

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИКОВ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ

В условиях учебного процесса общеобразовательных школ оценивались показатели кардиореспираторной системы школьников с помощью прибора пульсоксиметр «ЭЛОКС-01С2», в котором применялся оптический пальцевый датчик (в виде прищепки) и с помощью него происходила регистрация пульсовой волны с одного из пальцев кисти ученика до и после урока физической культуры. В основной группе учащихся предлагались дополнительные два часа по программе «Спортивный выбор», включающей волейбол, баскетбол, гандбол, атлетическую гимнастику. В группе сравнения школьники занимались по обычной учебной программе.

Ключевые слова: сердечно-сосудистая система, кардиореспираторные показатели, функциональные характеристики, длительность кардиоинтервала, симпатический и парасимпатический отдел вегетативной нервной системы.

Изучение закономерностей развития сердечно-сосудистой системы детей и подростков является важнейшей задачей сохранения и укрепления их здоровья, поскольку сердечно-сосудистая система занимает особое место в адаптации ребенка к воздействию разнообразных физических нагрузок [1, с. 215–231].

В связи с этим чрезвычайно важно знать параметры нормы и вариантов развития сердечно-сосудистой системы детей в современных условиях при занятиях физической культурой.

Сердце ребенка имеет ряд анатомо-физиологических особенностей с присущей ему быстрой динамикой морфологических преобразований и соответствующими функциональными изменениями, которые обеспечивают растущие потребности организма [2, с. 200–256].

Растущий организм представляет собой сложнейшее взаимодействие функциональных систем, деятельность которых взаимосвязана и взаимообусловлена.

Биологическая надежность функциональных систем растущего организма лежит в основе онтогенетического развития. Организм ребенка на каждом этапе возрастного развития выступает как целесообразно сложившееся гармоничное целое с присущими ему особенностями.

Большая потребность растущего организма в кислороде при занятиях физической культурой требует увеличения работы сердца для обеспечения достаточного притока крови к тканям.

В связи с этим весьма актуальна адаптация нетренированного организма школьников к физическим нагрузкам, которая реализуется на ос-

нове готовых физиологических механизмов и совершенных показателей кардиореспираторной системы, позволяющей справиться с максимальной физиологической нагрузкой.

Для совершенной адаптационной реакции организма характерно сочетание максимально экономного функционирования в покое и возможность достижения высокой, предельной функции при физической нагрузке. В условиях максимальной физической нагрузки наблюдаются значительные улучшения со стороны кардиореспираторной системы и функциональных возможностей организма школьников [3, с. 225–230].

Высокое функциональное состояние школьников осуществляется на основе систематических занятий физическими упражнениями, при этом организм учащихся приспосабливается к интенсивной мышечной деятельности, и возникает долговременная адаптационная реакция, обеспечивается осуществление ранее недоступной по своей интенсивности физической работы.

Особенности организации физической активности, правильной расстановки акцентов в процессе многолетней индивидуальной физической подготовки, рационального подбора ее средств имеют важное значение для формирования морфофункциональных систем человека, особенно в детские и юношеские годы [4, с. 1–204].

Цель работы

Изучить показатели кардиореспираторной системы школьников, занимающихся физической культурой в учебном процессе общеобразовательных школ.

Задачи исследования

1. Определить длительность кардиоинтервалов школьников в начале и конце урока физической культуры, используя пульсоксиметр «Элокс-01С2».

2. Оценить насыщение артериальной крови кислородом в начале и конце урока физической культуры в основной группе и группе сравнения.

3. Определить активность симпатического и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы до и после урока физической культуры.

Организация и методы исследования

Исследование проходило с сентября 2010 г. по декабрь 2010 г. в общеобразовательных школах г. Тольятти МОУ №90 и МОУ №5.

На первом этапе исследования (сентябрь 2010 г.) была изучена научная литература, проведены педагогические наблюдения, подобраны методики для проведения эксперимента.

На втором этапе (октябрь – декабрь 2010 г.) происходила регистрация пульсовой волны с одного из пальцев кисти учащихся прибором «Элокс» с применением оптических излучателей и фотоприемника.

На третьем этапе (январь 2011 г.) происходила обработка полученных данных, их систематизация.

В исследовании приняли участие 95 мальчиков. В одинаковых условиях происходила регистрация пульсовой волны с одного из пальцев кисти учащихся прибором «Элокс» с применением оптических излучателей и фотоприемника в основной группе в школе №90 (50 мальчиков) г. Тольятти и группе сравнения в школе №5 (45 мальчиков) до и после урока физической культуры. В основной группе учащимся предлагались дополнительные два часа по программе «Спортивный выбор», включающей волейбол, баскетбол, гандбол, атлетическую гимнастику. В группе сравнения учащиеся занимались по обычной программе с двумя уроками физкультуры в неделю.

Математико-статистический анализ

Статистическая обработка результатов тестирования физических качеств детей проведена с использованием программы STATISTIKA 6.0. Количественные показатели представлены в виде среднего арифметического значения, стандартного отклонения, стандартной ошибки.

Проверку гипотез о равенстве средних значений показателей проводили с помощью t-критерия Стьюдента для независимых групп. Статистически значимыми считали различия $p < 0,05$. Таблицы построены в программе Excel.

Методика прибора «Элокс»

В наших исследованиях применялся пульсоксиметр «Элокс-01С2».

В устройстве применялся оптический пальцевый датчик (в виде прищепