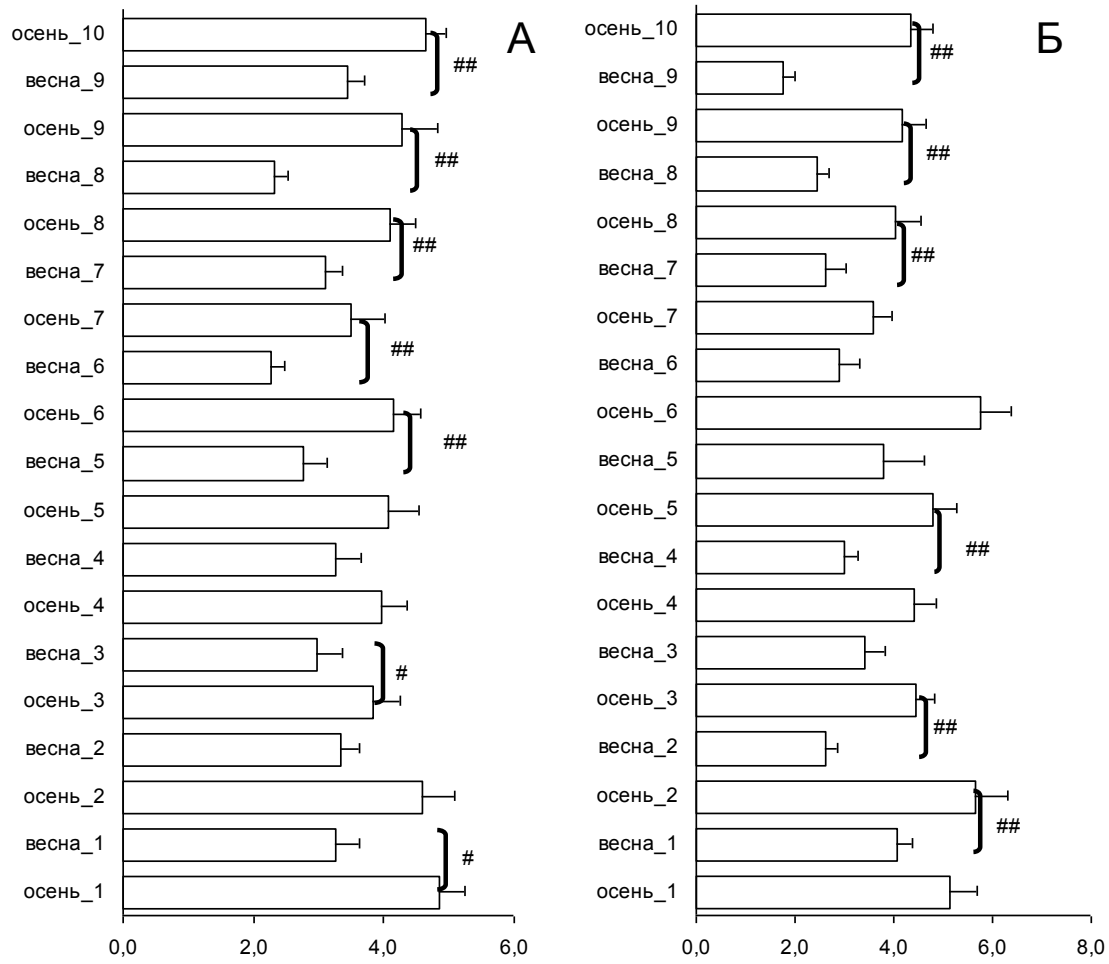


Рис. 32. Изменение времени перестройки двигательного стереотипа (А) и сенсорной коррекции работы флексоров (Б) при работе на приборе КИД правой рукой в повторных обследованиях у учащихся школы № 1060. Статистическая значимость изменения показателя по сравнению с предыдущим сроком тестирования – как на Рис. 28.

То, что снижение точности работы правой рукой является следствием разрушения определенного двигательного стереотипа, а не снижения общего тонуса мускулатуры за время летнего отдыха, подтверждают данные о динамике плавности движений и сенсомоторной реактивности на световой стимул.

Обнаружено, что в осенних тестированиях плавность работы правой рукой выше у учащихся 3-х, 8-х, 9-х и 10-х классов школы № 1060, а также у учащихся 7-х и 8-х классов школы № 1357, плавность работы левой рукой выше у учащихся 5-х, 6-х, 8-х, 9-х и 10-х классов школы № 1060 и у учащихся 3-х и 7-х классов школы № 1357.

Латентный период простой сенсомоторной реакции на световой стимул за анализируемый период значимо не менялась ни в одной школе, хотя в целом прослеживалась тенденция к снижению данного показателя с возрастом. В проведенных ранее работах НИИ физиологии детей и подростков АПН в динамике учебного было обнаружено возрастание латентного периода условной зрительно-моторной реакции (Нормализация…, 1988). Различия наших результатов, вероятнее всего, обусловлены методическими особенностями проведения тестирования данного показателя.

Анализ динамики показателей латентного периода реакции на звуковой стимул при всех схемах мониторинга (Рис. 33) выявил обратимые изменения данного показателя. Оказалось, что учащиеся школы № 1357 в осенних тестированиях реагируют медленнее, в соответствии с динамикой других психофизиологических показателей. В школе № 1060, наоборот, в осенних тестированиях латентный период реакции на звуковой стимул короче, чем в весеннем. Мы связываем такие различия в реактивности на звуковые стимулы с влиянием факторов образовательной среды: как показали наши наблюдения, в школах с традиционной системой обучения латентный период реакции на звук длиннее, чем на световой, на 25-30 %, причем как у учащихся, так и у учителей. Однако известно, что по длине нейрональных путей латентность реакции на звук должна быть короче на 15-20 мс (M.Iacoboni et al., 1998). В наших обследованиях данные закономерности воспроизводились только в школах с личностно-ориентированными образовательными технологиями, как у учащихся, так и у учителей. Мы предполагаем, что в школах с традиционной системой обучения, где, по нашим наблюдениям, гораздо шумнее, чем в специализированных школах, вырабатывается условный рефлекс не реагировать на шум и/или поднимаются пороги восприятия звуковых сигналов как результат перцептивного научения (Е.П.Ильин, 2003).

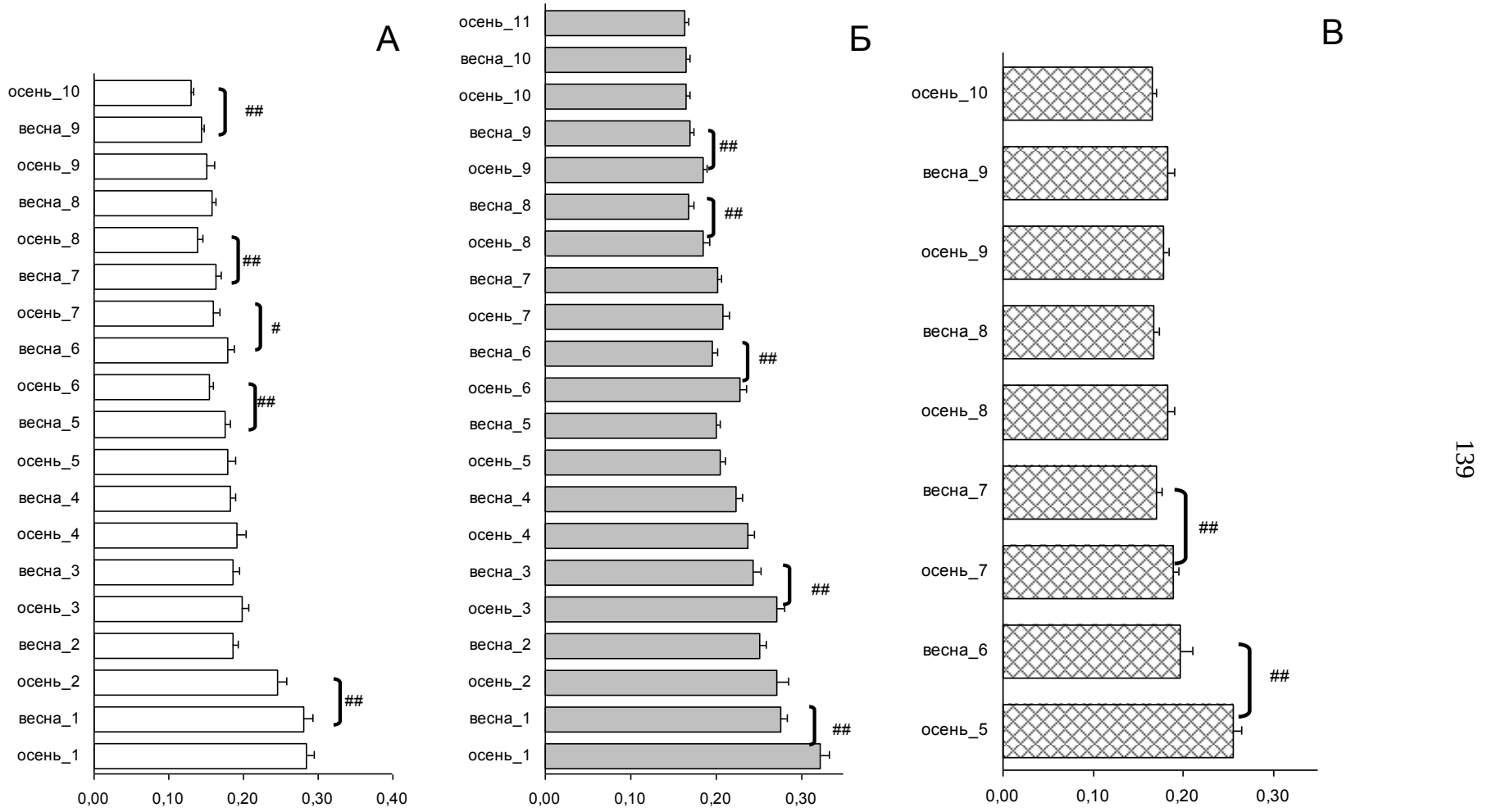


Рис. 33. Изменение (в %) латентного периода реакции на звуковой стимул правой рукой в повторных обследованиях у учащихся школы № 1060 (А), № 1357 (Б) и по результатам 6-летнего мониторинга у учащихся одной из параллелей школы № 1357 (В). Статистическая значимость изменения показателя по сравнению с предыдущим сроком тестирования – как на Рис. 28.

В целом, мониторинг психофизиологических показателей учащихся 2 школ с разными образовательными технологиями из признаков утомления к концу учебного года выявил только снижение плавности движений в обеих школах. Показатели точности движений и внимания в весеннем тестировании, в конце учебного года, наоборот, были лучше, чем в осеннем тестировании.

Таким образом, во всех трех вариантах донозологического мониторинга в течение учебного года выявлены изменения показателей сердечно-сосудистой системы и систем вегетативной регуляции, а также психофизиологических показателей, которые в целом носят обратимый характер. Данное обстоятельство имеет принципиальный характер, поскольку, по современным представлениям, одной из границ между нормой и патологией является обратимость событий (П.М.Балабан, Н.В.Гуляева, 2006). Следовательно, изменения в организме учащихся в течение учебного года не могут быть квалифицированы как патологический процесс.

В литературе по данному вопросу за несколько последних десятилетий описано снижение в течение учебного года ЧСС и показателей АД у учащихся младших классов (А.Г.Хрипкова, М.В.Антропова, 1982; М.В.Антропова, В.И.Козлов, 1988; А.Н.Поборский и др., 2000; А.И.Федоров и др., 2002). Также обнаружено, что уровень вегетативной активности учащихся, определяемый по экскреции с мочой катехоламинов, их предшественников и метаболитов (А.Г.Хрипкова, М.В.Антропова, 1982; М.В.Шайхелисламова, 2007), имеет сезонные колебания, с максимальной выраженностью в 3-й учебной четверти. Предполагается, что такие изменения отражают адаптацию организма детей к условиям систематического школьного обучения. Общий уровень вегетативной активности, оцениваемый по суммарной мощности спектра вариабельности СР, как оказалось, в детской популяции также имеет выраженные сезонные колебания с наибольшими значениями в зимне-весенних обследованиях (Н.Ю.Лаврова и др., 1998; И.Г.Кайсина и др., 2005). Однако авторы последних цитируе-

мых работ считают, что выявленные сдвиги обусловлены не факторами образовательной среды, а сезонными изменениями гормональной активности. Эксперименты на животных доказали обоснованность такой точки зрения: у кроликов отмечено снижение АД и ЧСС в апреле-мае, а также весеннее повышение содержания моноаминов в головном мозге, достигающее максимума в мае (М.Я.Оттер, А.В.Шоттер, 1991). Аналогичные изменения выявлены в более ранних работах М.Я.Оттер на крысах (1980) и мышах (1982).

Вместе с тем, влияние факторов образовательной среды на показатели сердечнососудистой системы доказано в других мониторинговых исследованиях, на более коротких интервалах времени. Так, у более взрослых испытуемых (студентов университета) транзиторное снижение АД описано как в течение рабочего дня, так и на протяжении рабочей недели (Э.С.Геворкян и др., 2006). Также показано, что биологические ритмы в изменении показателей сердечнососудистой системы, как суточные, так и годичные, могут изменяться в зависимости от условий образовательной среды (Р.С.Сигида, 2004).

3.2.Изменение показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности у первоклассников за первое учебное полугодие

Исследование показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности проведено у учащихся 1-х классов в школе № 1357 ЮВАО г. Москвы. В обследовании приняли участие 47 учащихся (мальчики и девочки, средний возраст 7.2 ± 0.1 лет) в октябре и январе (в начале и середине учебного года).

Обнаружено, что за первую половину учебного года у первоклассников ЧСС не изменялась (Рис. 34, А), но снижались показатели пАДС (Рис. 34, Б) и пАДД (Рис. 34, В), а также показатели суммарной мощности спектра вариабельности пАДС.

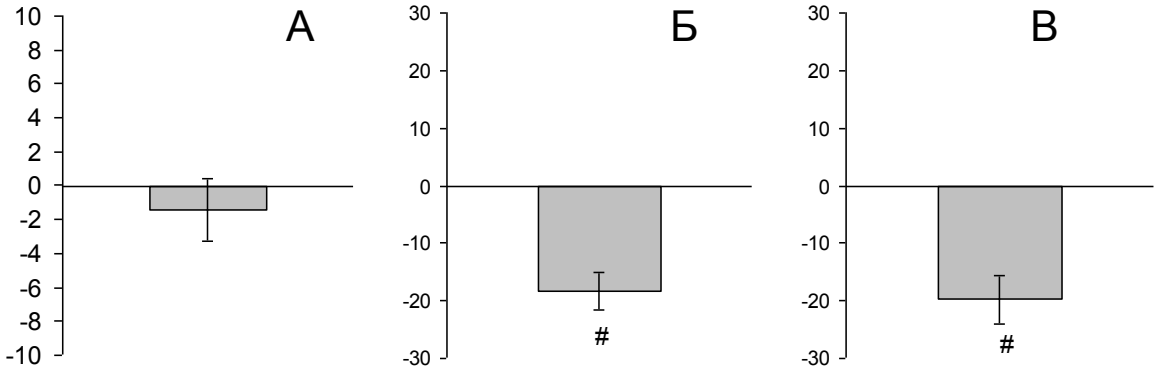


Рис. 34. Изменение (в %) показателей ЧСС (А), пАДС (Б) и пАДД (В) у первоклассников в январе по сравнению с октябрем. Статистическая значимость изменения обозначена # ($p < 0.05$ по Repeated measures ANOVA).

Анализ спектральных показателей вариабельности СР не выявил значимого изменения абсолютных мощностей диапазонов спектра, но обнаружил перераспределение их относительного вклада – возрастание относительной мощности диапазона VLF при постоянстве показателей других диапазонов что, возможно, отражает усиление психо-эмоциональных и/или гуморальных влияний (Рис. 35).

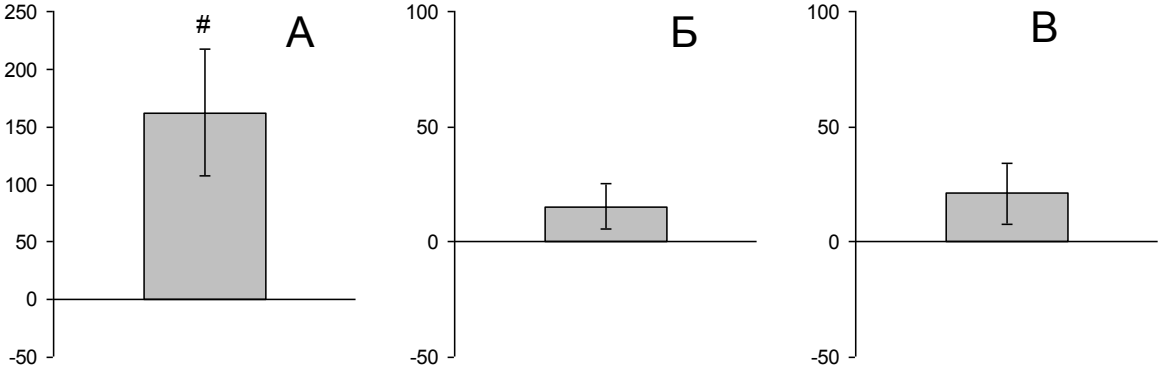


Рис. 35. Изменение (в %) относительной мощности диапазонов спектра вариабельности СР у первоклассников: А – диапазона VLF, Б – диапазона LF, В – диапазона HF. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

Вместе с тем, выявлено возрастание суммарной мощности спектра вариабельности СР (Рис. 36, А) и расчетных индексов на основе спектральных показателей – ВБ (Рис. 36, Б) и ИЦ (Рис. 36, В), свидетельствующее об активации вегетативной активности в целом и возрастании уровня централизации в управлении сердечным ритмом (Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001).

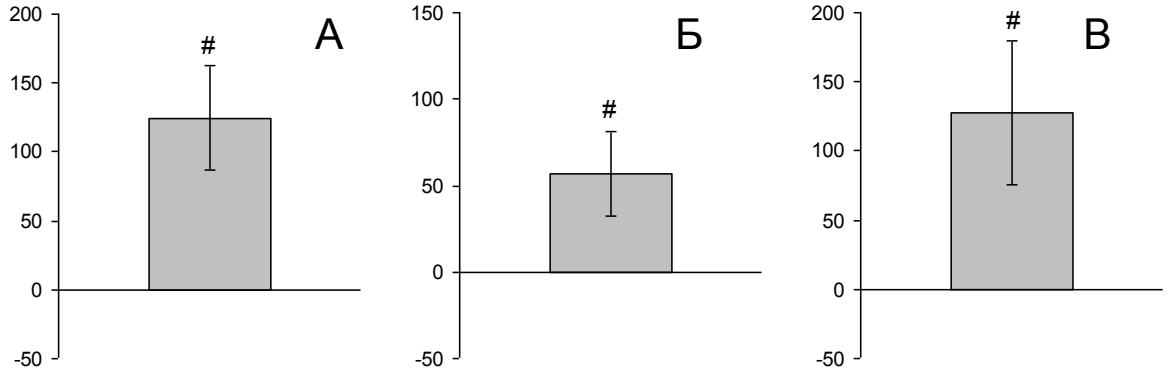


Рис. 36. Изменение (в %) суммарной мощности спектра вариабельности СР (А) и расчетных показателей ВБ (Б) и ИЦ (В) за первое учебное полугодие в % по сравнению с осенним тестированием у первоклассников. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

Основным результатом данной части работы можно считать обнаруженные снижение у первоклассников пАД и суммарной мощности спектра вариабельности пАДС. При анализе корреляционных зависимостей обнаруженных изменений показателей сердечнососудистой системы друг от друга и от исходного уровня было показано, что снижение пАДС зависит от исходного уровня данного показателя ($r = –0.730$, $p = 0.000$). В свою очередь, исходные значения пАДС находятся в корреляционной связи с исходным уровнем суммарной мощности спектра вариабельности пАДС ($r = 0.326$, $p = 0.005$) и исходным уровнем суммарной мощности спектра вариабельности пАДД ($r = 0.338$, $p = 0.004$). А исходный уровень суммарной мощности спектра вариабельности пАДС определяет степень изменения данного показателя в течение учебного года ($r = –0.854$, $p = 0.000$). Эти

данные позволяют считать, что снижение пАДС и его вариабельности у первоклассников определяются недостаточным исходным уровнем активности симпатической регуляции сосудистого тонуса, поскольку, как известно, сосудистый тонус и вариабельность АД в основном определяются активностью симпатической нервной системы (S.Malpas, 2002; C.Julien et al., 2003). Аналогичный вывод сделан выше в главе 2 на основании результатов, полученных на другой группе испытуемых.

Вместе с тем, возрастание суммарной мощности спектра вариабельности СР отражает усиление функциональной активности систем вегетативной регуляции (Р.М.Баевский и др., 1984). Сходные данные получены в других исследованиях (Н.Ю.Лаврова и др., 1998). Отсутствие в наших исследованиях снижения ЧСС, описанного другими авторами (А.Н.Поборский и др., 2002; А.И.Федоров и др., 2002а), может быть обусловлено как другим временным интервалом (в нашей работе тестирование проведено в середине учебного года, а не весной), так и условиями тестирования (при надетой спирометрической маске у учащихся начальной школы описано повышение ЧСС – см. главу 1.2).

В целом, изменения показателей сердечнососудистой системы первоклассников за первое учебное полугодие, не выходящие за пределы половозрастной нормы, свидетельствуют о возрастании степени функционального напряжения регуляторных систем организма, преимущественно за счет активации центрального звена вегетативной регуляции (возможно, включая психо-эмоциональные и метаболические влияния). Эти изменения мы интерпретируем как адаптивный ответ организма первоклассников на начало систематического обучения.

Исследование уровня психомоторной координированности и сенсомоторной реактивности первоклассников проведено на приборе КИД. Показано, что за первое учебное полугодие длительность цикла движения, как интегральный показатель психомоторной и мышечной координации,

значимо не изменился (Рис. 37, А). Время изменения двигательного стереотипа увеличилось при работе правой рукой (Рис. 37, Б).

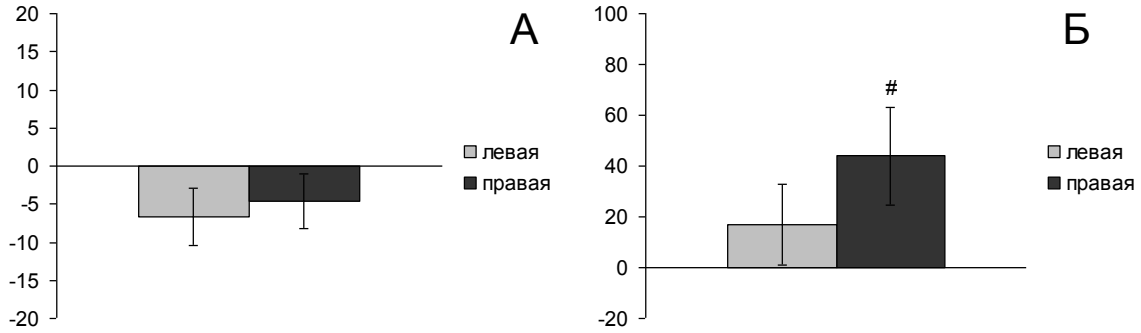


Рис. 37. Изменение (в %) за первое учебное полугодие длительности цикла движения (А) и времени изменения двигательного стереотипа (Б) при работе на приборе КИД (руки указаны справа) в % по сравнению с осенним тестированием. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

Оценка сенсомоторной реактивности показала, что время простой сенсомоторной реакции на световой стимул не изменилось, тогда как латентный период реакции на звуковой стимул при работе правой рукой значимо сократился (Рис. 38).

Анализ ошибки сенсорной коррекции работы флексоров и экстензоров (Рис. 39) выявил развитие одностороннего мышечного гипертонуса – возрастание показателей сенсорной ошибки коррекции работы мышц (ухудшение точности работы флексоров левой руки и экстензоров правой руки).

Вероятно, ухудшение большинства показателей управляемости мышечной работой и межмышечной координации правой руки может быть объяснено началом освоения письма – активной работой по формированию нового навыка, что требует перестройки уже сложившихся в дошкольном периоде двигательных стереотипов (Е.П.Ильин, 2003). Время повторного обследования в нашей работе, по всей видимости, совпало со сроками, когда формирование нового навыка проходит самые первые стадии, называ-

емые периодом генерализации. В этот период высока роль внимания (в нашем случае об этом свидетельствует возрастание времени перестройки двигательного стереотипа и снижение латентности реакции за звуковой стимул при работе правой рукой). При этом количество мышц, участвующих в конкретном движении, явно избыточно, а их управляемость невысока (в нашем случае обнаружено снижение точности работы справа).

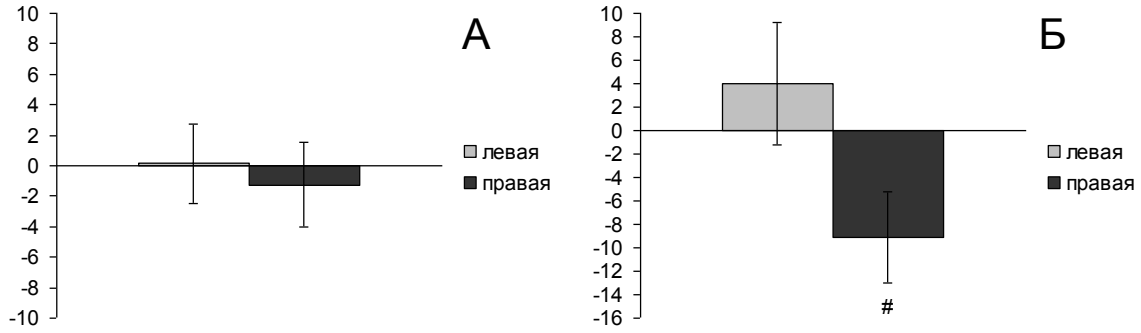


Рис. 38. Изменение (в %) за первое учебное полугодие латентного периода реакции на световой (А) и звуковой (Б) стимулы при работе на приборе КИД (руки указаны справа) в % по сравнению с осенним тестированием. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

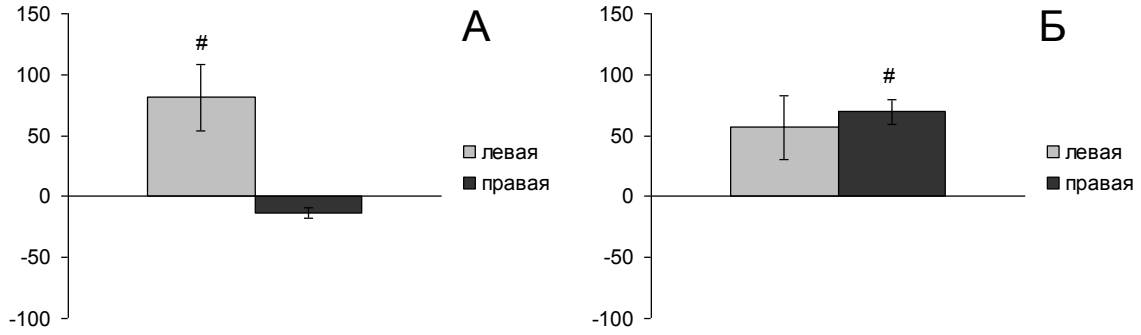


Рис. 39. Изменение (в %) за первое учебное полугодие ошибки сенсорной коррекции флексоров (А) и экстензоров (Б) при работе на приборе КИД (руки указаны справа) в % по сравнению с осенним тестированием. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

Анализ динамики моторной асимметрии подтверждает высказанное предположение. Так, в начале учебного года управляемость правой и левой рукой по усредненным данным (Рис. 40) была на одном уровне, при этом 75 % детей можно было отнести к амбидекстрам, 20 % – к левшам и только 5 % к правшам. Во время повторного обследования выявлено явное превосходство эффективности управления правой рукой, как по усредненным данным (Рис. 40) так и по частотным показателям: правшей стало 75 %, показатели остальных детей характеризовали их как обоеруких.

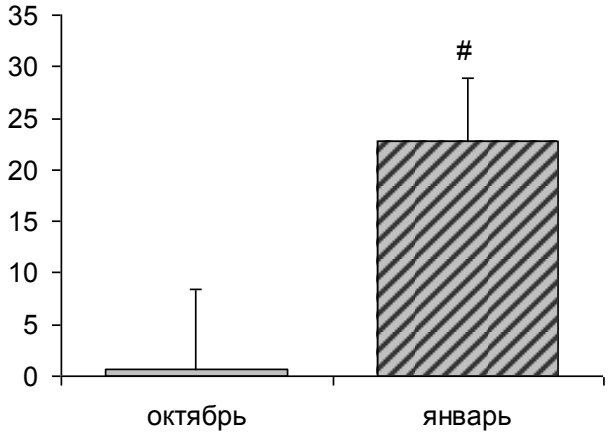


Рис. 40. Показатели моторной асимметрии (%) первоклассников при работе на приборе КИД в разных тестированиях, положительные значения отражают преобладание тонуса мышц справа, отрицательные – слева. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

3.3. Изменение показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности в первом полугодии у учащихся 10-х классов

Данная часть исследования также проведена в школе № 1357 ЮВАО г. Москвы. В обследовании приняли участие 46 учащихся 10-х классов (юноши и девушки, средний возраст 15.6 ± 0.1 лет). В 10-х классах у школьников за первое полугодие отмечено возрастание ЧСС (Рис. 41, А), тогда как показатели пАД значимо не изменялись (Рис. 41, Б. В) – в противоположность тому, что зарегистрировано в 1-х классах.

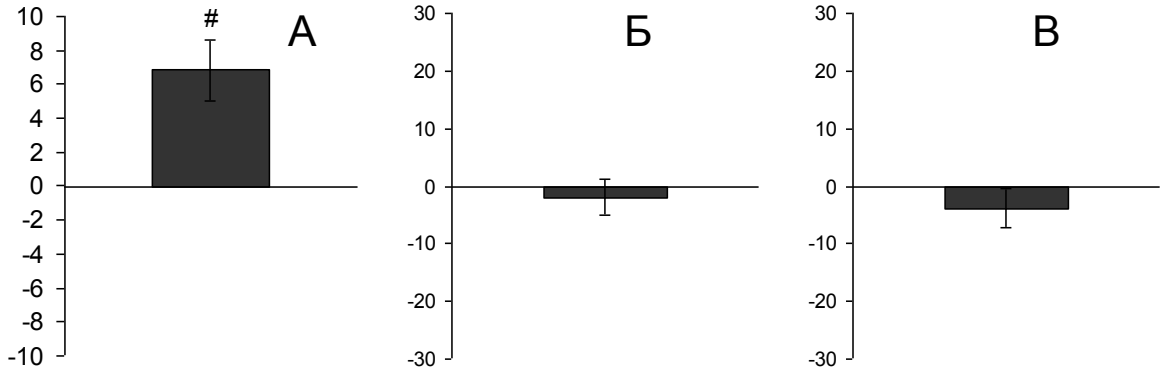


Рис. 41. Изменение (в %) показателей ЧСС (А), пАДС (Б) и пАДД (В) у 10-классников в январе по сравнению с октябрем. Статистическая значимость изменения – как на Рис. 34.

Изменения спектральных показателей вариабельности СР у 10-классников были аналогичны таковым у первоклассников: возрастание относительной мощности диапазона очень низких частот VLF при неизменных величинах относительной спектральной мощности других диапазонов (Рис. 42).

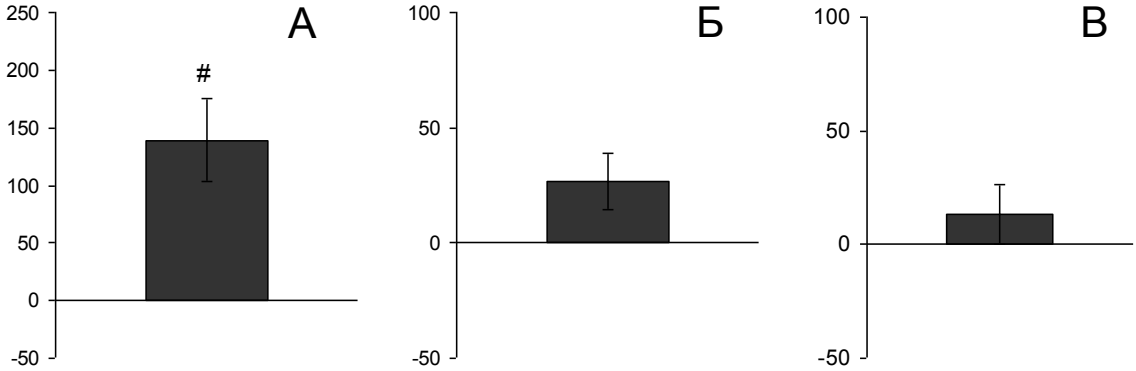


Рис. 42. Изменение (в %) относительной мощности диапазонов спектра вариабельности СР 10-классников: А – диапазона VLF, Б – диапазона LF, В – диапазона HF. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

Однако суммарная мощность спектра, в отличие от первоклассников, не изменялась (Рис. 43, А), хотя расчетные индексы ВБ и ИЦ возрастали (Рис. 43, Б, В). Можно предположить, что у старшеклассников, как и у учащихся начальной школы, возрастает степень централизации в управлении сердечнососудистой системой, хотя общий уровень вегетативной активности существенно не изменяется.

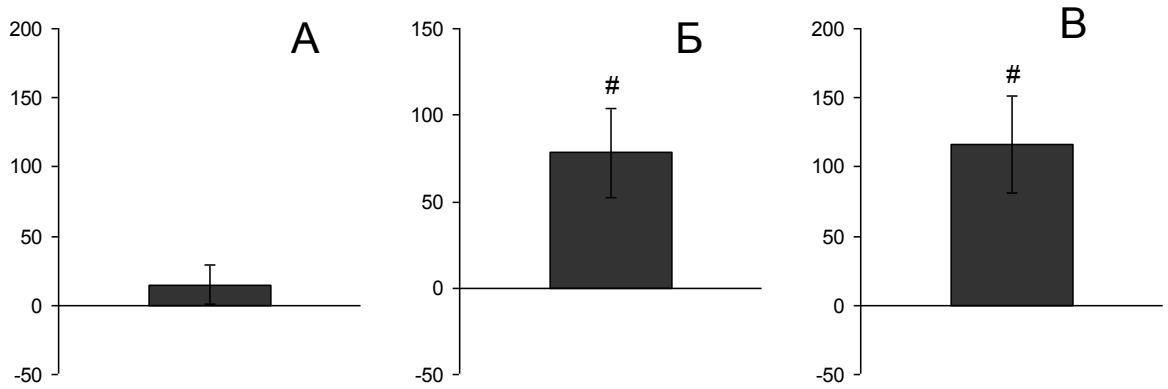


Рис. 43. Изменение (в %) суммарной мощности спектра вариабельности СР (А) и расчетных показателей ВБ (Б) и ИЦ (В) за первое учебное полугодие в % по сравнению с осенним тестированием у 10-классников. Статистическая значимость изменений – как на Рис. 34.

Кроме того, для 10-классников было характерным перераспределение относительной мощности отдельных диапазонов спектров вариабельности пАДС и пАДД в сторону возрастания относительной мощности диапазонов VLF в спектрах пАДС и пАДД соответственно, что, возможно, связано с усилением влияния психо-эмоциональных факторов при неизменном уровне общей мощности спектров вариабельности пАДД и пАДД. Мы предполагаем, что выявленные изменения показателей сердечнососудистой системы у учащихся 10 классов связаны с влиянием информационно-психологических стрессогенных факторов, характерных для начала профильного образования. При этом, как и в случае с первоклассниками, состояние сердечной мышцы, уровень периферического артериального

давления и состояние систем их вегетативной регуляции не выходят за пределы половозрастной нормы.

При тестировании психофизиологических показателей 10-классников было выявлено, что за анализируемый период ни один из показателей психомоторной координированности и сенсомоторной реактивности значимо не изменился, что свидетельствует о стабильном уровне психомоторной сферы испытуемых.

Таким образом, исследование динамики показателей функционального состояния организма как 1-классников, так и 10-класников за относительно небольшой период учебного времени (октябрь-январь) позволяет считать, что отражением длительной адаптации организма учащихся к влиянию образовательной среды (Ф.З.Меерсон, М.Г.Пшенникова, 1988), в условиях тестирования в функциональной пробе с увеличением «мертвого» дыхательного пространства, является возрастание уровня централизации в управлении сердечнососудистой системой, сопровождающееся снижением АД у первоклассников и возрастанием ЧСС у 10-классников.

4. Влияние различных образовательных технологий на функциональное состояние организма учащихся

Оценка комплексного влияния образовательной среды на здоровье учащихся в условиях саногенетического мониторинга выявила колебания показателей сердечнососудистой системы, которые носят обратимый характер и в большей степени проявились в школе № 1060 – школе личностно-ориентированной вальдорфской педагогики. Для доказательства вклада в динамику изменения в учебном году изучаемых показателей сердечнососудистой системы не только сезонных колебаний природно-климатических факторов, но и факторов риска образовательной среды, нами проведено сравнение показателей учащих школ г. Москвы с разными образовательными технологиями, во время максимальной выраженности сдвигов (в 3-й четверти):

– школа № 1357, с углубленным изучением английского языка, но традиционной системой обучения;

– школа № 735, с традиционной системой обучения;

– школа № 315, с личностно-ориентированными образовательными технологиями, где в старших классах проводится только профильное обучение (математика, физика, гуманитарный профиль, экономика и др.);

– школа № 548 (Центр образования «Царицыно»), с личностно-ориентированными образовательными технологиями; в старших классах наряду с общеобразовательными классами (548о) с аудиторной нагрузкой 35 часов в неделю, существуют лицейские классы профильного обучения (548л), имеющими разные направления (экономика, математика, гуманитарные и художественные классы и др.), которые включают в цели педагогического процесса формирование у учащихся креативного мышления, с аудиторной нагрузкой до 47 часов в неделю (40-42 часа по расписанию + 5-7 часов факультативных и подготовительных занятий);

– школа № 1060 вальдорфской педагогики.

Обследование проведено по 2 схемам:

1) в условиях 3-летнего мониторинга функционального состояния организма одних и тех же детей:
   – учащиеся 1-3-х классов школы № 1357, всего 49 человек;
   – учащиеся 1-3-х классов школы № 735, всего 19 человек;
   – учащиеся 1-3-х классов школы № 548, всего 25 человек;
   – учащиеся 9-11-х классов школы № 1357, всего 49 человек;
   – учащиеся лицейских 9-11-х классов школы № 548, всего 72 человека;
2) в условиях одномоментного обследования функционального состояния организма учащихся разных классов:
   – учащиеся 1-3-х классов школы № 1357, всего 141 человек;
   – учащиеся 1-3-х классов школы № 735, всего 63 человека;
   – учащиеся 1-3-х классов школы № 548, всего 70 человек;

- учащиеся 1-3-х классов школы № 1060, всего 57 человек;
- учащиеся 9-11-х классов школы № 1357, всего 131 человек;
- учащиеся 9-11-х классов школы № 315, всего 182 человека;
- учащиеся общеобразовательных 9-10-х классов школы № 548 (548о), всего 87 человек;
- учащиеся лицейских 9-11-х классов школы № 548 (548л), всего 175 человек;
- учащиеся 9-11-х классов школы № 1060, всего 75 человек.

Все обследования проведены в период с февраля по апрель, когда, как показано в главе 3, влияние факторов образовательной среды выражено достаточно хорошо, без учета пола испытуемых. Методами оценки функционального состояния организма учащихся был метод спироартериокардиоритмографии при тестировании в спирометрической маске (функциональная проба с увеличением «мертвого» дыхательного пространства), а также оценка показателей психомоторной координированности и сенсомоторной реактивности.

4.1. Влияние различных образовательных технологий на функциональное состояние организма учащихся начальной школы

Применение для статистической обработки полученных результатов алгоритма дискриминантного анализа позволило показать, что в ситуации, когда учитываются все регистрируемые показатели сердечнососудистой системы, статистически значимых различий между состоянием здоровья учащихся разных школ не обнаруживается. Вместе с тем, различия между учащимися разных школ обнаруживаются при анализе отдельных показателей по алгоритму однофакторного дисперсионного анализа.

Так, при анализе основных показателей работы сердечнососудистой системы, при обеих схемах мониторинга самые высокие значения пАДД у учащихся 3-х классов были обнаружены в школе № 1357 (Рис. 44).

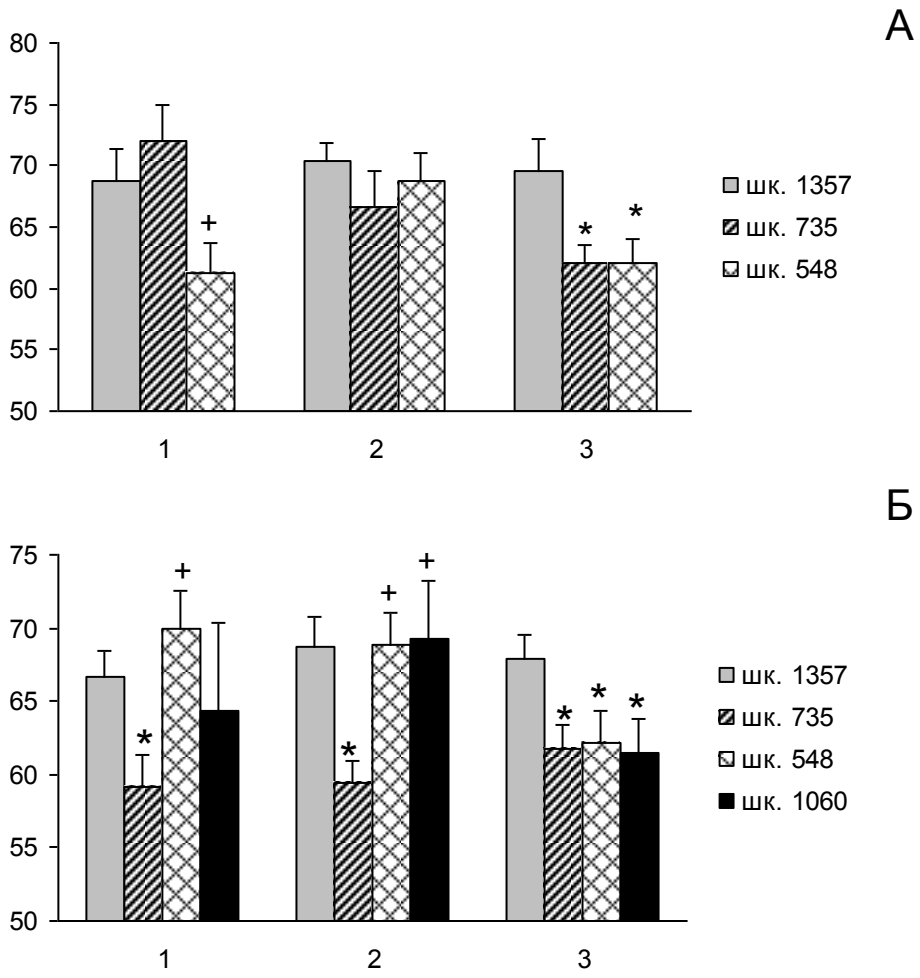


Рис. 44. Величина пАДД (мм рт.ст.) в школах с различными образовательными технологиями в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Номера школ отмечены справа. Статистическая значимость отличий от школы № 1357 ($p < 0.05$ One way ANOVA) обозначена *, от школы № 735 – обозначена +. Цифры на шкале абсцисс обозначают класс.

Вероятной причиной нарушения состояния сосудистого русла может быть чрезмерная централизация в управлении сердечнососудистой системой, что отражается в повышении к 3-му классу относительного вклада в спектр вариабельности СР очень низких частот VLF (Рис. 45) с соответствующим возрастанием величины расчетного индекса ИЦ (Рис. 46). Данные процессы мы связываем с влиянием факторов образовательной среды.

О том, что изменения показателей сердечнососудистой системы обусловлены психолого-педагогическими факторами образовательной среды,

говорят два обстоятельства. Во-первых, результаты донозологического мониторинга функционального состояния организма учащихся свидетельствуют о том, что в 1-е классы разных школ приходят учащиеся с примерно одинаковыми показателями работы сердечнососудистой системы, но уже ко 2-му классу различия между их показателями достигают уровня статистической достоверности.

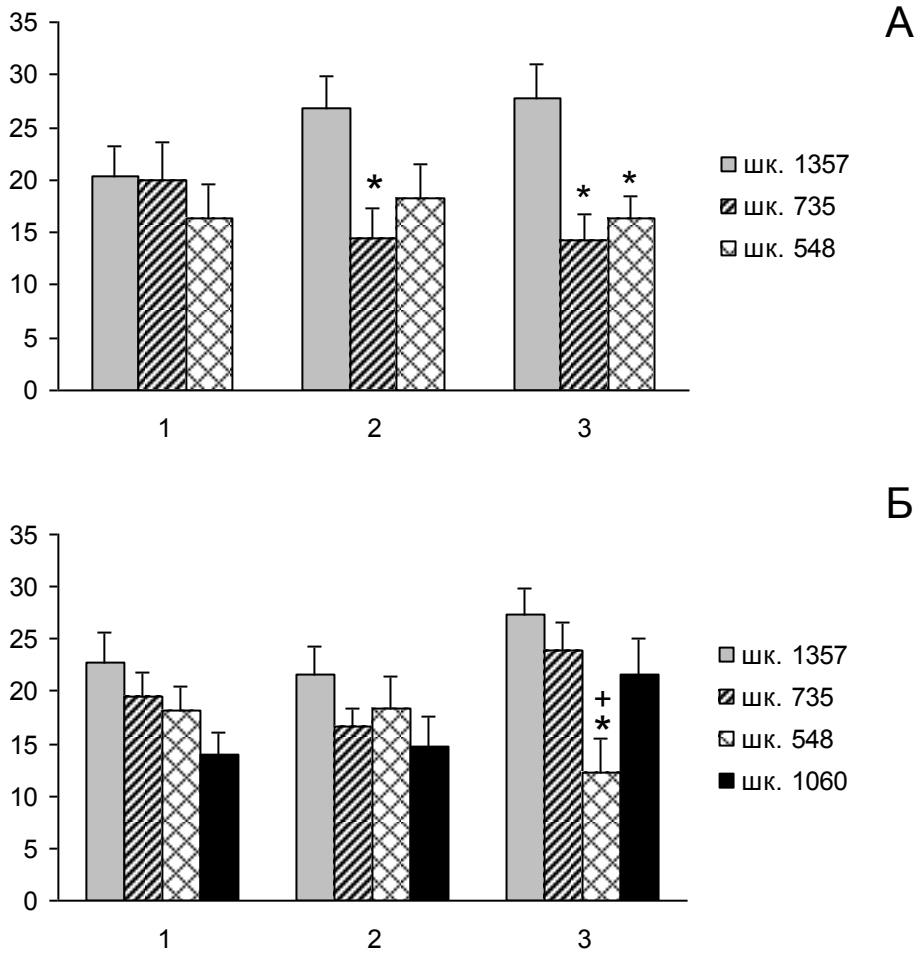


Рис. 45. Относительная мощность (%) диапазона VLF спектра вариабельности СР в школах с различными образовательными технологиями в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 44.

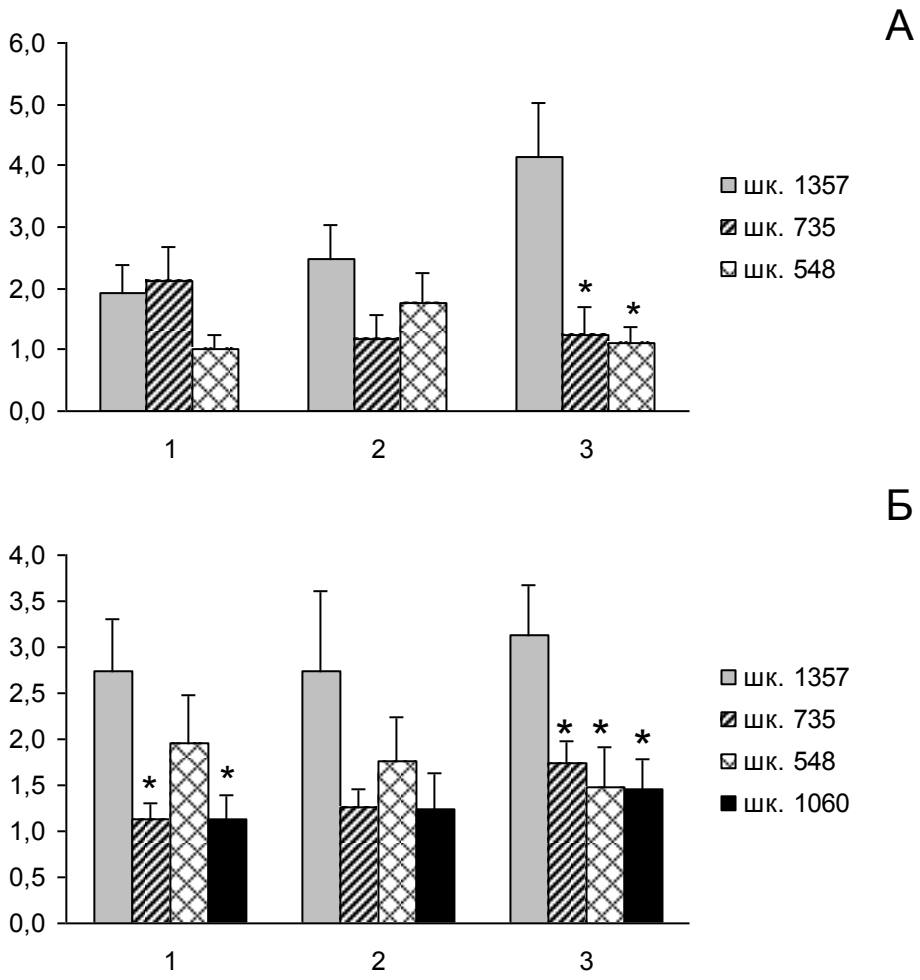


Рис. 46. Величина расчетного индекса ИЦ в школах с различными образовательными технологиями в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 44.

Во-вторых, различия между показателями учащихся школ с разными образовательными технологиями обнаруживаются только по показателю мощности диапазона очень низких частот (VLF), который, согласно сложившейся интерпретации, наряду с гуморально-метаболическими, отражает и психоэмоциональные влияния на СР (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996; В.А.Машин, М.Н.Машина, 2000; Н.Б.Хаспекова, 2003; T.A.Kuusela et al., 2003; Н.Е.Ревина, 2005; С.В.Труфакин и др., 2005;

F.Togo et al., 2006; Е.С.Акарачкова и др., 2007; H.M.Stauss, 2007; С.Ю.Артамонова, 2008; С.Т.Зубкова, 2008 и др.).

Оценка по алгоритму дискриминантного анализа показателей психомоторной координированности и сенсомоторной реактивности выявила статистически значимые различия между учащимися обследованных школ: при 3-летнем мониторинге в 1-м классе $F_{(30,112)} = 2.983$, $p = 0.000$, во 2-м классе $F_{(30,142)} = 4.037$, $p = 0.000$, в 3-м классе $F_{(30,150)} = 6.181$, $p = 0.000$; при одномоментном обследовании учащихся разных классов в 1-м классе $F_{(45,318)} = 1.180$, $p = 0.020$, во 2-м классе $F_{(45,223)} = 2.889$, $p = 0.000$, в 3-м классе $F_{(45,253)} = 4.891$, $p = 0.000$. При этом значимыми показателями при обеих формах мониторинга в 1-м классе были латентный период на световой стимул и плавность движения, во 2-м и 3-м классах – длительность цикла движения, сенсомоторная реактивность, точность движения и моторная асимметрия.

Оказалось, что в 1-й класс разных школ приходят дети, различающиеся по базовым психофизиологическим показателям – собственно психомоторной координации, что отражается в величине длительности цикла движения (Рис. 47): обнаружено, что в школы № 735 и № 548 приходят более подготовленные дети. Причем у первоклассников школы № 735 одновременно выявлены высокие показатели скорости переключения двигательного стереотипа (Рис. 48), сенсомоторной реактивности (Рис. 49), низкая плавность движений, и относительное преобладание управляемости правой рукой (Рис. 51).

Однако индивидуальный анализ показателей с учетом знака отклонения от средних значений половозрастной нормы показал, что у детей в школе № 735 психомоторные качества развиты неравномерно – у одних детей больше развиты скоростные качества, но в ущерб точностным, у других – точностные, но в ущерб скоростным.

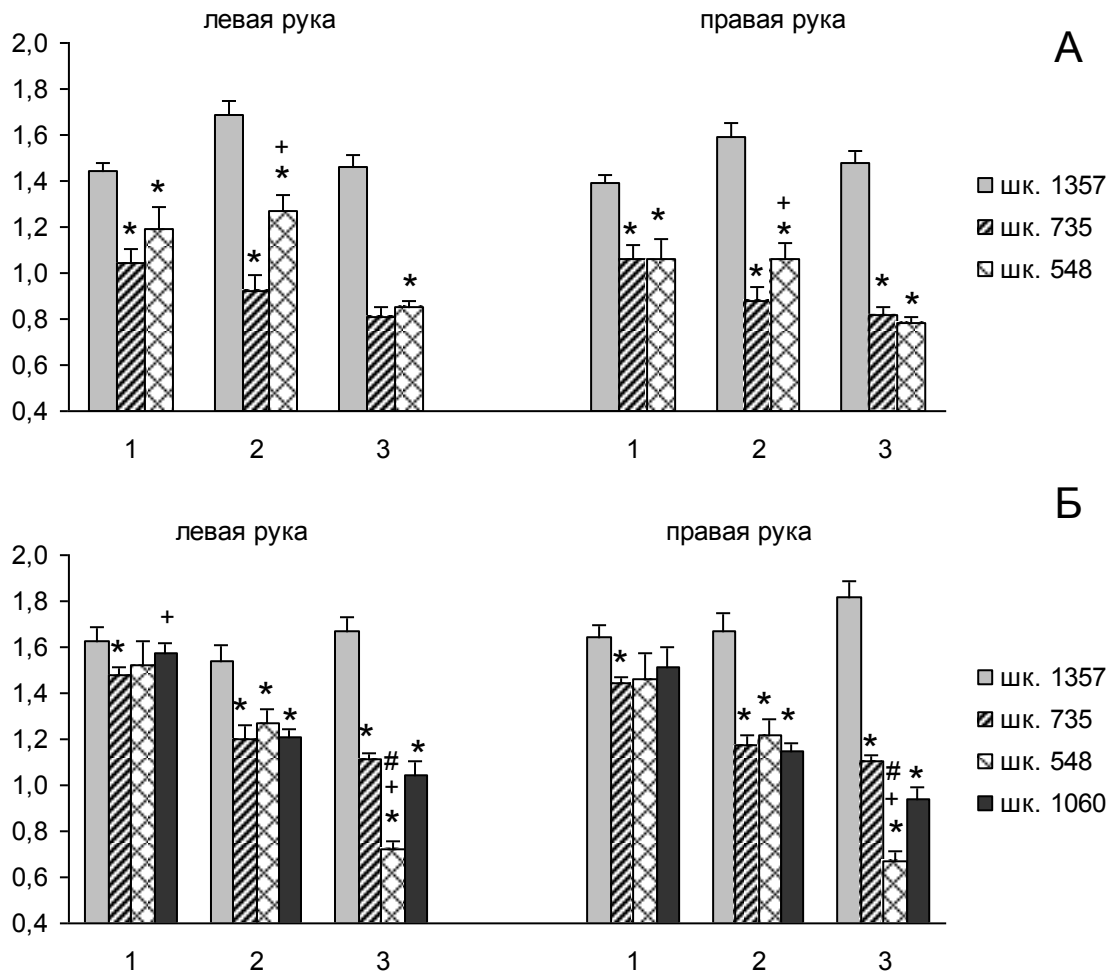


Рис. 47. Длительность цикла движения (с) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Статистическая значимость изменения показателей по сравнению с предыдущим обследованием ($p < 0.05$ Repeated measures ANOVA, для случая с 3-летним мониторингом) или более младшим классом ($p < 0.05$ One way ANOVA, для одномоментного обследования учащихся разных классов) обозначена #. Остальные обозначения – как на Рис. 44.

Динамическое наблюдение за показателями психомоторной координированности позволило показать, что на протяжении 3 лет обучения в школах № 735, № 548 и № 1060 показатели длительности цикла движения (Рис. 47), времени изменения двигательного стереотипа (Рис. 48) и сенсомоторной реактивности (Рис. 49) постепенно снижаются, отражая развитие

психомоторной координированности учащихся данных школ. Однако показатели точности движений у них значимо не изменяются (Рис. 50).

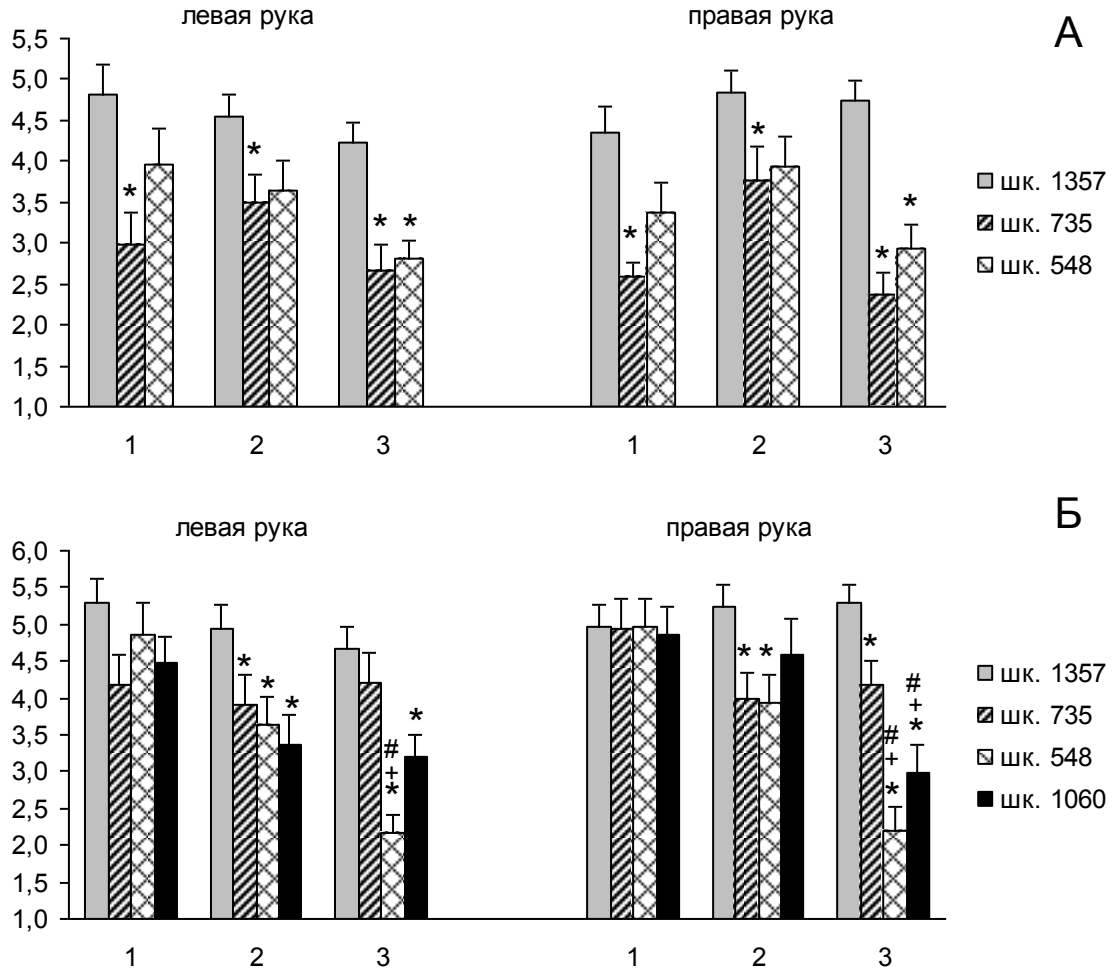


Рис. 48. Время изменения двигательного стереотипа (с) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Обозначения статистической достоверности – как на Рис. 47.

У учащихся школы № 1357 обнаружены противоположные изменения: снижение ошибки сенсорной коррекции мышц (повышение точностных показателей работы) при неизменном уровне скоростных показателей (длительности цикла движения, времени изменения двигательного стереотипа и показателей сенсомоторной реактивности). При этом показатель моторной асимметрии, характеризующий первоклассников школы № 1357

как амбидекстров (по усредненным значениям), в 3-м классе отражает развитие управляемости правой руки (Рис. 51).

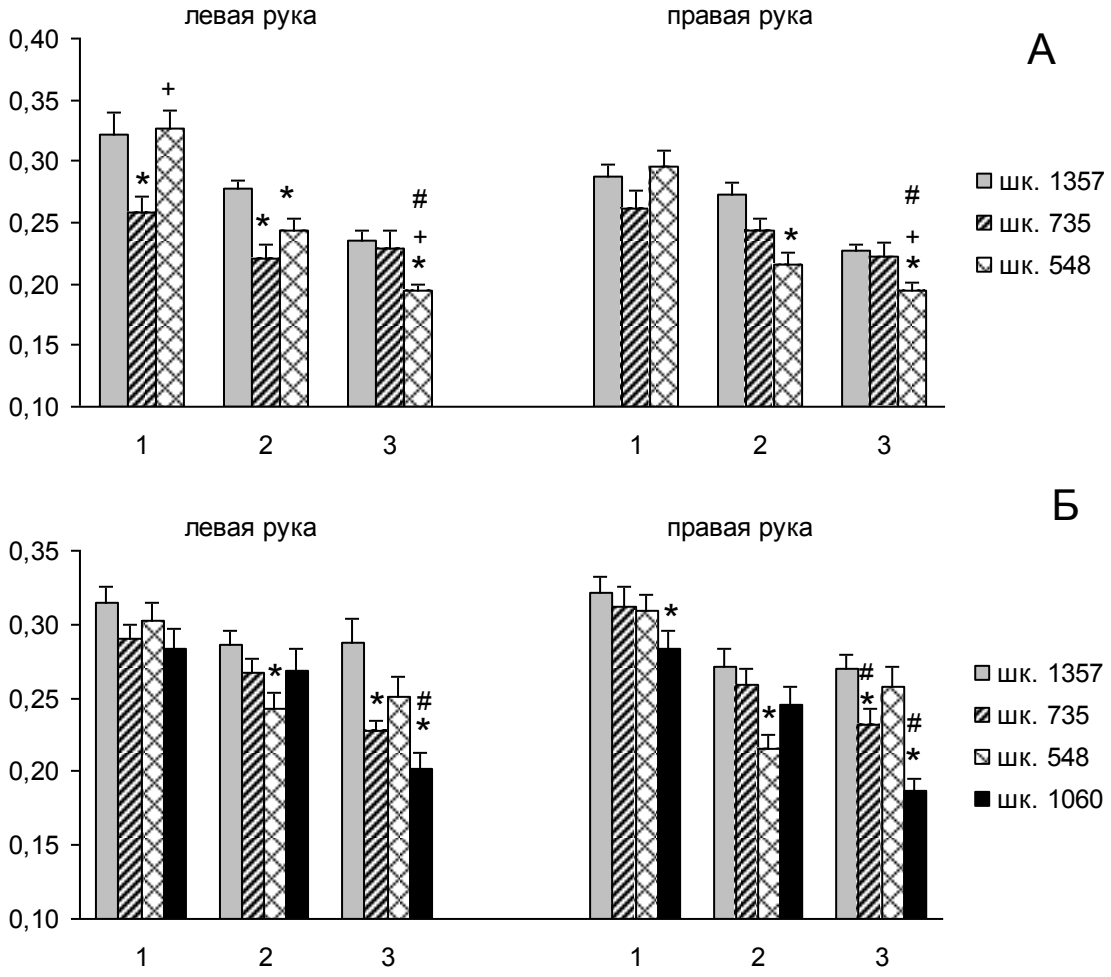


Рис. 49. Латентный период простой сенсомоторной реакции на звуковой стимул (с) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 47.

Причиной такой особенности школы № 1357 является то, что при обучении школьников по традиционной программе основное внимание уделяется развитию точности движений (навыки письма). Отработка почерка – хороший и проверенный временем педагогический прием. В наших исследованиях показано, что точность движений – показатель, в наибольшей степени коррелирующий с успеваемостью ($r = 0.463$; $p < 0.05$). Из дру-

гих использованных нами показателей корреляция с успеваемостью отмечена только у сенсомоторной реактивности ($r = 0.252$; $p < 0.05$). Однако в данной школе точность движений отрабатывается в ущерб скоростным качествам.

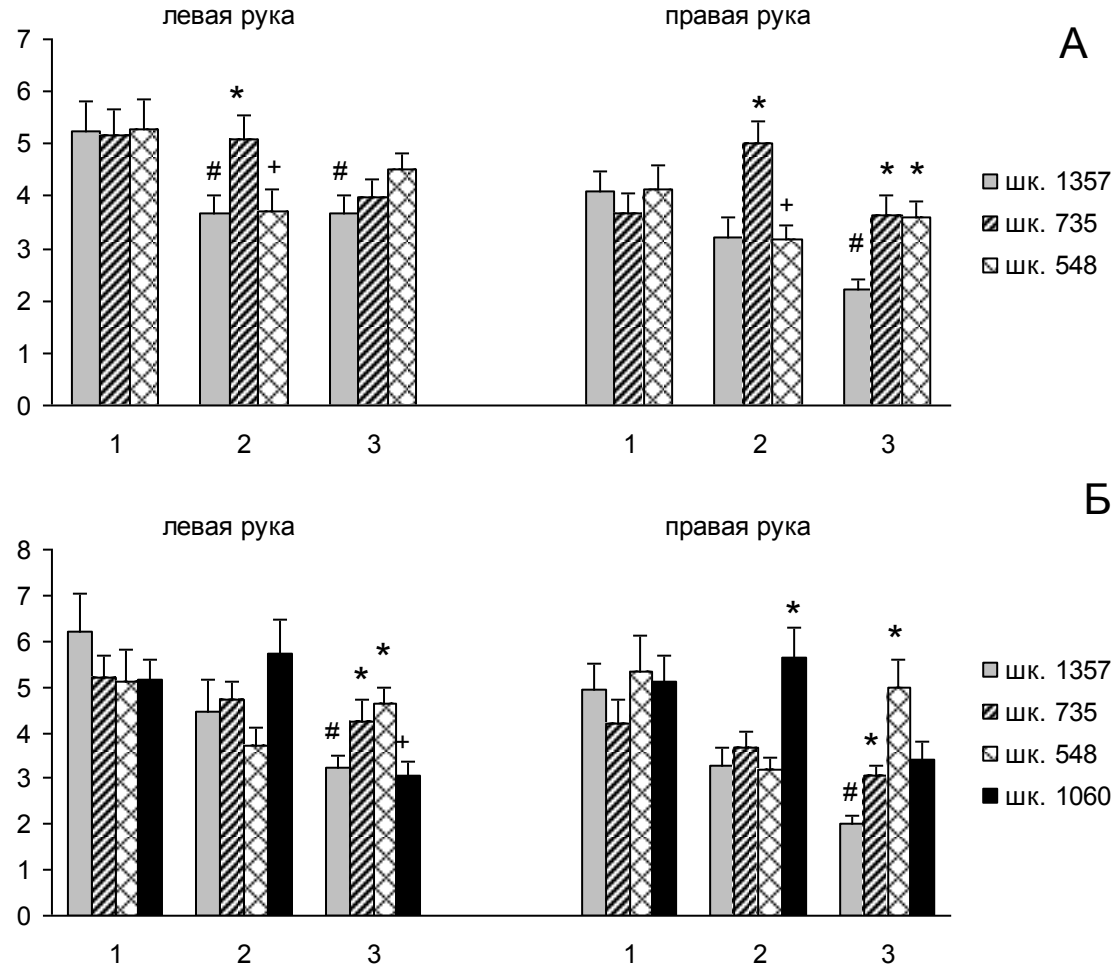


Рис. 50. Сенсорная ошибка коррекции флексоров (%) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 47.

Особо следует обратить внимание на изменение показателя моторной асимметрии за время обучения в начальной школе. Как показано выше, в главе 3, для школы № 1357 с традиционной системой обучения характерно смещение усредненных показателей моторной асимметрии из об-

ласти обоерукости в сторону правшества на первое полугодие первого учебного года. Данная закономерность прослежена и дальше, за 3 года обучения в данной школе (Рис. 51, А). В школе № 548, где используются личностно-ориентированные образовательные технологии, управляемость обеими руками остается примерно одинаковой на протяжении всех 3 лет обучения. В школе № 1060 вальдорфской педагогики, куда также приходят в основном обоерукие дети, отмечено развитие управляемости левой рукой (Рис. 51, Б), что, скорее всего, связано с творческим уклоном используемых образовательных технологий.

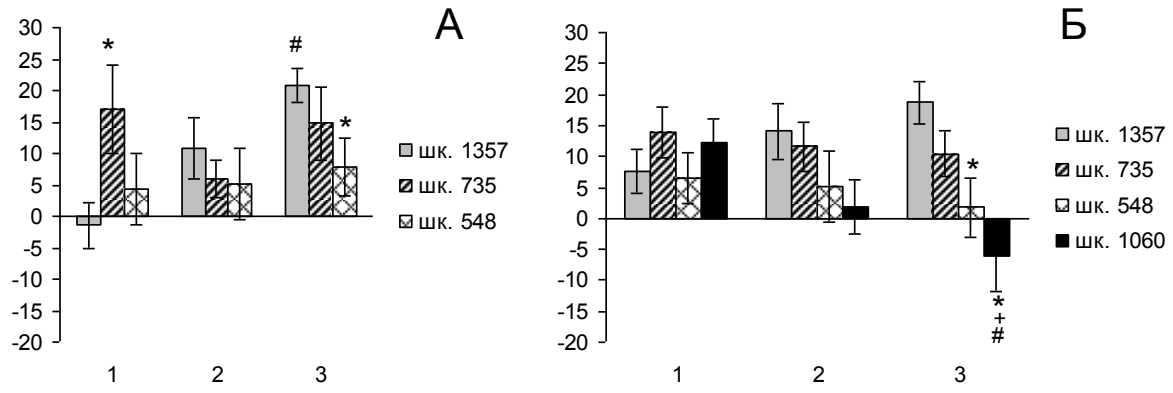


Рис. 51. Показатели моторной асимметрии (%)при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 1-3-х классов (Б). Положительные значения отражают преобладание тонуса мышц справа, отрицательные – слева. Обозначения – как на Рис. 47.

В целом, влияние таких психолого-педагогических факторов образовательной среды, как выбор конкретных образовательных технологий, не оказывает существенно влияния на состояние сердечнососудистой системы и ее вегетативной регуляции, за исключением возрастания относительного вклада в управление СР психоэмоциональной составляющей центрального контура. Однако психофизиологические показатели развития учащихся, характеризующие скоростные и точностные качества психомо-

торной координированности, в значительной мере определяются факторами образовательной среды.

4.2. Влияние различных образовательных технологий на функциональное состояние организма учащихся старших классов

Использование дискриминантного анализа показателей сердечнососудистой системы старшеклассников разных школ, также как и в случае с учащимися начальной школы, не выявило статистически значимых различий между учащимися школ с разными образовательными технологиями.

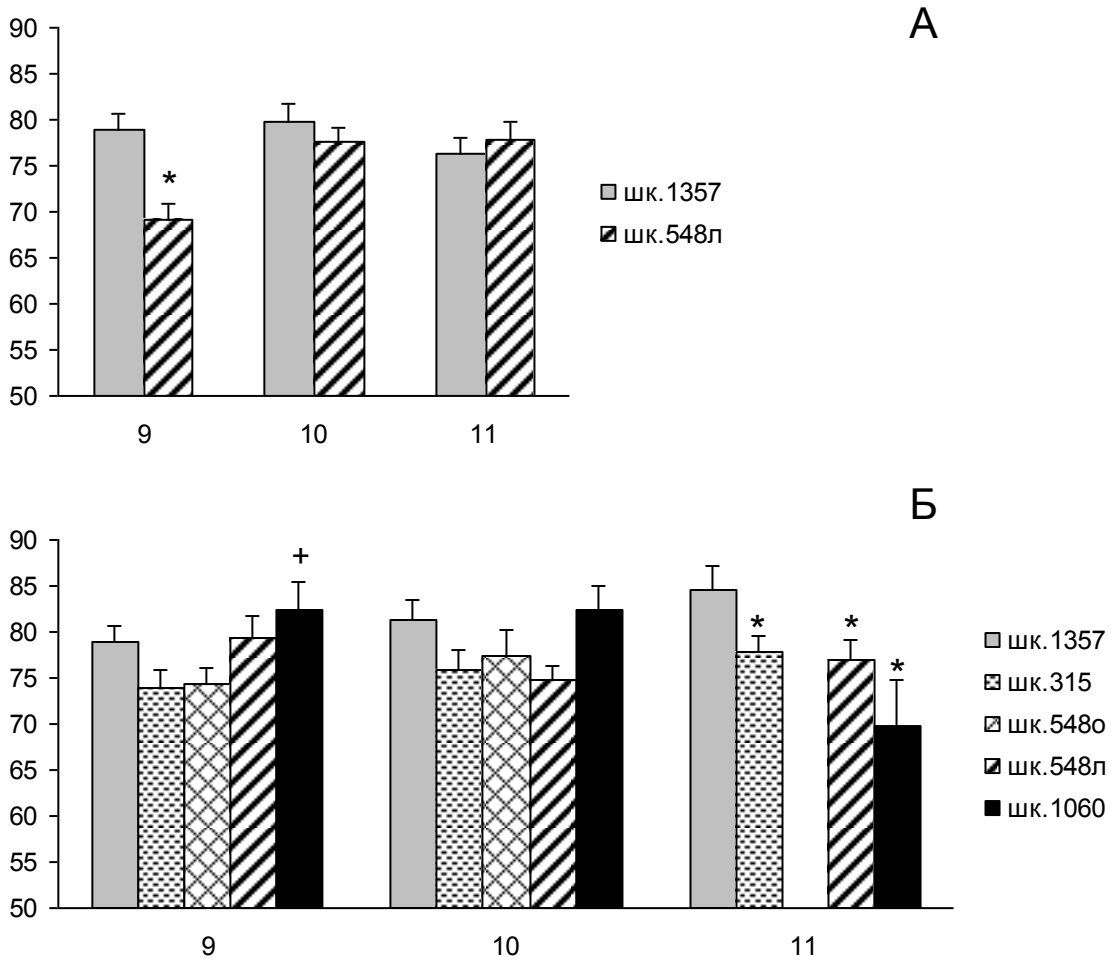


Рис. 52. Величина пАДД (мм рт.ст.) в школах с различными образовательными технологиями в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Номера школ отмечены справа (общеобразовательные классы школы № 548 обозначены 548о, лицейские – 548л). Статистическая значимость отличий от школы № 1357 ($p < 0.05$ One way ANOVA) обозначена *, от школы № 315 – обозначена +. Цифры на шкале абсцисс обозначают класс.

При анализе отдельных показателей различия между школами также были обнаружены по величине пАДД, относительной мощности диапазона VLF спектра вариабельности СР и величине ИЦ. Уровень пАДД был выше у старшеклассников школы № 1357 в 9-м классе в результатах 3-летнего мониторинга (Рис. 52, А) и в 11-м классе при одномоментной оценке состояния здоровья учащихся разных классов (Рис. 52, Б).

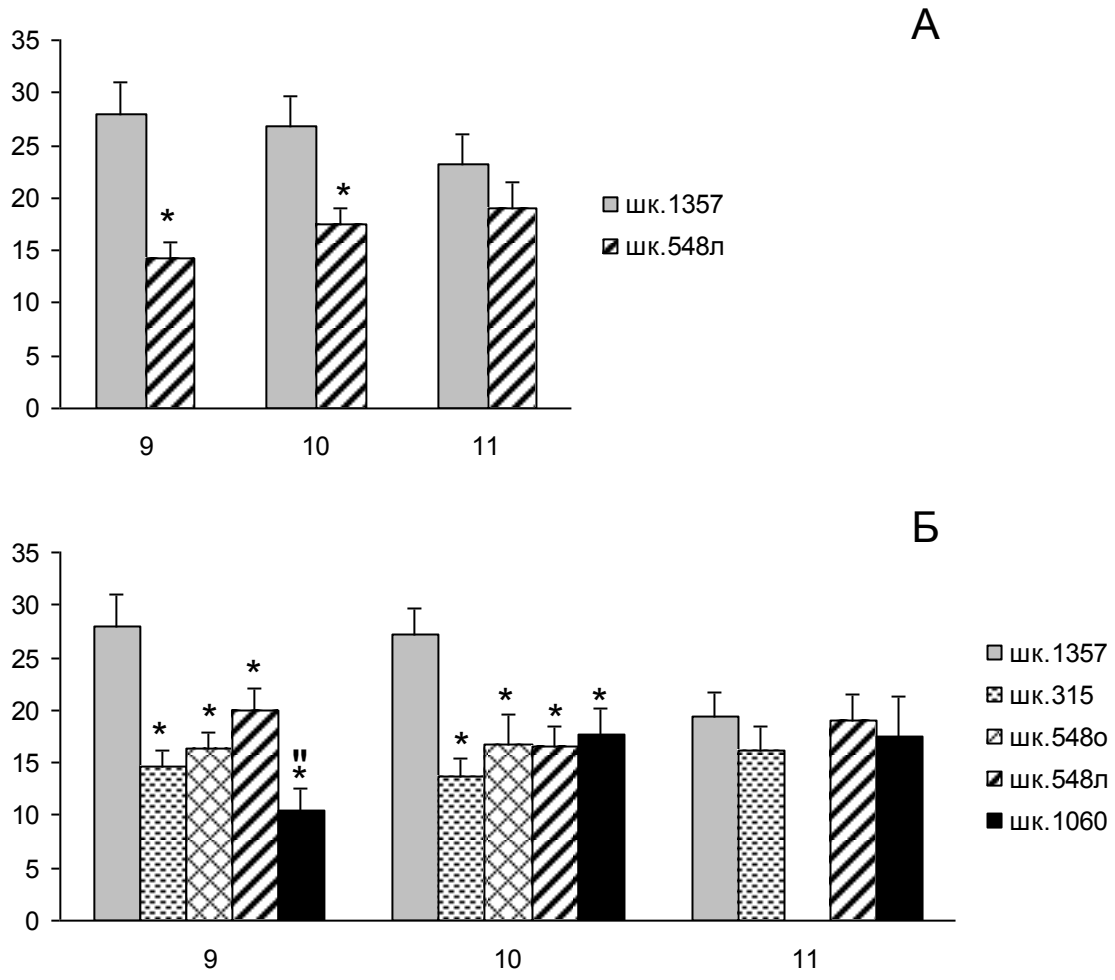


Рис. 53. Относительная мощность (%) диапазона VLF спектра вариабельности СР в школах с различными образовательными технологиями в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Статистическая значимость отличий от школы № 548л обозначена “ ($p < 0.05$ One way ANOVA), остальные обозначения – как на Рис. 52.

Величина относительной мощности диапазона очень низких частот VLF спектра вариабельности СР была наибольшей у учащихся школы № 1357 в 9-м и 10-м классах при обеих схемах саногенетического мониторинга (Рис. 53), и сравнивалась с показателями других школ в 11-м классе. Величина расчетного индекса ИЦ у подростков из школы № 1357 была выше только по сравнению с результатами учащихся школы № 315 (Рис. 54).

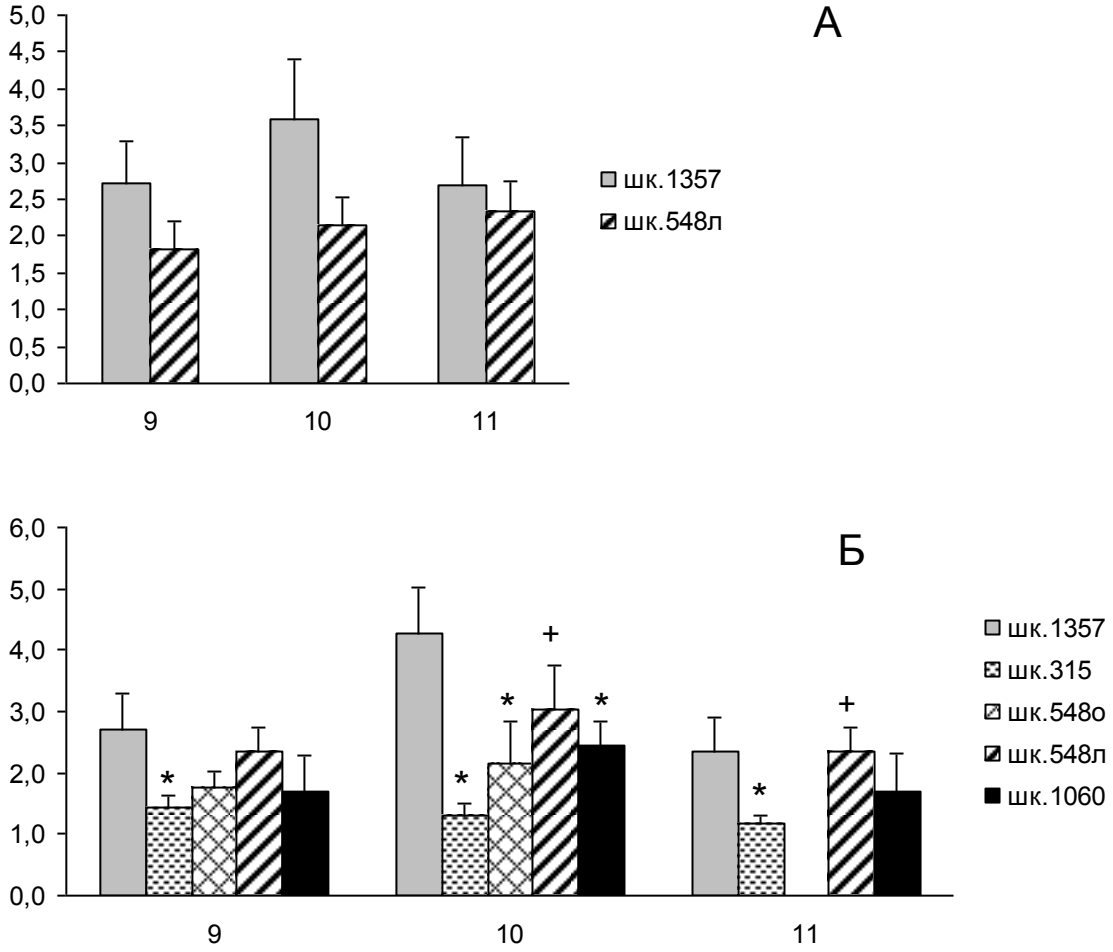


Рис. 54. Величина расчетного индекса ИЦ в школах с различными образовательными технологиями в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 53.

Полученные данные позволяют сделать заключение, что влияние образовательной среды на состояние сердечнососудистой системы учащихся, статистически незначимое при комплексной оценке всех протестирован-

ных показателей, окончательно нивелируется к 11-му классу. В этом возрасте состояние здоровья учащихся начинает определяться комплексным влиянием средовых факторов, а образовательная среда становится лишь дополнительным психосоциальным фактором.

Оценка по алгоритму дискриминантного анализа показателей психомоторной координированности и сенсомоторной реактивности старшеклассников, как и у учащихся начальной школы, выявила статистически значимые различия между учащимися обследованных школ: при 3-летнем мониторинге в 9-м классе $F_{(15,90)} = 12.591$, $p = 0.000$, в 10-м классе $F_{(15,98)} = 10.077$, $p = 0.000$, в 11-м классе $F_{(15,83)} = 8.212$, $p = 0.000$; при одномоментном обследовании учащихся разных классов в 9-м классе $F_{(60,962)} = 2.874$, $p = 0.000$, во 10-м классе $F_{(60,782)} = 3.292$, $p = 0.000$, в 11-м классе $F_{(45,443)} = 2.546$, $p = 0.000$.

При этом значимыми показателями при обеих формах мониторинга были скоростные показатели психомоторной координированности: в 9-м классе – длительность цикла движения, в 10-м классе – время изменения двигательного стереотипа и сенсомоторная реактивность, в 11-м классе – длительность цикла движения и сенсомоторная реактивность.

По результатам 3-летнего мониторинга оказалось, что у учащихся Образовательного центра «Царицыно» на протяжении всех 3 лет были короче цикл движения (Рис. 55, А), время изменения двигательного стереотипа (Рис. 56, А), в 10-11-м классах – латентные периоды простой сенсомоторной реакции (Рис. 57, А). Однако лучшие скоростные показатели у подростков из школы № 548 сопровождались недостаточной точностью движений (Рис. 58, А). Показатели моторной асимметрии у учащихся из школ № 548 и № 1357 не различались (Рис. 59, А).

Результаты одновременной оценки психофизиологических показателей учащихся разных школ показали следующее. Длительность цикла движения (Рис. 55, Б) была примерно одинакова в 9-11-м классах, наименьшие величины зарегистрированы в школе № 548 вне зависимости

от образовательных технологий (в классах 548о и 548л), однако величина плавности движений у этих учащихся имела самые низкие значения.

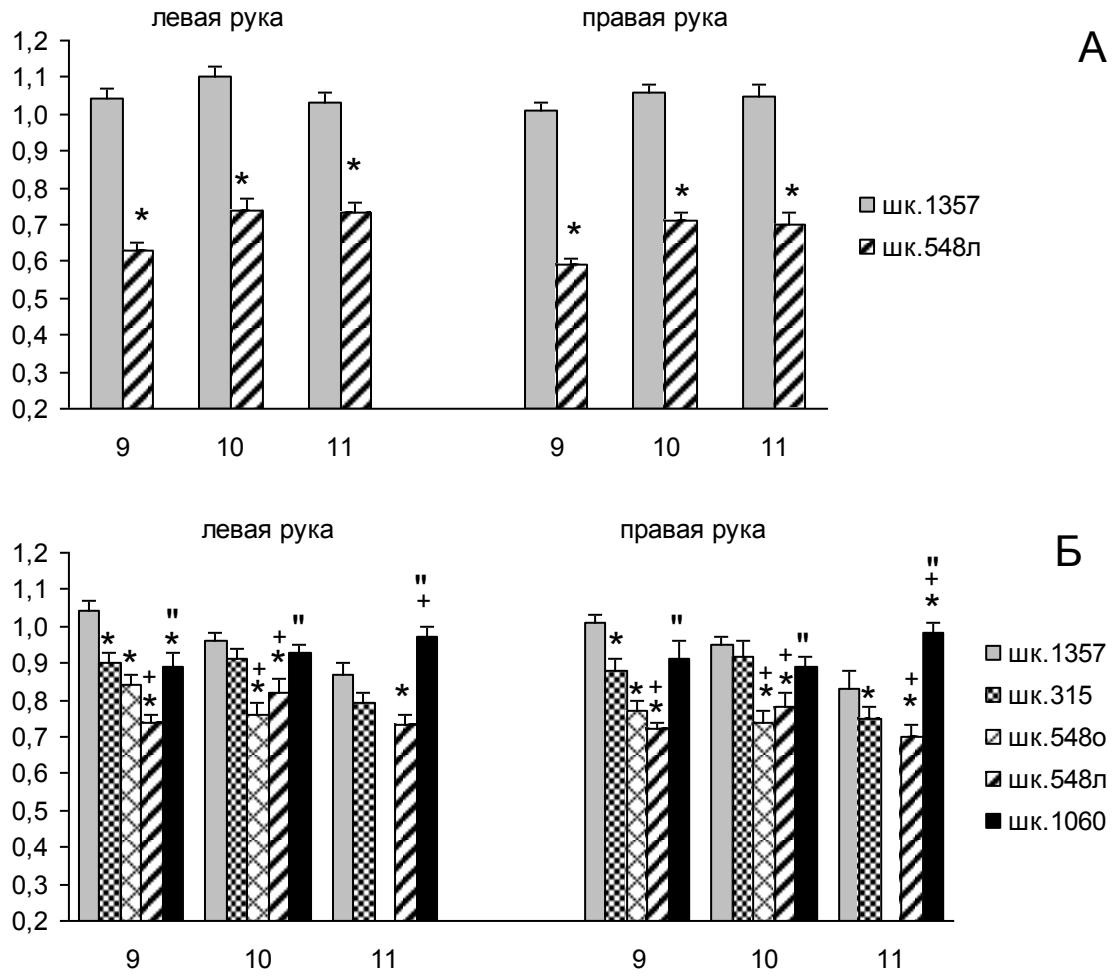


Рис. 55. Длительность цикла движения (с) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Статистическая значимость изменения показателей по сравнению с предыдущим обследованием ($p < 0.05$ Repeated measures ANOVA, для случая с 3-летним мониторингом) или более младшим классом ($p < 0.05$ One way ANOVA, для одномоментного обследования учащихся разных классов) обозначена #. Остальные обозначения – как на Рис. 53.

Время изменения двигательного стереотипа также не изменялось с 9-го по 11-й классы, наибольшие величин зарегистрированы в школе № 1060 (Рис. 56, Б). Сокращение с возрастом латентных периодов простой сенсомоторной реакции на звуковой (Рис. 57, Б) и световой стимулы не достига-

ло уровня статистической достоверности. Наименьшие значения зарегистрированы в школе № 1060 и, в некоторых тестированиях, в школе № 548 (вне зависимости от образовательных технологий).

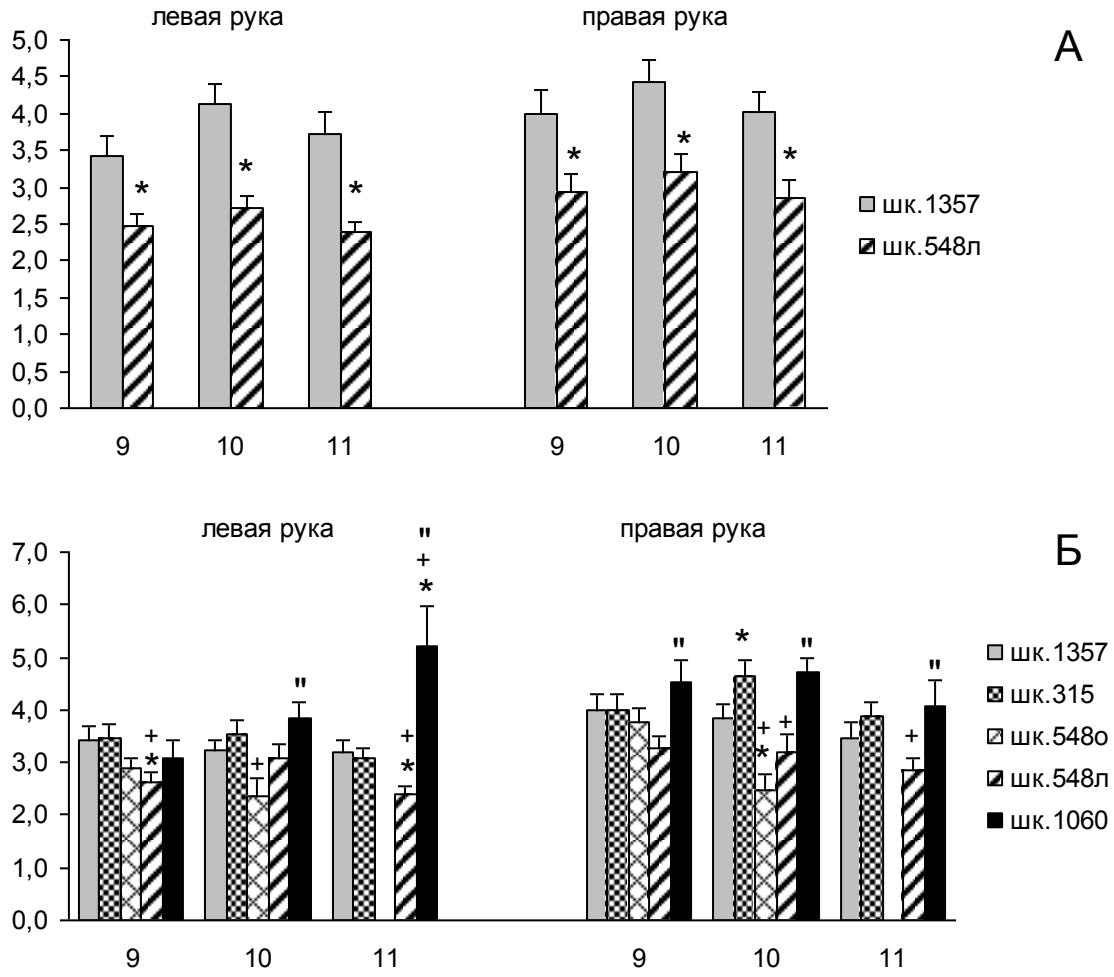


Рис. 56. Время изменения двигательного стереотипа (с) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 55.

Ошибка сенсорной коррекции флексоров (Рис. 58) и экстензоров, величина, обратная точности движений, имела минимальные значения у 9-классников из школы № 1357, как и в варианте 3-летнего мониторинга. В 10-м классе точность управления правой рукой была одинакова во всех

школах, за исключением школы № 1060, а к 11-му классу различия между показателями учащихся разных школ исчезали полностью.

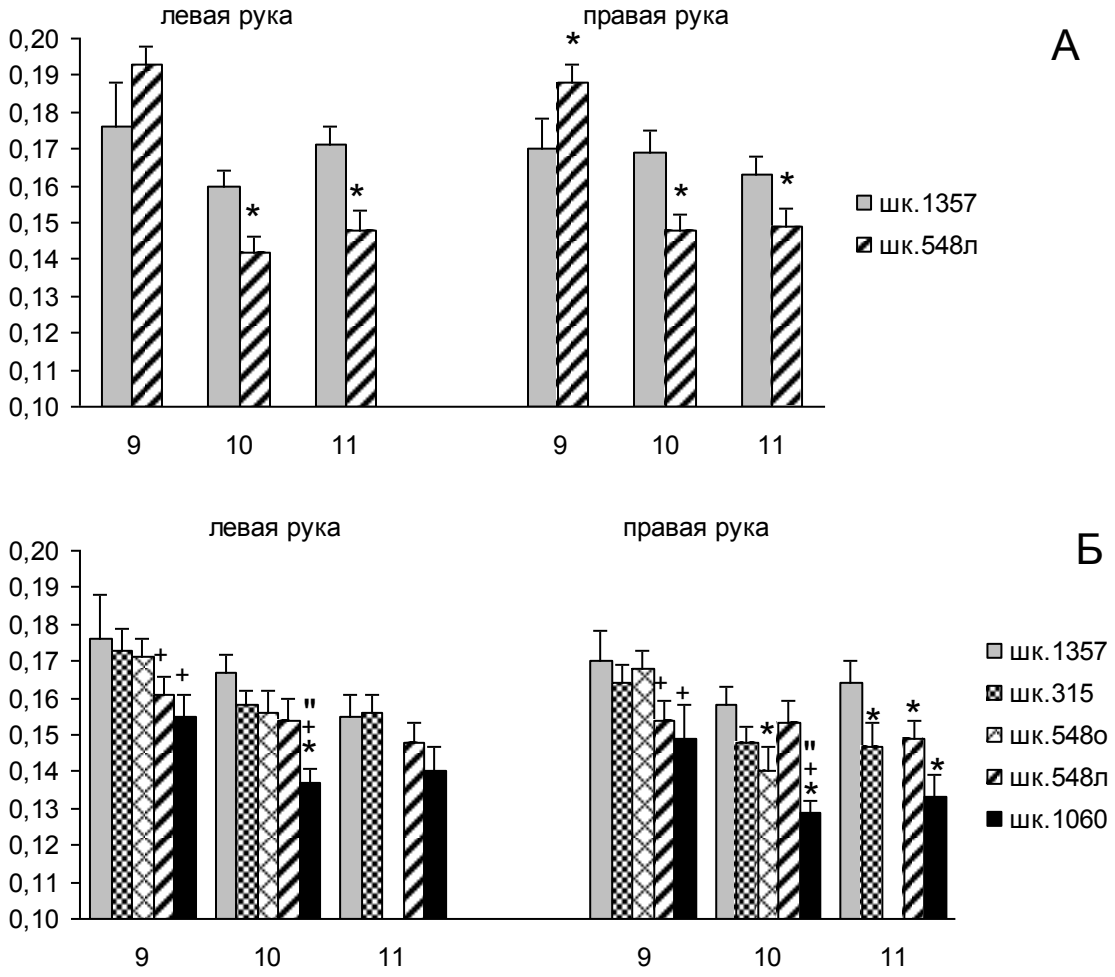


Рис. 57. Время простой сенсомоторной реакции на звуковой стимул (с) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 55.

Показатель моторной асимметрии в 9-11-м классах не изменялся и отражал (по усредненным показателям) незначительное преобладание праворукости (Рис. 59).

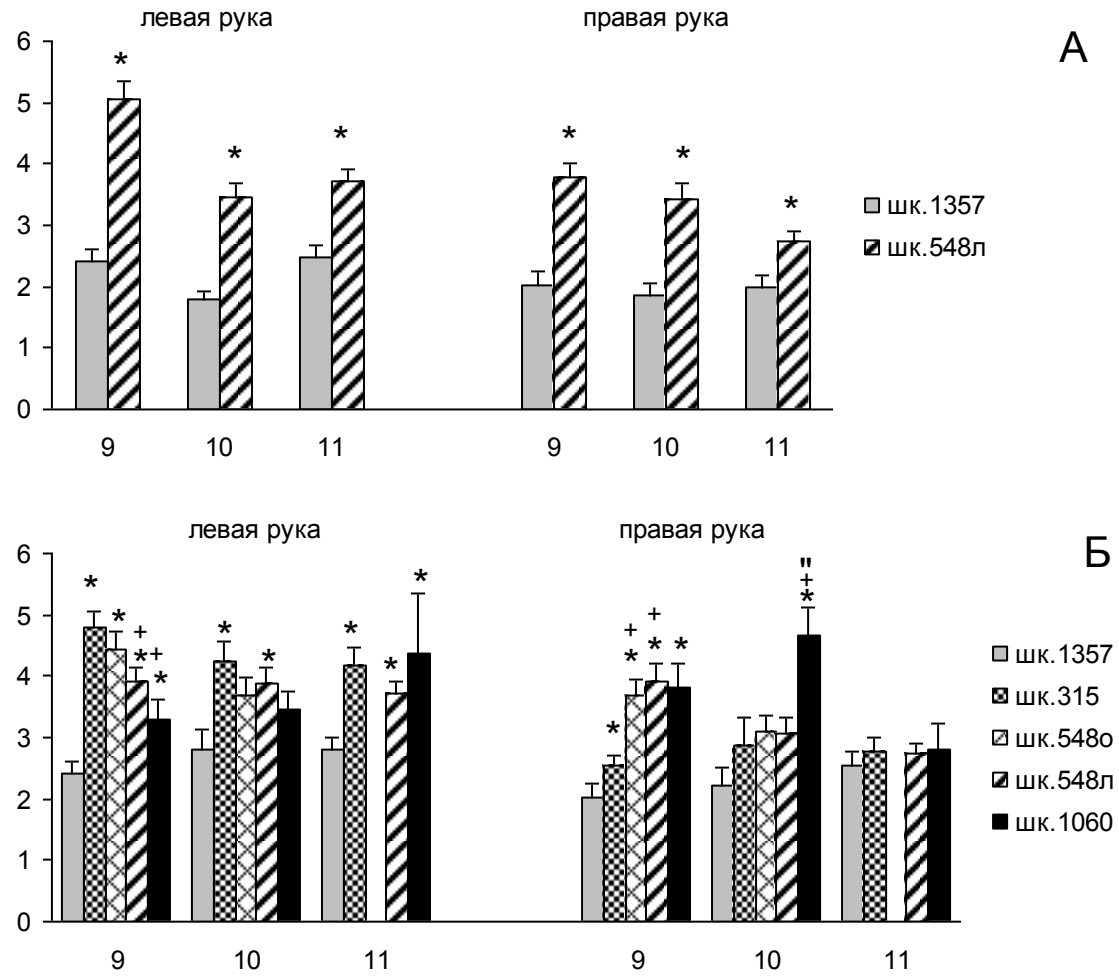


Рис. 58. Сенсорная ошибка коррекции флексоров (%) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Обозначения – как на Рис. 55.

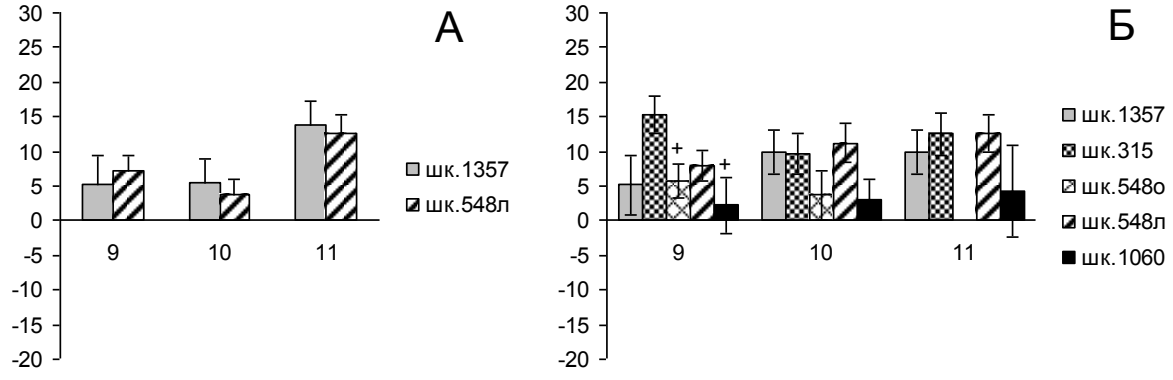


Рис. 59. Показатели моторной асимметрии (%) при работе на приборе КИД, в условиях 3-летнего мониторинга (А) и при одномоментном обследовании учащихся 9-11-х классов (Б). Положительные значения отражают преобладание тонуса мышц справа, отрицательные – слева. Обозначения – как на Рис. 53.

В целом, приведенные результаты оценки психомоторной координированности свидетельствуют о том, что личностно-ориентированные образовательные технологии способствует более раннему функциональному созреванию психомоторной регуляции, за счет ускоренного развития скоростных свойств (длительность цикла движения как интегральный показатель психомоторной координации, сенсомоторная реактивность), контролируемых высшими отделами головного мозга (Е.П.Ильин, 2003). Показатели точности движений, регулируемые, в основном, на уровне рефлекторных механизмов спинного мозга, и сниженные в школах с личностно-ориентированным обучением, выравниваются к 11-му классу.

Полученные в данной главе результаты позволяют предположить, что адаптивные изменения в организме учащихся, развивающиеся в ответ на комплексное воздействие образовательной среды, опосредуются перестройками в работе головного мозга – в центральных звеньях нейровегетативной регуляции СР (о чем свидетельствуют изменения относительного вклада в спектр вариабельности СР диапазона VLF) и в высших отделах психомоторной сферы. При этом использование в педагогической практике личностно-ориентированных образовательных технологий снижает выраженность функциональных сдвигов в работе сердечнососудистой системы и ускоряет развитие психомоторных качеств.

5. *Влияние места проживания на функциональное состояние и адаптивные возможности организма учащихся*

Влияние места жительства как одного из средовых факторов, оказывающего существенные влияния на состояние здоровья, оценивали по результатам полисистемного обследования учащихся 9-10-х классов, проживающих в разных регионах страны (Москва, Московская и Новгородская области, Республика Адыгея). В большинстве регионов в обследовании принимали участие школьники, обучающиеся как по программе профильной подготовки, так и в общеобразовательных классах. Поэтому проведено

дополнительное разделение испытуемых на соответствующие группы, что позволило оценить сочетанное воздействие негативных факторов окружающей среды и факторов риска образовательной среды.

Обследование проведено в следующих школах:

– школа пос. Джеракай Республики Адыгея (общеобразовательные классы, n = 33);

– школа № 6 г. Майкоп (общеобразовательные классы, n = 46);

– школа № 9 г. Майкоп (профильная подготовка, n = 40);

– школа с. Нагово Новгородской области (общеобразовательные классы, n = 31);

– общеобразовательные классы школ г. Пушкино Московской области (n = 44);

– классы профильной подготовки школ г. Пушкино Московской области (n = 104);

– школа № 315 г. Москвы (профильная подготовка, n = 123);

– школа № 1357 г. Москвы (общеобразовательные классы, n = 95).

Во всех школах обследование подростков проводили в феврале-марте, при анализе результатов учитывали гендерные особенности.

5.1. Состояние сердечнососудистой системы подростков из разных регионов России в состоянии покоя

В данной части исследования оценивали показатели сердечнососудистой системы, регистрируемые методом спироартериокардиоритмографии – при тестировании в надетой спирометрической маске, т.е. в условиях нагрузочной функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства.

Оценка общего уровня физического развития подростков из разных регионов России одного возраста не выявила между ними различий по показателям антропометрии (рост, масса тела), сердечной производительности (УО и минутный объем кровообращения) и максимальным показателям дыхательной системы (жизненная емкость легких, индекс Тиффно).

Также обнаружено, что по ЧСС, как одному из самых простых способов оценки вегетативных влияний на сердечную деятельность, учащиеся разных школ из разных регионов страны не различаются, за исключением более высоких значений ЧСС у старшеклассников в школе № 1357 г. Москвы (Рис. 60), причем, в большей степени – у юношей.

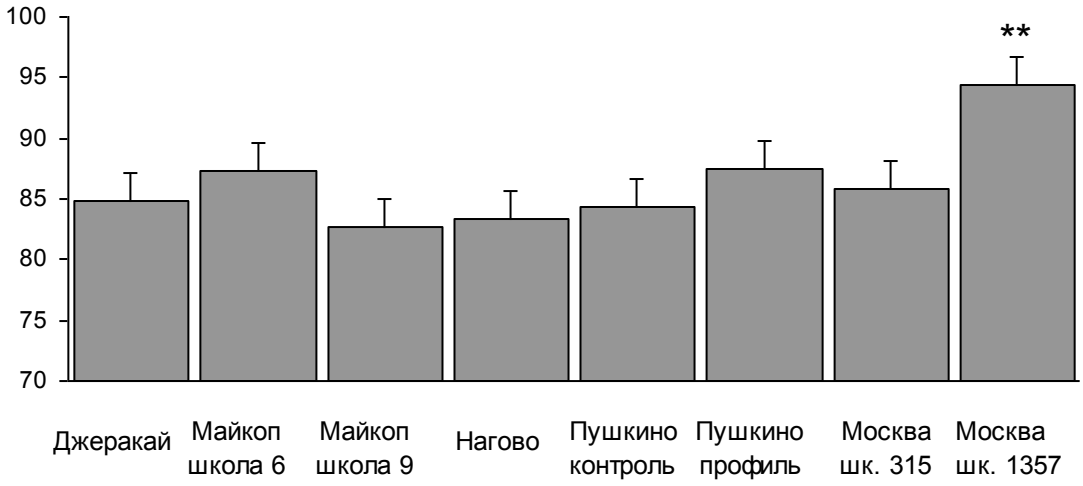


Рис. 60. ЧСС (уд/мин) у подростков, проживающих в разных регионах России. Статистическая значимость отличий от показателей учащихся пос. Джеракай: ** – $p < 0.05$ (One way ANOVA).

Это может свидетельствовать о большей степени функционального напряжения систем вегетативной регуляции СР в условиях жизни в мегаполисе. Об этом же говорит и тот факт, что в Московских и Подмосковных школах обнаружена тенденция к снижению величины общей мощности спектра вариабельности СР (в норме при наших условиях проведения обследования – 3000-5000 мс^2), достигающая уровня статистической достоверности у учащихся школы № 1357 г. Москвы (Рис. 61). При этом есть тенденция (на грани статистической достоверности) к возрастанию у этих подростков в спектре вариабельности СР относительной мощности диапазона очень низких частот VLF, интерпретируемого как отражение гуморальных и психогенных влияний на сердечный ритм (Рис. 62).

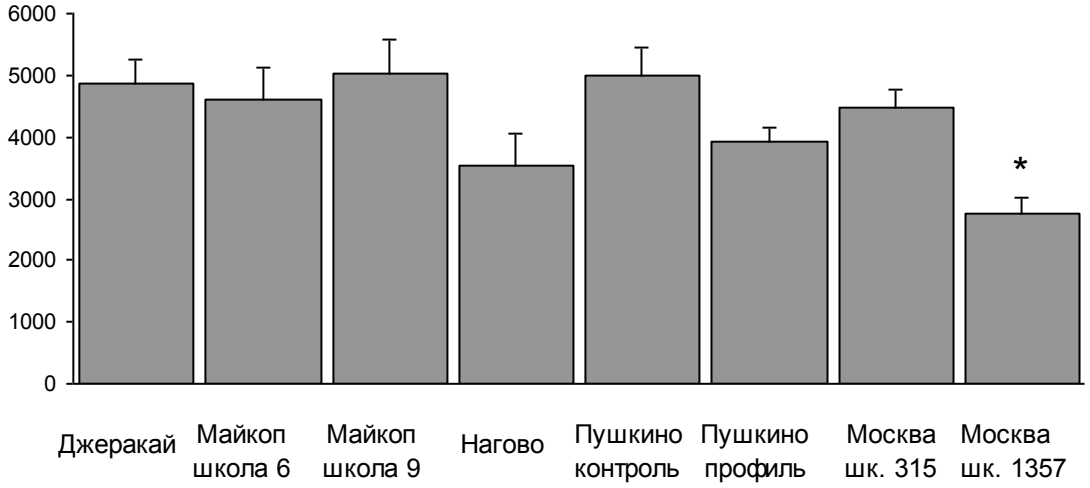


Рис. 61. Суммарная мощность спектра вариабельности СР ($мс^2$) у подростков, проживающих в разных регионах России. Статистическая значимость отличий от показателей учащихся пос. Джеракай: * – $p < 0.07$ (One way ANOVA).

Анализ расчетных индексов, основанных на использовании спектральных показателей СР, позволил показать, что у учащихся школы № 1357 повышена величина ИЦ (Рис. 63), что говорит о возрастании супраспинальных влияний на СР, причем в большей степени – у девушек. При этом показатель ВБ также оказался смещен (однако не достигая уровня статистической достоверности) в сторону симпатикотонии (Рис. 64), также в большей степени у девушек.

Следовательно, можно предположить, что наряду с активацией гуморальных и психоэмоциональных влияний на сердечную деятельность у подростков в данной школе наблюдается также активация центральных симпатических влияний. В других школах, как в самой Москве, так и в отдаленных регионах, данные нарушения не обнаружены ни в общеобразовательных классах, ни в классах профильной подготовки.

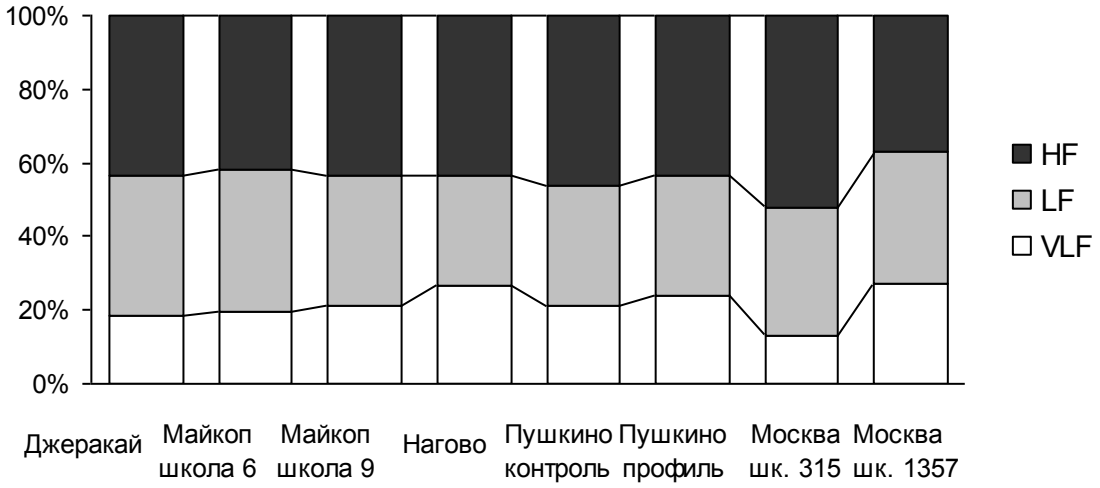


Рис. 62. Относительная мощность различных диапазонов спектра вариабельности СР. Обозначения диапазонов указаны справа.

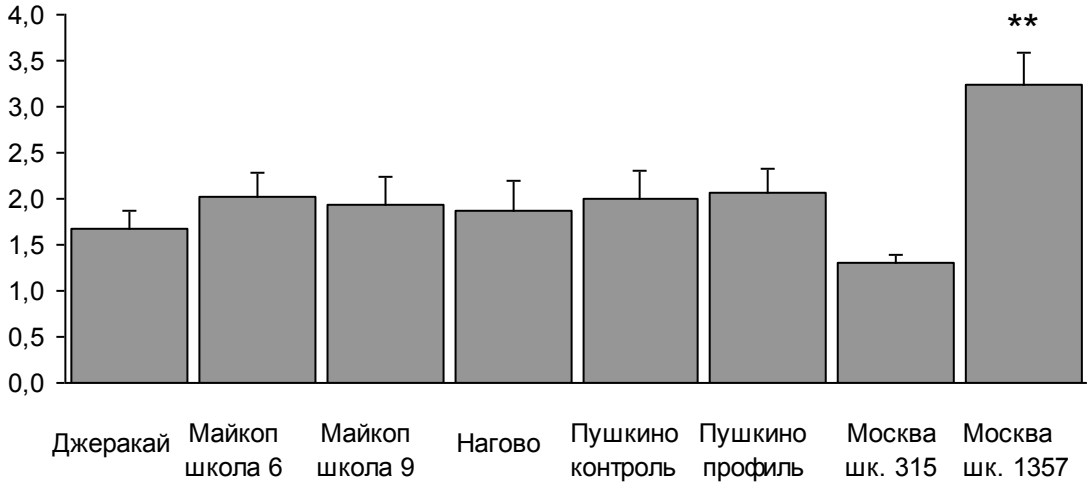


Рис. 63. ИЦ у подростков, проживающих в разных регионах России. Статистическая достоверность – как на Рис. 60.

Величина пАДС не различалась у учащихся разных школ и разных классов, тогда как величина пАДД была повышена у москвичей, особенно у учащихся школы № 1357 (Рис. 65), и в основном у девушек.

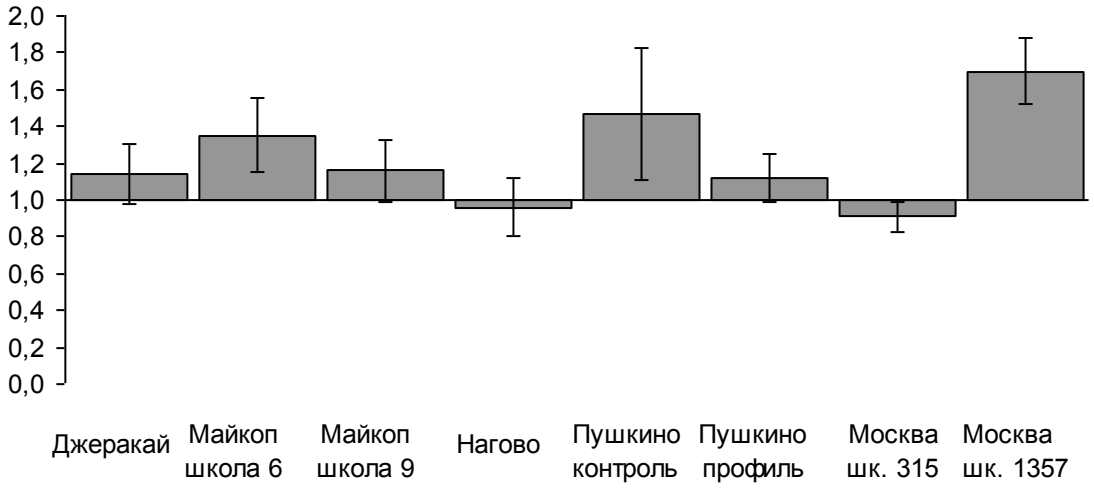


Рис. 64. ВБ (LF_{CP}/HF_{CP}) у подростков, проживающих в разных регионах России.

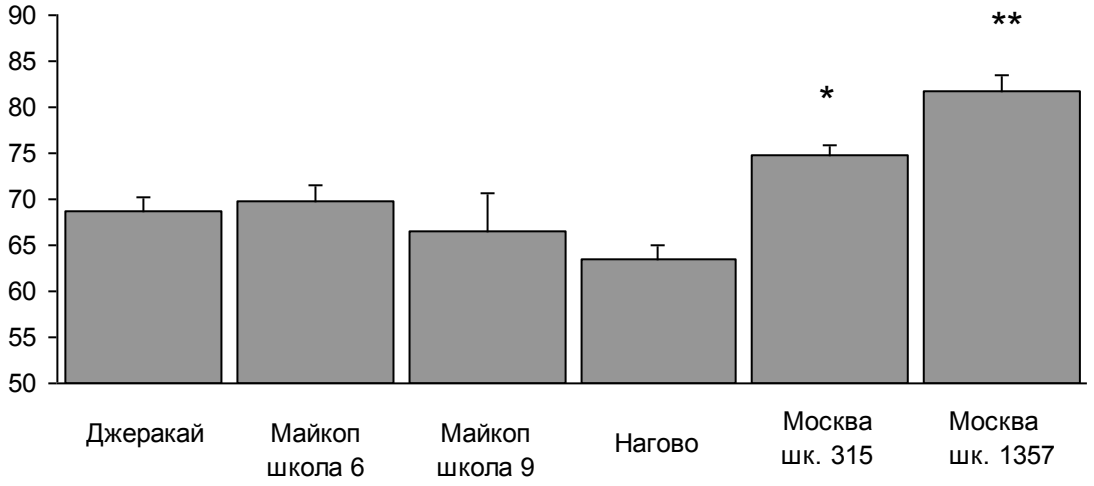


Рис. 65. пАДД у подростков, проживающих в разных регионах России. Статистическая достоверность отличий от показателей подростков пос. Джеракай: * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$.

Расчет величины альфа-индекса, характеризующего ЧБР, который, в свою очередь, отражает сопряжение в сердечнососудистой системе, точнее, отзывчивость регуляторных систем СР на изменение АД, позволил показать, что у школьников в республике Адыгея наблюдаются наиболее

оптимальные величины данного показателя (в наших условиях тестирования – 12-15 мс/мм рт.ст.) (Рис. 66). При этом у подростков в Новгородской области средние значения данного показателя были ниже, по всей видимости, за счет более низких значений самого пАД. У школьников московских школ величина альфа-индекса также оказалась ниже, но без связи с величиной самого пАД, а, вероятно, вследствие изменений в работе регуляторных механизмов сердечнососудистой системы.

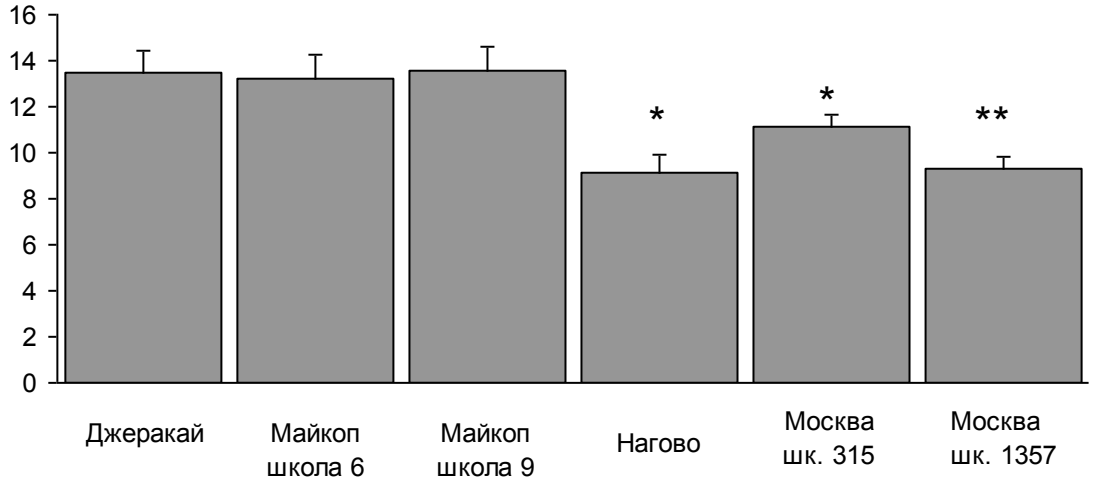


Рис. 66. Величина альфа-индекса у подростков, проживающих в разных регионах России. Статистическая достоверность – как на Рис. 65.

Таким образом, метод спироартериокардиоритмографии оказался достаточно чувствительным для выявления влияний отдельных факторов окружающей среды, в частности, места жительства, на состояние здоровья школьников. При тестировании сердечнососудистой системы подростков в состоянии покоя удалось выявить ее нарушения у жителей мегаполиса (нарушения АД и систем его регуляции у школьников в школах № 315 и № 1357 г. Москвы). При этом наиболее выраженные изменения зарегистрированы в общеобразовательной школе № 1357, не использующей технологии личностно-ориентированного профильного обучения. В этой школе, при тестировании детей в условиях увеличения «мертвого» дыхательного

пространства, удалось зарегистрировать нарушения регуляции СР, нарушения сосудистого тонуса и систем его вегетативной регуляции. Вместе с тем, в аналогичных условия тестирования за пределами г. Москвы влияний на показатели сердечнососудистой системы разных образовательных технологий не обнаружено – не выявлены различия между состоянием сердечнососудистой системы у учащихся общеобразовательных классов и классов профильной подготовки.

5.2.Показатели психомоторной координированности подростков из разных регионов России

Собственно координация движений, оцениваемая по длительности цикла движения, у подростков, проживающих в разных регионах России, не различалась (Рис. 67).

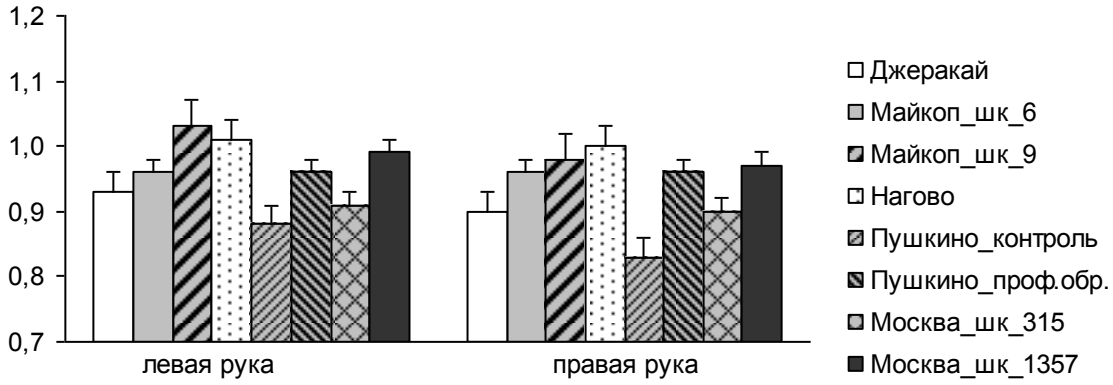


Рис. 67. Длительность цикла движения (с) при тестировании на приборе КИД у подростков, проживающих в разных регионах РФ.

Это подтверждает декларируемую в описании прибора КИД оценку базисных психофизиологических параметров (Сборник нормативно-методических документов, 2002). Аналогичные результаты получены при анализе плавности движений (Рис. 68). Способность концентрировать и переключать внимание, оцениваемая по времени перестройки динамического стереотипа, у жителей экологически чистых районов Республики Адыгея была ниже, чем у сверстников из Москвы, Подмосковья и Новго-

родской области (Рис. 69). Точность движений, оцениваемая как величина, обратная сенсорной коррекции работы флексоров и экстензоров, хуже всех была у подростков из пос. Джеракай Республики Адыгея (Рис. 70), хотя плавность движений, как и общая психомоторная координация, была одинакова для жителей всех регионов.

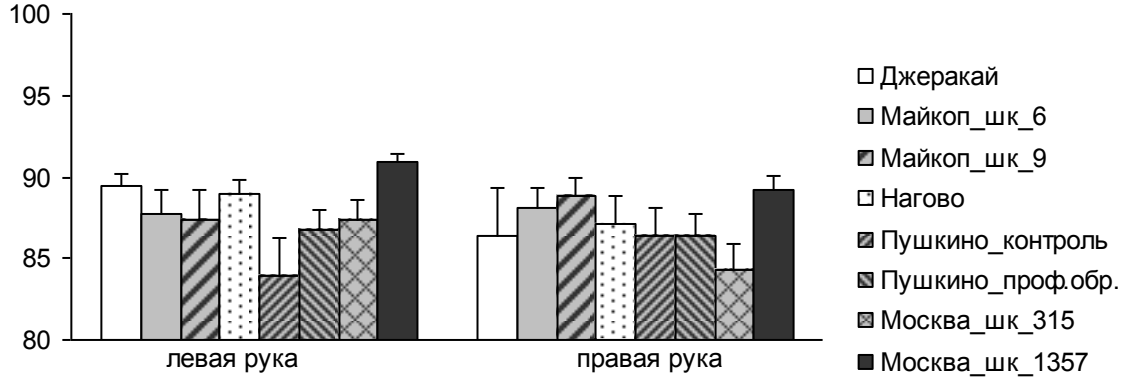


Рис. 68. Плавность движений (%) при тестировании на приборе КИД у подростков, проживающих в разных регионах РФ.

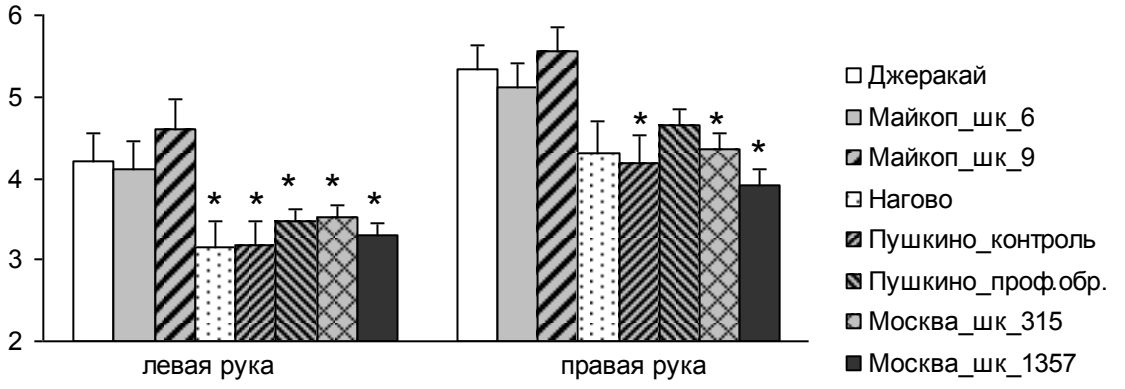


Рис. 69. Время переключения двигательного стереотипа (с) при тестировании на приборе КИД у подростков, проживающих в разных регионах РФ. Статистическая достоверность отличий от показателей подростков пос. Джеракай: * – $p < 0.05$.

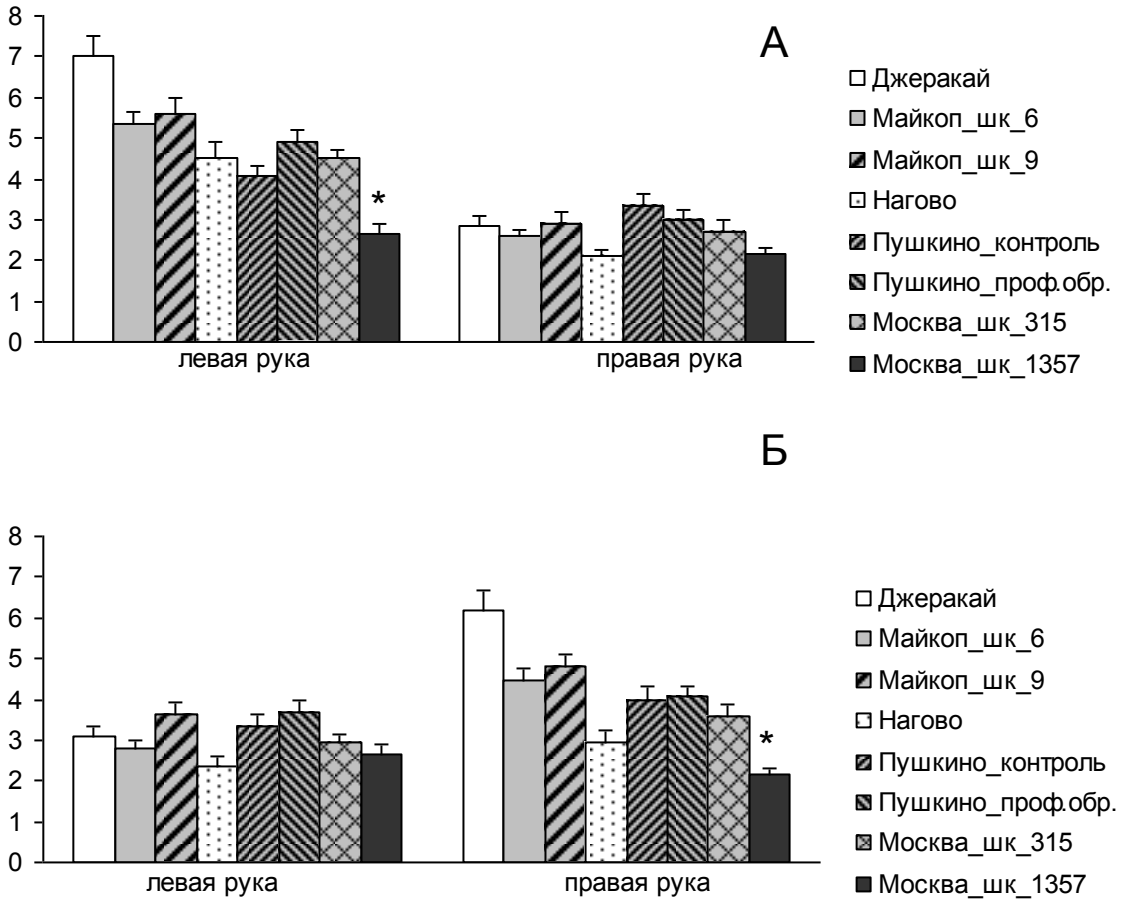


Рис. 70. Ошибка сенсорной коррекции (%) флексоров (А) и экстензоров (Б) при тестировании на приборе КИД у подростков, проживающих в разных регионах РФ. Статистическая достоверность – как на Рис. 69.

Сенсомоторная реактивность на световой стимул (Рис. 71, А) также не различалась у испытуемых, проживающих в разных регионах, хотя у подростков из г. Майкоп выявлены очень высокие значения реактивности на звуковой стимул (Рис. 71, Б). Такие высокие показатели обычно связывают с отсутствием фонового шумового загрязнения (T.Gierek et al., 2007) или специальной тренировкой.

Таким образом, наибольшими особенностями психомоторной координации обладают подростки, проживающие в Республике Адыгея: высокая реактивность на звуковой стимул при низкой точности движений и низкой скорости изменения двигательного стереотипа. При этом инте-

гральные показатели психомоторной координированности (длительность цикла движения, плавность движения) у подростков из разных регионов не различались.

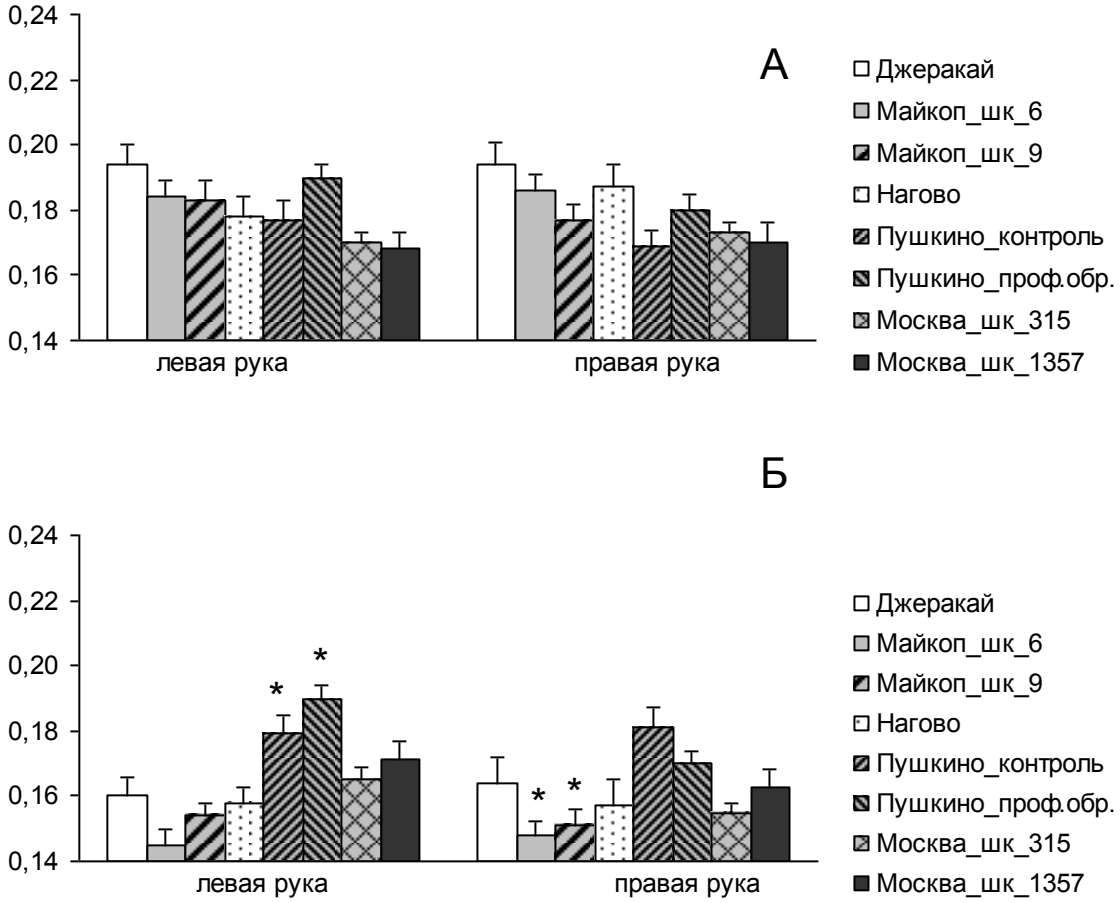


Рис. 71. Латентные периоды (с) простой сенсомоторной реакции на световой (А) и звуковой (Б) стимулы при тестировании на приборе КИД у подростков, проживающих в разных регионах РФ. Статистическая достоверность – как на Рис. 69.

Можно предположить, что отличия показателей школьников Республики Адыгея, особенно из пос. Джеракай, связаны с преобладанием в этой выборке обоеруких детей (52%), тогда как в остальных школах преобладали праворукие дети (Рис. 72).

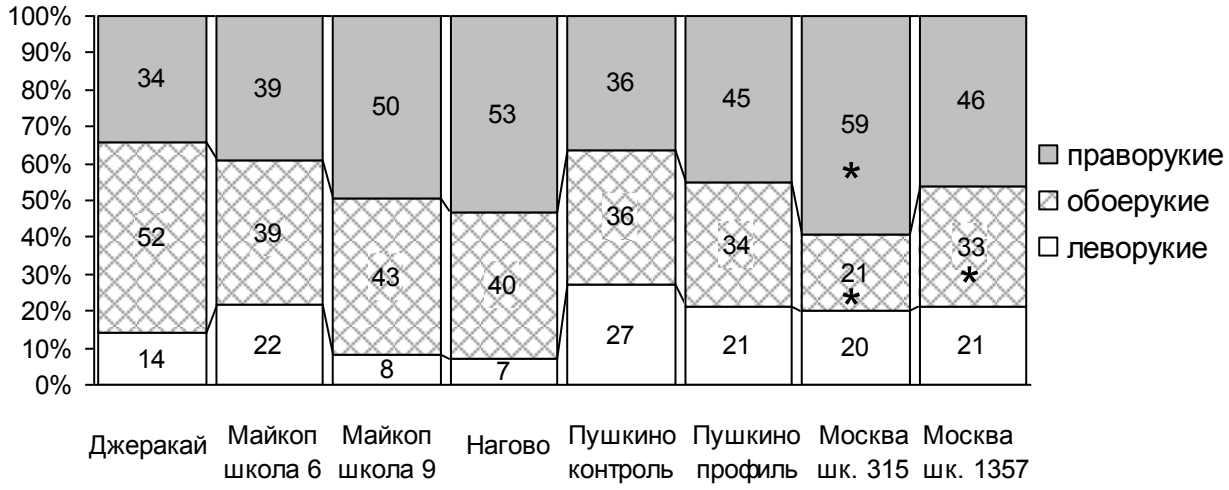


Рисунок 72. Показатели моторной асимметрии при тестировании на приборе КИД у подростков, проживающих в разных регионах РФ. Статистическая достоверность отличий от показателей подростков из пос. Джеракай (по критерию χ^2): * – $p < 0.05$.

Следует также отметить, что по показателям психомоторной координированности различий между учащимися общеобразовательных классов и классов профильной подготовки в нашем исследовании не обнаружено.

5.3. Реактивность сердечнососудистой системы подростков из разных регионов России при выполнении функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства

Тестирование методом спироартериокардиоритмографии сердечно-сосудистой системы подростков, проживающих в разных регионах РФ, даже в состоянии покоя позволило выявить влияние неблагоприятной экологической обстановки на состояние соматического здоровья учащихся, что проявляется в нарушении регуляции СР, изменении сосудистого тонуса и нарушении работы систем его вегетативной регуляции. При сочетании неблагоприятной экологической обстановки с негативным влиянием факторов образовательной среды при учебно-дисциплинарной технологии обучения удалось выявить сдвиги в показателях пАД и в активности систем вегетативной регуляции пАД у подростков-жителей мегаполиса. Вме-

сте с тем, значительный интерес представляет изучение региональных особенностей в адаптивных возможностях организма учащихся. Ответом на данный вопрос может служить анализ реактивности сердечнососудистой системы подростков, проживающих в разных регионах страны (Москва и республика Адыгея) на умеренное воздействие – затруднение легочной вентиляции за счет увеличения «мертвого» дыхательного объема, как тест функционального состояния данной системы.

В проведенных обследованиях приняли участие здоровые подростки из двух регионов России: учащиеся школы № 1357 г. Москвы (Юго-восточный АО, с неблагоприятной экологической обстановкой, в непосредственной близости от нефтеперерабатывающего завода в Капотне, из общеобразовательных классов), и учащиеся школ г. Майкоп и пос. Джерокай Республики Адыгея (как из классов с профильной подготовкой, так и из общеобразовательных классов, поскольку в состоянии покоя различий между ними не обнаружено). В каждом регионе выделены 2 возрастные группы, в соответствии со школьными классами: группа «Москва-9_кл.»: учащиеся 9-х классов, n = 32 (11 юношей и 21 девушка); группа «Москва-10_кл.»: учащиеся 10-х классов, n = 22 (9 юношей и 13 девушек); группа «Майкоп-9_кл.»: учащиеся 9-х классов, n = 33 (15 юношей и 18 девушек); группа «Майкоп-10_кл.»: учащиеся 10-х классов, n = 28 (13 юношей и 15 девушек). В качестве группы сравнения привлечены здоровые испытуемые более старшей возрастной группы (жители Москвы и Подмосковья в возрасте 21-36 лет): группа «взрослые», n = 25 (11 мужчин и 14 женщин). Гендерные различия в данной части исследования не учитывали.

Основные результаты обследования подростков в спокойном состоянии (контрольное тестирование, без спирометрической маски) приведены в Табл. 7. Видно, что для подростков из обоих регионов характерны более высокие значения ЧСС и более низкие значения УО сердца по сравнению со взрослыми испытуемыми, обусловленные закономерностями возрастной динамики этих показателей.

Табл. 7. Показатели сердечнососудистой системы в спокойном состоянии. Статистическая значимость: * – отличия от взрослых испытуемых, # – отличия от учащихся 9-го класса своего региона, ♦ – отличия от одноклассников из Москвы (везде $p < 0.05$ по One-way ANOVA). Коэффициенты корреляции с $p < 0.05$ выделены жирным шрифтом.

	Москва			Майкоп		коэффициент корреляции (по Спирмену) показателя с возрастом подростков
	взрослые	9 кл.	10 кл.	9 кл.	10 кл.	
показатель	n=25	n=32	n=22	n=33	n=28	
возраст, лет	29.61±0.98	14.40±0.11	15.45±0.09#	14.92±0.08♦	15.83±0.06#♦	
частота сердечных сокращений, уд/мин	78.04±2.01	89.59±2.14*	84.15±2.13#	88.69±1.88	78.60±1.62#	**-0.419**
УО, мл	72.53±2.40	66.23±2.16*	69.85±2.02	61.58±1.84	66.48±1.26#	**0.216**
ВБ, LF/HF	2.57±0.41	1.89±0.23	2.82±0.41#	2.41±0.27	1.98±0.19♦	-0.049
ИЦ, (VLF+LF)/HF	4.36±0.65	3.41±0.43	5.31±0.79#	3.83±0.41	3.22±0.36♦	-0.073
ИН	149.52±23.40	157.33±19.70	147.55±25.72	136.94±31.12	109.63±11.25	**-0.246**
альфа-индекс	15.83±1.64	10.92±0.86*	15.23±2.96	14.38±1.24♦	15.98±1.08	**0.227**
пАДС, мм рт.ст.	130.67±4.59	108.22±1.84*	104.26±2.49*	107.39±1.69	104.05±1.52	-0.067
пАДД, мм рт.ст.	83.92±3.16	70.26±2.27*	69.54±2.81*	67.25±2.14	65.56±1.36	-0.060
общая мощность спектра TP СР, мс^2	3592±594	2815±300	5168±1312#	5574±659♦	5167±545	0.127
мощность диапазона VLF СР, мс^2	1207±308	832±110	1695±422#	1487±244♦	1105±111	0.076
мощность диапазона LF СР, мс^2	1488±220	1107±122	1947±367#	2617±364♦	2178±261	0.142
мощность диапазона HF СР, мс^2	939±227	875±142	1525±594*	1469±203♦	1883±300	0.111
относительная мощность диапазона VLF СР, %	29.74±3.14	30.80±2.24	34.69±2.88	27.63±2.19	24.79±1.82♦	-0.083
относительная мощность диапазона LF СР, %	44.52±2.58	40.33±2.13	41.85±2.87	46.66±2.56♦	44.00±2.02	-0.019
относительнная мощность диапазона HF СР, %	25.41±2.55	28.87±2.48	23.47±3.33	25.71±2.05	31.21±2.11	0.073
общая мощность спектра TP пАДС, мм рт.ст.^{2}	23.58±4.60	45.74±7.42*	44.57±8.47*	55.97±7.55	47.87±6.08	-0.091
относительная мощность диапазона VLF пАДС, %	41.78±3.14	43.87±3.09	45.35±4.02	55.05±3.52♦	54.83±2.56♦	0.137
относительная мощность диапазона LF пАДС, %	36.34±2.12	31.36±2.11	27.37±2.46*	31.08±2.80	29.24±1.72	-0.130
относительнная мощность диапазона HF пАДС, %	20.06±2.14	21.12±2.05	23.67±2.97	11.87±1.58♦	14.19±1.28♦	-0.040
общая мощность спектра TP пАДД, мм рт.ст.^{2}	14.74±1.39	21.89±3.75*	28.49±3.84*	32.25±5.29	30.68±4.15	0.030
относительная мощность диапазона VLF пАДД, %	45.95±3.99	58.26±3.26*	53.51±3.56*	48.88±3.88♦	48.53±2.55	0.012
относительная мощность диапазона LF пАДД, %	40.42±3.21	24.48±2.17*	26.91±2.47*	36.22±2.97♦	36.88±2.15♦	0.041
относительнная мощность диапазона HF пАДД, %	11.70±1.51	13.34±1.45	16.05±1.93	12.32±1.45	12.42±0.83	0.002

Также у всех подростков зарегистрированы более низкие значения пАД. Стресс-индекс у подростков из всех групп не отличался от уровня взрослых испытуемых, хотя и снижался с возрастом. Альфа-индекс, отражающий «отзывчивость» сердечного ритма на изменения АД, и увеличивающийся с возрастом, был исходно ниже у учащихся 9-х классов из Москвы, но к 10-му классу различий между показателями подростков из разных регионов уже не зафиксировано.

Наибольшие различия между школьниками выявлены по спектральным показателям вариабельности СР и пАД. Так, для москвичей оказалась характерной (при отсутствии отличий от взрослых испытуемых) выраженная возрастная динамика изменения общей мощности спектра вариабельности СР и его отдельных диапазонов: увеличение с возрастом VLF и LF составляющих спектра при неизменном уровне HF диапазона, что также отразилось на показателях ВБ и ИЦ. Соответственно, в 9-м классе обнаружены различия между показателями подростков из разных регионов по абсолютной и относительной мощности диапазона LF спектра вариабельности СР, отражающего активность вазомоторного центра (Р.М.Баевский и др., 1984): у школьников из Адыгеи этот показатель был выше. К 10-му классу различия нивелировались, но появлялась достоверная разница в производных индексах – ВБ и ИЦ, отражающая больший вклад в вариабельность СР у подростков из Адыгеи дыхательных волн (активность периферического контура управления СР), и, наоборот, надсегментарных механизмов (включая гуморальные, эмоциональные и психогенные влияния) – у москвичей.

Общая мощность спектров вариабельности пАДС и пАДД была выше, по сравнению со взрослыми испытуемыми, у подростков из всех групп, однако структура спектра имела особенности в зависимости от региона проживания. Для москвичей характерным было снижение вклада LF диапазона в спектрах как пАДС, так и пАДД, при повышении доли VLF составляющей в спектре пАДД. Это говорит о недостаточной активности

симпатической и барорефлекторной регуляции сосудистой системы (S.Malpas, 2002), компенсируемой активностью высших отделов регуляторных систем. У подростков из Адыгеи в спектре пАДС доминировала VLF составляющая (в ущерб HF), а спектр вариабельности пАДД соответствовал уровню взрослых испытуемых.

Резюмируя данные, полученные в контрольном тестировании, можно сказать, что для подростков из разных регионов России общим является незаконченность функционального развития как систем регуляции СР, так и пАД. В регуляции СР особенностью москвичей можно считать затянутость во времени процесса становления регуляции СР и его связь с активность высших надсегментарных механизмов. Для жителей республики Адыгея характерно более раннее достижение дефинитивных показателей вариабельности СР при большей степени активности периферических регуляторных механизмов. Регуляция пАД у подростков из обоих регионов имеет признаки функциональной незрелости. При этом у москвичей наблюдается активация высших надсегментарных механизмов регуляции сосудистого тонуса (на фоне относительно меньшего вклада симпатической и барорефлекторной активности, как и в случае с СР), а у подростков из Адыгеи высшие отделы регуляторных систем более активны в отношении сердечного выброса.

Функциональная проба, использованная в нашей работе, у взрослых испытуемых обычно не вызывает изменений основных показателей сердечнососудистой системы (ЧСС, УО, пАДС и пАДД, стресс-индекса и альфа-индекса), но приводит к перераспределению спектров вариабельности СР и периферического АД в сторону усиления быстроволновой (HF) составляющей, как показано выше. В данной работе у подростков при проведении пробы ЧСС, УО и альфа-индекс также не изменялись. Стресс-индекс у подростков из Москвы снижался (Рис. 73, А), у подростков из Адыгеи в 9-м классе возрастал, а в 10-м данный показатель не отличался от взрослых испытуемых. пАДС снижалось только у 9-классников-москвичей

(Рис. 73, Б), что было описано ранее у учащихся начальной школы. пАДД снижалось, как и в младших классах, у 9-классников из обоих регионов (Рис. 73, В).

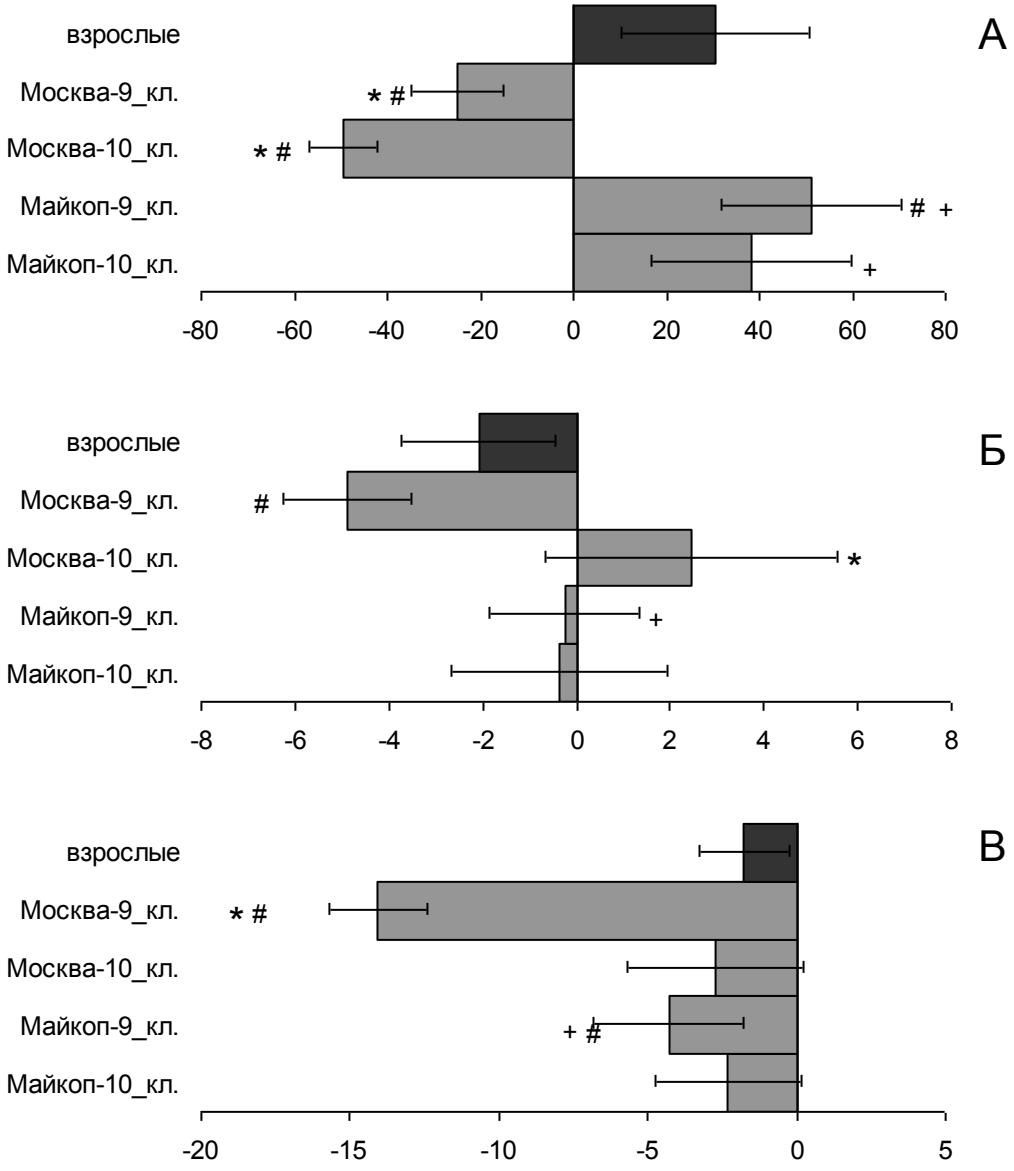


Рис. 73. Изменения при выполнении функциональной пробы (в % по сравнению с контрольных тестированием) показателей сердечнососудистой системы: А – стресс-индекса, Б – пАДС, В – пАДД. Группа взрослых испытуемых (21-36 лет) выделена более темным цветом. Статистическая значимость изменения показателя при выполнении функциональной пробы обозначена # ($p < 0.05$ Repeated measures ANOVA), статистическая значимость отличий от группы взрослых испытуемых показана *, от сверстников из Москвы – + ($p < 0.05$ Repeated measures ANOVA с последующим сравнением средних по критерию Фишера).

Приведенные данные подтверждают результаты контрольного тестирования, свидетельствующие о функциональной незрелости сердечно-сосудистой системы подростков из обоих регионов и ее более быстром развитии у школьников в республике Адыгея.

Анализ изменения спектральных показателей вариабельности СР и АД позволяют уточнить этот тезис. Так, во всех группах подростков (за исключением группы Москва-9_кл.) отсутствовало возрастание общей мощности спектра вариабельности СР, характерное для взрослых испытуемых (Рис. 74, А). У 9-классников из Адыгеи отмечено снижение мощности диапазонов VLF и LF спектра вариабельности СР (Рис. 74, Б, В), отсутствующее как у взрослых испытуемых, так и подростков из других групп, что согласуется с выявленной в контрольном тестировании большей активностью в регуляции их СР автономного контура (в первую очередь – вагусных влияний). Кроме того, у старшеклассников из Адыгеи происходит снижение относительной мощности диапазона низких частот LF спектра вариабельности СР, как и у взрослых испытуемых (Рис. 74, Г).

У подростков из Москвы в обеих возрастных группах при выполнении пробы снижалась относительная мощность диапазона VLF как в спектре вариабельности пАДС, так и в спектре вариабельности пАДД (Рис. 75, А, В). В группе учащихся республики Адыгея данный феномен отмечен только в 9-м классе в спектре вариабельности пАДД (Рис. 75, В).

Это отражает относительное снижение в процессе выполнения пробы исходно повышенной активности высших отделов вегетативной регуляции сосудистого тонуса у москвичей за счет активации вагусных влияний. У жителей республики Адыгея данный процесс менее выражен вследствие исходно более высокой активности периферических механизмов регуляции сердечнососудистой системы.

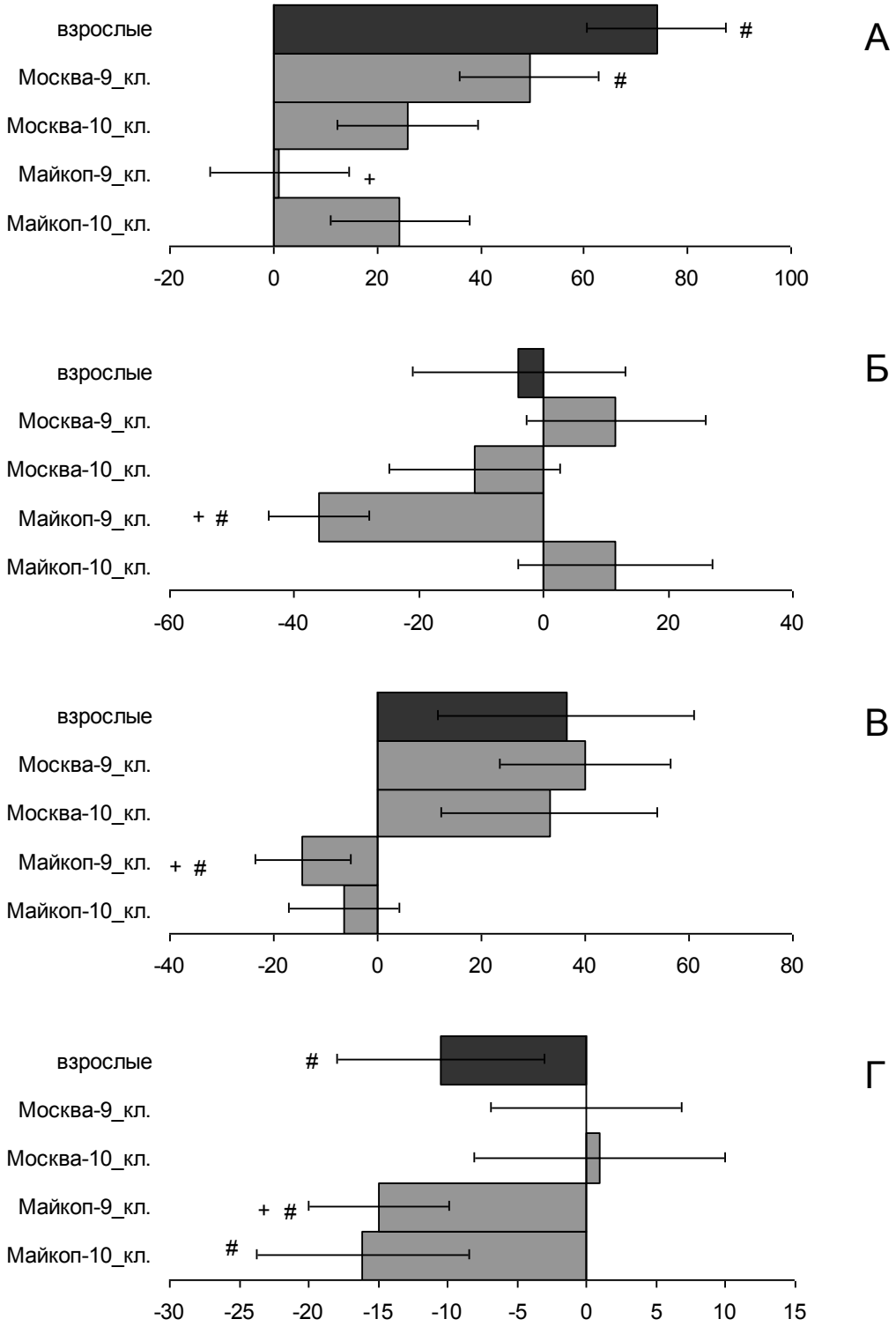


Рис. 74. Изменения при выполнении функциональной пробы (в % по сравнению с контрольным тестированием) спектральных показателей вариабельности СР: А – общей мощности спектра, Б – абсолютной мощности диапазона очень низких частот (VLF), В – абсолютной мощности диапазона низких частот (LF), Г – относительной мощности диапазона низких частот (LF%). Обозначения групп и статистической достоверности как на Рис. 73.

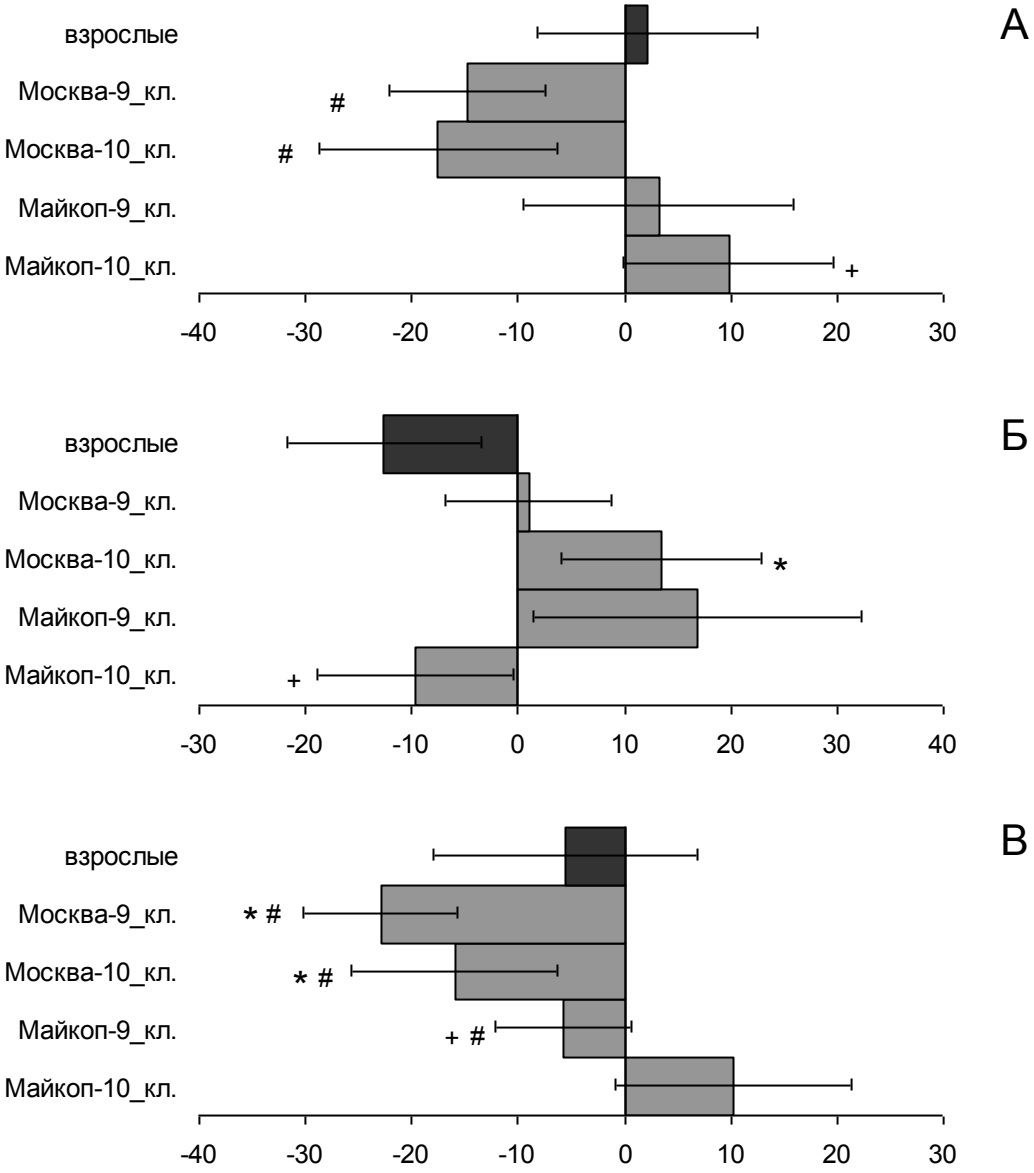


Рис. 75. Изменения при выполнении функциональной пробы (в % по сравнению с контрольным тестированием) спектральных показателей вариабельности пАД: А – диапазона очень низких частот (VLF) спектра вариабельности пАДС, Б – диапазона низких частот (LF) спектра вариабельности пАДС, В – диапазона очень низких частот (VLF) спектра вариабельности пАДД. Обозначения групп и статистической достоверности как на Рис. 73.

Изменения относительной мощности диапазона LF спектра вариабельности пАДС отмечены только у 10-классников из Москвы. Показана тенденция (не достигающая уровня статистической достоверности) к возрастанию данного показателя, однако отличия подростков от взрослых ис-

пытуемых статистически значимы (Рис. 756, Б). Вероятно, данный факт является отражением активации при выполнении пробы симпатического звена вегетативной регуляции сосудистого тонуса, давая тем самым еще одно доказательство функциональной незрелости сердечнососудистой системы в целом у подростков-москвичей.

В данной части работы выявлены существенные различия в состоянии сердечнососудистой системы и систем вегетативной регуляции СР и пАД у подростков из разных регионов страны. Учитывая состояние экологической обстановки и социально-экономические факторы среды обитания подростков, можно считать, что условия жизни в республике Адыгея ближе к оптимальным, чем условия жизни в Москве. Как показали наши исследования, жизнь в мегаполисе изменяет возрастную динамику формирования основных систем организма подростков и модифицирует механизмы этого процесса. При недостатке двигательной активности, характерном для жизни в большом городе и приводящем к снижению активности периферических регуляторных механизмов, ведущим фактором развития становится не созревание симпатического отдела вегетативной регуляции, а активность высших отделов регуляторных систем, включая гуморально-метаболические, эмоциональные и психогенные. Однако предположение о ведущей роли недостатка двигательной активности в качестве причины изменения возрастной динамики функционального развития сердечнососудистой системы нуждается в специальной проверке, и будет проанализировано ниже.

В свою очередь, условия жизни в мегаполисе, часто характеризуемые как хронический (и неизбегаемый) психоэмоциональный стресс, свое влияние на соматическое здоровье оказывают именно через механизмы психоэмоциональных и психосоматических расстройств (Л.И.Колесникова и др., 2003). Таким образом, усиление роли высших надсегментарных образований в детерминации состояния основных систем организма подростков, в частности, состояния сердечнососудистой системы, открывает путь

для патогенетических влияний условий жизнедеятельности на состояние здоровья в целом. Принимая во внимание, что одной из составных частей среды мегаполиса в школьном возрасте являются факторы образовательной среды, становится объяснимым тот факт, что в школах, использующих личностно-ориентированные образовательные технологии (в данном случае, школа № 315), негативное влияние места проживания на здоровье детей и подростков выражено в меньшей степени. Об этом свидетельствуют результаты, полученные при тестировании в состоянии покоя, но в спирометрической маске.

С другой стороны, использование в московских школах традиционных педагогических технологий может трактоваться как фактор риска образовательной среды, поскольку вызывает (повышение ЧСС) или усиливает (повышение пАДД) негативные изменения в показателях здоровья, которые обычно связывают с неблагоприятной экологической ситуацией и «неправильным» образом жизни, характерным для мегаполиса (C.Rey et al., 1993; А.А.Александров, 1997; М.А.Школьникова и др., 2003; T.Kawasaki et al., 2003; I.Grotto et al., 2006; В.Б.Розанов и др., 2007; W.J.Elliott, H.R.Black, 2007; Л.В.Козлова, 2008 и др.), хотя перечисленные сдвиги в функциональном состоянии организма учащихся и не выходят на рамки половозрастной нормы. В районах РФ, отличающихся от Москвы по природно-климатическим и социальным условиям жизни, последствия использования в педагогической практике разных образовательных технологий не оказывают значимых воздействий на функциональное состояние сердечнососудистой системы учащихся и показатели их психомоторного развития.

6. *Влияние уровня двигательной активности на функциональное состояние и адаптивные возможности организма учащихся*

Начало школьной жизни наших детей, как правило, является стрессорной ситуацией, создаваемой, по мнению педагогов и гигиенистов, в ос-

новном изменением социализации и уровня информационных нагрузок (В.Л.Грицинская, М.Ю.Галактионова, 2003). Однако едва ли не большую роль среди причин стресса играет ограничение естественной биологической потребности детей в движении. Недостаток двигательной активности (гиподинамия) давно признан одним из факторов риска для здоровья учащихся, формируемых образовательной средой (M.M.Massin et al., 2004; Г.Г.Онищенко, 2005; A.D.Christodoulos et al., 2006; И.А.Криволапчук, 2008). Ограничение детей в любой другой биологической потребности – еде, питье, сне – вызывает естественный протест, как родителей, так и специалистов, работающих с детьми (педагоги, психологи, медики). Наличие у детей потребности в движении как потребности биологической, требующей обязательного и безусловного удовлетворения для поддержания нормального физиологического статуса организма, только начинает находить свое понимание. Показано, что уровень гиподинамии учащихся начальной школы достигает 40-50%, а для его компенсации необходим как минимум 1 ежедневный урок физкультуры (Р.А.Абзалов, Ф.Г.Ситдиков Ф.Г, 1998; Ежов А.А., 2005).

Данный раздел нашего исследования проведен с привлечением учащихся школ № 1357 и 1953 г. Москвы. Школа № 1357 взята как контрольная, физическая нагрузка на учащихся этой школы ограничена 2 часами физкультуры в неделю. У учащихся школы № 1953 (образовательный центр «Москва-98» в Новой Олимпийской деревне), помимо 2 уроков физкультуры в неделю, в расписании предусмотрен 1 час бассейна, в зимний период – еще 1 час на лыжах, кроме того, подростки или занимались ранее, или продолжают заниматься в спортивных секциях (спортивный «стаж» составляет от 2 до 9 лет в секциях баскетбола, волейбола, спортивных танцев и единоборств – при смешанном аэробно-анаэробном режиме тренировок). Следовательно, учащиеся школы № 1357 попадают в группу гиподинамии, а учащиеся спортивной школы № 1953 – в группу, где удовлетворена двигательная потребность (уровень спортивной квалификации и

напряженность тренировочного процесса исключают условия гиперкинезии у этих учащихся).

Саногенетическое обследование в обеих школах проведено дважды, в 3-4-х классах, и в 8-9-х классах, на одних и тех же детях, половые различия в данной части исследования не учитывали.

Изучены показатели сердечнососудистой системы при разных вариантах условий тестирования и показатели психомоторной координированности. В анализ взяты результаты детей, проходивших оба обследования. Всего проанализированы результаты 22 учащихся школы № 1953 и 17 учащихся контрольной школы № 1357 в «младшей» возрастной группе (9-10 лет в первом обследовании и 13.5-14.5 лет в повторном), и 9 подростков из школы № 1953 и 14 из школы № 1357 в «старшей» возрастной группе (10-11 лет в первом обследовании и 15-16 лет в повторном).

Первое обследование, в 3-4-х классах, проведено в спирометрической маске, в условиях функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства. Результаты первого саногенетического обследования показали, что к 3-му классу («младшая» группа) у школьников с дополнительной физической нагрузкой отличий от учащихся контрольной школы по показателям сердечнососудистой системы не наблюдается (Табл. 8). Снижение пАДС, выявленное у учащихся школы № 1953, может свидетельствовать о большей «отзывчивости» их организма на мягкую гипоксию и гиперкапнию, и, соответственно, большую степень снижения пАДС, характерного для тестирования в спирометрической маске. В психомоторном тестировании у детей «младшей» группы из школы № 1953 обнаружено улучшение, по сравнению со сверстниками, скоростных показателей (длительность цикла движения, время переключения двигательного стереотипа, сенсомоторной реактивности), однако, за счет некоторого снижения точностных показателей движения (ошибки сенсорной коррекции работы разных групп мышц).

Табл. 8. Показатели сердечнососудистой системы и психомоторной координированности у учащихся 3-4-х классов школ с обычной (№ 1357) и повышенной (№1953) физической нагрузкой. Жирным шрифтом выделены статистически значимые отличия от контрольной школы: * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$ по One way ANOVA.

	"младшие"		"старшие"	
показатель	1357	1953	1357	1953
возраст, лет	9.42±0.08	9.41±0.08	10.54±0.08	10.11±0.08
рост, см	139.59±1.67	137.64±1.17	146.79±2.15	144.56±1.99
вес, кг	33.88±1.25	33.27±1.35	41.00±1.87	37.56±2.81
частота сердечных сокращений, уд/мин	94.70±2.95	98.62±3.53	96.41±3.75	92.16±2.77
УО, мл	58.27±1.37	58.94±1.42	58.09±1.31	**66.04±4.16***
общая мощность спектра СР ТР, мс^2	3975±739	2569±399	5267±1073	**2194±427****
мощность диапазона VLF, мс^2	463±139	676±296	1478±468	473±144
мощность диапазона LF, мс^2	1107±122	1598±659	1322±314	**499±163****
мощность диапазона HF, мс^2	2189±513	3137±1933	2315±731	1222±435
относительная мощность диапазона VLF, %	12.67±2.26	16.71±2.72	31.00±5.65	26.45±7.09
относительная мощность диапазона LF, %	36.42±4.64	36.49±2.89	34.20±4.11	27.76±5.56
относительная мощность диапазона HF, %	50.92±5.55	46.80±4.02	34.80±6.45	45.78±9.38
ВБ, LF/HF	1.05±0.20	1.05±0.17	1.77±0.45	1.18±0.34
ИЦ, (VLF+LF)/HF	1.43±0.29	1.64±0.31	3.75±0.95	3.27±1.63
альфа-индекс	11.06±1.19	10.13±1.96	13.41±1.77	**8.35±1.10****
пАДС, мм рт.ст.	116.89±4.68	**104.70±4.02***	121.52±5.56	106.70±6.62
пАДД, мм рт.ст.	76.02±3.55	70.99±3.37	78.36±4.55	74.75±4.69
общая мощность спектра пАДС ТР, мм рт.ст.^{2}	59.57±18.58	59.42±111.36	30.72±7.79	33.73±8.98
относительная мощность диапазона VLF, %	42.43±4.59	40.69±4.63	44.56±5.83	46.09±5.32
относительная мощность диапазона LF, %	28.75±3.17	34.11±3.75	31.56±4.09	29.20±6.09
относительная мощность диапазона HF, %	24.60±3.14	20.83±3.02	21.61±4.64	19.89±4.07
общая мощность спектра пАДД ТР, мм рт.ст.^{2}	33.57±7.58	45.69±10.99	33.41±15.19	23.15±6.39
относительная мощность диапазона VLF, %	33.17±5.18	38.71±3.56	41.18±4.54	46.62±5.22
относительная мощность диапазона LF, %	36.16±3.56	37.67±3.28	31.07±3.26	31.75±4.88
относительная мощность диапазона HF, %	25.08±4.27	19.57±2.74	23.50±3.31	19.57±2.74
длительность цикла движения, с, левая рука	1.51±0.19	**0.95±0.06****	1.19±0.08	1.01±0.06
длительность цикла движения, с, правая рука	1.44±0.20	**0.89±0.05****	1.09±0.07	1.06±0.10
переключение стереотипа, с, левая рука	5.16±0.63	**2.63±0.20****	3.46±0.39	3.01±0.40
переключение стереотипа, с, правая рука	4.69±0.60	3.60±0.42	3.19±0.32	3.79±0.40
время реакции на свет, с, левая рука	0.26±0.02	0.23±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01
время реакции на свет, с, правая рука	0.23±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01	0.19±0.01
время реакции на звук, с, левая рука	0.25±0.02	**0.22±0.01****	0.23±0.02	0.20±0.02
время реакции на звук, с, правая рука	0.25±0.02	0.24±0.01	0.24±0.01	**0.20±0.01***
ошибка коррекции флексоров, %, левая рука	5.50±1.35	4.81±0.38	3.39±0.88	4.32±0.63
ошибка коррекции флексоров, %, правая рука	4.08±0.18	5.08±0.41	3.09±0.43	3.83±0.46
ошибка коррекции экстензоров, %, левая рука	4.08±1.18	**7.13±0.72***	3.18±0.72	5.34±0.76
ошибка коррекции экстензоров, %, правая рука	4.02±1.32	4.80±0.73	2.86±0.48	3.46±0.58
плавность движения, %, левая рука	88.86±1.04	87.52±1.28	87.79±1.58	90.66±1.74
плавность движения, %, правая рука	86.85±1.79	85.62±2.49	89.15±1.38	88.64±1.32
моторная асимметрия, %	13.00±6.69	9.14±4.13	–3.77±7.35	12.35±9.37

Табл. 9. Показатели сердечнососудистой системы и психомоторной координированности у учащихся 8-9-х классов школ с обычной (№ 1357) и повышенной (№1953) физической нагрузкой. Обозначения статистической достоверности – как в Табл. 8.

	"младшие"		"старшие"	
показатель	1357	1953	1357	1953
возраст, лет	14.12±0.09	14.02±0.06	15.39±0.05	15.44±0.05
рост, см	162.24±2.02	165.59±1.90	164.36±2.65	170.56±2.49
вес, кг	54.76±2.04	56.00±2.16	58.00±2.89	59.11±4.14
частота сердечных сокращений, уд/мин	91.76±2.26	85.39±2.12	84.03±1.96	80.41±2.45
УО, мл	66.12±2.40	64.09±1.92	70.41±1.84	63.68±1.81
общая мощность спектра СР ТР, мс^2	3042±326	4175±426	6295±1242	6450±814
мощность диапазона VLF, мс^2	995±136	1162±152	2051±398	1486±165
мощность диапазона LF, мс^2	1268±137	1746±202	2206±345	2820±456
мощность диапазона HF, мс^2	778±109	**1267±138***	2037±563	2143±386
относительная мощность диапазона VLF, %	33.35±2.38	28.41±1.52	35.41±2.32	**24.94±1.45***
относительная мощность диапазона LF, %	43.04±2.23	41.36±1.71	38.77±2.08	42.59±2.14
относительная мощность диапазона HF, %	23.61±1.49	**30.23±1.62****	25.82±3.13	32.46±2.56
ВБ, LF/HF	2.13±0.22	1.63±0.15	2.91±0.38	1.52±0.14
ИЦ, (VLF+LF)/HF	3.79±0.34	**2.73±0.23****	5.75±0.75	**2.39±0.19****
стресс-индекс, у.е.	201.30±35.55	139.75±20.72	171.11±23.69	94.79±24.33
альфа-индекс	9.81±0.83	**16.45±2.08***	17.20±2.68	**23.88±3.02****
ЧБР, мс/мм рт.ст.	12.54±1.25	**20.63±2.20****	16.69±2.89	**32.99±3.26****
пАДС, мм рт.ст.	107.29±2.28	108.09±1.89	105.34±2.64	111.00±3.16
пАДД, мм рт.ст.	69.56±2.74	68.68±1.65	70.36±3.02	64.67±2.29
общая мощность спектра пАДС ТР, мм рт.ст.^{2}	59.02±13.62	48.47±6.33	85.79±23.47	68.87±26.85
относительная мощность диапазона VLF, %	39.75±3.34	50.36±3.46	39.40±3.27	**55.74±3.71***
относительная мощность диапазона LF, %	36.68±2.00	**25.94±1.69****	27.24±1.83	28.26±2.20
относительная мощность диапазона HF, %	19.16±1.74	19.75±2.47	28.86±2.49	**13.26±1.43****
общая мощность спектра пАДД ТР, мм рт.ст.^{2}	32.68±4.42	43.93±6.12	43.05±12.87	31.32±4.61
относительная мощность диапазона VLF, %	56.19±3.19	55.03±3.07	53.09±2.90	53.38±4.43
относительная мощность диапазона LF, %	27.01±2.37	30.16±2.55	25.33±1.76	31.54±3.10
относительная мощность диапазона HF, %	13.12±1.46	11.86±1.68	17.68±1.72	11.43±1.65
длительность цикла движения, с, левая рука	1.08±0.05	**0.86±0.04****	1.06±0.04	**0.91±0.07***
длительность цикла движения, с, правая рука	1.07±0.05	**0.82±0.03****	1.04±0.04	**0.89±0.06***
переключение стереотипа, с, левая рука	4.15±0.42	3.51±0.38	4.79±0.57	3.50±0.58
переключение стереотипа, с, правая рука	4.12±0.40	3.43±0.41	4.69±0.48	4.03±0.60
время реакции на свет, с, левая рука	0.19±0.01	**0.19±0.01**	0.19±0.01	0.20±0.01
время реакции на свет, с, правая рука	0.19±0.01	0.17±0.01	0.19±0.01	0.19±0.02
время реакции на звук, с, левая рука	0.18±0.01	0.16±0.01	0.18±0.01	0.19±0.02
время реакции на звук, с, правая рука	0.18±0.01	**0.16±0.01***	0.18±0.01	0.17±0.02
ошибка коррекции флексоров, %, левая рука	2.11±0.27	**4.55±0.37****	3.59±0.66	4.11±0.74
ошибка коррекции флексоров, %, правая рука	4.08±0.18	**4.00±0.56****	1.94±0.25	**3.52±0.71****
ошибка коррекции экстензоров, %, левая рука	2.14±0.24	**3.79±0.36****	2.81±0.68	3.06±0.53
ошибка коррекции экстензоров, %, правая рука	2.02±0.40	**3.59±0.53****	2.41±0.41	3.00±0.75
плавность движения, %, левая рука	91.55±0.75	**85.16±2.92***	93.16±0.84	**85.48±4.71***
плавность движения, %, правая рука	92.02±0.65	85.35±3.59	92.46±0.70	86.27±5.48
моторная асимметрия, %	4.94±4.23	7.91±5.19	13.71±7.71	12.77±8.60

В «старшей» возрастной группе у школьников из образовательного центра «Москва-98» выявлены более высокие значения УО. Кроме того, в условиях тестирования в маске у них оказались снижены значения суммарной мощности спектра вариабельности СР и абсолютная мощность его медленноволнового диапазона LF (Табл. 8).

Данные факты согласуются с описанной ранее динамикой изменения показателей сердечнососудистой системы детей в пробе с маской и свидетельствуют о большей отзывчивости организма юных спортсменов на условия обследования, как и в «младшей» возрастной группе.

Различия между показателями психомоторной координированности у школьников из разных образовательных учреждений были незначительны и сводились к улучшению показателей сенсомоторной реактивности у учащихся спортивной школы № 1953.

Во втором саногенетическом обследовании (8-9-е классы) обнаружено (Табл. 9), что у подростков с более высоким уровнем двигательной активности (школа № 1953) в психомоторной сфере продолжена тенденция к улучшению скоростных показателей за счет некоторого ухудшения точностных показателей, особенно в «младшей» группе (как и в первом обследовании).

Показатели сердечнососудистой системы во втором обследовании оценивали по результатам регистрации без спирометрической маски. Обнаружено, что в «младшей» группе в спектральных показателях вариабельности СР увеличен вклад высокочастотной составляющей HF, как в абсолютных, так и в относительных значениях. Соответственно, ИЦ снижен. Эти данные свидетельствуют о большей эффективности у таких подростков автономного контура регуляции сердечнососудистой системы.

Сходные закономерности длительной адаптации к физической нагрузке (относительное снижение уровня функциональной активности симпатического звена вегетативной регуляции при возрастании вагусной

активности) описаны в классических работах на данную тему (И.А.Аршавский, 1982; Ф.З.Меерсон, М.Г.Пшенникова, 1988).

Кроме того, в нашей работе отмечено возрастание по сравнению с контролем величины ЧБР и альфа-индекса, также характеризующего уровень барорефлекторной регуляции СР. Данный эффект описан у юных спортсменов в условиях аэробной тренировки (Z.Lenard et al., 2005). Сходные закономерности выявлены и в «старшей» группе. Однако у более старших подростков дополнительно отмечено снижение относительного вклада очень низких частот VLF в спектр вариабельности СР, что также говорит об усилении функциональной активности периферических механизмов управления сердечнососудистой системой и их потенциально большей устойчивости к психоэмоциональным воздействиям и стрессам.

Отдельно следует остановиться на результатах оценки реактивности организма подростков на функциональную пробу тестирования в спирометрической маске, проведенную с участием подростков из обычных школ и спортивных секций. В группу спортсменов вошли подростки, посещающие секции баскетбола, плавания и спортивных танцев на базе школы № 1953, секций таэквон-до, секций фигурного катания (36 человек в возрасте 13-14 лет и 20 человек в возрасте 15-16 лет). Стаж занятий спортом составлял 2-13 лет. В контрольную группу вошли учащиеся школы № 1357 г. Москвы (29 человек в возрасте 13-14 лет и 21 человек в возрасте 15-16 лет).

В контрольном тестировании в состоянии покоя (без спирометрической маски) не обнаружено различий между основными показателями сердечнососудистой системы (ЧСС, пАД) у подростков с разным уровнем двигательной активности, однако выявлено статистически значимое возрастание как альфа-индекса, так и ЧБР в группах юных спортсменов, наиболее выраженное в младшей возрастной подгруппе (Табл. 10).

Кроме того, оказалось, что у подростков 13-14 лет, занимающихся в спортивных секциях, значимо выше показатели общей мощности спектра

вариабельности СР и относительный вклад низкочастотной составляющей LF в спектры СР и пАДД.

Табл. 10. Показатели сердечнососудистой системы в контрольном тестировании (без спирометрической маски) у подростков с разным уровнем двигательной активности. Отличия от контрольной группы того же возраста (One-way ANOVA): * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$; отличия от одноименной младшей группы (One-way ANOVA): + – $p < 0.07$, ++ – $p < 0.05$ (выделено жирным шрифтом).

	13-14 лет		15-16 лет	
показатель	контроль	спортсмены	контроль	спортсмены
возраст, лет	14.23±0.08	14.04±0.08	15.50±0.06	15.72±0.11
частота сердечных сокращений, уд/мин	90.76±2.20	87.39±1.88	**83.77±1.68**++	80.84±2.63
УО, мл	64.11±1.51	62.69±1.22	65.27±1.58	64.12±2.26
ВБ, LF/HF	1.81±0.22	2.23±0.30	**2.86±0.33**++	2.24±0.32
ИЦ, (VLF+LF)/HF	3.32±0.35	3.50±0.41	**5.39±0.63**++	3.84±0.57
стресс-индекс	199.63±35.49	162.45±23.10	149.93±20.50	119.23±23.03
альфа-индекс	10.50±0.95	**15.46±2.43***	**17.05±2.35**+	19.39±2.50
ЧБР, мс/мм рт.ст.	12.55±1.15	**18.99±1.84****	15.61±2.44	**23.47±3.32***
пАДС, мм рт.ст.	106.46±2.17	108.09±1.89	105.35±1.81	111.00±3.16
пАДД, мм рт.ст.	68.72±2.73	68.68±1.65	70.99±1.96	64.67±2.29
общая мощность спектра СР TP, $мс^2$	2799±308	**4008±456****	**5251±1048**+	4383±730
мощность диапазона VLF, $мс^2$	864±118	1058±159	**1717±337**++	1168±211
мощность диапазона LF, $мс^2$	1102±124	**1760±238****	**1971±293**++	1923±370
мощность диапазона HF, $мс^2$	832±134	1189±160	1561±474	1291±312
относительная мощность диапазона VLF, %	31.49±2.21	26.83±2.21	34.63±2.30	28.15±3.07
относительная мощность диапазона LF, %	40.60±2.38	44.84±2.55	41.84±2.29	45.65±2.89
относительнная мощность диапазона HF, %	27.91±2.51	28.33±2.19	23.53±2.67	26.21±2.59
общая мощность спектра АДС TP, мм рт.ст.^{2}	41.67±5.85	48.40±8.10	36.41±3.63	**21.83±4.73**++**
относительная мощность диапазона VLF, %	43.56±3.43	45.13±3.00	43.56±3.27	41.82±3.54
относительная мощность диапазона LF, %	31.65±2.34	30.79±1.92	28.11±2.03	**36.76±3.02***
относительнная мощность диапазона HF, %	20.80±2.27	19.83±2.08	24.77±2.44	**17.25±1.60***
общая мощность спектра АДД TP, мм рт.ст.^{2}	36.58±5.54	37.72±8.10	**19.37±2.35**++	23.13±4.03
относительная мощность диапазона VLF, %	57.93±3.53	**49.59±2.98***	53.92±2.94	49.37±4.42
относительная мощность диапазона LF, %	24.74±2.34	**33.84±2.44****	26.67±2.00	33.91±3.47
относительнная мощность диапазона HF, %	13.36±1.62	13.20±1.46	16.01±1.62	13.03±1.82

Эти данные говорят о возможном усилении функциональной активности симпатического звена вегетативной регуляции под влиянием регулярной физической активности. Результаты тестирования сердечнососудистой системы подростков младшей возрастной подгруппы в состоянии покоя не совпадают с данными литературы, полученными на более взрослых испытуемых, однако согласуются с результатами оценки вегетативной ре-

гуляции сердечнососудистой системы у юных спортсменов (О.И.Кудря, 2002). В данном случае, следует учитывать не только наличие и напряженность тренировочного процесса, но и стадию онтогенетического развития.

В более старшей возрастной подгруппе 15-16 лет показатели подростков контрольной группы «подтягиваются» до уровня юных спортсменов, а показатели подростков, занимающихся в спортивных секциях, значимо не меняются (Табл. 10). При этом в контрольной группе обнаружено возрастание спектральной мощности медленноволновых диапазонов VLF и LF в спектре СР и расчетных индексов на их основе ВБ и ИЦ, что говорит об усилении вклада в регуляцию СР и АД как симпатического звена, так и центрального контура управления (Р.М.Баевский и др., 1984), включающего гуморальные и психоэмоциональные влияния (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996; В.А.Машин, М.Н.Машина, 2000; Н.Б.Хаспекова, 2003; T.A.Kuusela et al., 2003; Н.Е.Ревина, 2005; С.В.Труфакин и др., 2005; F.Togo et al., 2006; Е.С.Акарачкова и др., 2007; H.M.Stauss, 2007; С.Ю.Артамонова, 2008; С.Т.Зубкова, 2008 и др.).

Данные, полученные при оценке состояния сердечнососудистой системы организма подростков в контрольном тестировании без спирометрической маски, свидетельствуют об относительном отставании функционального развития вегетативной регуляции сердечнососудистой системы 13-14-летних подростков, не занимающихся спортом, по сравнению с юными спортсменами. Это отставание компенсируется к 15-16 годам, но достаточный уровень вегетативной активности достигается путем активации центральных регуляторных механизмов, при относительно низком вкладе периферических вагусных и барорефлекторных механизмов. Оценка реактивности показателей сердечнососудистой системы в использованной в нашей работе функциональной пробе с ограничением легочной вентиляции подтверждает этот вывод. Известно, что достаточно интенсивная физическая нагрузка с уровнем потребления кислорода 65 % от максимального у молодых людей, ведущих сидячий образ жизни, приводит к

значимому снижению уровня АД и ЧБР (G.Raczak et al., 2005). Как показано в предыдущих главах, при усилении активности дыхательной системы (как и при физической нагрузке) в условиях ограничения легочной вентиляции у взрослых испытуемых основные показатели сердечнососудистой системы (ЧСС, УО, АДС и АДД, стресс-индекс и альфа-индекс) не меняются, происходит только перераспределение спектра вариабельности СР в сторону усиления высокочастотной составляющей. У детей процедура тестирования в маске вызывает снижение пАДС, повышение ЧСС, и, по спектральным показателям вариабельности АД, активацию симпатической нервной системы. В данной части работе у 13-14-летних подростков выявлено снижение во время выполнения пробы пАДС и пАДД (Рис. 76), характерное для учащихся начальной школы (как показано выше) и отсутствующее у юных спортсменов. Такое снижение в большей степени было выражено у юношей ($p = 0.051$), что отражает опережающее функциональное развитие девушек. При этом в спектре вариабельности СР как у юношей, так и девушек, при неизменной величине общей мощности спектра происходило перераспределение спектральных мощностей – относительное снижение вклада очень низких частот VLF и возрастание доли высоких частот HF (Рис. 78), и, соответственно, снижение расчетных индексов ВБ и ИЦ, а также стресс-индекса (Рис. 77).

Сходные перестройки выявлены в спектрах вариабельности пАД (Рис. 79). У юных спортсменов того же возраста изменений пАД не зарегистрировано, однако обнаружена брадикардия (Рис. 76), сопровождаемая усилением вегетативной активности, что нашло отражение в возрастании общей мощности спектра вариабельности СР (Рис. 78). При этом в дополнение к описанному в контрольной группе перераспределению относительной мощности VLF и HF диапазонов, выявлено снижение вклада низких частот LF. Изменение расчетных индексов в обеих группах были сходными.

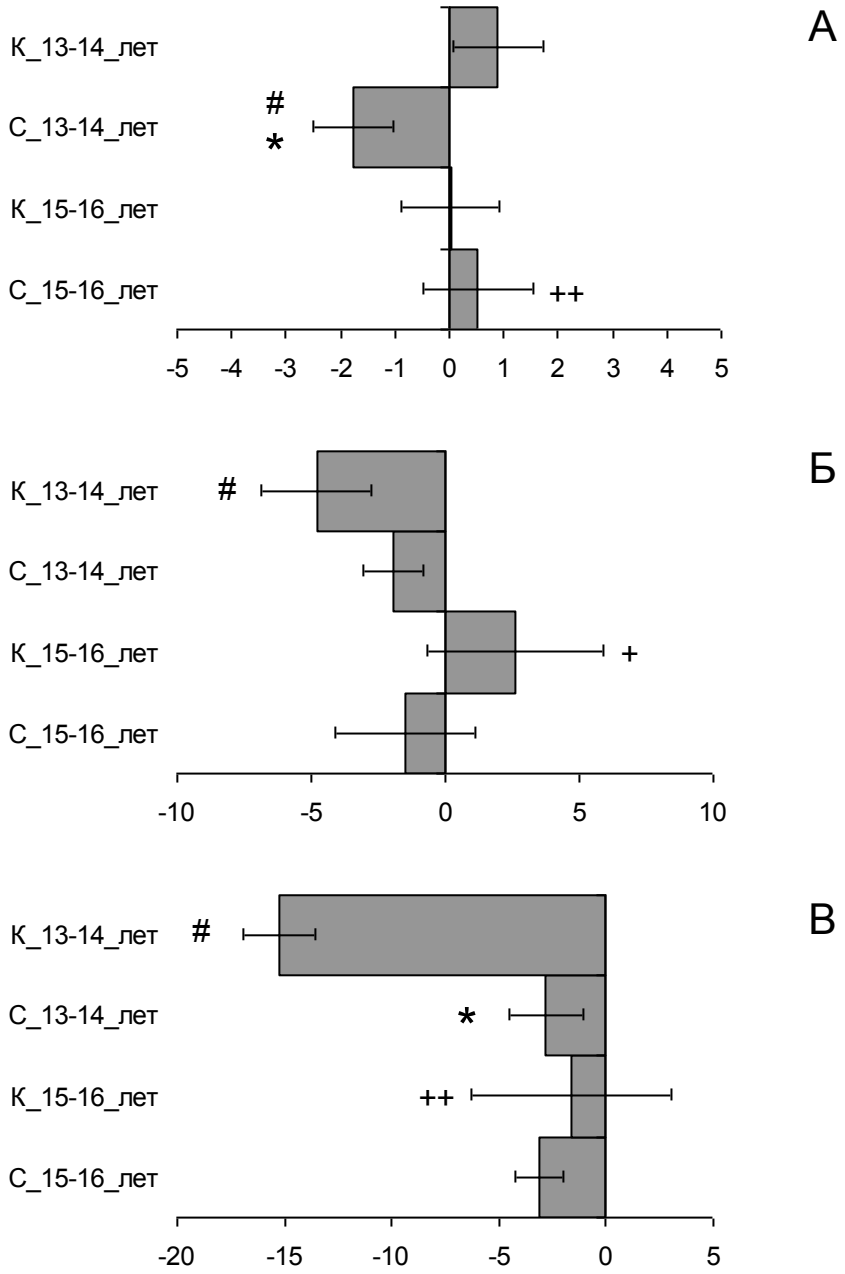


Рис. 76. Изменения основных показателей сердечнососудистой системы при выполнении функциональной пробы в % по сравнению с контрольным тестированием. А – ЧСС, Б – пАДС, В – пАДД. Группы подростков: К_13-14_лет и К_15-16_лет – подростки контрольной группы, С_13-14_лет и С_15-16_лет – юные спортсмены соответствующего возраста. Статистическая значимость изменения показателей при выполнении пробы (внутри группы): # – $p < 0.05$ (One-way ANOVA). Статистическая значимость межгрупповых различий (в одной возрастной подгруппе) при выполнении пробы (Repeated measures ANOVA): * – $p < 0.05$. Статистическая значимость отличий от одноименной группы в младшей возрастной подгруппе (Repeated measures ANOVA): + – $p < 0.07$, ++ – $p < 0.05$.

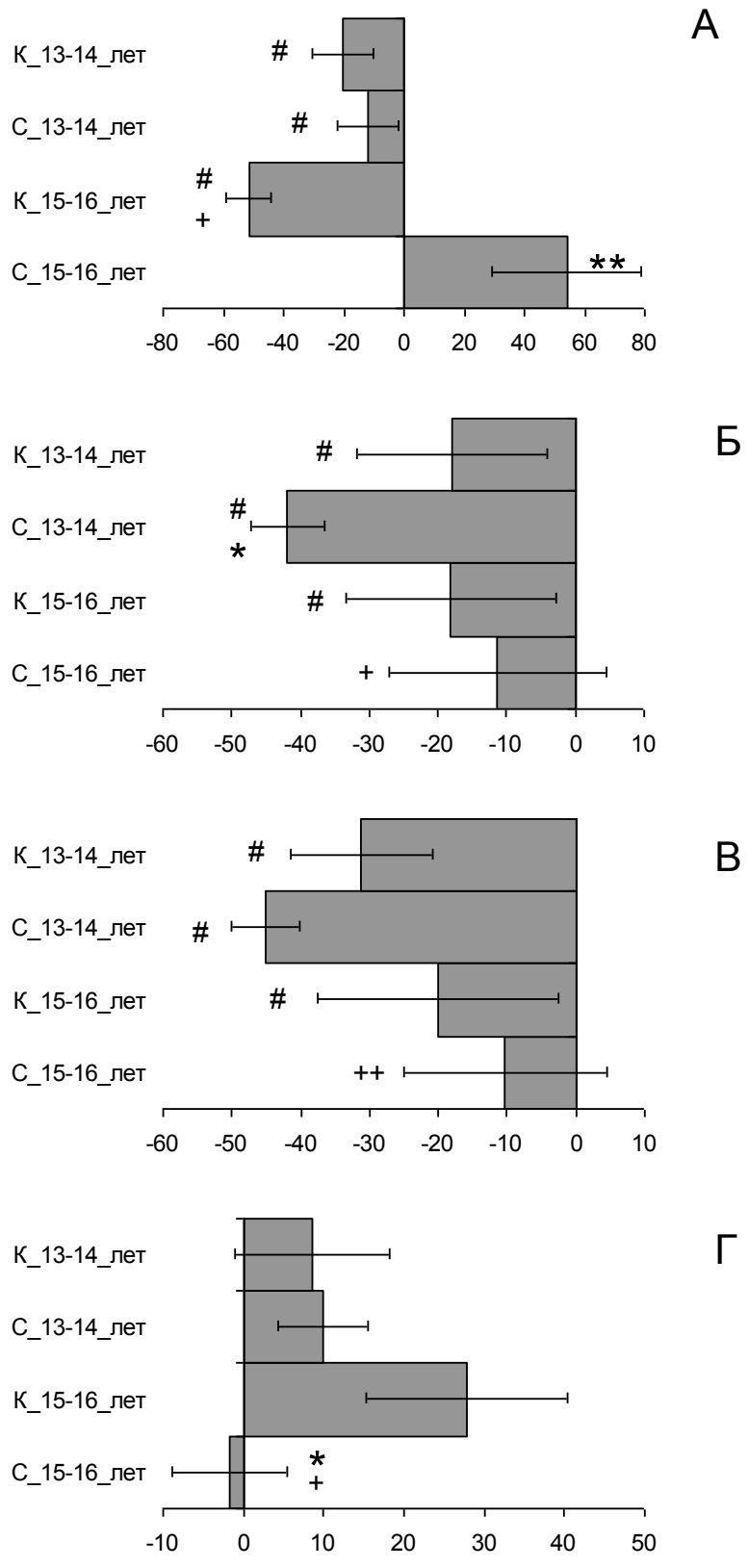


Рис. 77. Изменения расчетных индексов при выполнении функциональной пробы в % по сравнению с контрольным тестированием. А – стресс-индекс, Б – ВБ, В – ИЦ, Г – ЧБР. Статистическая значимость межгрупповых различий (в одной возрастной подгруппе) при выполнении пробы (Repeated measures ANOVA): * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$. Остальные обозначения – как на Рис. 76.

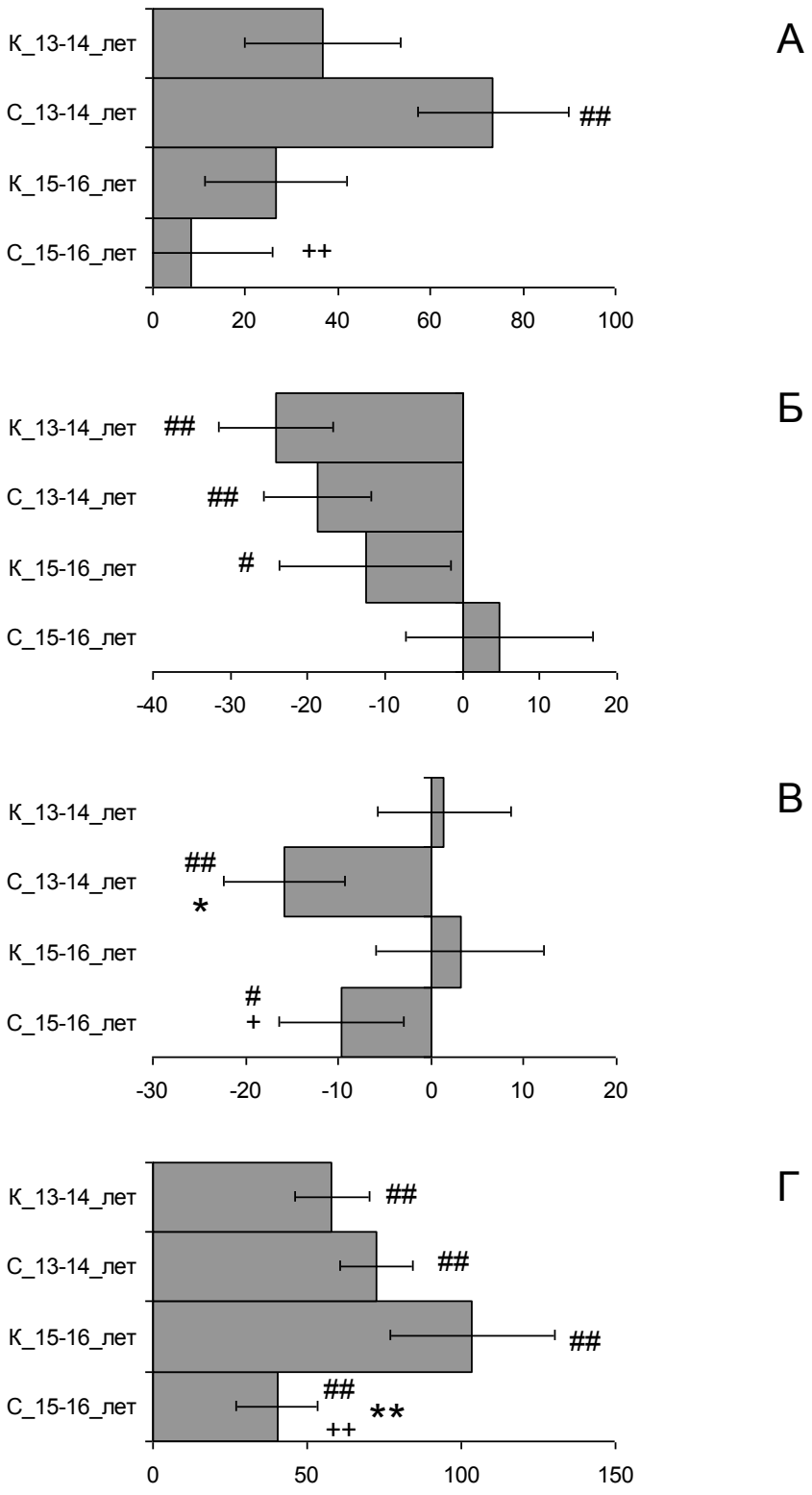


Рис. 78. Изменения спектральных показателей вариабельности СР при выполнении функциональной пробы в % по сравнению с контрольным тестированием. А – общая мощность спектра, Б – относительная мощность диапазона VLF, В – относительная мощность диапазона LF, Г – относительная мощность диапазона HF. Статистическая значимость изменения показателей при выполнении пробы (внутри группы): # – $p < 0.07$, ## – $p < 0.05$ (One-way ANOVA). Остальные обозначения – как на Рис. 77.

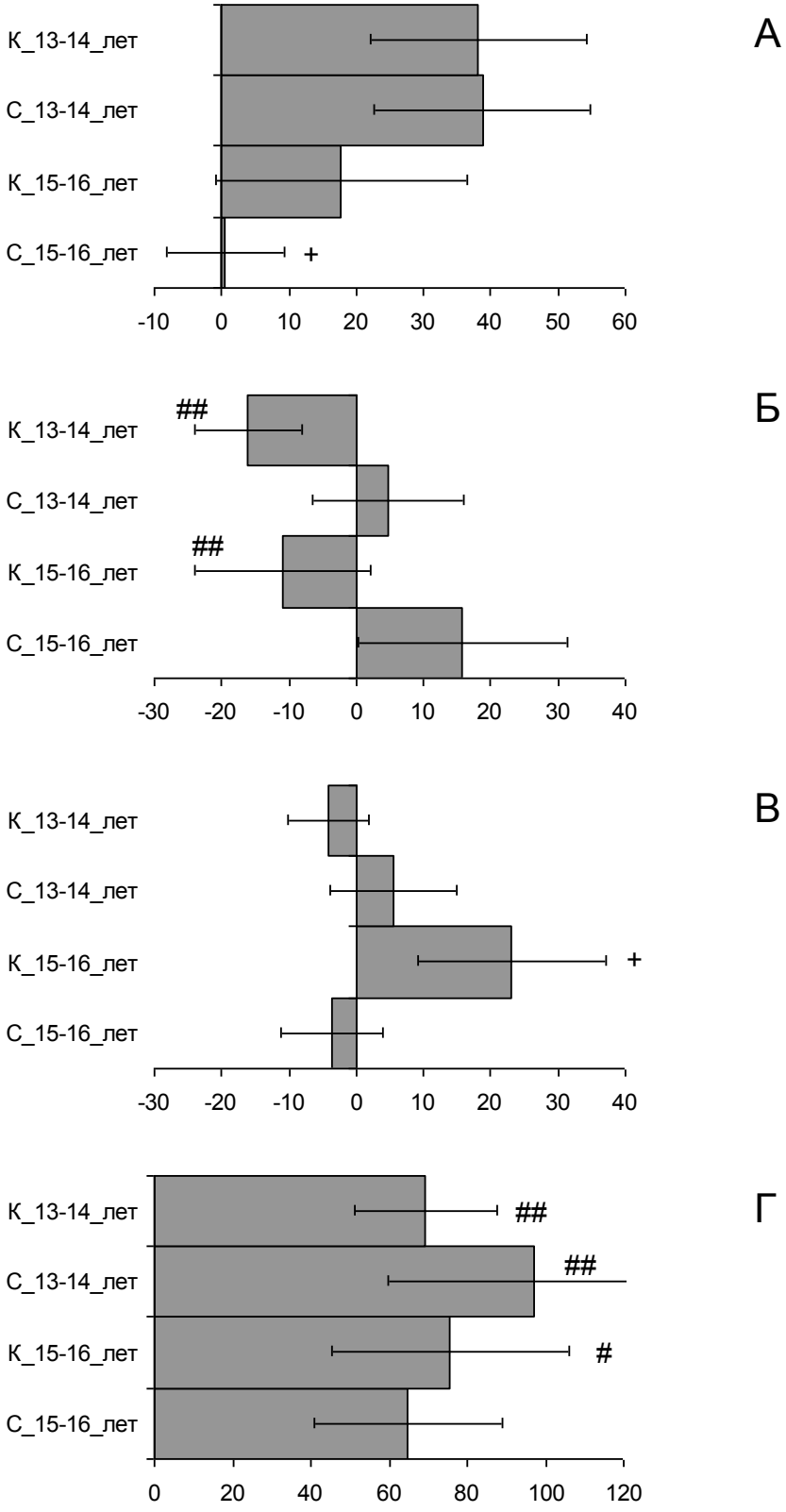


Рис. 79. Изменения спектральных показателей вариабельности пАДС при выполнении функциональной пробы в % по сравнению с контрольным тестированием. А – общая мощность спектра, Б – относительная мощность диапазона VLF, В – относительная мощность диапазона LF, Г – относительная мощность диапазона HF. Обозначения групп подростков и статистической достоверности – как на Рис. 78.

В более старшей возрастной подгруппе, у 15-16-летних подростков контрольной группы при выполнении функциональной пробы изменения основных показателей сердечнососудистой системы (ЧСС и пАД) не обнаружено (Рис. 76), однако у них сохранились спектральные перестройки СР (Рис. 78) и изменения расчетных индексов ВБ, ИЦ и стресс-индекса (Рис. 77). Кроме того, в спектре вариабельности пАДС обнаружено возрастание относительного вклада низких частот LF по сравнению с более младшей возрастной подгруппой (Рис. 79).

Эти данные свидетельствуют о том, что уровень вегетативной активности в организме таких подростков достиг достаточного уровня для поддержания на постоянном уровне как СР, так и пАД, в условиях активации дыхательной системы в использованной функциональной пробе, причем за счет возрастания эффективности симпатической регуляции.

У подростков, занимающихся спортом, в возрасте 15-16 лет, при выполнении функциональной пробы отсутствовали изменения ЧСС, пАД, а также общей мощности спектра вариабельности СР, при сохранении в нем спектральных перестроек, характерных для более младшего возраста, за исключением отсутствия снижения относительной мощности диапазона очень низких частот VLF и меньшей степени возрастания доли высоких частот (Рис. 78). При этом расчетные индексы, основанные на показателях спектра вариабельности СР, не изменялись, а у части подростков обнаружено возрастание стресс-индекса и снижение ЧБР (Рис. 77).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что у юных спортсменов данной возрастной подгруппы адаптация к условиям функциональной пробы происходит в основном при участии периферических механизмов регуляции СР, с преимущественным вовлечением барорефлекторных влияний. Половых различий в особенностях реактивности сердечнососудистой системы в функциональной пробе в данном возрасте не выявлено.

Полученные в данном разделе результаты свидетельствуют об относительном отставании функционального развития вегетативной регуляции

сердечнососудистой системы 13-14-летних подростков, не занимающихся спортом, по сравнению с юными спортсменами. Это отставание компенсируется к 15-16 годам, но достаточный уровень вегетативной активности достигается путем активации центральных регуляторных механизмов (симпатических и гуморальных), при относительно низком вкладе периферических вагусных и барорефлекторных механизмов.

Оценка реактивности сердечнососудистой систем в функциональной пробе с увеличением «мертвого» дыхательного пространства, ограничивающей легочную вентиляцию, показала, что адаптивные возможности организма подростков, не занимающихся спортом, реализуются с участием симпатического звена вегетативной регуляции, тогда как у юных спортсменов адаптация к условиям функциональной пробы происходит в основном при участии периферических механизмов, с преимущественным вовлечением барорефлекторных влияний. Данные результаты свидетельствуют о задержке функционального развития систем нейровегетативной регуляции у подростков с недостаточной двигательной активностью, по сравнению с подростками-спортсменами. Следовательно, даже в условиях негативного влияния средовых факторов (проживание в мегаполисе) повышение двигательной активности может способствовать нормализации сроков функционального развития организма учащихся.

7. Характеристика сердечнососудистой системы у прегипертензивных подростков из разных регионов РФ

Артериальная гипертензия является одной из наиболее распространенных неинфекционных заболеваний. Манифестация данного заболевания часто происходит в подростковом возрасте (А.А.Александров, 1997), причем статистические данные свидетельствуют о том, что «заболеваемость сердечнососудистой патологией за последние 10 лет у детей до 14 лет возросла в 2 раза, у подростков – более чем в 2.5 раза, что отражает

улучшение диагностики заболеваний сердца в детском возрасте» (М.А.Школьникова и др., 2003).

При оценке уровня АД принято руководствоваться рекомендациями Европейского общества гипертензии и кардиологов и экспертов ВОЗ (Journal of Hypertension, 2007), которые предлагают считать уровень артериального давления 140/90 мм рт.ст. унифицированным единым критерием артериальной гипертензии, как для взрослых, так и для подростков начиная с 13 лет. Вместе с тем, выделение только группы с надпороговыми значениями АД оставляет без внимания значительную часть как взрослого населения, так и детей и подростков, с пограничными состояниями, составляющими особую группу медицинского неблагополучия (А.Г.Румянцев, Д.Д.Панков, 2002). Стремительный рост за последние годы числа людей разного возраста с уровнем АД, повышенным до значений, близких к граничным, привел к актуализации данной проблемы и введению термина «высокое нормальное АД» (или «прегипертензия»), к которому относят величину АД между 90-м и 95-м центилями. Дети с таким АД составляют группу риска и нуждаются в диспансерном наблюдении, им рекомендуется немедикаментозное лечение.

Российские рекомендации для оценки АД детей и подростков разработаны Комитетом экспертов Всероссийского научного общества кардиологов и Ассоциации детских кардиологов России. Рекомендации утверждены на Российском национальном конгрессе кардиологов (Москва, октябрь 2008 г.). К артериальной гипертензии относят средние уровни АДС и/или АДД на трех визитах, равные или превышающие 95-й центиль для данного возраста, пола и роста. К высокому нормальному АД – средние уровни АДС и/или АДД на трех визитах, равные или превышающие 90-й центиль, но меньшие 95-го центиля для данного возраста, пола и роста, или равные или превышающие 120/80 мм рт.ст. (даже если это значение меньше 90-го центиля). Соответственно, согласно центильным таблицам (Pediatrics, 2004), доля детей и подростков в условно-нормальной популя-

ции, попадающих в диапазон выше 90-го центиля, составляет 10 %. В зарубежных скрининговых исследованиях за последние годы выявлено возрастание данного показателя в детской и подростковой популяции до 20-25 % (C.A.King et al., 2006; K.L.McNiece et al., 2007). Среди взрослого населения доля людей с прегипертензией доходит до 40 % (K.Atilla et al., 2006; D.P.Papadopoulos et al., 2008), а риск развития в последующем у таких пациентов гипертензии оценивается в 90 % (R.S.Vasan et al., 2002).

Опыт отечественных и зарубежных исследователей показывает, что факторами риска для развития артериальной гипертензии, в том числе, юношеской, считаются высокие информационные и психоэмоциональные нагрузки, характеризующие процесс обучения на современном этапе, особенно в сочетании с гиподинамией, (А.А.Александров, 1997; А.Г.Румянцев, Д.Д.Панков, 2002; Л.И.Колесникова и др., 2003; Ж.В.Нефедова, Е.Р.Слободская, 2004; J.M.Sorov et al., 2004; В.Б.Розанов и др., 2007; H.-Ch.Deter, 2008 и др.). Повышенное внимание к подросткам данной группы может повысить эффективность превентивной терапии ряда заболеваний сердечнососудистой системы, особенно имеющих психосоматический характер (Л.И.Колесникова и др., 2003; Ж.В.Нефедова, Е.Р.Слободская, 2004; H.-Ch.Deter, 2008), а также послужить основой профилактики тяжелой органической кардиоваскулярной патологии в зрелые годы (В.И.Тамбовцева, 2007).

В данной части работы использованы данные саногенетического мониторинга функционального состояния организма учащихся школ г. Москвы (№ 315, № 548, № 735, № 1357), школ г. Пушкино и Пушкинского района Московской области, школы пос. Нагово Новгородской области, а также школ г. Майкоп и пос. Джерокай Республики Адыгея (всего 1300 наблюдений). Тестирование проводили в спирометрической маске. В группу с повышенным АД были включены подростки с систолическим АД (АДС) выше 120 мм рт.ст. и/или диастолическим АД (АДД) выше 80 мм

рт.ст. (всего 410 человек). Гендерные различия в данном исследовании не учитывали.

В нашей работе доля подростков с АД выше 140/90 мм рт.ст. составляла 3-9 % во всех возрастных группах (Рис. 80, А), что соответствует данным литературы (А.А.Александров, 1997; М.А.Школьникова и др., 2003; В.Б.Розанов и др., 2007). При использовании единого для всех возрастных групп критерия «выше 120/80 мм рт.ст.» доля подростков с повышенным АД возрастала от 8-го к 10-му классу и достигала значений 40-50 % от всей выборки.

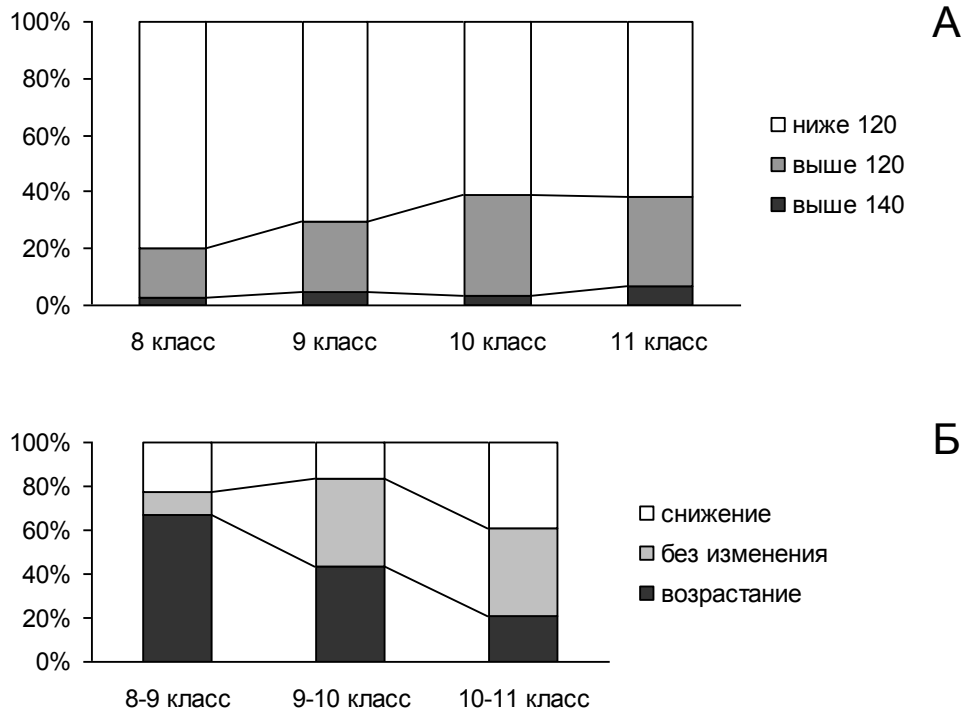


Рис. 80. Динамика частоты встречаемости повышенного систолического АД. А – частота встречаемости разного уровня систолического АД суммарно среди подростков, проживающих в разных регионах РФ, Б – динамика изменения систолического АД у подростков-москвичей с уровнем систолического АД выше 120 мм рт.ст.

При этом анализ динамики показателей АД у подростков из этой группы показал ее существенную изменчивость, хотя наибольший % слу-

чаев возрастания АД зафиксирован при переходе из 8-го в 9-й класс (Рис. 80, Б). Данный факт, безусловно, связан не только с развитием пре- и гипертензии, но и обусловлен закономерностями онтогенетического развития. Во-первых, в период школьного обучения происходит увеличение антропометрических показателей, определяющих базовый уровень АД. Во-вторых, в организме ребенка (а затем подростка) происходят существенные изменения, связанные с процессом функционального созревания симпатического звена вегетативной регуляции сердечнососудистой системы (Z.Lenard et al., 2004). В-третьих, в подростковом возрасте следует учитывать стадию полового созревания, также оказывающего существенное влияние на уровень АД (В.Б.Розанов и др., 2007). В связи с этим меняются и границы, разделяющие условно-нормальные и повышенные значения АД. Так, в возрасте 10-12 лет в качестве верхней границы нормы принимаются значения 120/70 мм рт.ст., в возрасте 13-14 лет – 120/80, в возрасте 15-17 лет – 135/85 (А.А.Александров, 1997).

Результаты статистического анализа частоты встречаемости повышенного АД среди учащихся разных возрастных групп и регионов проживания приведены в Табл. 11. Видно, что доля подростков с повышенным АД ниже в школах Московской и Новгородской областей, по сравнению с Москвой и Республикой Адыгея. Также прослеживается зависимость доли подростков с повышенным АД от возраста, с достижением стабильного уровня в 9-10-х классах (14-16 лет), что соответствует как возрастной динамике АД, так и срокам манифестации юношеской гипертензии. Данные одномоментного обследования разных выборок подтвердились при анализе уровня АД в одном классе на протяжении 5 лет (Табл. 12). Следует обратить внимание, что наибольшее число подростков с повышенным АД выявлено в московской школе № 1357 с традиционной системой обучения. В московских школах с личностно-ориентированными образовательными технологиями (№ 315 и № 548) этот показатель был ниже, а самые низкие показатели зарегистрированы в Новгородской и Московской областях.

Табл. 11. Доля учащихся с повышенным артериальным давлением (систолическое артериальное давление > 120 мм рт.ст.) в школах Москвы и других регионов РФ. Статистическая значимость межгрупповых различий (по критерию χ^2): отличия от предыдущей возрастной группы в своей школы: # – $p < 0.07$, ## – $p < 0.05$; отличия от показателей п. Нагово: + – $p < 0.05$; отличия от показателей г. Пушкино: * – $p < 0.05$.

Школа	Класс	Общее количество обследованных учащихся	Количество учащихся с повышенным АД	Доля учащихся с повышенным АД
Москва, № 1357	8	57	9	15.8 %
	9	73	22	30.1 % # *
	10	56	28	50.0 % ##
	11	49	24	48.9 %
Москва, № 315	9	47	16	34.0 % *
	10	48	19	39.6 %
	11	45	12	26.7 %
Москва, № 548	8	44	11	25.0 %
	9	183	71	38.8 % # + *
	10	122	47	38.5 %
	11	50	19	38.0 %
Майкоп, № 3, № 6, № 9	9	48	16	33.3 % *
	10	53	19	28.3 %
Пушкино Московской обл., № 1, № 5, № 9	9	150	25	20.8 %
Нагово Новгородской обл.	9	31	5	16.1 %

Табл. 12. Динамика изменения доли учащихся с повышенным АД в одном классе на протяжении 4 лет (школа № 1357 г. Москвы, 2002-2005 гг.). Статистическая значимость отличия от предыдущего обследования (по критерию χ^2): # – $p < 0.05$.

Класс	Дата обследования	Общее количество обследованных учащихся	Количество учащихся с повышенным АД	Доля учащихся с повышенным АД
8	Декабрь 2002 г.	35	8	22.8 %
9	Декабрь 2003 г.	37	7	18.9 %
10	Октябрь 2004 г.	49	21	42.8 % #
	Апрель 2005 г.	46	21	45.5 %
11	Октябрь 2005 г.	41	19	46.3 %

Данные результаты подтверждают сделанное ранее заключение о том, что использование в московских школах традиционной системы обучения является фактором риска для здоровья учащихся, в данном случае, приводят к повышению числа подростков в группе риска по развитию пре- и гипертензии.

Анализ величин АДС и АДД у гипертензивных подростков выявил различия между показателями испытуемых, проживающих в разных регионах страны. Так, среди учащихся 9-х классов наивысшие значения АДС зарегистрированы в Московской области (143.8 ± 2.7 мм рт.ст.), среди москвичей – у учащихся общеобразовательных классов школы № 548 (133.3 ± 1.7 мм рт.ст.). В остальных возрастных группах АДС не зависело от региона проживания (Рис. 81).

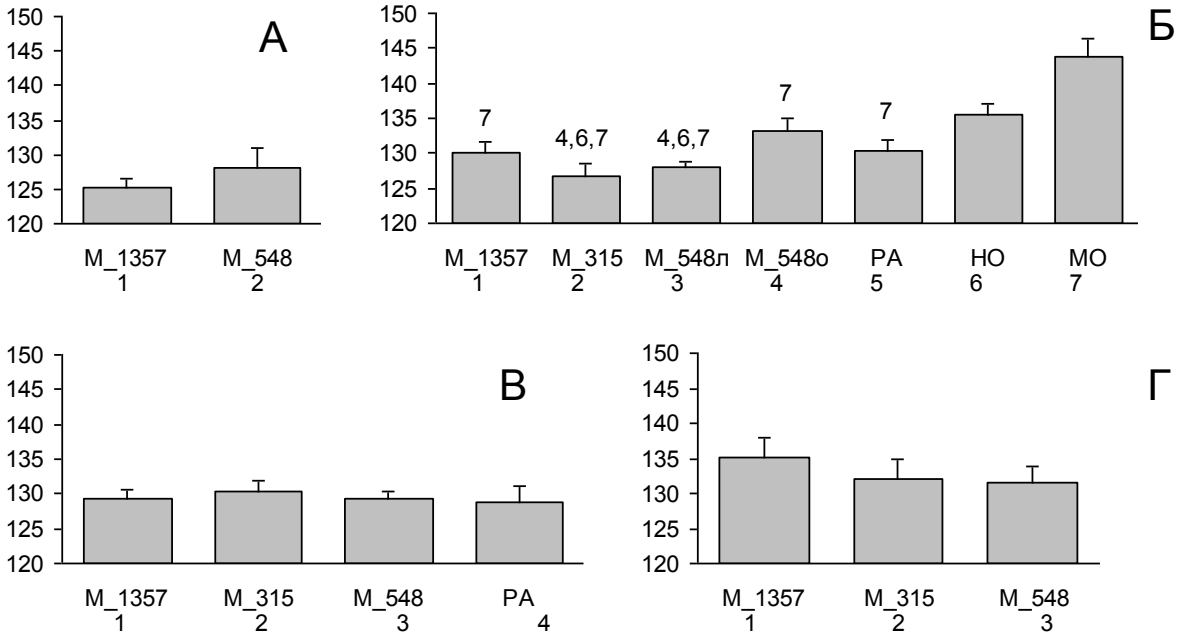


Рис. 81. Уровень систолического АД (мм рт.ст.) у подростков из группы риска в разных регионах России. А – учащиеся 8-х классов, Б – 9-х классов, В – 10-х классов, Г – 11-х классов. Группы: M_1357 – учащиеся школы № 1357 г. Москвы, M_315 – учащиеся школы № 315 г. Москвы, M_548л – учащиеся лицейских классов школы № 548 г. Москвы, M_548о – учащиеся общеобразовательных классов этой же школы, РА – учащиеся школ Республики Адыгея, НО – учащиеся школы пос. Нагово Новгородской области, МО – учащиеся школ г. Пушкино и Пушкинского района Московской области. Под названием группы указан ее номер. Статистическая значимость межгрупповых различий ($p < 0.05$ One way ANOVA) обозначена номером соответствующей группы.

Уровень АДД во всех возрастных группах был выше у учащихся школы № 1357 г. Москвы, а самые низкие значения зарегистрированы в Республике Адыгея и Новгородской области (Рис. 82).

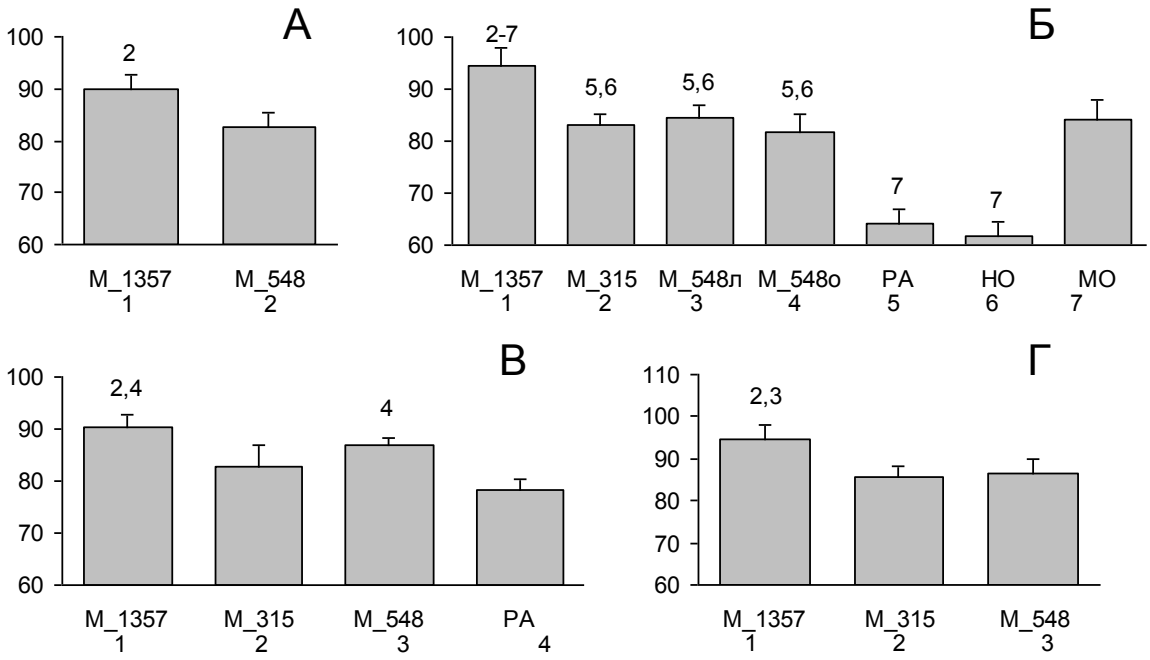


Рис. 82. Уровень диастолического АД (мм рт.ст.) у подростков из группы риска в разных регионах. А – учащиеся 8-х классов, Б – 9-х классов, В – 10-х классов, Г – 11-х классов. Обозначения групп испытуемых и статистической достоверности – как на Рис. 81.

Принимая во внимание то обстоятельство, что в разных возрастных группах обследуемых подростков состояние вегетативной регуляции сердечнососудистой системы различается, мы провели сопоставление уровня АД и результатов анализа вариабельности СР и пАД в зависимости от возраста учащихся. Данный подход позволил показать, что в 8-х классах (n = 101) корреляционных связей уровня АД с показателями вариабельности СР и пАД не обнаруживается.

В 9-х классах (n = 393) найдена выраженная корреляционная связь уровня АДС с частотой сердечных сокращений (r = 0.144, p = 0.004), относительной мощностью диапазона LF спектра вариабельности пАДС (r = 0.126, p = 0.006) и альфа-индексом (r = –0.103, p = 0.041), а также корреля-

ционная связь АДД с частотой сердечных сокращений (r = 0.162, p = 0.001) и мощностью диапазона VLF спектра вариабельности СР (r = 0.130, p = 0.010). Эти результаты предполагают, что повышенный уровень АДС у 13-14-летних подростков связан с высокой симпатической активностью и снижением чувствительности артериального барорефлекса, а повышенный уровень АДД определяется активностью центральных звеньев вегетативной регуляции, в том числе, имеющих метаболические основы.

В 10-х классах (n = 279) уровень АДС был корреляционно связан с относительной мощностью диапазона LF спектра вариабельности пАДС (r = 0.144, p = 0.016), а уровень АДД – с частотой сердечных сокращений (r = 0.224, p = 0.000) и ВБ (r = 0.118, p = 0.048). Данные факты позволяют предположить, что в тестируемом возрастном периоде (15-16 лет) повышенное АД у подростков в большей степени связано с нарушениями вегетативной регуляции сердечнососудистой системы, и теряет зависимость от психоэмоциональных и метаболических факторов. В 11-х классах (n = 144) было показано, что уровень АДС корреляционно связан с мощностью диапазона HF спектра вариабельности СР (r = –0.164, p = 0.049) и относительной мощностью диапазона LF спектра вариабельности пАДС (r = 0.228, p = 0.006), тогда как уровень АДД не имел корреляционных связей с показателями вариабельности СР и пАД. Эти результаты свидетельствуют о том, что в самой старшей возрастной группе уровень АД определяется, в основном, повышенной симпатической активностью и недостаточной вагусной эффективностью. Аналогичные результаты были получены в работе (D.Lucini et al., 2002a) при обследовании людей с АД, близким к высшей границе нормы (133.0 ± 0.7 мм рт.ст.): у них описано повышение мощности LF диапазона и снижение мощности HF диапазона СР при снижении альфа-индекса, что интерпретировалось как автономная дизрегуляция и в большей степени проявлялось у молодых испытуемых (16-20 лет).

Среди причин повышения АД выделяют как средовые, так и генетические факторы, связанные с особенностями метаболизма

(А.А.Александров, 1997). Показано, что хроническое психоэмоциональное напряжение, вызванное проблемами в семье, на работе (в школе) или иными причинами, часто приводит к развитию гипертензии (Л.И.Колесникова и др., 2003; H.-Ch.Deter, 2008). В таких условиях, даже при отсутствии клинических проявлений соматических заболеваний, часто регистрируется повышение уровня АД до верхней границы нормы, при этом анализ вариабельности СР позволяет обнаружить усиление симпатической активности (возрастание мощности диапазона LF) при недостатке вагусной активности (отражаемой в диапазоне HF), и снижение альфа-индекса (Z.Lenard et al., 2004). При генетической предрасположенности к гипертензии (наличие хотя бы одного родителя с данным заболеванием) состояние вегетативной регуляции сердечнососудистой системы подростка характеризуется такими же изменениями спектральных показателей СР по сравнению с потомством здоровых родителей (L.R.Davrath et al., 2003). При этом у подростков с повышенным АД, как правило, выявляются метаболические сдвиги – нарушения липидного обмена и нарушения толерантности к глюкозе (Ж.В.Нефедова, М.К.Соболева, 2007; J.T.Flynn, M.N.Alderman, 2005). Анализ состояния здоровья школьников в г. Москве также выявил, что в спектре заболеваний учащихся выпускных классов превалируют нарушения желудочно-кишечного тракта и аллергические заболевания (Д.Д.Панков, Т.Б.Панкова, 2006), что оказывает влияние на показатели обменных процессов.

Сравнительный анализ показателей вегетативной регуляции сердечнососудистой системы у гипертензивных подростков из разных регионов страны показал, что у учащихся школы № 1357 г. Москвы, показавших самые высокие значения АДД, одновременно во всех возрастных категориях наблюдаются самые высокие показатели суммарной мощности спектров вариабельности пАДС и пАДД и самые низкие значения альфа-индекса. Это связывает высокий уровень АД у таких подростков с нарушениями ав-

тономной регуляции – возрастанием общего уровня вегетативной активности и снижением чувствительности артериального барорефлекса.

Вместе с тем, анализ показателей вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы у подростков одного возраста, но с разным уровнем АД, проведенный в этой же школе, показал, что в состоянии покоя между этими группами испытуемых различий не выявляется. Вероятно, данный факт может быть следствием того, что все учащиеся одной школы находятся в одинаковых средовых и психосоциальных условиях, и адаптация к этим условиям вызывает однотипные изменения вегетативной активности (D.Lucini et al., 2005).

Применение функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства показало, что в условиях тестирования в спирометрической маске у прегипертензивных подростков 15-16 лет (результаты обследования этих подростков с АД выше 140/90 мм рт.ст. в данной части работы в статистический анализ не брали), как из Москвы, так и из Республики Адыгея, происходит учащение пульса и снижение пАДС (Рис. 83, А, Б), а пАДД снижается только у москвичей (Рис. 83, В). У подростков с нормальным уровнем АД данная функциональная проба в возрасте 15-16 лет не вызывает значимых изменений описываемых показателей, но они описаны в более раннем возрасте. В спектральных показателях вариабельности СР у прегипертензивных подростков из обоих регионов происходит снижение относительной мощности диапазона LF (Рис. 84, А). Такой тип изменения спектра СР характерен для взрослых испытуемых с высоким уровнем симпатической активности.

В спектре вариабельности пАДС снижение относительной мощности LF, характерное для более младшей возрастной группы, выявлено только у прегипертензивных москвичей (Рис. 84, Б, при сравнении с учащимися московской школы с нормальным АД и с прегипертензивными подростками из Адыгеи).

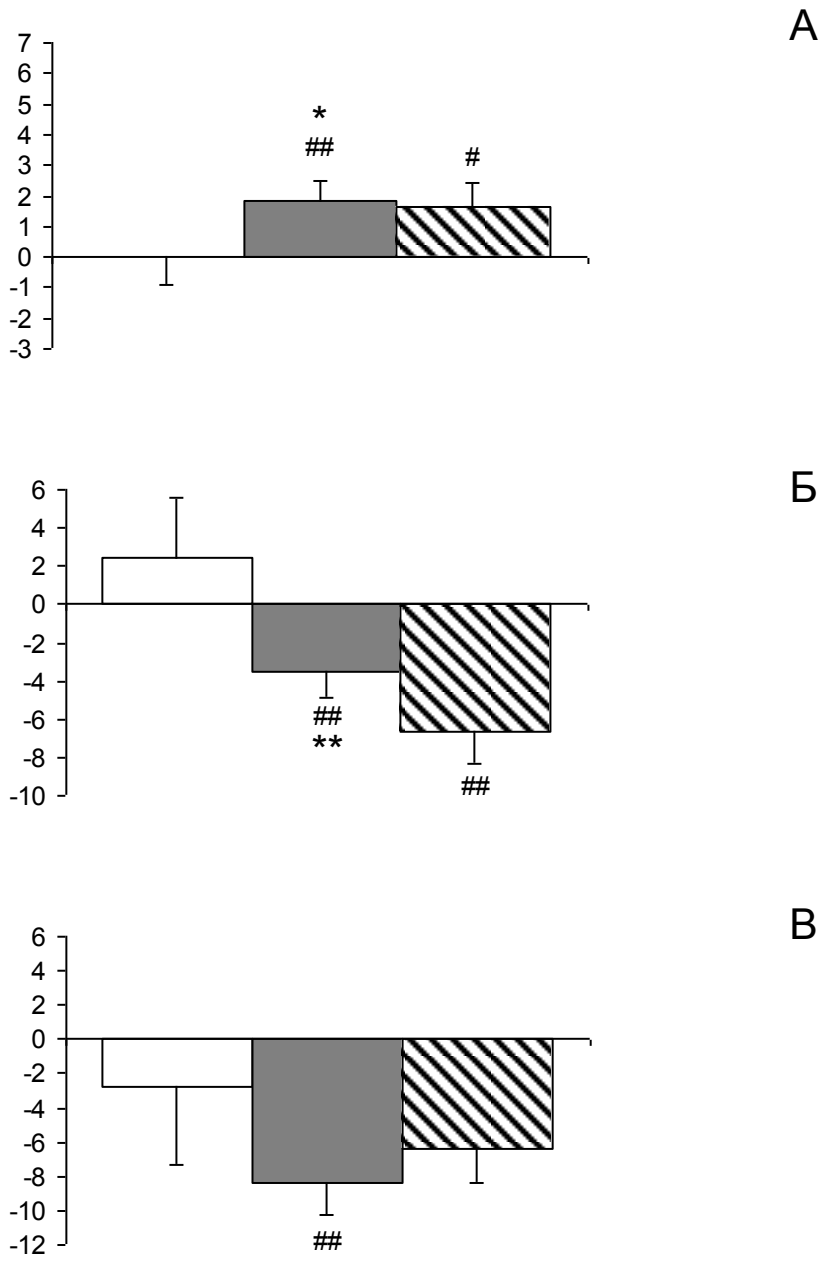


Рис. 83. Изменения при выполнении функциональной пробы (в % по сравнению с контрольных тестированием) показателей сердечнососудистой системы: А – ЧСС, Б – пАДС, В – пАДД. Обозначения групп: белые столбики – учащиеся школы № 1357 г. Москвы с нормальным АД, серые столбики – учащиеся этой же школы с повышенным АД, заштрихованные столбики – учащиеся школ Республики Адыгея с повышенным АД. Статистическая значимость изменения показателя при выполнении функциональной пробы (Repeated measures ANOVA): # – $p < 0.07$, ## – $p < 0.05$. Статистическая значимость отличий от группы с нормальным АД (One way ANOVA): * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$.

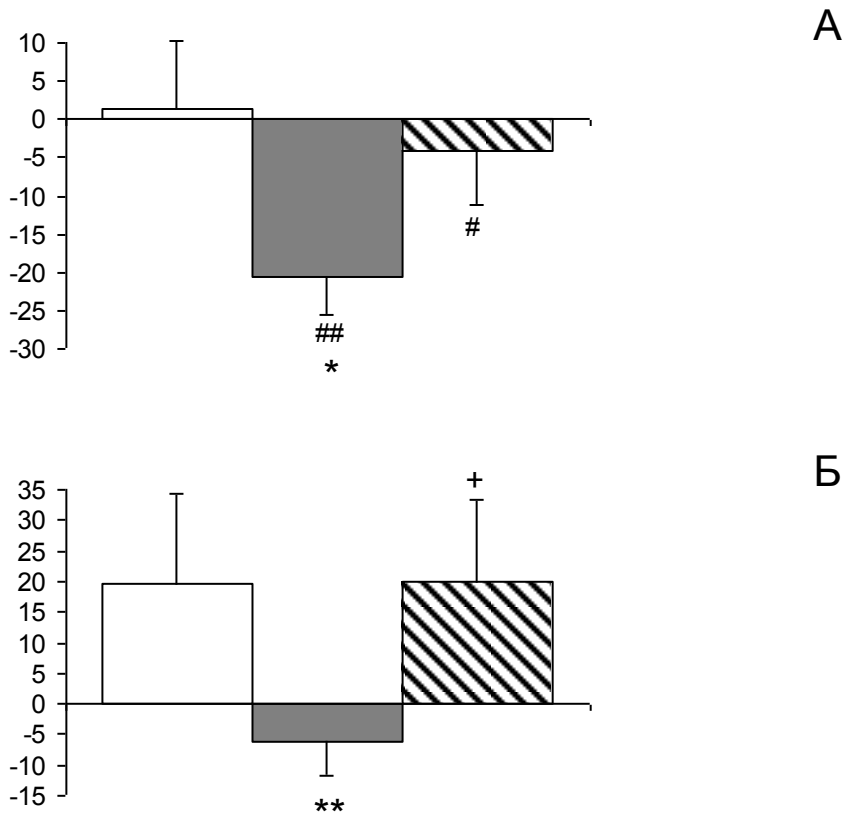


Рис. 84. Изменения при выполнении функциональной пробы (в % по сравнению с контрольным тестированием) относительной мощности низкочастотного диапазона LF в спектрах вариабельности СР (А) и пАДС (Б). Обозначения групп как на Рис. 7-4. Статистическая значимость изменения показателя при выполнении функциональной пробы (Repeated measures ANOVA): # – $p < 0.07$, ## – $p < 0.05$. Статистическая значимость отличий от группы с нормальным АД (One way ANOVA): * – $p < 0.07$, ** – $p < 0.05$. Статистическая значимость отличий от учащихся школы № 1357 с повышенным АД (One way ANOVA): + – $p < 0.07$.

Изменения диапазона LF спектра вариабельности пАДС статистически отличаются от показателей нормотензивных подростков только у москвичей (Рис. 84). Снижение эффективности симпатической составляющей было описано в работе (D.Lucini et al., 2005), при анализе реактивности организма людей с пограничными значениями АД (вследствие хронического психосоциального стресса) в тесте на изменение позы – из положения сидя в положение стоя, и были интерпретированы как адаптивное снижение чувствительности к возбуждающим стимулам. У испытуемых с генетической предрасположенностью к гипертензии, как описано в работе

(L.R.Davrath et al., 2003), в этой же пробе выявляется, наоборот, возрастание симпатической активности.

Полученные результаты позволяют заключить, что формирование состояния прегипертензии у 15-16-летних учащихся связано с нарушениями систем симпатических и барорефлекторных регуляторных влияний и временной задержкой в их функциональном развитии. При этом сдвиги в состоянии сердечнососудистой системы у прегипертензивных москвичей являются более выраженными, по сравнению с жителями Адыгеи, чему, по-видимому, способствует как неблагоприятная экологическая ситуация, так и стиль жизни (низкий уровень двигательной активности, изменения в структуре питания, распространенность вредных привычек), характерные для мегаполиса.

8. Влияние здоровьесберегающих образовательных технологий на показатели сердечнососудистой системы и психомоторной координации

Применение здоровьесберегающих образовательных технологий подразумевает использование в работе педагогов дидактических, психолого-педагогических и медицинских приемов, способствующих не только сохранению здоровья учащихся, но и его укреплению в течение образовательного цикла. Для этих целей применяют структурирование уроков в зависимости от возраста и способностей учащихся, используют личностно-ориентированные образовательные технологии, добавляют время на занятия физической культурой и спортом, проводят массовые профилактические и индивидуальные (по назначениям врачей) медицинские мероприятия, формируют мотивацию на здоровый образ жизни, реализуют проектную деятельность учащихся и т.д. (А.Р.Вирабова, 2006; И.В.Чупаха и др., 2006). В нашей работе элементами здоровьесберегающих образовательных технологий было использование фитопрепарата «Кармолис» (аэрация воздуха в классной комнате и массаж по индивидуально-рекомендованной

схеме) и применение универсального восстановительно-развивающего комплекса упражнений «Пять минут для здоровья».

8.1.Результаты использования препарата «Кармолис»

Препарат «Кармолис» («Ст. Гален», Швейцария, дистрибьютер в РФ ООО «Санта») является натуральным средством, созданным на основе эфирных масел лекарственных растений, обладающих широким спектром действия. Состав препарата «Кармолис»: ментол, масло тимьяна, масло анисовое, масло китайского коричника, масло гвоздичное, масло лимона, масло лаванды узколистной, масло лаванды широколистной, масло мелиссы, масло шалфея, масло мускатного ореха. Различные комбинации эфирных масел, образующих состав препаратов «Кармолис», позволяют получать усиление того или иного эффекта средства, что обуславливает деление линии «Кармолис» на три основные группы: препараты для профилактики и лечения простудных заболеваний; препараты для лечения заболеваний опорно-двигательного аппарата; препараты, применяющиеся в спорте. Препарат активно применяется в профилактической и восстановительной медицине в различных вариантах ароматерапии как тонизирующее, общеукрепляющее и стимулирующее средство (Кармолис. Здоровье от природы).

Использование препаратов «Кармолис» в практике оздоровительной работы в школе № 1357 г. Москвы проходило в рамках «Программы индивидуальной фитокоррекции у детей», утвержденной исполнительным директором ООО «Санта» М.М.Грошенковым, директором школы Т.Н.Васюткиной, проректором ГОУ ВПО «Московского института открытого образования» Департамента образования г. Москвы В.А.Носкиным.

Программа проходила в течение 2 лет (2004-2006 гг.), в ней приняли участие школьники из 2 параллелей (2-Б → 3-Б класс – 26 человек, 3-Б → 4-Б класс – 22 человека), не показавших аллергической реакции на препарат (покраснение кожи в месте контакта, тахикардия, аллергический ринит) и при согласии родителей. В этих классах проведено 2 ежегодные се-

рии аэрации воздуха с помощью препарата «Кармолис-капли» согласно утвержденной методике (10-15 капель препарата на 500 мл воды, с использованием увлажнителя воздуха «Санбим»), а также использование фиточая с каплями «Кармолис» (5 капель на чашку). Методами контроля за состоянием здоровья учащихся был саногенетический мониторинг (включающий оценку состояния сердечнососудистой системы организма детей в условиях тестирования в спирометрической маске и оценку психомоторной координированности), а также учет посещаемости школы. В параллельных классах, при наличии большого количества отказов родителей и детей с аллергическими заболеваниями, также был проведен саногенетический мониторинг, его результаты были использованы в качестве контроля (2-А $\rightarrow$ 3-А класс – 28 человек, 3-А $\rightarrow$ 4-А класс – 19 человек). 31 учащийся получил назначения (по рекомендации д.м.н., проф. Л.А.Носкина) на массаж рефлексогенных зон с применением препарата «Кармолис». Рекомендованные процедуры прошли 27 человек, из них 22 участвовали в саногенетическом мониторинге.

Согласно отчетам классных руководителей, аэрация воздуха в классных комнатах и использование фиточая дали выраженный защитный эффект: на пике заболеваемости ОРВИ в марте-апреле 2006 г. посещаемость в контрольных классах не превышала 50 % от списочного состава, в классах с работающими увлажнителями – почти 100 %. Посещаемость уроков физической культуры на пике заболеваемости в контрольном 3-А классе составила 3 человека из 19 (16 %), в 3-Б – 21 человек из 22 (95 %).

Во всех классах, как контрольных, так и участвовавших в Программе, саногенетическое обследование детей проводили дважды за учебный год, в сентябре и апреле (соответственно, во 2-м и 3-м, и 3-м и 4-м классах). Программу фитокоррекци проводили в течение 4 недель в феврале-марте, в 2004-2005 и 2005-2006 учебных годах. При анализе результатов гендерные особенности не учитывали.

Мониторинг состояния сердечнососудистой системы показал, что в результате использования фитопрепарата «Кармолис» в 3-х классах происходило снижение пАДС, а при тестировании в 4-м классе – как пАДС, так и пАДД (Рис. 85). Учитывая особенности физиологии сердечнососудистой системы школьников в этом возрасте, можно предположить, что использование препарата «Кармолис» усиливает функциональную недостаточность симпатической регуляции сосудистого тонуса, что требует up-коррекции вегетативных функций, в первую очередь, за счет увеличения двигательной активности.

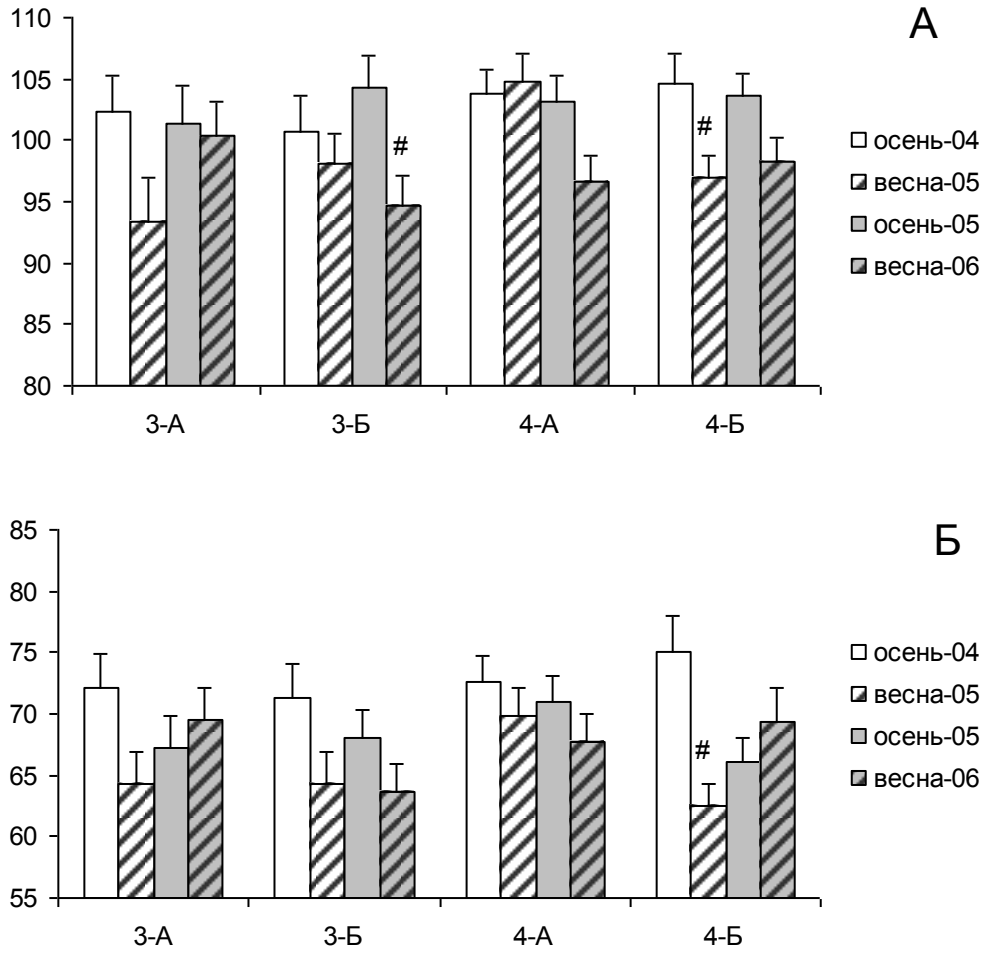


Рис. 85. Уровень пАДС (А) и пАДД (Б) у учащихся разных классов за 2 года мониторинга (сроки тестирования показаны справа). Статистическая значимость изменения показателей по сравнению с первым обследованием обозначена # ($p < 0.05$ по Repeated measures ANOVA).

ЧСС, постепенно снижающаяся у детей с возрастом, у учащихся классов, участвовавших в программе фитокоррекции, во втором (весеннем) тестировании была резко снижена (Рис. 86). Это подтверждает высказанное выше предположение об усилении под влиянием препарата «Кармолис» функциональной недостаточности симпатической регуляции, в данном случае – в отношении сердечного ритма и необходимости параллельной up-коррекции вегетативных функций.

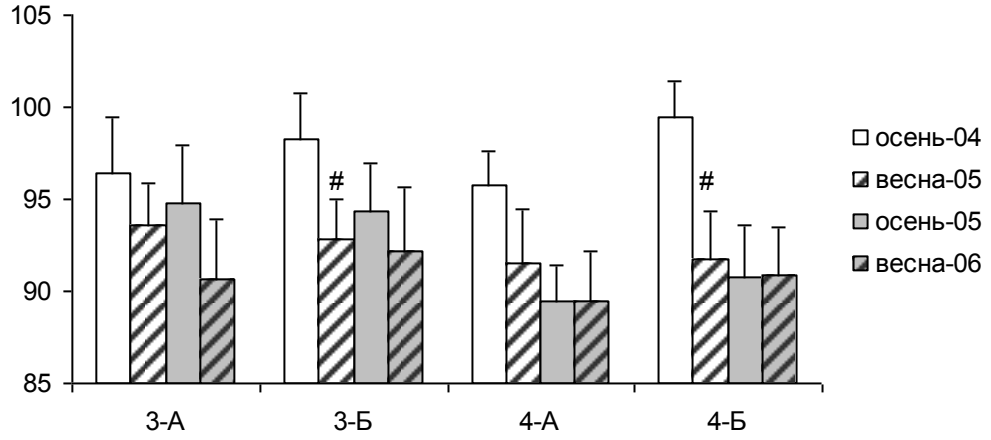


Рис. 86. ЧСС у учащихся разных классов за 2 года мониторинга. Сроки тестирования и статистическая достоверность – как на Рис. 85.

Спектральные показатели вариабельности СР и пАД у детей из контрольных классов и классов, принимавших участие в Программе, за время мониторинга значимо не изменялись. Уровень централизации в управлении сердечнососудистой системой по показателям ВБ и ИЦ за время мониторинга также значимо не изменялся ни в одном классе. Изменение альфа-индекса, связанного с ЧБР и отражающего чувствительность сердечной деятельности к изменению АД, происходило одновременно в контрольных классах и в классах, участвующих в Программе, что связано с возрастными изменениями физиологических показателей.

Таким образом, результаты 2 лет саногенетического мониторинга не выявили значимых изменений в состоянии сердечнососудистой системы,

систем регуляции СР и пАД, вызываемых аэрацией воздуха в классной комнате препаратом «Кармолис». Исключение составляет лишь усиление функциональной недостаточности симпатической регуляции сердечно-сосудистой системы, исходно присущей организму детей данного возраста.

Показатели психомоторной координированности (внимание, точность движений, плавность движений, сенсомоторная реактивность на световой и звуковой стимулы, моторная асимметрия) за 2 года мониторинга значимо не изменялись ни в одном классе, как и частотные характеристики направления и динамики изменения этих показателей. Сокращение длительности цикла движения как интегрального показателя психомоторной координации выявлено во всех обследованных классах и соответствует возрастным закономерностям развития психомоторной сферы. Следовательно, можно сделать заключение, что использование препарата «Кармолис» в программе фитокоррекции не оказало влияния на психофизиологические показатели школьников.

Применение препарата «Кармолис» в индивидуальном порядке для массажа рефлексогенных зон показало наличие выраженного положительного влияния этих процедур на периферическое кровообращение. У 41 % детей отмечены положительные сдвиги в значениях пАД. У 41 % детей отмечены нормотонически-направленные сдвиги ВБ. У 65 % детей отмечено возрастание показателя альфа-индекса, характеризующего ЧБР. При этом ни у одного ребенка не зафиксировано изменений состояния миокарда и ЧСС, что подтверждает безопасность применения препарата «Кармолис» при отсутствии индивидуальной непереносимости.

В целом, можно сделать заключение о преимуществе индивидуальной формы фитокоррекции с использованием препарата «Кармолис», давшей положительные эффекты в большинстве случаев применения. Массовые применения данного препарата нуждаются в клиническом контроле и, вероятно, должны сопровождаться увеличением физической активности

учащихся, в частности, добавлением в сетку расписания дополнительных уроков физической культуры.

8.2. Результаты применения универсального восстановительно-развивающего комплекса упражнений «Пять минут для здоровья»

Универсальный восстановительно-развивающий комплекс упражнений «Пять минут для здоровья» является частью системы психофизиологической адаптации организма учащихся к высоким психоэмоциональным и физическим нагрузкам, разработанной Л.В.Семашко (2003). Данная система применима в условиях общеобразовательной школы и базируется на использовании следующих методов: снятии мышечного напряжения в области первого шейного позвонка, развитии координации движений (путем использования партерной пластики), осознания действий через движение, арт-терапии с применением элементов техник современной хореографии (с помощью танцевальной импровизации на заданную тему).

Данная часть работы выполнена в сотрудничестве с автором Системы психофизиологической адаптации Л.В.Семашко. Исследование проведено на базе школы № 1357 г. Москвы (контроль, n = 314, из них: 1-е классы – 52 человека, 2-е классы – 38 человек, 3-и классы – 51 человек, 4-е классы – 51 человек, 5-е классы – 44 человека, 6-е классы – 43 человека, 7-е классы – 35 человек) и школы № 735 г. Москвы (опыт, n = 155 человек, из них: 1-й класс – 21 человек, 2-й класс – 22 человека, 3-й класс – 21 человек, 4-й класс – 25 человек, 5-й класс – 23 человека, 6-й класс – 24 человека, 7-е классы – 42 человека). Занятия проводились ежедневно, в холлах на переменах и в классах во время уроков, на более поздних этапах обучения появлялась возможность повторения упражнений самостоятельно дома. Цель проведения данного эксперимента заключалась в восстановлении индивидуальной анатомической нормы положения тела в пространстве (что выражается в хорошей осанке при анатомически правильном положении

головы относительно тела), а также в формировании навыков применения полученных знаний в процессе учебы и в быту.

В контрольной школе саногенетическое обследование проводили в начале учебного года (конец сентября) и в конце учебного года (конец апреля). В опытной школе первое обследование также проводили в конце сентября, повторное обследование в 1-4-х классах с самостоятельной посадкой учащихся проводили в конце апреля, с «правильной» посадкой под контролем инструктора в 1-7 классах – в середине мая («правильная» ориентация шейных позвонков производилась под руководством Л.В.Семашко). Время обучения методике «Пять минут для здоровья » для каждого человека было индивидуально, но в среднем по школе до появления относительно стойкого результата занимало 3.5 месяца. В течение этого времени школьники один раз в день занимались гимнастикой, изучая и повторяя 1-3 упражнения. Дети занимались как индивидуально, так и малыми группами по 6-8 человек до возникновения ощущений, с помощью которых появлялась возможность самостоятельного повторения упражнений в классах и в домашних условиях.

При анализе изменения за учебный год показателей тестирования на обоих приборных комплексах САКР и КИД принимали, что критерием наличия динамики является изменение анализируемого показателя более чем на 15 % от исходного уровня, со знаком « – » в сторону уменьшения и со знаком « + » в сторону возрастания. Изменение показателя менее чем на 15 % в любую сторону считали результатом погрешности измерения (прибора) и погрешности метода (физиологической вариабельности показателя), и присваивали значение « 0 ». Гендерные различия в данной работе не учитывали.

Показано, что в показателях психомоторной координированности статистически значимые различия между школами выявляются по длительности цикла движения: в контрольной школе № 1357 происходит снижение средних значений данного показателя, а в школе № 735 средние

значения данного показателя не изменяются, хотя в младших классах при изменении посадки происходит снижение длительности цикла движения при работе левой рукой, что говорит об облегчении выполнения «непривычного» движения. Также изменяются частотные показатели выявления разного типа изменений данного показателя в течение учебного года (Рис. 87): в школе № 735 доля детей, демонстрирующих снижение длительности цикла движения, ниже, а возрастание – наоборот, выше, чем в контроле.

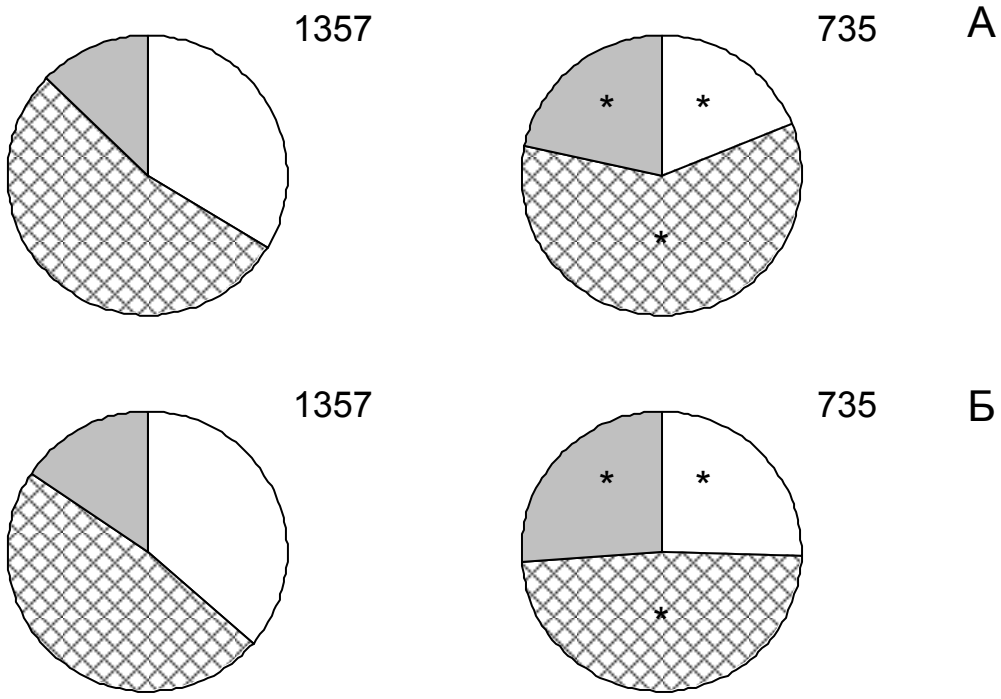


Рис. 87. Изменение длительности цикла движения при тестировании на приборе КИД. А – показатели левой руки, Б – показатели правой руки. Номер школы обозначен в верхнем правом углу. Штриховкой обозначена доля детей без изменения показателя, белым – доля детей со снижением показателя, серым – с возрастанием показателя. Статистическая значимость различий между школами: * – $p < 0.05$ по критерию χ^2.

Одновременно у учащихся экспериментальной школы происходило снижение точности работы ведущей (правой) руки: возрастала ошибка сенсорной коррекции флексоров правой руки и экстензоров левой руки, особенно при «правильной» посадке, хотя и без изменения частоты реги-

страции адаптивных ответов разной направленности, тогда как в контрольной школе данный показатель не изменялся. Можно предположить, что применение комплекса упражнений «Пять минут для здоровья» способствует активации центральных звеньев психомоторной сферы, регулирующих скоростные и координационные качества.

Анализ изменения в течение учебного года показателей сердечнососудистой системы (при тестировании в спирометрической маске) показал следующее. Усредненные значения ЧСС в контрольной школе не изменились, у учащихся школы № 735 – возросли, как показал детальный анализ – за счет возрастания доли детей, у которых этот показатель во время учебного года возрос, в основном в более старших (3-7-х) классах.

Усредненные значения пАДС в контрольной школе № 1357 снижались, а пАДД, наоборот, возрастали. При этом доля детей с выраженными изменениями пАД достигала 30 %. В школе № 735 отмечено возрастание пАДС и отсутствие изменений пАДД, в основном за счет возрастания доли детей, у которых уровень пАД на протяжении учебного года оставался неизменным (Рис. 88). Данное обстоятельство может отражать более раннее достижение «взрослого» типа формирования адаптивного ответа организма учащихся школы № 735 при действии факторов образовательной среды.

В спектральных показателях вариабельности СР у учащихся школы № 735, в отличие от контроля, выявлено снижение общей мощности спектра, что говорит о возрастании степени функционального напряжения систем вегетативной регуляции СР у этих детей. Значения близкого по функциональному смыслу показателя стресс-индекса также свидетельствует о том, что изменение степени функционального напряжения сердечнососудистой системы у учащихся школы № 735 произошло в сторону его возрастания. В контрольной школе статистически значимых изменений стресс-индекса не обнаружено.

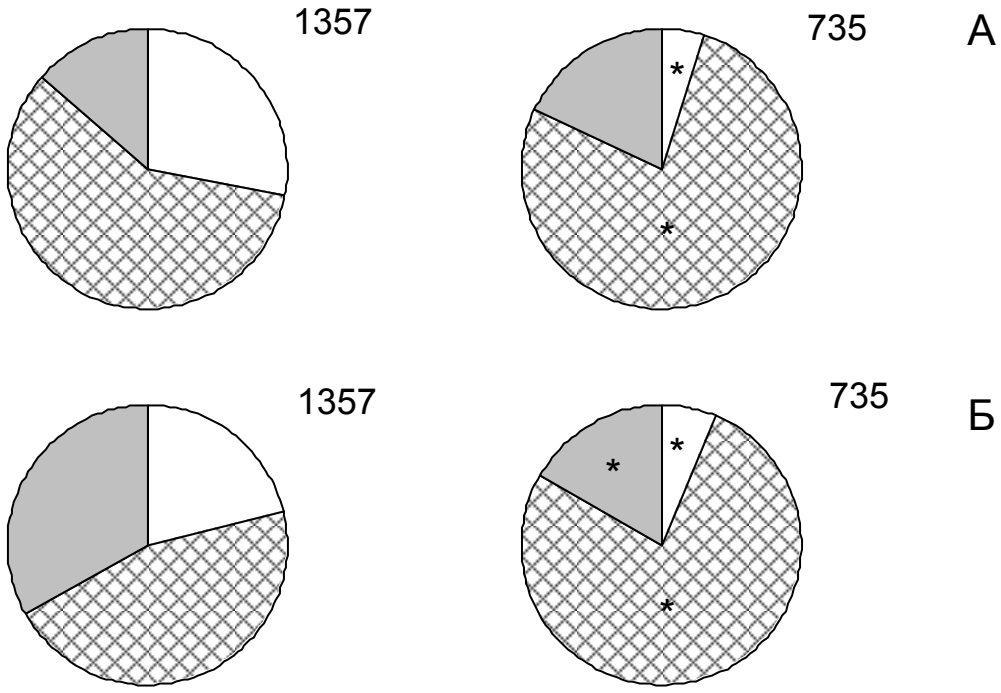


Рис. 88. Изменение пАДС (А) и пАДД (Б) при тестировании на приборе САКР. Обозначения – как на Рис. 87.

Одновременно в структуре спектра вариабельности СР в школе № 735, в отличие от контрольной группы, происходят существенные перестройки: возрастает доля очень низких частот (VLF) и снижается доля высоких частот (HF), что свидетельствует об относительном возрастании влияния психоэмоциональных факторов и относительном снижении функционального напряжения в работе автономного контура управления СР, включающим периферические вегетативные рефлексы (Р.М.Баевский и др., 1984; Heart rate variability, 1996). При этом вклад в регуляцию СР со стороны симпатической нервной системы, отражаемый в мощности диапазона низких частот (LF), возрастал в обеих обследованных группах школьников.

Соответственно, отмечены различия между динамикой изменения индексов, рассчитываемых на основании спектральных показателей вариабельности СР, у учащихся разных школ. Так, в контрольной школе № 1357

статистически значимых сдвигов в усредненных значениях расчетных индексов ВБ и ИЦ не обнаружено, однако у подавляющего большинства детей отмечено либо снижение (более чем на 15%), либо возрастание данных индексов. Считается, что тип реакции организма на любое воздействие определяется его конституциональными свойствами, такими, как преобладание симпатических или вагусных влияний в активности вегетативной нервной системы (А.Р.Галеев и др., 2002). В нашей работе степень изменения БВ и ИЦ также оказалась корреляционно связана с исходными значениями этих индексов ($r = –0.259$, $p = 0.000$ и $r = 0.234$, $p = 0.000$ соответственно). В школе № 735 обнаружено возрастание усредненных значений как ВБ, так и ИЦ, связанное с относительным усилением активности центрального контура управления СР, выявленное при анализе спектральных показателей вариабельности СР, за счет возрастания доли детей, у которых отмечено значимое возрастание данных индексов на протяжении учебного года.

Величина ЧБР в контрольной школе не изменялась в усредненных значениях, хотя у большинства детей этот показатель или возрастал, или, наоборот, снижался. У учащихся школы № 735 усредненные значения ЧБР статистически значимо снижались (Рис. 89), особенно при изменении позы при проведении обследования, при этом возрастала доля детей с выраженным снижением ЧБР и, наоборот, снижалась доля детей с возрастанием данного показателя. Аналогичный физический смысл имеет расчетный альфа-индекс. Усредненные значения изменения этого показателя также оставались неизменными у детей из школы № 1357 и статистически значимо снижались в школе № 735, за счет возрастания доли детей с выраженным снижением альфа-индекса. Данная закономерность прослеживалась во всех возрастных группах.

Следует отметить, что степень изменения величины ЧБР находилась в корреляционной связи с изменениями показателей как сердечнососудистой системы, так и психомоторной координированности (Табл. 13).

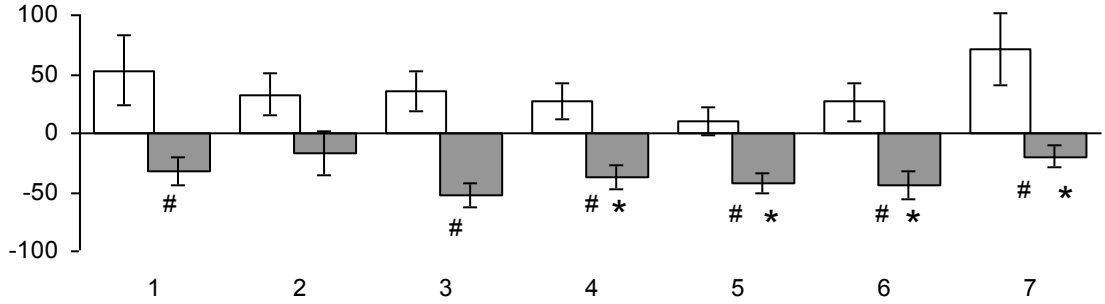


Рис. 89. Изменение средних значений (в % по сравнению с осенним обследованием) величины ЧБР. Белые столбики – контрольная школа № 1357, серые – экспериментальная школа № 735. Цифрами внизу обозначен класс. Статистическая значимость изменений по сравнению с осенним обследованием обозначена # ($p < 0.05$ Repeated measures ANOVA), межгрупповые различия обозначены * ($p < 0.05$ One-way ANOVA).

Табл. 13. Коэффициенты параметрической корреляции (по Пирсону) степени изменения величины ЧБР со степенью изменения показателей сердечнососудистой системы и психомоторной координированности. Коэффициенты корреляции с $p < 0.05$ выделены жирным шрифтом.

показатель	ЧБР
частота сердечных сокращений	**-0,442**
общая мощность спектра вариабельности СР ТР	**0,308**
относительная мощность диапазона VLF%	**-0,205**
относительная мощность диапазона LF%	**-0,179**
относительная мощность диапазона HF%	**0,490**
ВБ	**-0,216**
ИЦ	**-0,214**
альфа-индекс	**0,428**
стресс-индекс	-0,225
ошибка коррекции флексоров (лев.)	**0,138**
ошибка коррекции флексоров (прав.)	0,027
ошибка коррекции экстензоров (лев.)	-0,015
ошибка коррекции экстензоров (прав.)	**0,110**
плавность движений (лев.)	0,059
плавность движений (прав.)	-0,032
моторная асимметрия	-0,048

Проведенные исследования состояния здоровья школьников, прошедших курс занятий с применением восстановительно-развивающего комплекса упражнений «Пять минут для здоровья» позволяют предположить, что в их организме происходят существенные перестройки, связанные с активацией систем саморегуляции, в частности в отношении работы сердечнососудистой системы организма. Об этом свидетельствует выявленное во всех возрастных группах изменение величины ЧБР, которая, наряду с показателями вариабельности сердечного ритма, является ключевым показателем автономной регуляции (Р.М.Баевский, Г.Г.Иванов, 2001; C.Julien et al., 2003; G.Parati, 2005). Поскольку степень изменения ЧБР находилась в корреляционной связи со степенью изменения большинства спектральных показателей вариабельности СР, мы предполагаем, что изменение активности систем вегетативной регуляции сердечнососудистой системой обусловлено модификацией именно этого показателя.

Изменение ЧБР могло произойти в результате изменения состояния и эффективности дыхательной системы – определяющего звена в ритмических изменениях показателей кардио-респираторной системы организма в целом (В.А.Сафонов, М.А.Лебедева, 2003). Изменение состояния дыхательной системы, в свою очередь, могли быть индуцированы регулярными занятиями по комплексу упражнений «Пять минут для здоровья». Результаты спирометрии, проведенные на базе прибора САКР, подтверждают это предположение. В контрольной школе № 1357 отмечено снижение жизненной емкости легких и компенсаторное возрастание индекса Тиффно (характеризующего бронхиальную проводимость), как это обычно происходит в течение учебного года вследствие 2-3 волн ОРВИ. В школе № 735 изменения усредненных значений данных показателей не обнаружено, за счет возрастания доли детей, не изменивших величины жизненной емкости легких и индекса Тиффно.

Поскольку анализ корреляционных связей степени изменения показателей психомоторной координированности и степени изменения величи-

ны ЧБР показал наличие выраженной зависимости между этими показателями, можно предположить также обусловленность изменений моторной функции учащихся, прошедших курс психоэмоциональной и физической реабилитации в школе № 735, изменениями в функциональном состоянии систем вегетативной регуляции кардио-респираторной системы организма.

Таким образом, использование в качестве здоровьесберегающего компонента образовательной технологии восстановительно-развивающего комплекса упражнений «Пять минут для здоровья», способствует формированию в организме учащихся особой формы адаптивного ответа на действие факторов образовательной среды. В результате чего при оценке состояния здоровья таких детей не выявляются негативные изменения в сердечнососудистой системе, характерные для жителей мегаполиса (как это показано выше) – повышение пАДД. Однако, «цена» такой адаптации неоднозначна, поскольку изменения спектральных показателей вариабельности СР свидетельствуют как об активации периферических регуляторных механизмов, так и о возрастании функциональной активности высших надсегментарных звеньев системы вегетативной регуляции, что открывает путь для патогенетических влияний средовых условий на соматическое здоровье. В основе таких изменений может лежать как повышение общей двигательной активности детей, так и специфический эффект данной методики.

ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Традиционно считается, что начало школьной жизни к существующим в нашей жизни факторам риска для здоровья (физическим, химическим, эпидемическим) добавляет информационно-психологические факторы, связанные с резким увеличением количественных показателей и изменением качества информационного потока. Суммарное влияние всех факторов приводит к тому, что процесс обучения в школе без всяких натяжек можно назвать хроническим психоэмоциональным стрессом, когда каждый из факторов (и их результирующее влияние) вызывают обратимые изменения в работе организма школьников в виде повышения функциональной активности регуляторных систем. Такой тип воздействия часто называют физиологическим стрессом, или просто стрессом (Г.Селье, 1992). Его действие приводит не к развитию патологических сдвигов, а к адаптивным изменениям в работе всех систем организма школьников. Согласно теории Г.Н.Крыжановского, «адаптация к стрессорному фактору любой природы возникает при физиологическом стрессе, вызываемом субпатогенными воздействиями, такой стресс активирует адаптационные процессы, но не обуславливает патологии» (Г.Н.Крыжановский, 2003). В свою очередь, согласно концепции И.А.Аршавского, воздействие стрессорных факторов на растущий организм в пределах физиологической нормы стимулирует его морфо-функциональное развитие (И.А.Аршавский, 1982), а индуцированные физиологическим стрессом адаптационные процессы являются основой функционального развития регуляторных систем организма школьников, роста его функциональных резервов (Р.М.Баевский Р.М., 2003; Н.А.Агаджанян и др., 2006).

В настоящее время уже нет необходимости доказывать, что адаптация к высокой, но адекватной возрасту физической нагрузке является индукционным фактором и необходимым условием для развития физических

качеств человека – силы, гибкости, скорости, выносливости, ловкости (В.И.Дубровский, 2002). Однако мысль о том, что развитие интеллектуальных, психологических и психофизиологических способностей также является результатом адаптивных перестроек в организме детей в ответ на высокую и адекватную возрасту учебную нагрузку не является пока столь бесспорной. Среди большого разнообразия педагогических методик еще встречаются «щадящие» технологии, ограждающие детей от высоких умственных, и, особенно, психологических нагрузок.

Особенностью работы со здоровыми детьми в условиях тестирования функционального состояния их организма в стенах общеобразовательной школы является невозможность экспериментальной проверки большинства научных гипотез. В данных условиях можно лишь опираться на результаты модельных экспериментов на животных. Так, еще в 1947 году было показано, что пребывание лабораторных животных в обогащенной среде (вращающиеся колеса, деревянные игрушки и другие, периодически обновляемые предметы) благотворно сказывается на формировании структур их мозга и увеличивает возможности этих животных в обучении и развитии памяти (D.O.Hebb, 1950). В дальнейшем было установлено, что животные, находившиеся в обогащенной среде в молодом возрасте, лучше выполняют тесты, связанные с обучением и памятью, достигнув старости (R.M.Escorihuela et al., 1995). Современные технологии молекулярной биологии позволили выяснить, каковы механизмы этого явления. Обнаружено, что пребывание мышей в обогащенной среде всего лишь в течение нескольких часов, но ежедневно, уже через две недели приводит к существенному изменению экспрессии генов, имеющих отношение к формированию нейрональных структур, пластическим перестройкам в нервной системе и возрастанию эффективности передачи нервного импульса (C.Rampon et al., 2000). Важно, что эти изменения имеют весьма специфический характер: усиливается экспрессия генов, ответственных за рост и формирование структур мозга, межнейронную сигнализацию и синтез

нуклеиновых кислот и, напротив, снижается экспрессия генов, связанных с процессами клеточной смерти. В эксперименте также обнаружено, что инструментальное обучение приводит к усиленной наработке нейротрофических факторов, являющихся полифункциональными регуляторами, контролирующими жизнеспособность и дифференциацию нейронов (H.Ishibashi et al., 2002). Интересно, что такие же эффекты на содержание важнейших трофогенов оказывают и физические упражнения (C.W.Cotman, C.Engesser-Cesar, 2002).

В современных условиях аналогом инструментального обучения для человека может считаться освоение компьютерных технологий. Обнаружено, что упражнения на компьютере, замещающие нейропсихологический дефицит у больных с генетически обусловленными патологиями (R.Olbrich et al., 1998), оказывают благотворное действие на пациентов даже на поведенческом уровне. У людей пожилого возраста постоянные занятия с мультимедийными компьютерными программами препятствуют развитию потери памяти (D.F.Mahoney et al., 2002). В ряде работ была показана корреляция между низким уровнем образования и развития когнитивных функций и вероятностью возникновением деменции (L.D.Kubzansky et al., 1998; E.Kahana et al., 2003). Психофизиологические исследования показали, что образование и последующий интеллектуальный труд людей специфически воздействуют в основном на две компоненты когнитивных функций их мозга – контролируемые процессы и способность к концептуальному мышлению (N.Le Carret et al., 2003). Именно эти компоненты увеличивают емкость когнитивного резерва, оказывающего протективный эффект при нейродегенеративных заболеваниях. Получены данные о механизмах реализации этих эффектов. Известно, что аполипопротеин Е является фактором риска для развития деменции. Носители гена этого белка отличаются более низкими показателями при тестировании интеллектуального уровня по сравнению с не-носителями, однако деменция у них не проявляется в том случае, если они получили хорошее обра-

зование (M.Winnock et al., 2002). В то же время известно, что ключевую роль в развитии болезни Альцгеймера и сосудистой деменции играет бета-амилоидный белок (T.Hamano et al., 1997), который опосредует нейродегенеративные процессы, повышая внеклеточную концентрацию глутамата и внутриклеточную концентрацию кальция, а также стимулирует апоптоз. На модели биологического коррелята обучения и памяти – долговременной потенциации – было показано повышение чувствительности нейронов гиппокампа к синаптически высвобождаемому глутамату (но не к его агонистам) и снижение ответа на гипоксию (J.I.Addae et al., 2003). Эффекты долговременной потенциации в экспериментальных исследованиях могут служить хорошим обоснованием нейропротективной роли интеллектуальной активности.

Приведенные результаты модельных исследований в целом согласуются с идеей развития психоэмоционального напряжения, как физиологического стресса, с целью повышения эффективности образовательного процесса. Однако возникает вопрос: безопасен ли такой стресс для соматического здоровья, поскольку известно, что хронические соматические стрессы приводят к истощению функциональных резервов организма (Ф.З.Меерсон, М.Г.Пшенникова, 1988).

В последние годы в клинике и эксперименте активно проводятся работы по изучению особенностей реакции разных систем организма на стрессирующие воздействия разных типов. Доказано, что реакция на соматический, или «физический», стресс (например, температурные или болевые воздействия), и реакция на «психический» стресс (психоэмоциональный стресс, «стресс свидетелей») на уровне головного мозга реализуется разными структурами и системами. При этом в конечном итоге активность функциональных систем реализации обоих видов стресс-реакции в головном мозге выходит на гипоталамо-гипофизарно-адреналовую ось, симпато-адреналовую регуляторную систему, а также иммунную систему организма, и вызывает адаптивные изменения в деятельности систем и органов

всего организма (М.Г.Пшенникова, 2001; Э.Б.Арушанян, Э.В.Бейер, 2004; М.Ю.Капитонова и др., 2006). Однако, несмотря на единый путь влияния на сому, центральные эффекты «физического» и «психического» стрессов, особенно хронических, различаются вплоть до противоположного (F.T.Pijlman et al, 2003a,b). Так, в экспериментах на животных показано, что хронический «физический» стресс повышает выраженность симпатических влияний на сердечнососудистую систему (при снижении вариабельности сердечного ритма), а также снижает уровень двигательной и исследовательской активности животных, подавляет мотивационное поведение, снижает эмоциональный статус (Л.М.Белкина и др., 2003; A.J.Grippo et al., 2003). Хронический эмоциональный стресс также вызывает активацию симпатических влияний, но при этом повышает уровень двигательной активности, улучшает мотивационное поведение за счет повышения чувствительности к подкреплению (F.T.Pijlman et al, 2003b), тем самым создавая предпосылки для более успешной обучаемости испытуемых.

Основой для различия центральных эффектов стрессирующих влияний разной этиологии является участие в их реализации разных структур и систем головного мозга. Однако при любом виде стресса одновременное воздействие на гипоталамо-гипофизарно-адреналовую ось и симпато-адреналовую систему в головном мозге обеспечивается активностью нейронной сети, связывающей центральное ядро миндалины, паравентрикулярное ядро гипоталамуса, мезенцефалическое клиновидное ядро, парабрахиальное ядро и дорзальное моторное ядро блуждающего нерва (B.E.Bohus et al., 1996). Влияние когнитивных процессов на активацию симпатической функции, в т.ч. симпатической компоненты регуляции сердечнососудистой системы, опосредуется латеральным парагигантоклеточным ядром (E.J.Van Bockstaele, G.Aston-Jones, 1995). Изменение эмоционального статуса является обязательным компонентом реакции организма на любое стрессирующее воздействие (C.Kawanishi et al., 1997). Вовлечение в стресс-реакцию лимбической системы мозга, ответственной за фор-

мирование эмоциональных проявлений, происходит как с участием центрального ядра миндалины (M.Davis et al., 1994; B.E.Bohus et al., 1996; P.J.Gianaros et al., 2008), так и голубого пятна, являющегося источником норадренергических волокон практически для всех структур головного мозга (R.J.Valentino R.J. et al., 1992; M.E.Page et al., 1993; G.Aston-Jones et al., 1996). Показано, что большая степень изменения артериального давления в стрессогенной ситуации связана с большей степенью активации центрального ядра миндалины, меньшим объемом серого вещества миндалины и положительной функциональной связью между миндалиной с одной стороны, и цингулярной корой и ядрами моста – с другой (P.J.Gianaros et al., 2008). При этом риск сердечнососудистых заболеваний, обусловленный реактивностью сердечнососудистой системы на стрессирующие воздействия, определяется индивидуальными особенностями в уровне амигдалярной активации и функциональной связи кортико-лимбической системы со структурами ствола головного мозга.

Большую роль в развитии стресс-реакции играет также серотонинергическая система мозга. Известно о взаимодействии серононинергических влияний на центральную структуру лимбической системы мозга – гиппокамп – с гипоталамическими нейронами, регулирующими продукцию кортикостерона (E.C.Azmitia et al., 1984; D.McGinty, P.Szymusiak, 2003). Изменения же в содержании биогенных аминов при развитии стресс-эффектов в структурах головного мозга зависят от типа стрессирующего воздействия. Так, при хроническом «физическом» стрессе содержание в гипоталамусе и структурах лимбической системы норадреналина и серотонина снижается (В.Н.Чумаков и др., 2005). Уровень базальной активности этих нейромедиаторов не меняется, однако повышается степень реактивности их содержания в ответ на предъявление острого стрессирующего воздействия (Д.В.Зарецкий и др., 1999). Содержание дофамина в ядрах гипоталамуса и ретикулярной формации среднего мозга, вовлеченной в поддержание симпатических и вагусных периферических влияний, снижается

(А.В.Горбунова, 1998). В неокортексе и гиппокампе содержание дофамина при хроническом «физическом» стрессе возрастает. При хроническом эмоциональном (социальном) стрессе выявлено уменьшение содержания метаболитов серотонина в лимбических структурах при снижении количества 5-НТ-1А рецепторов во фронтальной коре и миндалине (Д.Ф.Августинович и др., 2004). «Гипофункция» серотонинергических систем в лимбических структурах мозга сопровождается повышением содержания катехоламинов во всех структурах головного мозга (М.Г.Пшенникова, 2001) Также отмечается специфическое адаптивное повышение функциональной активности дофаминергической системы мозга (L.Sher, 2003). В свою очередь, повышение активности дофаминергической системы ведет к повышению чувствительности к подкреплению (F.T.Pijlman et al, 2003b), а также опосредуемому регуляторными пептидами соматическому антистрессорному эффекту (И.П.Ашмарин, С.В.Королева, 2004).

Данные факты чрезвычайно важны для понимания и интерпретации изменений в состоянии здоровья детей при обучении в школе. Рассматривая процесс школьного обучения как хронический психоэмоциональный стресс в физиологическом диапазоне, мы предполагаем, что адаптация к данному виду стрессирующего воздействия индуцирует саногенетические факторы, способные изменить в сторону улучшения ряд показателей состояния организма учащихся. Повышение чувствительности к подкреплению в данном контексте означает, что любое успешное действие ребенка вызовет более яркие положительные эмоции, чем в ситуации без психоэмоционального напряжения. Учитывая, что, согласно теории П.В.Симонова, эмоции сами являются фактором подкрепления (П.В.Симонов, 1987), положительные эмоции, возникающие у ребенка в процессе школьного обучения, увеличивают выброс дофамина в соответствующих структурах мозга и тем самым усиливают антистрессорное действие положительного подкрепления. Таким образом, при адаптации к

хроническому психоэмоциональному стрессу формируется петля положительной обратной связи, когда положительные эмоции, вызываемые у детей разными способами и педагогическими приемами, вызывают соматический антистрессорный эффект и формируют мотивацию на успешное обучение, связанное с получением положительных эмоций. В результате это приводит к более успешному обучению в школе, снижению реактивности организма школьников на стрессирующие воздействия любой природы, ускоренному развитию интеллектуальных и психологических качеств.

Принцип получения учащимися максимального количества положительных эмоций в процессе обучения заложен в большинстве личностно-ориентированных и здоровьесберегающих образовательных технологий (Н.А.Алексеев, 2006; А.Р.Вирабова, 2006; И.В.Чупаха и др., 2006; А.А.Плигин, 2007). О возможности коррекции здоровья школьников педагогическими методами учителям, медикам и родителям известно давно (А.Г.Сухарев, Н.М.Цыренова, 2006). Одним из хорошо зарекомендовавших себя здоровьесберегающих методов является также повышение уровня двигательной активности учащихся: снижение «давления» психоэмоционального стресса при повышении двигательной активности приводит к снижению общего уровня заболеваемости, особенно в группе психосоматических расстройств (Л.И.Колесникова и др., 2003; А.А.Горяйнов, 2005). Однако при оценке разными способами состояния здоровья детей, обучающихся по этим технологиям, в первую очередь выявляются признаки функционального напряжения регуляторных систем организма, особенно вегетативной регуляции кардио-респираторной системы. Если не принимать во внимание, что эти изменения обратимы, и что одновременно также обнаруживаются и признаки более быстрого функционального созревания организма учащихся по соматическим и психофизиологическим показателям, можно сделать сомнительный вывод о негативном влиянии процесса школьного обучения на состояние здоровья учащихся.

Одной из главных причин, утяжеляющих течение психоэмоционального стресса, является гиподинамия, поскольку ограничение потребности детей в движении в этом возрасте достигает 20-25 % от нормы. Физиологической основой негативного влияния гиподинамии на состояние здоровья младших школьников является то обстоятельство, что потребность в движении в их возрасте – это потребность биологического уровня, такая же, как потребность в еде, питье, сне и отдыхе. Известно о положительном влиянии повышенной двигательной активности на процессы саногенеза. Работы в области экспериментальной медицины выявили, что систематические физические упражнения изменяют уровень моноаминергических медиаторов головного мозга, особенно дофамина (F.Chaouloff, 1989) и тем самым предотвращают развитие патогенетических последствий стресса (S.N.Sarbadhikari et al., 1996). Исследования последних лет убедительно доказали, что дополнительные уроки физкультуры не просто улучшают показатели сердечнососудистой системы. Одновременно изменения происходят и в системах, регулирующих работу сердца. Они переходят на взрослый, более сбалансированный тип работы (А.А.Ежов, 2005). Это особенно важно для учащихся начальной школы, находящихся в сложном периоде своего развития, характеризующимся функциональной незрелостью симпатической регуляции сердечнососудистой системы. Как показано в нашей работе, данное состояние наиболее ярко проявляется в условиях стрессирующего эмоционального воздействия, например, в начале школьного обучения, особенно в первую половину первого учебного года, а также при проведении функциональных проб. В этих условиях степень активации симпатического звена регуляции сердечнососудистой системы недостаточна для поддержания соответствующего возрастной норме артериального давления. В результате в ситуации психоэмоционального напряжения у учащихся начальной школы типичной реакцией организма является снижение артериального давления. Для полноценного функционального развития симпатической нервной системы увеличение физической нагруз-

ки, более активные занятия физической культурой и спортом являются обязательным условием, усиливающим процессы саногенеза, индуцированные адаптацией к хроническому психоэмоциональному стрессу, вызванному комплексным воздействием различных факторов образовательной среды.

Кроме того, гиподинамия у школьников может быть одной из главных причин юношеской гипертензии. В наших экспериментах с проведением функциональных проб было выявлено, что в возрасте 13-16 лет у людей происходит окончательное функциональное созревание симпатической регуляции сердечнососудистой системы. Особенностью же реакции организма подростков с прегипертензией на функциональную пробу является снижение артериального давления, как в более младшей возрастной группе, что свидетельствует о задержке функционального развития систем регуляции артериального давления в их организме. Выходом из данной ситуации может быть, с одной стороны, увеличение двигательной нагрузки у подростков, находящихся в зоне риска – с уровнем АД, близким к верхним значениям половозрастной нормы (доля таких подростков составляет почти половину от всех учащихся). С другой стороны, фактором, предотвращающим развитие артериальной пре- и гипертензии, является адаптация к комплексному влиянию образовательной среды как хроническому психоэмоциональному стрессу, чему способствует использование в педагогической практике личностно-ориентированных образовательных технологий. Эксперименты, проведенные на животных, показали, что у линейных крыс, склонных к стресс-индуцируемой гипертензии, хронический психоэмоциональный стресс в период с 21-го по 32-й дни постнатального онтогенеза (что соответствует препубертатному и раннему пубертатному периодом у людей), обладает протективным эффектом в отношении генетически обусловленной гипертензии, обычно развивающейся у данной линии животных в более поздние сроки жизни (Л.Н.Маслова и др., 2002). При этом сама процедура психоэмоционального стресса не вызывает у таких

крыс изменений базового уровня АД. С этой точки зрения практика школ, использующих личностно-ориентированные образовательные технологии, которые предусматривают обязательное проведение переводных экзаменов, начиная с 5-го класса, физиологически оправдана: умеренный психоэмоциональный стресс вызывает длительные адаптивные изменения, имеющие несомненный позитивный эффект.

Ослабление негативного влияния гиподинамии у подростков-москвичей, например, у тех, кто занимается в спортивных секциях, не только улучшает показатели сердечнососудистой системы их организма, ускоряет процесс функционального созревания симпатической нервной системы. В нашей работе обнаружено, что повышение двигательной активности школьников-москвичей способствует развитию перекрестной адаптации их организма к любым другим видам стрессирующих воздействий, и тем самым облегчает процессы адаптации этих подростков к жизни в мегаполисе – к природно-климатическим и социально-психологическим особенностям огромного города.

Учитывая полученные в нашем исследовании и приведенные выше данные, а также, основываясь на концептуальных разработках физиологии развития (И.А.Аршавский, 1982; М.М.Безруких и др., 2007), теории адаптации (Ф.З.Меерсон, 1993; Н.А.Агаджанян и др., 2006) и теории саногенеза (С.М.Павленко, 1967; Г.Н.Крыжановский, 2003), мы считаем, что процесс обучения детей в школе должен быть, и является достаточно напряженным в плане интеллектуальной нагрузки, проблем психологического общения, социальной адаптации, вегетативного обеспечения высокого уровня умственной работоспособности. Вследствие этого влияние образовательной среды на здоровье учащихся (основной массы **здоровых** детей, проблемы детей с нарушениями здоровья рассматриваются клиницистами) сводится **к развитию адаптивных изменений в их организме.** Причем, как показано в нашей работе, адаптивные изменения индуцируется **перестройками в работе головного мозга** – в центральных звеньях нейровегетативной ре-

гуляции сердечного ритма (о чем свидетельствуют изменения относительного вклада в спектр вариабельности диапазона VLF и расчетного индекса ИЦ) и в высших отделах психомоторной сферы (изменение скоростных показателей). Данное обстоятельство, с одной стороны, открывает путь для патогенетических влияний на состояние здоровья учащихся средовых условий жизнедеятельности (негативного влияния ухудшающихся экологических и метео-климатических условий, постоянного напряжения в экономической и социальной сфере, внедрения в образовательную среду недостаточно проработанных инноваций), способствуя увеличению числа психосоматических расстройств школьного возраста (Л.И.Колесникова и др., 2003). С другой стороны, активирует работу центральных звеньев регуляторных систем организма и механизмы их взаимодействия (И.П.Ашмарин, С.В.Королева, 2004; E.K.Sloan et al., 2007), что, в конечном счете, приводит к укреплению здоровья учащихся. К сожалению, условия, определяющие преобладание первого или второго направлений, можно установить только опытным путем, что требует обязательного медицинского и саногенетического мониторинга здоровья учащихся, особенно при проведении педагогических экспериментов.

Однако статистические данные о росте заболеваемости детей и подростков (как и наши данные о количестве подростков с прегипертензией) способствуют формированию точки зрения, согласно которой воздействие на организм школьников образовательной среды является, по крайней мере, потенциально патогенным, особенно в последние годы, в связи с интенсификацией учебного процесса (М.М.Безруких, 2000; Н.Н.Куинджи, М.И.Степанова, 2000, 2004). Наши исследования, в которых функциональные перестройки в организме школьников, вызываемые компонентами образовательной среды, впервые анализируются не только с точки зрения их возможной патогенетической роли, но и с точки зрения саногенеза – процессов, призванных восстановить нарушенное равновесие в организме, и тем самым способствующих восстановлению и укреплению здоровья уча-

щихся, показали односторонность такого взгляда на проблему. Использование нагрузочной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства позволило показать, что в основе изменения функционального состояния сердечнососудистой системы учащихся при действии условно-патогенных факторов образовательной и внешней среды лежит затягивание процессов функционального созревания систем нейровегетативной регуляции. Средовые и школьные факторы, нормализующие возрастную динамику данных процессов, оказывают на функциональное состояние организма учащихся воздействие саногенетической направленности. К таким саногенетическим факторам, помимо общепризнанных здоровьесберегающих мероприятий, основанных на повышении двигательной активности учащихся, относится использование личностно-ориентированных образовательных технологий, в которых аудиторная нагрузка не только не ниже, но часто выше таковой в школах с традиционными технологиями. Однако учет в повседневной педагогической практике индивидуальных психологических особенностей каждого школьника способствует оптимизации его эмоционального и психологического статуса, и далее, через центральное ядро миндалины, ядра стволовой части мозга, по известным механизмам нейроэндокринной и нейровегетативной регуляции, нормализует соматические показатели. О возможности такого сценария говорят наши данные, согласно которым адаптивные изменения в организме учащихся, развивающиеся в ответ на комплексное воздействие факторов образовательной среды, могут быть опосредованы перестройками в работе головного мозга – в центральных звеньях нейровегетативной регуляции и в высших отделах психомоторной сферы.

В Ы В О Д Ы

1. Спектральные показатели вариабельности сердечного ритма и пальцевого артериального давления, регистрируемые в условиях функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства у испытуемых разного возраста, отражают онтогенетические закономерности развития систем вегетативной регуляции. Данные показатели могут быть использованы в качестве оценочной шкалы степени функциональной зрелости сердечнососудистой системы.
2. Комплексное влияние климатических условий и факторов образовательной среды вызывает адаптивный ответ организма учащихся в виде обратимых изменений основных показателей гемодинамики (на фоне повышения степени функционального напряжения регуляторных систем) и показателей психомоторной сферы. Отражением длительной адаптации организма учащихся к влиянию образовательной среды, по результатам тестирования в функциональной пробе с увеличением «мертвого» дыхательного пространства, является возрастание уровня централизации в управлении сердечнососудистой системой, сопровождающееся снижением артериального давления у первоклассников и возрастанием частоты сердечных сокращений у 10-классников.
3. Использование традиционных педагогических технологий является фактором риска образовательной среды, что проявляется в повышении уровня активности высших звеньев вегетативной регуляции, отражающих влияние метаболизма и психоэмоционального состояния. Применение личностно-ориентированных образовательных технологий (профильное обучение, формирование креативного мышления, вальдорфская педагогика) снижает уровень централизации в работе систем нейровегетативной регуляции и ускоряет развитие психомоторных качеств учащихся, по сравнению со школами, использующими традиционные образовательные технологии.

4. Эколого-социальные средовые факторы оказывают значимое влияние на сроки функционального развития сердечнососудистой системы учащихся и форму адаптивного ответа их организма при выполнении функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства. Особенностью москвичей, как жителей мегаполиса, является затягивание процесса функционального развития систем вегетативной регуляции сердечного ритма и артериального давления и его связь с активностью высших надсегментарных механизмов при недостаточном уровне активности симпатических и барорефлекторных влияний.
5. Сочетание неблагоприятных образовательных (использование традиционных педагогических технологий) и средовых (жизнь в мегаполисе) факторов, помимо повышения уровня централизации в управлении сердечнососудистой системой, вызывает у учащихся повышение показателей частоты сердечных сокращений и диастолического артериального давления при одновременном снижении общего уровня вегетативной активности (по показателю суммарной мощности спектра вариабельности сердечного ритма). В районах, отличающихся от Москвы по природно-климатическим и социальным условиям жизни, использование в педагогической практике разных образовательных технологий не оказывает значимых воздействий на функциональное состояние организма учащихся.
6. Гиподинамия, как один из факторов риска образовательной среды, вызывает относительное отставание функционального развития вегетативной регуляции сердечнососудистой системы у 13-14-летних подростков, не занимающихся спортом, по сравнению с юными спортсменами. Это отставание компенсируется к 15-16 годам, но достаточный уровень вегетативной активности достигается путем активации центральных регуляторных механизмов, при относительно низком вкладе периферических механизмов.

7. При использовании единого для всех возрастных групп критерия «выше 120/80 мм рт.ст.» доля подростков с прегипертензией и гипертензией достигает к возрасту 15-16 лет значений 40-50 % от всей выборки. Наибольшее число подростков с повышенным артериальным давлением выявлено в московских школах с традиционной системой обучения, в условиях сочетания неблагоприятных средовых и образовательных факторов.
8. В состоянии покоя показатели сердечнососудистой системы прегипертензивных подростков не отличаются от показателей учащихся той же школы, но с нормальным артериальным давлением. Тестирование реактивности сердечнососудистой системы в условиях функциональной пробы с увеличением «мертвого» дыхательного пространства показало, что формирование состояния прегипертензии у 15-16-летних учащихся связано с нарушениями симпатических и барорефлекторных регуляторных влияний и временной задержкой в их функциональном развитии.
9. Двухлетний мониторинг функционального состояния организма 3-4-классников не выявил значимых изменений в состоянии сердечнососудистой системы их организма и психофизиологических показателях в условиях аэрации воздуха в классных комнатах фитопрепаратом «Кармолис», при наличии профилактического эффекта в отношении простудных заболеваний.
10. Применение комплекса специальных упражнений «Пять минут для здоровья» способствует активации центральных звеньев психомоторной сферы, регулирующих скоростные и координационные качества, а также вызывает изменения динамики показателей сердечнососудистой системы в течение учебного года. В основе таких изменений может лежать как повышение общей двигательной активности детей, так и специфический эффект данной методики.
11. Метод спироартериокардиоритмографии, позволяющий проводить функциональную пробу состояния сердечнососудистой системы в усло-

виях увеличения «мертвого» дыхательного пространства, информативен для оценки функциональных показателей организма детей и подростков и их изменений под влиянием различных факторов образовательной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абзалов, Р.А., Ситдиков, Ф.Г. Развивающееся сердце и двигательный режим. – Казань: Изд-во КГПУ, 1998. – 95 с.

2. Августинович, Д.Ф., Алексеенко, О.В., Бакштановская, И.В., Корякина, Л.А., Липина, Т.В., Тендитник, М.В., Бондарь, Н.П., Коваленко, И.Л., Кудрявцева, Н.Н. Динамические изменения серотонинергической и дофаминергической активности мозга в процессе развития тревожной депрессии: экспериментальное исследование // Успехи физиол. наук. – 2004. – Т. 35. – № 4. – С. 19-40.

3. Агаджанян Н.А. Биологические ритмы. – М.: Медицина, 1967. – 120 с.

4. Агаджанян, Н.А., Баевский, Р.М., Берсенева, А.П. – Проблемы адаптации и учение о здоровье. М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.

5. Агаджанян, Н.А., Баевский, Р.М., Берсенева, П.П. Функциональные резервы организма и теория адаптации // Вестник восст. мед. – 2004. – № 3(9). – С. 4-10.

6. Агаджанян, Н.А., Батоцыренова, Т.Е., Семенов, Ю.Н., Кислицын, А.Н., Иванов, С.В. Соревновательный стресс у представителей различных видов спорта по показателям вариабельности сердечного ритма // Теория и практика физич. культуры. – 2006. – № 1. – С. 2-5.

7. Агаджанян, Н.А., Башкиров, А.А., Власова, И.Г. О физиологических механизмах биологических ритмов // Успехи физиол. наук. – 1987. – Т. 18. – № 4. – С. .80-101.

8. Агаджанян, Н.А., Миннибаев, Т.Ш., Северин, А.Е., Ермакова, Н.В., Кузнецова, Л.Ю., Силаев, А.А. Изучение образа жизни, состояния здоровья и успеваемости студентов при интенсификации образовательного процесса // Гигиена и санитария. – 2005. – № 3. – С. 48-52.

9. Агаджанян, Н.А., Руженкова, И.В., Старшинов, Ю.П., Ермакова, Н.В., Куцов, Г.М., Радыш, И.В. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма // Физиология человека. – 1997. – Т. 23. – № 1. – С. 93-97.

10.Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам / Под ред. А.Г.Хрипковой и М.В.Антроповой. – М.: Педагогика, 1982. – 240 с.

11.Акарачкова, Е.С. Мамий, В.И., Шварков, С.Б. Афобазол в терапии вегетативных проявлений тревоги и дезадаптации у больных неврологической и общесоматической практики // Русский мед. журнал. – 2007. – Т. 15. - № 2. – С. 100-105.

12.Александров, А.А. Повышенное артериальное давление в детском и подростковом возрасте (ювенильная артериальная гипертония) // Русский мед. журнал. – 1997. – Т. 5. – № 9. – С. 559-565.

13.Алексеев, В.Н., Сучков, А.И., Леонченко, В.В., Олейник, Л.В. Оценка ударного объема сердца при различных методах его определения // Амбулаторная хирургия: стационарозамещающие технологии. – 2005. – № 4(20). – С. 46-48.

14.Алексеев, Н.А. Личностно-ориентированное обучение в школе. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 332 с.

15.Анализ сердечного ритма / Под ред. Д.Жемайтите, Л.Тельксниса. – Вильнюс: Мокслас, 1982. – 130 с.

16.Андрианов, В.В., Василюк, Н.А. Вариабельность сердечного ритма при выполнении различных результативных задач // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 4. – С. 50-55.

17.Антропова, М.В., Бородкина, Г.В., Кузнецова, Л.М., Манке, Г.Г., Параничева, Т.М., Злотина, В.В. Умственная работоспособность и состояние здоровья младших школьников, обучающихся по различным педагогическим системам // Физиология человека. – 1998. – Т. 24. – № 5. – С. 80-84.

18.Арешидзе, Н.В. Формирование биоэлектрической активности головного мозга, вегетативного гомеостаза, морфотипа и психологических черт личности в различные периоды онтогенеза человека: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13 / Н.В.Арешидзе, Ставропольский гос. ун-т, 2004. – Ставрополь, 2004. – 24 с.

19.Аронов, Д.М., Лупанов, В.П. Функциональные пробы в кардиологии. – М.: МЕДпресс-информ, 2007. – 328 с.

20.Арушанян, Э.Б., Бейер, Э.Б. Взаимосвязь психоэмоционального состояния и иммунной системы // Успехи физиол. наук. – 2004. – Т. 35. – № 4. – С. 49-64.

21.Артамонова, С.Ю. Состояние здоровья подростков с поведенческими расстройствами: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.09 / С.Ю.Артамонова, Якутский гос. ун-т, 2008. – М., 2008. – 24 с.

22.Аршавский, И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития (основы негэнтропийного онтогенеза). – М.: Наука, 1982. – 270 с.

23.Атрощенко, Г.Н., Сахарова, И.Н. Влияние занятий по физкультуре на сердечно-сосудистую и дыхательную системы студентов // Гигиена и санитария. – 2005. – № 1. – С. 41-42.

24.Ашмарин, И.П., Королева, С.В. Отрицательные и положительные эмоции: нейрохимические механизмы воздействия на патологические процессы // Патогенез. – 2004. – Т. 2. – № 1. – С. 30-37.

25.Баевский, Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. – 2003. – Т. 89. – № 4. – С. 473-487.

26.Баевский, Р.М., Иванов, Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения // Ультразвук. и функцион. диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108-127.

27.Баевский, Р.М., Кириллов, О.И., Клецкин, С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 221 с.

28.Баевский, Р.М., Сыркин, А.Л., Ибатов, А.Д., Соболев, А.В., Черникова, А.Г. Оценка адаптационных возможностей организма и проблемы восстановительной медицины // Вестник восст. мед. – 2004. – № 2. – С. 18-22.

29.Баевский, Р.М. Черникова, А.Г., Никулина, Г.А., Петров, В.М. Магнитные бури как стресс-фактор: исследования в условиях невесомости // Режим доступа: http://www.med2000.ru/mps/article226.htm

30.Байрак, И.Г. Структура вариабельности сердечного ритма при анализе PP- и RR- интервалов у больных с различными формами ИБС: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.06 / И.Г.Байрак, Российский ун-т дружбы народов, ММА им. И.М.Сеченова, 2006. – М., 2006. – 24 с.

31.Балабан, П.М., Гуляева, Н.В. Общность молекулярных механизмов нейропластичности и нейропатологии: интегративный подход // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. – 2006. – Т. 92. – № 2. – С. 145-151.

32.Баранов, А.А., Намазова, Л.С., Альбицкий, В.Ю., Ильин, А.Г. Союз педиатров Росс: этапы развития и роль в охране здоровья детей (к 80-летию Всесоюзного общества детских врачей – Союза педиатров России) // Рос. педиатр. журнал. – 2008. – № 1. – С. 5-10.

33.Безруких, М.М. Особенности регуляции сердечного ритма у школьников 13-16 лет под влиянием учебных нагрузок // Физиология человека. – 1989. – Т. 15. – № 2. – С. 85-88.

34.Безруких, М.М. Каждый ребенок готов к обучению // Экология и жизнь. – 2000. – № 3. – С. 69-71.

35.Безруких, М.М., Сонькин, В.Д., Зайцева, В.В., Безобразова, В.Н., Догадкина, С.Б., Кмить, Г.В., Лапицкая, Е.М., Макеева, А.Г., Рублева, Л.В. Характеристика среды жизнедеятельности современных российских школьников // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 5, прил. 1 «Школа и здоровье». – С. 31-36.

36.Безруких, М.М., Сонькин, В.Д., Фарбер, Д.А. Возрастная физиология (физиология развития ребенка). – М.: Издательский центр Академия, 2007. – 416 с.

37.Белая книга. Экономические реформы в России. 1991-2001. – М.: Алгоритм, 2002. – 432 с.

38.Белкина, Л.М., Тарасова, О.С., Кириллина, Т.Н., Боровик, А.С., Попкова, Е.В. Влияние стресса на вариабельность параметров системной гемодинамики у крыс разных генетических линий // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 2003. – Т. 136. – № 9. – С. 269-272.

39.Бирюкова, Н.А. Здоровьесберегающие технологии в общеобразовательных учреждениях // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 76-77.

40.Брук, М.А. Некоторые функциональные предикторы соматического и психоэмоционального статуса старшеклассников различного профиля обучения: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.16. / М.А.Брук, Смоленский гос. ун-т физической культуры. – С.-Пб., 2005. – 23 с.

41.Бусова, О.А. Центральная гемодинамика и регуляторные системы организма у подростков с лабильной артериальной гипертензией: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.09 / О.А.Бусова, Ивановская гос. мед.академия, 2006. – Иваново, 2006. – 24 с.

42.Быков, Е.В., Исаев, А.П. Адаптация к школьным нагрузкам учащихся образовательных учреждений нового типа // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 76-81.

43.Вальдорфская педагогика (Педагогика Р.Штайнера). Режим доступа: http://www.waldorfschule.ru/pedagogics/

44.Вариабельность сердечного ритма в современной клинике / Под ред. Н.И.Яблучанского, Б.И.Кантора, А.В.Мартыненко. – Изд-во Харьковского нац. ун-та им. В.Н.Каразина, 2001. Режим доступа: http:// www.hrvcongress.org/russian/education/books/hrvinclinic/clinic

45.Васильев, Е.Н., Урываев, Ю.В. Взаимосвязь быстрых изменений индивидуального поддиапазона Δ-волн электроэнцефалограммы и кардиограммы во время сна // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 4. – С. 18-23.

46.Вахитов, И.Х., Абзалов, Р.А., Сафин, Р.С., Кириллова, Т.Г., Кабыш, Е.Г. Динамика частоты сердечных сокращений и ударного объема крови детей младшего школьного возраста при смене режимов двигательной активности // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 5. – С. 148-150.

47.Вдовина, Л.Н. Комплексный анализ адаптивной перестройки организма детей 6-7 лет в условиях применения здоровьесберегающих технологий: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13. / Л.Н.Вдовина, Ярославский гос. пед. ун-т. – Ярославль, 2006. – 24 с.

48.Викулов, А.Д., Немиров, А.Д., Ларионова Е.А., Шевченко, А.Ю. Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и спортсменов // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 6. – С. 54-59.

49.Вилков, В.Г. Ранняя диагностика артериальной гипертонии функциональными методами. – М.: Гайнуллин, 2002. – 96 с.

50.Вирабова, А.Р. Гигиенические принципы личностно-ориентированного обучения детей и подростков: концепция, структура, здоровьесберегающие технологии, ресурсы: Автореф. дис. … докт. биол. наук: 14.00.17. / А.Р.Вирабова, НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков РАМН. – Москва, 2006. – 47 с.

51.Вирабова, А.Р., Кучма, В.Р. Физиолого-гигиеническая оценка личностно-ориентированного обучения детей // Гигиена и санитария. – 2006. – № 1. – С. 74-75.

52.Волов, Н.А., Кокорин, В.А., Люсов, В.А. Проблемы и достижения в измерении артериального давления // Русский мед. журн. – 2003. – № 19. – С. 1093-1097.

53.Галеев, А.Р., Игишева, Л.Н., Казин, Э.М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6-16 лет // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 4. – С. 54-58.

54.Геворкян, Э.С., Минасян, С.М., Адамян, Ц.И., Даян, А.В., Ксаджикян, Н.Н. Особенности регуляции ритма сердца абитуриентов при вступительных экзаменах // Физиология человека. – 2004. – Т. 30. – № 3. – С. 54-59.

55.Геворкян, Э.С., Минасян, С.М., Адамян, Ц.И., Даян, А.В., Ксаджикян, Н.Н. Динамика интегральных характеристик вариабельности сердечного ритма и психологических показателей студентов в режиме однодневной и недельной нагрузки // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 4. – С. 57-63.

56.Геворкян, Э.С., Минасян, С.М., Ксаджикян, Н.Н., Даян, А.В. Функциональное состояние студентов при умственной нагрузке // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 55-57.

57.Горбунова, А.В. Содержание биогенных аминов в мозге крыс Август и Вистар в условиях повторяющегося стресса // Журн. высш. нерв. деят. – 1998. – Т. 48. – № 6. – С. 1051-1057.

58.Горяйнов, А.А. Психосоматический подход в современной медицине к патологии человека // Врач-аспирант. – 2005. – № 1(8). – С. 56-65.

59.Грицинская, В.Л., Галактионова, М.Ю. Клинико-психологические аспекты адаптации первоклассников // Бюллетень СО РАМН. – 2003 – Т. 109. – № 3. – С. 51-53.

60.Губернский, Ю.Д., Иванов, В.Д., Высоцкая, О.В., Федоскова, Т.Г., Орлова, И.А., Федосеева, В.Н. Гигиенические аспекты сенсибилизации человека при воздействии биологических факторов жилой среды // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 13-15.

61.Гуров В.А. Новые педагогические технологии и заболеваемость младших школьников // Валеология. – 2006. - № 2. – С. 55-59.

62.Давидович, И.М., Скидан, В.И., Кашина, Т.В. Вариабельность сердечного ритма у больных пневмонией молодого возраста с дефицитом массы тела // Режим доступа: http://www.medafarm.ru/php/content.php?id=1030

63.Данилова, Н.Н. Сердечный ритм и информационная нагрузка // Вест. Моск. ун-та, серия 14, психология. – 1995. – № 4. – С. 14-27.

64.Данилова, Н.Н., Астафьев, С.В. Внимание человека как специфическая связь ритмов ЭЭГ с волновыми модуляторами сердечного ритма // Журн. высш. нерв. деят. – 2000. – Т. 50. – № 5. – С. 791-804.

65.Данилова, Н.Н., Астафьев, С.В. Изменение вариабельности сердечного ритма при информационной нагрузке // Журн. высш. нерв. деят. – 1999. – Т. 49. – № 1. – С. 28-38.

66.Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков (второй пересмотр) // Режим доступа: http://www.cardiosite.ru/recommendations/article.asp?id=6036

67.Дмитриев, Д.А., Дмитриев, А.Д., Хараськина, Н.В. Влияние личностных особенностей родителей и детей на состояние системы вегетативной регуляции

сердечного ритма у детей дошкольного возраста и подростков // Физиология человека. – 2003. – Т. 19. – № 3. – С. 54-59.

68.Доцоев, Л.Я., Усынин, А.М., Вагнер, Н.И., Тататчиков, А.Г. Функциональное состояние учащихся 11-12 лет в условиях интенсивных учебных нагрузок по данным анализа вариабельности сердечного ритма // Физиология человека. – 2003. – Т. 19. – № 4. – С. 62-65.

69.Дубенко, О.Е. Кардиальная дисфункция при остром мозговом инсульте // Режим доступа: http://www.health-ua.org/article/health/2224.html

70.Дубровский, В.И. Спортивная медицина. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 512 с.

71.Европейское общество по артериальной гипертензии, Европейское общество кардиологов 2003: Рекомендации по диагностике и лечению артериальной гипертензии // Артериальная гипертензия. – 2003. – Т. 10. – № 2. – С. 2-47. (Journal of Hypertension. – 2003. – V. 21. – P. 1011–1053).

72.Ежов, А.А. Влияние двигательной активности на вариабельность сердечного ритма у детей первого и второго года обучения в школе: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13. / А.А.Ежов, Казанский гос. пед. ун-т. – Казань, 2005. – 24 с.

73.Еналдиева, Р.В. Клинико-функциональная оценка и обоснование коррекции нарушений кардиогемодинамики при сколиотической болезни: Автореф. дис. … докт. мед. наук: 14.00.05. / Р.В.Еналдиева, Рос. мед. академия последипломного образования. – М., 2006. – 46 с.

74.Зараковский, Г.М., Медведев, В.И., Казакова, Е.К. Психологические и физиологические проявления процесса адаптации населения России к новым социально-экономическим условиям // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 1. – С. 5-14.

75.Зарецкий, Д.В., Каленикова, Е.И., Ливанова, Л.М., Кузьмин, А.И., Зарецкая, М.В., Айрапетянц, М.Г., Медведев, О.С., Чазов, Е.И. Активность моноаминергических систем гипоталамуса крыс при остром стрессе после хрониче-

ского стрессирования // Журн. высш. нерв. деят. – 1999. – Т. 49. – № 2. – С. 313-320.

76.Зимовина, У.В. Синдром психовегетативной дизрегуляции у женщин в период ранней постменопаузы и возможности негормональной и гормональной его коррекции: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.01, 14.00.13 / У.В.Зимовина, Пермская гос. мед. академия, 2007. – Пермь, 2007. – 24 с.

77.Зубкова, С.Т. Клинические и диагностические аспекты вегетативных нарушений у больных с эндокринной патологией // Здоровье Украины. – 2008. – № 8/1. – С. 26-27.

78.Игишева, Л.Н., Казин, Э.М., Галеев, А.Г. Влияние умеренной физической нагрузки на показатели сердечного ритма у детей младшего и среднего школьного возраста // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 55-61.

79.Ильин, Е.П. Психомоторная организация человека. – С.-Пб.: Питер, 2003. – 384 с.

80.Кайсина, И.Г., Сизова, Е.Н., Циркин, В.И., Трухина, С.И. Зависимость вариабельности сердечного ритма от сезона года у 11-13-летних девочек // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 4. – С. 43-49.

81.Калиниченко, А.Н. Компьютерные методы автоматического анализа ЭКГ в системах кардиологического наблюдения: Автореф. дис. … докт. техн. наук: 05.11.17 / А.Н.Калиниченко, Санкт-Петербургский гос. электротехнический ун-т, 2008. – С.-Пб., 2008. – 32 с.

82.Капитонова, М..Ю., Кузнецов, С.Л., Клаучек, С.В., Мод Исмаил, З.И., Улла, М., Федорова, О.В. Незначительная инволюция тимуса в растущем организме под воздействием различных стрессоров // Морфология. – 2006. – Т. 130. – № 6. – С. 56-61.

83.Кармолис. Здоровье от природы. – Режим доступа: http://www.carmolis.ru

84.Карпман, В.Л., Любина, Б.Г. Динамика кровообращения у спортсменов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 135 с.

85.Киселев, А.Р., Киричук, В.Ф., Гриднев, В.И., Колижирина, О.М. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 6. – С. 37-43.

86.Коваленко, С.А., Кудий, Л.И. Особенности вариабельности сердечного ритма у лиц с разной частотой дыхания // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 6. – С. 126-128.

87.Козлова, Л.В. Артериальная гипертензия у детей и подростков: проблемы диагностики и профилактики // Здоровье Украины. – 2008. – № 11/1. – С. 76-77.

88.Колесникова, Л.И., Долгих, В.В., Дзятковская, Е.Н., Поляков, В.М. Особенности психосоматического статуса у детей дошкольного и школьного возраста // Бюллетень СО РАМН. – 2003. – Т. 108. – № 2. – С. 17-23.

89.Коркушко, О. В., Писарук, А.В., Лишневская, В.Ю. Возрастные и патологические изменения суточной вариабельности сердечного ритма // Вестник аритмологии. – 1999. – № 14. – С.30-33.

90.Коркушко, О.В., Шатило, В.Б., Шатило, Т.В., Короткая, Е.В. Анализ вегетативной регуляции сердечного ритма на различных этапах индивидуального развития человека // Физиология человека. – 1991. – Т. 17. – № 2. – С. 31-39.

91.Котельников, С.А., Ноздрачев, А.Д., Коваленко, А.П., Одинак, М.М., Шустов, Е.Б. Индекс эрготропной активности – интегральный показатель состояния надсегментарных центров вегетативной регуляции // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 3. – С. 66-71.

92.Котельников, С.А., Ноздрачев, Д.А., Одинак, М.М., Шустов, Е.Б., Коваленко, И.Ю., Давыденко, В.Ю. Вариабельность Рима сердца: представления о механизмах // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 1. – С. 130-143.

93.Кривопапчук, И.А. Возрастная динамика и адаптационные изменения функционального состояния детей 5-14 лет под слиянием занятий физическими упражнениями: Автореф. дис. … докт. биол. наук: 03.00.13. / И.И.Криволапчук, Институт возрастной физиологии РАО. – М., 2008. – 48 с.

94.Крыжановский, Г.Н. Некоторые общепатологические и биологические категории: здоровье, болезнь, гомеостаз, саногенез, адаптация, иммунитет. Новые подходы и представления // Патогенез. – 2003. – Т. 1. – № 1. – С. 11-14.

95.Крыжановский, Г.Н., Курнешова, Л.Е., Пивоваров, В.В., Носкин, Л.А., Карганов, М.Ю. Здоровье и его полифункциональная оценка // Інтегративна Антропологія. – 2003. – № 2. – С. 46-51.

96.Кудря О.И. Особенности вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы и энергообеспечения при мышечной деятельности у юных спортсменов 9-14 лет: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13. / О.И.Кудря, НИИ ДЭУ Сибирской Гос. академии физической культуры. – Тюмень, 2002. – 22 с.

97.Кузнецова, О.В. Особенности регуляции звеньев респираторно-гемодинамической системы у детей младшего школьного возраста: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13. / О.В.Кузнецова, Институт возрастной физиологии РАО. – М., 2007. – 21 с.

98.Кузнецова, О.В., Сонькин, В.Д. Спектральный анализ вариабельности ритмов сердца, артериального давления и дыхания у детей 8-11 лет в покое // Физиология человека. – 2005. – Т. 31. – № 1. – С. 33-39.

99.Кузьмина, В.Ю., Шварков, С.Б., Ширшова, Е.В. Сверхмалые дозы антител к белку S100 в терапии вегетативных расстройств и тревоги у больных с органическими и функциональными заболеваниями ЦНС // Лечащий врач. – 2008. – № 8. – С. 11-14.

100.Куинджи, Н.Н., Степанова, М.И. Гигиеническая характеристика современных форм обучения // Рос. педиатр. журнал. – 2004. – № 2. – С. 58-61.

101.Куинжди, Н.Н., Степанова, М.И. Современная технология обучения школьников и ее влияние на здоровье // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 44-48.

102.Кулаичев, А.П. Компьютерная электрофизиология. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 379 с.

103.Кутерман, Э.М., Хаспекова, Н.Б. Ритм сердца при пробе 6 дыханий в минуту // Физиология человека. – 1992. – Т. 18. – № 4. – С. 52-55.

104.Кучма, В.Р. Декларации или алгоритм новой школы? // Экология и жизнь. – 2000. – № 3. – С. 72-75.

105.Кучма, В.Р., Сердюковская, Г.Н., Демин, А.К. Руководство по гигиене и охране здоровья школьников: для медицинских и педагогических работников, образовательных учреждений, лечебно-профилактических учреждений, санитарно-эпидемиологической службы. – М.: Российская ассоциация общественного здоровья, 2000. – 152 с.

106.Кучма, В.Р., Степанова, М.И. Современные гигиенические подходы к оценке влияния образовательных технологий на здоровье детей и подростков // Сборник нормативно-методических документов по оценке влияния образовательных технологий на здоровье детей и подростков. – М.: Издательство ООО Инсвязьиздат, 2002. – С. 3-6.

107.Кучма, В.Р., Сухарева, Л.М. Приоритетные критерии оценки состояния здоровья и профилактики заболеваний детей и подростков // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 42-45.

108.Кучма, В.Р., Сухарева, Л.М., Состояние и прогноз здоровья школьников (итоги 40-летнего наблюдения) // Рос. педиатр. журнал. – 2007. – № 1. – С. 53-57.

109.Лаврова, Н.Ю., Шлык, Н.И., Синяк, Е.Д. Особенности вариабельности сердечного ритма у школьников при умственной нагрузке в различное время года // Мат. межд. конф. / УдГУ. – Ижевск, 1998 г. – С. 70.

110.Лебедева, Н.А. Кардио-респираторные функции и динамика мотивационно-эмоционального напряжения у студентов при обучении: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13. / Н.А.Лебедева, НИИ нормальной физиологии РАМН. – М., 2004. – 24 с.

111.Личагина, С.А. Физиологические механизмы адаптации учащихся к физическим нагрузкам здоровьесберегающей направленности: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 03.00.13. / С.А.Личагина, Южно-Уральский гос. ун-т. – Курган, 2002. – 25 с.

112.Любомирский, Л.Е., Букреева, Д.П., Васильева, Р.М. Реакция различных физиологических систем организма школьников при мышечной деятельности // Современные проблемы и перспективы развития региональной системы комплексной помощи ребенку. Сборник материалов международной научно-практической конференции / Под общей ред. А.В.Грибанова, Л.С.Медниковой. – Архангельск: Поморский госуниверситет, 2000. – С. 84-85.

113.Макаренко, Н.В., Лизогуб, В.С., Юхименко, Л.И. Реакции вегетативной нервной системы студентов с различными свойствами высшей нервной деятельности в ситуации экзаменационного стресса // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 136-138.

114.Мамий, В.И. Спектральный анализ и интерпретация спектральных составляющих колебаний ритма сердца // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. – № 2. – С. 52-60.

115.Маркосян, А.А. Развитие человека и надежность биологической системы // Основы морфологии и физиологии организма детей и подростков. – М.: Медицина, 1969. – С. 5-13.

116.Маслова, Л.Н., Булыгина, В.В., Маркель, А.Л. Влияние хронического стресса в препубертатном периоде на развитие наследственной гипертензии // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. – 2002. – Т. 88. – № 6. – С. 774-780.

117.Мачерет, Е.Л., Мурашко, Н.К., Чабан, Т.И. Вариабельность ритма сердца в зависимости от типа течения синдрома вегетативной дистонии // Вестник аритмологии. – 2000. – № 16. – С. 17-20.

118.Машин, В.А. Анализ вариабельности сердечного ритма с помощью метода графа // Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 4. – С. 63-73.

119.Машин, В.А. Психическая нагрузка, психическое напряжение и функциональное состояние операторов систем управления // Вопросы психологии, . – 2007. – № 6. – С. 86-96.

120.Машин, В.А., Машина, М.Н. Анализ вариабельности ритма сердца при негативных функциональных состояниях в ходе сеансов психологической релаксации // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 4. – С. 48-54.

121.Машин, В.А., Машина, М.Н. Классификация функциональных состояний и диагностика психоэмоциональной устойчивости на основе факторной структуры показателей вариабельности сердечного ритма // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90. – № 12. – С. 1508-1521.

122.Меерсон, Ф.З. Адаптационная медицина: механизмы и защитные эффекты адаптации. – М.: Hypoxia Medical LTD, 1993. – 331 с.

123.Меерсон, Ф.З., Пшенникова, М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина» 1988. – 256 с.

124.Минасян, С.М., Геворкян, Э.С., Ксаджикян, Н.Н. Гемодинамические показатели школьников при экзаменационном стрессе // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 46-49.

125.Михайлова, Е.В. Состояние здоровья детей в условиях загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. – 2005. – № 2. – С. 49-51.

126.Мокеева, М.М., Сетко, Н.П. Влияние комплекса факторов окружающей среды на организм учащихся младших классов // Гигиена и санитария. – 2002. – № 5. – С. 64-66.

127.Музалевская, Н.И., Каменская, В.Г. Оценка адаптационного ресурса и состояния здоровья старшеклассников методом нелинейной стохастической кардиоинтервалометрии // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 2. – С. 60-68.

128.Мурсалбекова, Л.В. Психофизиологический анализ экзаменационной тревожности у студентов // VI Международная междисциплинарная конференция по биологической психиатрии «Стресс и поведение», 26 октября 2001. – С. 234.

129.Население России 2000. Восьмой ежегодный демографический доклад / Под ред. А.Г.Вишневского. – М.: Книжный Дом Университет, 2001. – 176 с.

130.Наточин, Ю.В. Архитектура физиологических функций: тот же фундамент, новые грани // Рос. физиол. журн. им. И.М.Сеченова. – 2002. – Т. 82. – № 2. – С. 129-143.

131.Нефедова, Ж.В. Метаболические и нейрофизиологические аспекты артериальной гипертензии у детей и подростков: Автореф. дис. … докт. мед. наук: 14.00.19. / Ж.В.Нефедова, Новосибирский гос. мед. ун-т. – Новосибирск, 2007. – 49 с.

132.Нефедова, Ж.В., Слободская, Е.Р. Личностные особенности и психическое здоровье детей и подростков с артериальной гипертензией различного генеза // Бюллетень СО РАМН. – 2004. – Т. 114. – № 4. – С. 29-34.

133.Нефедова, Ж.В., Соболева, М.К. Проявления метаболического синдрома у детей и подростков с эссенциальной гипертензией // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2007. – Т. 55. – № 3. – С. 110-111.

134.Никитин, В.С. Мозговой кровоток и вариабельность сердечного ритма у лиц с признаками преждевременного старения: Автореф. дис. … канд. иед. наук: 03.00.13 / В.С.Никитин, ГУ Республики Марий Эл «Республиканский клинический госпиталь ветеранов войн», Санкт-Петербургский ин-т биорегуляции и геронтологии СЗО РАМН, 2007. – Киров, 2007. – 24 с.

135.Ноздрачев, А.Д., Щербатых, Ю.В. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 6. – С. 95-101.

136.Нормализация учебной нагрузки школьников / Под ред. М.В.Антроповой и В.И.Козлова. – М.: Педагогика, 1988. – 160 с.

137.Онищенко, Г.Г. Проблема улучшения здоровья учащихся и состояние общеобразовательных учреждений // Гигиена и санитария. – 2005. – № 3. – С. 40-43.

138.Отрощенко, В.А. Показатели нарушений здоровья населения в системе медико-экологического мониторинга: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 03.00.16. / В.А.Отрощенко, Научный центр клинической и экспериментальной медицины СО РАМН. – Новосибирск, 2004. – 18 с.

139.Оттер, М.Я. Сезонные и суточные изменения содержания и скорости метаболизма серотонина в мозге белых мышей // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 1982. – Т. 94. – № 7. – С. 84-86.

140.Оттер, М.Я., Нурманд, Л.Б. Сезонные колебания катехоламинов в мозге белых крыс // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 1980. – Т. 89. – № 2. – С. 215-217.

141.Оттер, М.Я., Шоттер, А.В. Сезонные изменения сердечно-сосудистых показателей и содержания моноаминов в мозге кроликов // Бюл. эксперим. биол. и мед. – 1991. – Т. 111. – № 5. – С. 540-542.

142.Павленко, С.М. Изучение саногенеза – естественный путь дальнейшего развития медицины // Саногенез: Материалы конф. Московского городского научного общества патофизиологов. – М., 1968. – С. 7-13.

143.Павленко, С.М. Учение о саногенезе – важнейшая проблема медицины // Патол. физиология и эксперим. терапия. – 1967. – Т. 11. – № 3. – С. 91-95.

144.Панков, Д.Д., Панкова, Т.Б. Состояние здоровья выпускных классов (данные профилактических осмотров) // Рос. педиатр. журнал. – 2006. – № 6. – С. 10-12.

145.Панков, Д.Д., Панкова, Т.Б., Берова, Г.И., Натальина, О.И. Новый методический подход к анализу результатов профилактического осмотра школьников // Рос. педиатр. журнал. – 2006. - № 2. – С. 25-29.

146.Папонов, В.Д., Папонов, В.В., Байдакова, Г.В., Клименова, Ю.В., Марасанов, Н.Н., Михеева, И.Г., Цветкова, Е.В., Филин, В.А. Перспективы социально-гигиенического мониторинга с нозологических и общепатологических позиций медицины // Гигиена и санитария. – 2005. – № 1. – С. 51-55.

147.Пивоваров, В.В. Компьютеризированный измеритель движений // Мед. техника. – 2006a. – № 2. – С. 21-24.

148.Пивоваров, В.В. Спироартериокардиоритмограф // Мед. техника. – 2006b. – № 1. – С. 38-41.

149.Пивоварова, Е.А., Городничев, Р.М. Влияние единого государственного экзамена на функциональное состояние организма старшеклассников // Физиология человека. – 2007. – Т. 33. – № 4. – С. 132-134.

150.Плигин, А.А. Личностно-ориентированное образование: история и практика. – М.: Профит Стайл, 2007. – 432 с.

151.Пляскина, И.В. Здоровье детей, обучающихся в школах нового вида // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 62-65.

152.Поборский, А.Н., Коваленко, Л.В., Сафонов, В.А., Тараканов, И.А. Вегетативная регуляция и умственная работоспособность у детей в процессе обучения в неблагоприятных климатических условиях Среднего Приобья // Физиология человека. – 2000. – Т. 26. – № 5. – С. 128-136.

153.Поважная, Е.С., Гурбич, Е.А., Джоджуа, А.Г., Смирнова, Л.Г., Литвинова, Е.В., Поважная, С.В., Лыков, А.А. Оптимизация вегетативной регуляции у больных с дисциркуляторной энцефалопатией физическими методами // Архив клинич. и эксперим. мед. – 2003. – Т. 12. – № 1. – С. 16-18.

154.Пономаренко, И.И. Риск для здоровья школьников с позиции гигиены // Вестник РАМН. – 2005. - № 3. – С. 43-45.

155.Попов, В.В., Фрицше, Л.Н. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине // Украинский мед. журнал. – 2006. – Т. 52. – № 2. – С. 24-30.

156.Практическая психодиагностика: методики и тесты. – Самара: Издательский дом БАХРАХ-М, 2006. – 672 с.

157.Пшенникова, М.Г. Феномен стресса. Эмоциональный стресс и его роль в патологии // Актуальные проблемы патофизиологии: избранные лекции / Под ред. Б.Б.Мороза. – М.: Медицина, 2001. – С. 220-253.

158.Разумов, А.Н., Бобровницкий, И.П. Восстановительная медицина: научные основы и пути интеграции первичной и вторичной профилактики // Вестник восст. медицины. – 2004. – № 2. – С. 4-7.

159.Раппопорт, И.К. Оценка динамики заболеваемости школьников по результатам профилактических медицинских осмотров // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 48-50.

160.Рахманин, Ю.А., Новиков, С.М., Иванов, С.И. Современные научные проблемы совершенствования методологии оценки риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2005а. – № 2. – С. 7-10.

161.Рахманин, Ю.А., Румянцев, Г.И., Новиков, С.М., Ревазова, Ю.А., Иванов, С.И. Интегрирующая роль медицины окружающей среды в профилактике, ранней диагностике и лечении нарушений здоровья, связанных с воздействием факторов среды обитания человека // Гигиена и санитария. – 2005b. – № 6. – С. 3-6.

162.Рахманов, Р.С., Нестеренко, А.В. О роли двигательно-активной формы обучения в формировании образа жизни, сохранении и укреплении здоровья школьников // Гигиена и санитария. – 2005. – № 2. – С. 43-45.

163.Ревина, Н.Е. Вариабельность сердечного ритма как периферический показатель сдвигов мотивационного спектра активности у человека в конфликте // Вестник Новгородского гос. ун-та. – 2005. – № 32. – С. 103-105.

164.Розанов, В.Б., Александров, А.А., Перова, Н.В., Шугаева, Е.Н., Зволинская, Е.Ю. Устойчивость и прогностическое значение нарушений липидного спектра крови в подростковом возрасте: 22-летнее проспективное наблюдение // Кардиоваск. терапия и профилактика. – 2007. – Т. 6. – № 5. – С. 70-77.

165.Ройтберг, Г.Е., Струтынский, А.В. Внутренние болезни. Сердечно-сосудистая система. М.: Бином, 2007. – 856 с.

166.Рубинштейн, С.Я. Экспериментальные методики патопсихологии и опыт применения их в клинике (практическое руководство). – М.: Апрель-Пресс, Психотерапия, 2007. – 224 с.

167.Рукавкова, Е.М. Анализ морфофункциональных и психофизиологических показателей школьников в классах с различными профилями обучения: Автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.00.13. / Е.М.Рукавкова, Брянский гос. ун-т. – Тверь, 2007. – 21 с.

168.Румянцев, А.Г., Панков, Д.Д. Актуальные проблемы подростковой медицины. – М.: Дом печати Столичный бизнес, 2002. – 376 с.

169.Рябыкина, Г.А., Соболев, А.В. Вариабельность ритма сердца. – М.: Оверлей, 2001. – 200с.

170.Сабирьянов, А.Р. Структура медленноволновой вариабельности показателей гемодинамики, как интегральная характеристика активности уровней

регуляции системы кровообращения у детей младшего и среднего возраста: Автореф. дис. … докт. мед. наук: 03.00.13. / А.Р.Сабирьянов, Южно-Уральский гос. ун-т. – Курган, 2005. – 41 с.

171.Сабирьянова, Е.С. Механизмы и возможности онтогенетической адаптации детей, проживающих в условиях села и города, к комплексу факторов внешней среды: Автореф. дис. … окт. мед. наук: 03.00.13. / Е.С.Сабирьянова, Южно-Уральский гос. ун-т. – Курган, 2006. – 41 с.

172.Сафонов, В.А., Лебедева, М.А. Автоматия или ритмообразование в дыхательном центре // Физиология человека. – 2003. – Т. 29. – № 1. – С. 140-153.

173.Сборник нормативно-методических документов по оценке влияния образовательных технологий на здоровье детей и подростков. – М.: Издательство ООО Инсвязьиздат, 2002. – 97 с.

174.Селье, Г. Стресс без дистресса. – Рига: Виеда, 1992. – 110 с.

175.Семашко, Л.В. Адаптация организма учащихся школ исполнительского мастерства к высоким психоэмоциональным и физическим нагрузкам: Автореф. дис. … анд. биол. наук: 14.00.51. / Л.В.Семашко, Московский гос. медико-стоматологический ун-т. – М., 2003. – 23 с.

176.Семенова, Т.Н. Динамика показателей физического развития и умственной работоспособности у детей младшего школьного возраста в условиях урбанизированной городской среды при разных технологиях обучения: Автореф. дис. … анд. биол. наук: 03.00.13. / Т.Н.Семенова, Брянский гос. ун-т. – М., 2005. – 18 с.

177.Сервер по Вальдорфской педагогике. Режим доступа: http://www.redline.ru/education/valdorfru.html

178.Сетко, А.Г., Сетко, Н.П., Макарова, Т.М., Сетко, И.М. Особенности адаптированности детей к факторам среды обитания и критерии их оценки // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 57-58.

179.Сигида, Р.С. Особенности организации ритмостаза у подростков с различной адаптацией к учебным нагрузкам: Р.С.Сигида, дис. … канд. биол. наук: 03.00.13 / Ставропольский гос. ун-т, 2004. – Ставрополь, 2004. – 24 с.

180.Сидоренко, Г.И., Фролов, А.В., Воробьев, А.П. Психоэмоциональные тесты и перспективы их применения в кардиологии // Кардиология. – 2004. – № 6. – С. 59-64.

181.Симонов, П.В. Эмоции и поведение: потребностно-информационный подход // Физиология поведения: нейробиологические закономерности / Под ред. А.С.Батуева. – Л.: Наука, 1987. – С. 486-523.

182.Ситдиков, Ф.Г., Шайхелисламова, М.В., Валеев, И.Р. Влияние учебной нагрузки и условий производства на функциональное состояние симпато-адреналовой системы и показатели регуляции сердечного ритма у девушек 17-18-летнего возраста // Физиология человека. – 2001. – Т. 27. – № 5. – С. 60-67.

183.Ситдиков, Ф.Г., Шайхелисламова, М.В., Ситдикова, А.А. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы и особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у младших школьников // Физиология человека. – 2006. – Т. 32. - № 6. – С. 22-27.

184.Соколова, О.И. Вегетативная регуляция у здоровых детей: О.И.Соколова, дис. … канд. мед. наук: 14.00.09. / Российский гос. мед. ун-т, 2000. – М., 2000. – 25 с.

185.Сонькин, В.Д. 100 лет физиологии развития // Альманах Новые исследования. – 2003. – Т. 1. - № 4. – С. 24-35.

186.Стамова, Л.Г., Чеснокова, Е.А. Загрязнение атмосферного воздуха и его влияние на заболеваемость органов дыхания у детей // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 28-31.

187.Степанян, А.Ю., Григорян, В.Г., Агабабян, А.Р., Арякелян, А.Н., Арутюнян, Н.Д. Исследование влияния выполнения задач пространственно-образного типа на вариабельность сердечного ритма // Журн. высш. нерв. деят. – 2005. – Т. 55. – № 4. – С. 472-477.

188.Сухарев, А.Г. Формирование адаптационных возможностей организма детей и подростков // Вестник РАМН. – 2006. – № 8. – С. 15-18.

189.Сухарев, А.Г., Цыренова, Н.М. Концептуальная модель здоровьесберегающей образовательной технологии в современной школе // Здоровьесберегающие образовательные технологии: Материалы Междисциплинарной научно-практической конференции, Москва, 25 октября 2007. – М., 2007. – С. 32.

190.Сухарев, А.Г., Цыренова, Н.М. Медико-педагогическая оценка технологий обучения детей в современной школе // Вопросы современной педиатрии. – 2006. – Т. 5. – № 5, прил. 1 «Школа и здоровье». – С. 37-40.

191.Тамбовцева, В.И. Функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы у детей и подростков: современный взгляд на проблему // Рос. педиатр. журнал. – 2007. - № 2. – С. 35-38.

192.Тарасова, О.Л. Особенности психофизиологической адаптации к учебной деятельности у подростков с различным типом вегетативной регуляции: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 03.00.13 / О.Л.Тарасова, Томский гос. мед. ун-т, 1998. – Томск, 1998. – 24 с.

193.Татаренко, С.А. Состояние центральной вегетативной регуляции ритма сердца и дыхания у больных с недостаточностью кровообращения в вертебробазилярном бассейне: Автореф. дис. … канд. мед. наук: 14.00.13 / С.А.Татаренко, Кировская гос. мед. академия, 2008. – Киров, 2008. – 24 с.

194.Тихонова, С.А. XVII конгресс Европейского общества гипертензии и кардиологов: новые рекомендации по артериальной гипертензии //Здоровье Украины. – 2007. – № 12/1. – С. 10-13.

195.Труфакин, С.В., Валеев, Р.Г., Афтанас, Л.И., Козлов, В.А. Особенности механизмов вегетативной регуляции при психосоматических заболеваниях: бронхиальная астма и ревматоидный артрит // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – Т. 148. – № 4. – С. 53-57.

196.Украинцева, Ю.В., Берлов, Д.Н., Русалова, М.Н. Индивидуальные поведенческие и вегетативные проявления эмоционального стресса у человека // Журн. высш. нерв. деят. – 2006. – Т. 56. – № 2. – С. 183-192.

197.Урываев, Ю.В. Кардиосигнализация и кардиорегуляция: уровни висцеро-соматической интеграции // Тезисы докладов XX съезда физиологического общества им. И.П.Павлова, Москва, 4-8 июня 2007. / М.: Русский врач, 2007. – С. 454.

198.Уткин, И.В., Воробьева, Е.В., Жданова, Л.А., Мясоедова, С.Е., Ярченкова, Л.Л., Ширстов, А.М., Уткина, М.Н., Миньков, В.В. Факторный анализ в оценке вариабельности сердечного ритма при ювенильной артериальной гипертензии // Рос. педиатр. журнал. – 2004. – № 2. – С. 6-11.

199.Учакина, Р.В. Эколого-физиологическое обоснование гормонального статуса, физического и полового развития детей Дальневосточного региона: Автореф. дис. … докт. биол. наук: 03.00.13. / Р.В.Учакина, Хабаровский филиал Дальневосточного научного центра физиологии и патологии дыхания СО РАМН – НИИ охраны материнства и детства. – Москва, 2006. – 39 с.

200.Федоров, А.И., Казин, Э.М., Лушпа, Л.Г. Использование модели физиологического мониторинга для комплексной оценки адаптивных возможностей учащихся в процессе образовательной деятельности. Сообщение I. Влияние различных режимов двигательной деятельности на показатели сердечного ритма младших школьников // Физиология человека. – 2002a. – Т. 28. – № 4. – С. 59-62.

201.Федоров, А.И., Казин, Э.М., Селятицкая, В.Г., Овчинникова, О.В. Использование модели физиологического мониторинга для комплексной оценки адаптивных возможностей учащихся в процессе образовательной деятельности. Сообщение II. Особенности гормонального психовегетативного статуса у подростков, проживающих в разных социально-экологических условиях // Физиология человека. – 2002b. – Т. 28. – № 6. – С. 64-68.

202.Фомин, В.С. Проблема измерения здоровья на основе учета развития адаптационных свойств организма // Теория и практика физич. культуры. – 1996. - № 7. – С. 12-17.

203.Хаспекова, Н.Б. Диагностическая информативная ценность мониторирования вариабельности ритма сердца // Вест. аритмологии. – 2003. – № 32. – С. 15-23.

204.Хильдебрандт Г., Мозер, М., Лехофер, М. Хронобиология и хрономедицина. – М.: Арнебия, 2006. – 144с.

205.Хронобиология и хрономедицина / Под ред. Ф.И. Комарова и С.И. Рапопорта. – М.:«Триада – Х, 2000. – 488 с.

206.Цыренова, Н.М. Гигиеническая оценка технологий обучения школьников: Автореф. дис. … канд.мед. наук: 14.00.07. / Н.М.Цыренова, Российская гос. мед. академия последипломного образования. – М., 2003. – 26 с.

207.Чиркова, О.Ю., Хаспекова, Н.Б., Чичельницкая, С.М., Атаманов, В.В. Спектральный анализ ритма сердца в оценке вегетативного статуса у детей // Журн. Школа здоровья. – 1999. – Т. 6. – № 1. – С. 91-101.

208.Чумаков, В.Н., Ливанова, Л.М., Крылин, В.В., Дугин, С.Ф., Айрапетянц, М.Г., Чазов, Е.И. Влияние хронической невротизации на моноаминергические системы различных структур мозга крыс с различными типологическими характеристиками // Журн. высш. нерв. деят. – 2005. – Т. 55. – № 6. – С. 410-417.

209.Чупаха, И.В., Пужаева, Е.З., Соколова, И.Ю. Здоровьесберегающие технологии в образовательно-воспитательном процессе. – М.: Илекса, Народное образование; Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2006. – 400 с.

210.Шайхелисламова, М.В. Возрастно-половые особенности и механизмы адаптационных реакций у детей 7-15 лет: Автореф. дис. … докт. биол. наук: 03.00.13 / М.В.Шайхелисламова, Татарский гос. гуманитарно-пед. ун-т, 2007. – Казань, 2007. – 41 с.

211.Шарапов, А.Н. Комплексная оценка возрастной динамики нейровегетативных влияний у детей дошкольного и младшего школьного возраста // Современные проблемы и перспективы развития региональной системы комплексной помощи ребенку. Сборник материалов международной научно-

практической конференции / Под общей ред. А.В.Грибанова, Л.С.Медниковой. – Архангельск: Поморский госуниверситет, 2000. – С. 98-99.

212.Шафиркин, А.В. Компенсаторные резервы организма и здоровье населения в условиях хронических антропогенных воздействий и длительного психоэмоционального стресса // Физиология человека. – 2003. – Т. 19. – № 6. – С. 12-22.

213.Швалев, В.Н., Стропус, Р.А. Медиаторный этап функционирования вегетативной нервной системы в пре- и постнатальном онтогенезе и значение его исследований для клиники // Арх. анат., гистол. и эмбриол. – 1979. – Т. 76. - № 5. – С. 5-20.

214.Школьникова, М.А., Осокина, Г.Г., Абдулатипова, И.В. Современные тенденции сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности у детей в Российской Федерации; структура сердечной патологии детского возраста // Кардиология. – 2003. – № 8. – С. 4-8.

215.Шляхто, Е.В., Конради, А.О. Причины и последствия активации симпатической нервной системы при артериальной гипертензии // Артериальная гипертензия. – 2003. – Т. 9. – № 3. – С. 81-95.

216.Щербатых, Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса: Автореф. дис. … докт. биол. наук: 03.00.13 / Ю.В.Щербатых, С.-Пб., 2001. – 32 с.

217.Щербатых, Ю.В. Что выявляет спектральный анализ вариабельности сердечного ритма? // Прикладные информационные аспекты медицины. – 1999. – Т. 2. – № 4. – С. 40-44.

218.Ясвин, В.А. Образовательная среда: от моделирования к проектированию. – М.: Смысл, 2001. – 365 с.

219.2007 Guidelines for the Management of Arterial Hypertension // Journal of Hypertension. – 2007. – V. 25. – P. 1105-1187.

220.Accurso, V., Shamsuzzaman, A.S., Somers, V.K. Rhythms, rhymes, and reasons – spectral oscillations in neural cardiovascular control // Auton. Neurosci. – 2001. – V. 90. – № 1-2. – P. 41-46.

221.Addae, J.I., Youssef, F.F., Stone, T.W. Neuroprotective role of learning in dementia: a biological explanation // J. Alzheimers Dis. – 2003. – V. 5. – № 2. – P. 91-104.

222.Andrzejak, R., Poreba, R., Poreba, M., Derkacz, A., Skalik, R., Gac, P., Beck, B., Steinmetz-Beck, A., Pilecki, W. The Influence of the Call with a Mobile Phone on Heart Rate Variability Parameters in Healthy Volunteers // Industrial Health. – 2008. – V. 46. – P. 409–417.

223.Aston-Jones, G., Rajkowski, J., Kubiak, P., Valentino, R.J., Shipley, M.T. Role of locus coeruleus in emotional activation // Progr. Brain Res. – 1996. – V. 107. – P. 379-402.

224.Atilla, K., Vasan, R.S. Prehypertension and risk of cardiovascular disease // Expert. Rev. Cardiovasc. Ther. – 2006. – V. 4. – № 1. – P. 111-117.

225.Azevedo, A., Bettencourt, P., Almeida, P.B., Santos, A.C., Abreu-Lima, C., Hense, H.-W., Barros, H. Increasing number of components of the metabolic syndrome and cardiac structural and functional abnormalities – cross-sectional study of general population // BMC Cardiovascular Disorders. – 2007. – V. 7. – № 17. – Режим доступа: http://www.biomedcentral.com/1471-2261/7/17

226.Azmitia, E.C., McNaughton, N., Tsaltas, L., Fillenz, M., Gray, J.A. Interaction between hippocampal serotonin and the pituitary-adrenal axis in the septal driving of hippocampal theta-rhythm // Neuroendocrinology. – 984. – V. 39. – P. 471-7-475.

227.Azogui-Levy, S., Lombrail, P., Riordan, P.J., Brodin, M., Baillon-Javon, E., Pirlet, M.C., Boy-Lefyvre, M.L. Evaluation of a dental care program for school beginners in a Paris suburb // Community Dent. Oral Epidemiol. – 2003. – V. 31. – № 4. – P. 285-291.

228.Barba, G., Giacco, R., Clemente, G., Venezia, A., Russo, P., Grimaldi, C., Siani, A. The BRAVO project: screening for childhood obesity in a primary school setting // Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. – 2001. – V. 11. – № 4 (Suppl). – P. 103-108.

229.Barnett, E., Reader, S., Ward, B.G., Casper, M.L. Social and demographic predictors of no transport prior to premature cardiac death: United States 1999-2000

// BMC Cardiovascular Disorders. – 2006. – V. 6. – № 45. – Режим доступа: http://www.biomedcentral.com/1471-2261/6/45

230.Bernardi, L., Leuzzi, S., Radaelli, A., Passino, C., Johnston, J.A., Sleight, P. Low-frequency spontaneous fluctuation of R-R interval and blood pressure in conscious humans: a baroreceptor or central phenomenon? // Clin. Sci. (Colch). – 1994. – V. 87. – P. 649-654.

231.Bernardi, L., Valle, F., Coco, M., Calciati, A., Sleight, P. Physical activity influences heart rate variability and very-low-frequency components in Holter electrocardiograms // Cardiovasc. Res. – 1996. – V. 32. – P. 234–237.

232.Bigger, J., Fleiss, J., Steinman, R., Rolnitzky, L., Kleiger, R., Rottman, J. Frequency domain measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction // Circulation. – 1992. – V. 8. – P. 164–171.

233.Blaiss, M.S. Allergic rhinitis and impairment issues in schoolchildren: a consensus report // Curr. Med. Res. Opin. – 2004. – V. 20. – № 12. – P. 1937-1952.

234.Blazquez-Almerha, G., Joseph-Munny, D., Buryn-Masy, E., Carrillo-Gonzalez, C., Joseph-Munny, M., Cuyas-Reguera, M., Freile-Sanchez, R. Results of screening for symptoms of attention deficit disorder with or without hyperactivity in schools by means of the ADHS scale // Rev. Neurol. – 2005. – V. 41. – № 10. – P. 586-590.

235.Bogert, L.W., van Lieshout, J.J. Non-invasive pulsatile arterial pressure and stroke volume changes from human finger // Exp. Physiol. – 2005. – V. 90. – № 4. – P. 437-446.

236.Bohus, B., Koolhaas, J.M., Korte, S.M., Roozendaal, B., Wiersma, F. Forebrain pathways and their behavioral interacting with neuroendocrine and cardiovascular function in the rat // Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. – 1996. – V. 23. – № 2. – P. 177-182.

237.Bonaduce, D., Marciano, F., Petretta, M., Migaux, M., Morgano, G., Bianchi, V., Salemme, L., Valva, G., Condorelli, M. Effects of converting enzyme inhibition on heart period variability in patients with acute myocardial infarction // Circulation. – 1994. – V. 90. – P. 108–13.

238.Brassard, P., Steensma, C., Cadieux, L., Lands, L.C. Evaluation of a school-based tuberculosis screening program and associate investigation targeting recently immigrated children in a low-burden countries // Pediatrics. – 2006. – V. 117. – № 2. – P. e148-e156.

239.Bronson, F.H. Are humans seasonally photoperiodic? // J. Biol. Rhythms. – 2004. – V. 19. – № 3. – P. 180-192.

240.Buijs, R.M., Kreier, F. The metabolic syndrome: a brain disease? // J. Neuroendocrinol. – 2006. – V. 18. – № 9. – P. 715-716.

241.Chaouloff. F. Physical exercise and brain monoamines: a review // Acta Physiol Scand. – 1989. – V. 137. – P 1-13.

242.Christodoulos, A.D., Flouris, A.D., Tokmakidis, S.P. Obesity and physical fitness of pre-adolescent children during the academic year and the summer period: effects of organized physical activity // J. Child Health Care. – 2006. – V. 10. – № 3. P. 199-212.

243.Cogliati, C., Magatelli, R., Montano, N., Narkiewicz, K., Somers, V.K. Detection of low- and high-frequency rhythms in the variability of skin sympathetic nerve activity // Am. J. Physiol. – Heart Circ. Physiol. – 2000. – V. 278. – № 4. – P. H1256-H1260.

244.Conen, D., Ridker, P.M., Buring, J.E., Glynn, R.J. Risk of cardiovascular events among women with high normal blood pressure or blood pressure progression: prospective cohort study // BMJ. – 2007. – V. 335. – P. 432-434.

245.Cooper, V.L., Pearson, S.B., Bowker, C.M., Elliot, M.W., Hainsworth, R. Interaction of chemoreceptor and baroreceptor reflexes by hypoxia and hypercapnia – a mechanism for promoting hypertension in obstructive sleep apnoea // J. Physiol. – 2005. – V. 568. – № 2. – P. 677-687.

246.Costante, G., Grasso, L., Schifino, E., Marasco, M.F., Crocetti, U., Capula, C., Chiarella, R., Ludovico, O., Nocera, M., Parlato, G., Filetti, S.. Iodine deficiency in Calabria: characterization of endemic goiter and analysis of different indicators of iodine status region-wide // J. Endocrinol Invest., 2002. – V. 25. – № 3. – P. 201-207.

247.Cotman, C.W., Engesser-Cesar, C. Exercise enhances and protect brain function // Exerc. Sport Sci. Rev. – 2002. – V. 30. – № 2. – P. 75-79.

248.Czarnecka, D., Bilo, G.A patient with high normal blood pressure – should we treat? // Blood Press. Suppl. – 2005. – № 2. – P. 50-52.

249.daCunha, S.S., Pujades-Rodriguez, M., Barreto, M.L., Genser, D., Rodriques, L.C. Ecological study of socio-economical indicators and prevalence of asthma in schoolchildren in urban Brazil // BMC Public Health. – 2007. – V. 7. – № 205. Режим доступа: http://www.biomedcentral.com/1471-2458/7/205/prepub

250.Davies, L.C., Colhoun, H., Coats, A.J., Piepoli, M., Francis, D.P. A noninvasive measure of baroreflex sensitivity without blood pressure measurement // Am. Heart J. – 2002. – V. 143. – № 3. – P. 441-447.

251.Davis, M., Hitchcock, J.M., Bowers, M.B., Berridge, C.W., Melia, K.R., Roth, R.H. Stress-induced activation of prefrontal cortex dopamine turnover: blockade by lesion of the amygdala // Brain Res. – 1994. – V. 664. – № 1-2. – P. 207-210.

252.Davrath, L.R., Goren, Y., Pinhas, I., Toledo, E., Akselrod, S. Early autonomic malfunction in normotensive individuals with a genetic predisposition to essential hypertension // Am. J. Physiol. – Heart and Circulatory Physiology. – 2003. – V. 285. – P. H1697-H1704.

253.Deter, H.-Ch. Towards a new strategy to implement psychosomatic knowledge in medical practice // BioPsyhoSocial Medicine. – 2008. – V. 2. – № 1. – P. 2-3.

254.Din-Dzietham, R., Liu, Y., Bielo, M.-V., Shamsa, F. High Blood Pressure Trends in Children and Adolescents in National Surveys, 1963 to 2002 // Circulation, . – 2007. – V. 116. – P. 1488-1496.

255.Eckberg, D.L. Physiological basis for human autonomic rhythms // Ann. Med. – 2000. – V. 32. – № 5. – P. 341-349.

256.Elghozi, J.L., Julien. C. Sympathetic control of short-term heart rate variability and its pharmacological modulation // Fundam. Clin. Pharmacol. – 2007. – V. 24. – № 4. – P. 337-347.

257.Elliott, W.J., Black, H.R. Prehypertension // Nat. Clin. Pract. Cardiovasc. Med. – 2007. – V. 4. – № 10. – P. 538-548.

258.Eroshina, K., Danishevski, K., Wilkinson, P., McKee, M. Environmental and social factors as determinants of respiratory dysfunction in junior schoolchildren in Moscow // J. Public Health. – 2004. – V. 26. –№ 2. – P. 197-204.

259.Escorihuela, R.M., Fernandez-Teruel, A., Tobena, A., Vivas, N.M., Marmol, F., Badia, A., Dierssen, M. Early environmental stimulation produces long-lasting changes on beta-adrenoceptor transduction system // Neurobiol. Learn. Mem. – 1995. – V. 64. – P. 49-57.

260.Faqard, R.H., Pardaens, K., Staessen, J.A. Influence of demographic, anthropometric and lifestyle characteristics on heart rate and its variability in the population // J. Hypertens. – 1999. – V. 17. – № 11. – P. 1589-1599.

261.Flynn, J.T., Alderman, M.N. Characteristics of children with primary hypertension seen at a referral center // Pediatr. Nefrol. – 2005. – V. 20. – № 7. – P. 961-966.

262.Francis, D.P., Davies, L.C., Willson, K., Ponikowski, P., Coats, A.J., Pieroli, Ml. Very-low frequency oscillations in heart rate and blood pressure in periodic breathing: role of cardiovascular limb of the hypoxic chemoreflex // Clin. Sci. (Lond.). – 2000. – V. 99. – № 2. – P. 125-132.

263.Galasco, G.I., Basu, S., Lahiri, A., Senior, R. Is echocardiography a valid tool to screen for left ventricular systolic dysfunction in chronic survivors of acute myocardial dysfunction? A comparison with radionuclide ventriculography // Heart. – 2004. – V. 90. – № 12. – P. 1422-1426.

264.Ghannem, H., Harrabi, I., Ben Abdelaziz, A., Gaha, R., Mrizak, N. Clustering of cardiovascular risk factors among obese urban schoolchildren in Sousse, Tunisia // East Mediterr. Health J. – 2003. – V. 9. – № 1-2. – P. 70-77.

265.Gianaros, P.J., Sheu, L.K., Matthews, K.A., Jennings, J.R., Manuck, S.B., Hariri, A.R. Individual differences in stressor-evoked blood pressure reactivity vary with activation, volume, and functional connectivity of the amygdale // J. Neurosci. – 2008. – V. 28. – № 4. – P. 990-999.

266.Gierek, T., Gwóźdź-Jezierska, M., Slaska-Kaspera, A., Senderski, A. The results of hearing screening in selected population of primary schoolchildren in Silesia // Otolaryngol. Pol. – 2007. – V.61. – № 2. – P. 171-177.

267.Gounder, C.R., Driver, C.R., Scholten, J.N., Shen, H., Munsiff, S.S. Tuberculin testing and risk of tuberculosis infection among New York City schoolchildren // Pediatrics. – 2003. – V. 111. – P. e309-e315.

268.Grippo, A.J., Belts, T.G., Johnson, A.K. Behavioral and cardiovascular changes in the chronic mild stress model of depression // Physiol. Behav. – 2003. – V. 78. – № 4-5. – P. 703-710.

269.Grivas, T.B., Samelis, P., Polyzois, B.D., Giourelis, B., Polyzois, D. School screening in the heavily industrialized area – Is there any role of industrial environmental factors in idiopathic scoliosis prevalence? // Stud. Health Technol. Inform.. – 2002. – V. 91. – P. 76-80.

270.Grotto, I., Grossman, E., Huerta, M., Sharabi, Y. Prevalence of prehypertension and associated cardiovascular risk profiles among young Israeli adults // Hypertension. – 2006. – V. 48. – № 2. – P. 254-259.

271.Haapaniemi, T.H., Pursiainen, V., Korpelainen, J.T., Huikuri, H.V., Sotaniemi, K.A., Myllylä, V.V. Ambulatory ECG and analysis of heart rate variability in Parkinson's disease // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. – 2001. – V. 70. – № 3. – P. 305-310.

272.Hadase, M., Azuma, A., Zen, K., Asada, S., Kawasaki, T., Kamitani, T., Kawasaki, S., Sugihara, H., Matsubara, H. Very low frequency power of heart rate variability is a powerful predictor of clinical prognosis in patients with congestive heart failure // Circ. J. – 2004. – V. 68. – № 4. – P. 343-347.

273.Hamano, T., Yoshimura, M., Yamazaki, T., Shinkai, Y., Yanagisawa, K., Kuriyama, M., Ihara, Y. Amyloid beta-protein (A beta) accumulation in the leptomeninges during aging and in Alzheimer disease // J. Neuropathol. Exp. Neurol. – 1997. – V. 56. – № 8. – P. 922-932.

274.Harris, K.F., Mattews, K.A. Interaction between autonomic nervous system activity and endothelial function: a model for the development of cardiovascular disease // Psychosomatic med. – 2004. – V. 66. – P. 153-164.

275.Hazlerigg, D.G., Wagner, G.C. Seasonal photoperiodism in vertebrates: from coincidence to amplitude // Trends Endocrinol. Metab. – 2006. V. 17. – № 3. – P. 83-91.

276.Heart rate variability / Standards of measurement. Physiological interpretation and clinical use // Eur. Heart Journal. – 1996. – V. 17. – P. 354-381.

277.Hebb, D.O. Animal and physiological psychology // Annu. Rev. Psychol. – 1950. – № 1. – P. 173-188.

278.Hermann, R., Soltysz, G. Predictive genetic screening for type-1 diabetes in the Hungarian population // Orv. Hetil. – 2004. – V. 145. – № 7. – P. 337-342.

279.Huk-Wieliczuk, E., Wdowiak, L. State of health of adolescents in eastern regions of Poland. Podlasie region child // Ann. Agric. Environ. Med. – 2006. – V. 13. – P. 39-43.

280.Iacoboni, M., Woods, R.P., Mazziotta, J.C. Bimodal (auditory and visual) left frontoparietal circuitry for sensorimotor integration and sensorimotor learning // Brain. – 1998. – V. 121. – P. 2135-2143.

281.Ishibashi, H., Hihara, S., Takahashi, M., Heike, T., Yokota, T., Iriki, A. Tool-use learning selectively induces expression of brain-derived neurotrophic factor, its receptor trkB, and neurotrophin 3 in the intraparietal multisensorycortex of monkeys // Brain Res. Cogn. Brain Res. – 2002. – V. 14. – № 1. – P. 3-9.

282.Julien, C., Chapius, B., Cheng, Yo., Barres, Ch. Dynamic interactions between arterial pressure and sympathetic nerve activity: role of arterial baroreceptors // Am. J. Physiol. – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. – 2003. – V. 285. – № 4. – P. R834-R841.

283.Kabesch, M., Tzotcheva, I., Carr, D., Höfler, C., Weiland, S.K., Fritzsch, C., von Mutius, E., Martinez, F.D. A complete screening of the IL4 gene: novel polymorphisms and their association with asthma and IgE in childhood // J. Allergy Clin. Immunol. – 2003. – V. 112. – № 5. – P. 893-898.

284.Kahana, E, Galper, Y, Zilber, N, Korczyn, A.D. Epidemiology of dementia in Ashkelon: the influence of education // J. Neurol. – 2003. – V. 250. – № 4. – P. 424-428.

285.Kalsbeek, A., Palm, I.F., La Fleur, S.E., Scheer, F.A., Perreau-Lenz, S., Ruiter, M., Kreier, F., Cailotto, C., Buijs, R.M. SCN outputs and the hypothalamic balance of life // J. Biol. Rhythms. – 2006. – V. 21. – № 6. – P. 458-469.

286.Kaplan, V., Bucklar, G.B., Bloch, K.E. Noninvasive monitoring of cardiac output during exercise by inductance cardiography // Med. Sci. Sports Exerc. – 2003. – V. 35. – № 5. – P. 747-752.

287.Kasparov, V., Paton, J.F. Changes in baroreceptor vagal reflex performance in the developing rat // Pflugers Arch. – 1997. V. 434. - № 4. – P. 438-444.

288.Kawanishi, C., Fukuda, M., Tamura, R., Nishijo, H., Ono, T. Effects of repeated cold stress on feeding, avoidance behavior, and pain-related nerve fiber activity // Physiol. Behav. – 1997. – V. 62. – № 4. – P. 849-855.

289.Kawasaki, T., Uezono, K., Sanefuji, M., Utsunomiya, H., Fujino, T., Kanaya, S., Babazono, A. A 17-year follow-up study of hypertensive and normotensive male university students in Japan // Hypertens. Res. – 2003. – V. 26. – № 6. – P. 445-452.

290.Kazuma, N., Otsuka, K., Miyakawa, M., Shirase, E., Matsuoka, I., Murata, M. Seasonal variation in heart rate variability in asthmatic children // Chronobiol. Int. – 2000. – V. 17. – № 4. – P. 503-511.

291.Kim, S., Lehman, A.M., Siegal, M.D., Lemeshow, S. Statistical model for assessing the impact of targeted, school-based dental sealant programs on sealant prevalence among third graders in Ohio // J. Public Health Dent. – 2003. – V. 63. – № 3. – P. 195-199.

292.King, C.A., Meadows, B.B., Engelke, M.K., Swanson, M. Prevalence of elevated body mass index and blood pressure in a rural school-aged population: implications for school nurses // J. Sch. Health. – 2006. – V. 76. – № 4. – P. 145-149.

293.Kristensen, P.L., Weddercopp, N., Moller, N.C., Andersen, L.B., Bai, Ch.N., Froberg, K. Tracking and prevalence of cardiovascular disease risk factors

across socio-economic classes: a longitudinal substudy of the European youth health study // BMC Public Health. – 2006. – V. 6. – № 20. Режим доступа: http://www.biomedcentral.com/1471-2458/6/20

294.Kubzansky, L.D., Berkman, L.F., Glass, T.A., Seeman, T.E. Is educational attainment associated with shared determinants of health in the elderly? Findings from the MacArthur Studies of Successful Aging. // Psychosom. Med. – 1998. – V. 60. – № 5. – P. 578-585.

295.Kuusela, T.A., Kaila, T.J., Kähönen, M. Fine structure of the low-frequency spectra of heart rate and blood pressure // BMC Physiol. – 2003. – V. 3. – P. 1-11.

296.Landys, M.M., Ramenofsky, M., Wingfield, J.C. Actions of glucocorticoids at a seasonal baseline as compared to stress-related levels in the regulation of periodic life processes // Gen. Comp. Endocrinol. – 2006. – V. 148. – № 2. – P. 132-149.

297.Laitinen, T., Hartikainen, J., Niskanen, L., Geelen, G., Lansimies, E. Sympathovagal balance is major determinant of short-term blood pressure variability in healthy subjects // Am. J. Physiol. – 1999. – V. 276. – № 4(2). – P. H1245-H1252.

298.Le Carret, N., Lafont, S., Mayo, W., Fabrigoule, C. The effect of education on cognitive performances and its implication for the constitution of the cognitive reserve // Dev. Neuropsychol., 2003. – V. 23. – № 3. – P. 317-337.

299.Lenard, Z., Studinger, P., Mersich, B., Kocsis, L., Kollai, M. Maturation of cardiovascular autonomic function from childhood to young adult age // Circulation. – 2004. – V. 110. – № 6. – P. 2307-2312.

300.Lenard, Z., Studinger, P., Mersich, B., Pavlik, G., Kollai, M Cardiovascular autonomic function in sedentary and trained offspring of hypertensive parents // J. Physiol. – 2005. – V. 565. – № 3. – P. 1031-1038.

301.Leong, K.S., Mann, P., Wallymahmed, M., MacFarlane, I.A., Wilding, J.P. Abnormal heart rate variability in adults with growth hormone deficiency // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2000. – V. 85. – № 2. – P. 628-633.

302.Lipman, R.D., Salisbury, J.K., Taylor, J.A. Spontaneous indices are inconsistent with arterial baroreflex gain // Hypertension. – 2003. – V. 42. – P. 481-487.

303.Liszka, H.A., Mainous 3rd, A.G., King, D.E., Everett, C.J., Egan, B.M. Pre-hypertension and cardiovascular morbidity // Ann. Fam. Med. – 2005. – V. 3. – № 4. – P. 294-299.

304.Lucini, D., Di Fede, G., Parati, G., Pagani, M. Impact of chronic psychosocial stress on autonomic cardiovascular regulation in otherwise health subjects // Hypertension. – 2005. – V. 46. – P. 1201-1206.

305.Lucini, D., Mela, D.S., Malliani, A., Pagani, M. Impairment in cardiac autonomic regulation preceding arterial hypertension in humans: insights from spectral analysis of beat-to-beat cardiovascular variability // Circulation. – 2002. – V. 106. – P. 2673-2679.

306.Lucini, D., Norbiato, G., Clerici, M., Parati, M. Hemodynamic and autonomic adjustments to real life stress conditions in humans // Hypertension. – 2002. – V. 39. – № 1. – P. 184-188.

307.Mahoney, D.F., Tarlow, B.J., Jones, R.N., Sandaire, J. Effects of a multimedia project on users' knowledge about normal forgetting and serious memory loss // J. Am. Med. Inform. Assoc. – 2002. – V. 9. – № 4. – P. 383-394.

308.Malliani, A. Физиологическая интерпретация спектральных компонентов вариабельности сердечного ритма (HRV) // Вест. аритмологии. – 1998. – № 9. – С. 47-57.

309.Malpas, S. Neural influences on cardiovascular variability: possibilities and pitfalls // Am. J. Physiol. – Heart and Circulatory Physiology. – 2002. – V. 282. – № 1. – P. H6-H20.

310.Mangoud, A.M. Effect of parasite screening on refugee health // J. Egypt Soc. Parasitol. – 2000. – V. 30. – № 1. – P. 1-10.

311.Marijon, E., Ou, P., Celermajer, D.S., Ferreira, B., Mocumbi, A.O., Jani, D., Paquet, Ch., Jacob, S., Sidi, D., Jouven, X. Prevalence of rheumatic heart disease detected by echocardigraphic screening // New England J. Med. – 2007. – V. 357. – P. 470-476.

312.Masliukov, P.M. Duscharge pattern of the sympathetic vertebral nerve activity in kittens in postnatal ontogenesis // Neurosci. Lett. – 2003. – V. 344. – № 2. – P. 141-143.

313.Massin, M.M., Bourguignont, A., Lepage, P., Gyrard, P. Patterns of physical activity defined by continuous heart rate monitoring among children from Liege // Acta Clin. Belg. – 2004. – V. 59. – № 6. – P. 340-345.

314.Massin, M.M., Lebrethon, M.C., Rocour, D., Gyrard, P., Bourguignon, J.P. Patterns of physical activity determined by heart rate monitoring among diabetic children // Arch. Dis. Child. – 2005. – V. 90. – № 12. – P. 1223-1226.

315.Mezzacappa, E.S., Kelsey, R.M., Katkin, E.S., Sloan, R.P. Vagal rebound and recovery from psychological stress // Psychosom. Med. – 2001. – V. 63. – № 4. – P. 650-657.

316.McGinty, D., Szymusiak, R. Hypothalamic regulation of sleep and arousal // Front Biosci. – 2003. – №8. – P. s1074-s1083.

317.McNiece, K.L., Poffenbarger, T.S., Turner, J.L., Franco, K.D., Sorof, J.M., Portman, R.J. Prevalence of Hypertension and Pre-Hypertension among Adolescents // J. Pediatr. – 2007. – V. 150. – № 6. – P. 640–644.

318.Migliaro, E.R., Contreras, P., Bech, S., Etxagibel, A., Castro, M., Ricca, R., Vicente, K. Relative influence of age, resting heart rate and sedentary life stile in short-term analysis of heart rate variability // Braz. J. Med. Biol. Res. – 2001. – V. 34. – № 4. – P. 493-500.

319.Milakovic, M., Berg, G., Eggertsen, R., Lindstedt, G., Nyström, E. Screening for thyroid disease of 15-17-year-old schoolchildren in an area with normal iodine intake // J. Intern. Med. – 2001. – V. 250. – № 3. – P. 208-212.

320.Monego, E.T., Jardim, P.C. Determinants of risk of cardiovascular diseases in schoolchildren // Arq. Bras. Cardiol. – 2006. – V.87. – № 1. – P. 37-45.

321.Montano, N., Cogliati, C., Dias da Silva, V.J., Gnecchi-Ruscone, T., Malliani, A. Sympathetic rhythms and cardiovascular oscillations // Auton. Neurosci. – 2001a. – V. 90. – № 1-2. – P. 29-34.

322.Montano, N., Porta, A., Malliani, A. Evidence for central organization of cardiovascular rhythms // Ann. N. Y. Acad. Sci., 2001b. – V. 940. – P. 299-306.

323.Mortara, A., Sleight, P., Pinna, G., Maestri, R., Prpa, A., La Rovere, M., Cobelli, F., Tavazzi, L. Abnormal awake respiratory patterns are common in chronic heart failure and may prevent evaluation of autonomic tone by measures of heart rate variability // Circulation. – 1997. – V. 96. – P. 246–52.

324.Moseley, J.V., Linden, W. Predicting blood pressure and heart rate change with cardiovascular reactivity and recovery: results from 3-year and 10-year follow up // Psychosom. Med. – 2006. – V. 68. – № 6. – P. 833-843.

325.Muratova, V.N., Islam, S.S., Demerath, E.W., Minor, V.E., Neal, W.A. Cholesterol screening among children and their parents // Prev. Med. – 2001. – V. 33. – № 1. – P. 1-6.

326.Muris, P., Merckelbach, H., Körver, P., Meesters, C. Screening for trauma in children and adolescents: the validity of the Traumatic Stress Disorder Scale of the screen for child anxiety related emotional disorders // J. Clin. Child Psychol. – 2000. – V. 29. – № 3. – P. 406-413.

327.Nakagava, M., Sato, A., Okagawa, H., Kondo, M., Okuno, M., Takamatsu, T. Detection and evaluation of asymptomatic myocarditis in schoolchildren // Chest. – 1999. – V. 116. – P. 340-345.

328.Nakamura, Y., Yamamoto, Y., Muraoka, I. Autonomic control of heart rate during physical exercise and fractional dimension of heart rate variability // J. Appl. Phisiol. – 1993. – V. 74. – № 2. – P. 875-881.

329.National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents // Pediatrics. – 2004. – V. 114. – P. 555-576.

330.Okada, T., Murata, M., Yamauchi, K., Harada, K. New criteria of normal serum lipid levels in Japanese children: the nationwide study // Pediatr. Int. – 2002. – V. 44. – № 6. – P. 596-601.

331.Olbrich, R., Wohrle, C., Cohen, S. Computer-assisted training in genetically-induced neuropsychological deficits. A case report of a patient with de Grouchy syndrome I (chromosome 18 p syndrome) // Psychiatr. Prax. – 1998. – V. 25. – № 3. – P. 122-125.

332.Olshansky, S.J., Passaro, D.J., Hershow, R.C., Layden, J., Carnes, B.A., Brody, J., Hayflick, L., Butler, R.N., Allison, D.B., Ludwig, D.S. A potential decline in life expectancy in the United States in the 21st century // N. Engl. J. Med. – 2005. – V. 352. – P. 1138 –1145.

333.Ozmert, E.N., Yurdakök, K., Soysal, S., Kulak-Kayikzi, M.E., Belgin, E., Ozmert, E., Laleli, Y., Sarazbasi, O. Relationship between physical, environmental and sociodemographic factors and school performance in primary schoolchildren // J. Trop. Pediatr. – 2005. – V. 51. – № 1. – P. 25-32.

334.Pagani, M., Lucini, D. Autonomic dysregulation in essential hypertension: insight from heart rate and arterial pressure variability // Auton. Neurosci. – 2001. – V. 90. – № 1-2. – P. 76-82.

335.Pagani, M., Malliani, A. Interpreting oscillations of muscle sympathetic nerve activity and heart rate variability // J. Hypertens. – 2000. – V. 18. – № 12. – P. 1709-1719.

336.Page, M.E., Berridge, C.W., Foote, S.L., Valentino, R.J. Corticotropin-releasing factor in the locus coeruleus mediates EEG activation associated with hypotensive stress // Neurisci. Lett. – 1993. – V. 164. – № 1-2. – P. 81-84.

337.Panza, J.A. High-normal blood pressure--more "high" than "normal" // N. Engl. J. Med. – 2001. – V. 345. – № 18. – P. 1337-1340.

338.Papadopoulos, D.P., Makris, T.K., Papademetriou, V. Is it time to treat pre-hypertension? // Hypertens. Res. – 2008. – V. 31. – № 9. – P. 1681-1686.

339.Parati, G. Arterial baroreflex control of heart rate: determining factors and methods to assess its spontaneous modulation // J. Physiol. – 2005. – V. 565. – № 3. – P. 706-707.

340.Paul, M.J., Zucker, I., Schwartz, W.J. Tracking the seasons: the internal calendars of vertebrates // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. – 2008. – V. 1490. – № 363. – P. 341-361.

341.Pijlman, F.T., Herremans, A.H., van der Kieft, J., Kruse, C.G., van Ree, J.M. Behavioral changes after different stress paradigms: prepulse inhibition increased after physical, but not emotional stress // Eur. Neuropsychopharmacol. – 2003a. – V. 13. – № 5. – P. 369-380.

342.Pijlman, F.T., Wolterink, G., van Ree, J.M. Physical and emotional stress have different effects on preference for saccharine and open field behavior in rats // Behav. Brain Res. – 2003b. – V. 139. – № 1-2. – P. 131-138.

343.Pletcher, M.J., Bibbins-Domingo, K., Lewis, C.E., Wei, G.S., Sidney, S., Carr, J.J., Vittinghoff, E., McCulloch, C.E., Hulley, S.B.Prehypertension during young adulthood and coronary calcium later in life // Ann. Intern. Med. – 2008. – V. 149. – № 2. – P. 91-99.

344.Point:Counterpoint: cardiovascular variability is/is not an index of autonomic control of circulation // J. Appl. Physiol. – 2006. – V. 101.

345.Priftis, K.N., Anthracopoulos, M.B., Paliatsos, A.G., Tzavelas, G., Nikolaou-Papanagiotou, A., Douridas, P., Nicolaidou, P., Mantzouranis, E. Different effects of urban and rural environments in the respiratory status of Greek schoolchildren // Respir. Med. – 2007. – V. 101. – № 1. – P. 98-106.

346.Pugia, M.J., Lott, J.A., Kajima, J., Saambe, T., Sasaki, M., Kuromoto, K., Nakamura, R., Fusegawa, H., Ohta, Y. Screening school children for albuminuria, proteinuria and occult blood with dipsticks // Clin. Chem. Lab. Med. – 1999. – V. 37. – № 2. – P. 149-157.

347.Raczak, G., Pinna, G.D., La Rovere, M.T., Maestri, R., Danilowicz-Szumanowicz, L., Ratkowski, W., Figura-Chmielewska, M., Szwoch, M., Ambroch-Dorniak, K. Cardiovascular response to acute mild exercise in young healthy subjects // Circ. J. – 2005. – V. 69. – № 8. – P. 976-980.

348.Rampon, C., Jiang, C.H., Dong, H., Tang, Y.P., Lockhart, D.J., Schultz, P.G., Tsien, J.Z., Hu, Y. Effects of environmental enrichment on gene expression in the brain // PNAS. – 2000. – V. 97. – № 23. – P. 12880-12884.

349.Rey, C., Málaga, S., Díaz, J.J., Orejas, G., Santos, F. Cardiovascular risk factors in childhood. Arterial hypertension in childhood as cardiovascular risk factor. Prevention of hypertensive disease in the adult // An. Esp. Pediatr. – 1993. – V. 39. – Suppl. 55. – P. 140-145.

350.Ridgers, N.D., Stratton, G., Clark, E., Fairclough, S.J., Richardson, D.J. Day-to-day and seasonal variability of physical activity during school recess // Prev. Med. – 2006a. – V. 42. – № 5. – P. 372-374.

351.Ridgers, N.D., Stratton, G., Fairclough, S.J. Physical activity levels of children during school playtime // Sports Med. – 2006b. – V. 36. – № 4. – P. 359-371.

352.Rodriques, A.N., Moyses, M.R., Bissoli, N.S., Pires, J.G.P., Abreu, G.R. Cardiovascular risk factors in a population of Brazilian schoolchildren // Braz. J. Med. Biol. Res. – 2006. – V. 39. – P. 1637-1642.

353.Sarbadhikari, S.N., Dey, S., Ray, A.K. Chronic exercise alters EEG power spectra in an animal model of depression // Indian J. Physiol. Pharmacol. – 1996. – V. 40. – № 1. – P. 47-57.

354.Sarnadskiy, V.N., Fomichev, N.G., Mikhailovsky, M.V. Use of functional tests to increase the efficiency of scoliosis screening diagnosis by COMOT method // Stud. Health Technol. Inform. – 2002. – V. 91. – P. 204-210.

355.Sasano, N., Vesely, A.E., Hayano, J.-I., Sasano, H., Somogyi, R., Preiss, D., Miyasaka, K., Katsuya, H., Iscoe, S., Fischer, J.A. Direct effect of PaCO2 on respiratory sinus arrhythmia in conscious humans // Am. J. Physiol. – Heart and Circulatory Physiology. – 2002. – V. 282. – P. H973-H976.

356.Scherhag, A., Kaden, J.J., Kentschke, E., Sueselbeck, T., Borggrefe M. Comparison of impedance cardiography and thermodilution-derived measurement of stroke volume and cardiac output at rest and during exercise testing // Cardiovasc. Drugs Ther. – 2005. – V. 19. – № 2. – P. 141-147.

357.Schlosser, M., Strebelow, M., Rjasanowski, I., Kerner, W., Wassmuth, R., Ziegler, M. Prevalence of diabetes-associated autoantibodies in schoolchildren: the Karlsburg Type 1 Diabetes Risk Study // Ann. N Y Acad. Sci. – 2004. – V. 1037. – P. 114-117.

358.Shakkoury, W.A., Abu-Wandy, E. Prevalence of skin disorders among male schoolchildren in Amman, Jordan // East Mediterr. Health J. – 1999. – V. 5. – № 5. – P. 955-999.

359.Sher, L. The placebo effect on mood and behavior: possible role of opioid and dopamine modulation of the hypothalamic-pituitary-adrenal system // Forsch Komplementarmed Klass Naturheilkd. – 2003. – V. 10. – № 2. – P. 61-68.

360.Shin, K., Minamitani, H., Onishi, S., Yamazaki, H., Lee, M. Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach // Med. Sci. Sports Exerc. – 1997. – V. 11. – P. 1482-1490.

361.Shvalev, V.N., Guski, H., Fernandez-Britto, J.E., Sosunov, A.A., Pavlovich, E.R., Anikin, A.Yu., Zhuchkova, N.I., Kargina-Terentyeva, R.A. Neurohistochemical and electronic microscopic investigations of pathological and age-related changes in cardiovascular system // Acta Histochem. – 1992. – V. 42, Suppl. – P. 345-352.

362.Silvetti, M.S., Drago, F., Radonese, P. Heart rate variability in healthy children and adolescents is partially related to age and gender // Int. J. Cardiol. – 2001. – V. 81. – № 2-3. – P. 169-174.

363.Sloan, E.K., Capitanio, J.P., Narara, R.P., Mendoza, S.P., Mason, W.A., Cole, S.W. Social stress enhances sympathetic innervation of primate lymph nodes: mechanisms and implications for viral pathogenesis // The J. Neurosci. – 2007. – V. 27. – № 33. – P. 8857-8865.

364.Sloan, R.P., Korten, J.B., Myers, M.M. Components of heart rate reactivity during mental arithmetic with and without speaking // Physiol. Behav. – 1991. – V. 50. – № 5. – P. 1039-1045.

365.Sorov, J.M., Turner, J., Martin, D.S., Garsia, K., Garami, Z., Alexandrov, A.V., Wan, F., Portman, R.J. Cardiovascular risk factors and sequelae in hypertensive

children identified by referral versus school-based screening // Hypertension. – 2004. – V. 43. – № 5. – P. 214-218.

366.Soucacos, P.N., Zacharis, K., Soultanis, K., Gelalis, J., Xenakis, T., Beris, A.E. Risk factors for idiopathic scoliosis: review of a 6-year prospective study // Orthopedics. – 2000. – V. 23. – № 8. – P. 833-838.

367.Stolarz, K., Staessen, J.A., Kuznetsova, T., Tikhonov, V., State, D., Babeanu, S., Casiqlia, E., Faqard, R.H., Kawecka-Jaszsz, K., Nikitin, Y. Host and environmental determinants of heart rate and heart rate variability in four European populations // J. Hypertens. – 2003. – V. 21. – № 3. – P. 525-535.

368.Stratmann, M., Schibler, U. Properties, entrainment, and physiological functions of mammalian peripheral oscillators // J. Biol. Rhythms. – 2006. – V. 21. – № 6. – P. 494-506.

369.Stauss, H.M. Identification of blood pressure control mechanisms by power spectral analysis // Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. – 2007. – V. 34. – № 4. – P. 362-368.

370.Strauss, H.V. Heart rate variability // Am. J. Physiol. – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. – 2003. – V. 285. – № 5. – P. R927-R931.

371.Strike, P.C., Steptoe, A. Systematic review of mental stress-induced myocardial ischemia // Eur. Heart J. – 2003. – T. 24. – № 8. – P. 690-703.

372.Suri, M.F., Qureshi, A.I. Prehypertension as a risk factor for cardiovascular diseases // J. Cardiovasc. Nurs. – 2006. – V. 21. – № 6. – P. 478-484.

373.Tananuvat, N., Manassakorn, A., Worapong, A., Kupat, J., Chuwuttayakorn, J., Wattananikorn, S. Vision screening in schoolchildren: two years results // J. Med. Assoc. Thai. – 2004. – V. 87. – № 6. – P. 679-684.

374.Taylor, J., Carr, D., Myers, C., Eckberg, D. Mechanisms underlying very low frequency RR-interval oscillations in humans // Circulation. – 1998. – V. 98. – P. 547–555.

375.Togo, F., Kiyono, K., Struzik, Z.R., Yamamoto, Y. Unique very low-frequency heart rate variability during deep sleep in humans // IEEE Trans. Biomed. Eng. – 2006. – V. 53. – № 1. – P. 28-34.

376.Tong, L., Saw, S.M., Chan, E.S., Yap, M., Lee, H.Y., Kwang, Y.P., Tan, D. Screening for myopia and refractive errors using LogMAR visual acuity by optometrists and a simplified visual acuity chart by nurses // Optom. Vis. Sci. – 2004. – V. 81. – № 9. – P. 684-691.

377.Trzebski, A., Smith, M.L., Beightol, L.A., Fritsch-Yelle, J.M., Rea, R.E., Eckberg, D.L. Modulation of human sympathetic periodity by mild, brief hypoxia and hypercapnia // J. Physiol. Pharmacol. – 1995. – V. 46. – № 1. – P. 17-35.

378.Uusitalo, A.L.T., Laitinen, T., Vaisanen, S.B., Lansimies, E., Rauramaa, R. Physical training and heart rate and blood pressure variability: a 5-yr randomized trial // Am. J. Physiol. – Heart and Circulatory Physiology. – 2004. – V. 286. – P. H1821-H1826.

379.Vale, S. Psychosocial stress and cardiovascular diseases // Postgraduate Med. J. – 2005. – V. 81. – P 429-435.

380.Valentino, R.J., Page, M., Van Bockstaele, E., Aston-Jones, G. Corticotropin-releasing factor innervation of locus coeruleus region: distribution of fibers and sources of input // Neuroscience. – 1992. – V. 48. – № 3. – P. 689-705.

381.Vanobbergen, J., Martens, L., Declerk, D. Caries prevalence in Belgian children: a review // Int. J. Paediatr. Dent. – 2001. – V. 11. – № 3. – P. 164-170.

382.Van Bockstaele, E.J., Aston-Jones, G. Integration in the ventral medulla and coordination of sympathetic, pain and arousal functions // Clin. Exp. Hypertens. – 1995. – V. 17. – № 1-2. – P. 153-165.

383.Vasan, R.S., Beiser, A., Seshadri, S., Larson, M.G., Kannel, W.B., D'Agostino, R.B., Levy, D. Residual lifetime risk for developing hypertension in middle-aged women and men: the Framingham Heart Study // JAMA. – 2002. – V. 287. – P. 1003–1010.

384.Vikman, S., Mäkikallio, T.H., Yli-Mäyry, S., Nurmi, M., Airaksinen, K.E., Huikuri, H.V. Heart rate variability and recurrence of atrial fibrillation after electrical cardioversion // Ann. Med. – 2003. – V. 35. – P. 36–42.

385.Walther, T., Wessel, N., Baumert, M., Stepan, H., Voss, A., Faber, R. Longitudinal analysis of heart rate variability in chronic hypertensive pregnancy // Hypertens. Res. – 2005. – V. 28. – № 2. – P. 113-118.

386.Winnock, M., Letenneur, L., Jacqmin-Gadda, H., Dallongeville, J., Ammouyel, P., Dartiques, J.F. Longitudinal analysis of the effect of apolipoprotein E epsilon4 and education on cognitive performance in elderly subjects: the PAQUID study // J. Neurolog. Neurosurg. Psychiatry. – 2002. – V.72. – № 6. – P.794-797.

387.Wolf, R.L., Berry, C.A., Quinn, K. Development and validation of a brief pediatric screen for asthma and allergies among children // Ann. Allergy Asthma Immunol. – 2003. – V. 90. – № 5. – P. 500-507.

388.Wong, H.K., Hui, J.H., Rajan, U., Chia, H.P. Idiopathic scoliosis in Singapore schoolchildren: a prevalence study 15 years into the screening program // Spine. – 2005. – V. 30. – № 10. – P. 1188-1196.

389.Yasuma, F., Hayano, J.-I. Impact of acute hypoxia on heart rate and blood pressure variability in conscious dogs // Am. J. Physiol. – Heart and Circulatory Physiology. – 2000. – V. 279. – P. H2344-H2349.

390.Yasuma, F., Hayano, J.-I. Augmentation of respiratory sinus arrythmia in response to progressive hypercapnia in conscious dogs // Am. J. Physiol. – Heart and Circulatory Physiology. – 2001. – V. 280. – P. H2336-H2341.

391.Yayli, G., Yaman, H., Demirdal, T. Asymptomatic bacteriuria rates in schoolchildren: results from a rural city in Turkey // J. Trop. Pediatr. – 2003. – V. 49. – № 4. – P. 228-230.

392.Zimmermann, M.B., Hess, S.Y., Molinari, L., de Benoist, B., Delange, F., Braverman, L.E., Fujieda, K., Ito, Y., Jooste, P.L., Moosa, K., Pearce, E.N., Pretell, E.A., Shishiba, Y. New reference values for thyroid volume by ultrasound in iodine-sufficient schoolchildren: a World Health Organization / Nutrition for health and development iodine deficiency study group report // Am. J. Clinical Nutrition. – 2004. – V. 79. – P. 231-237.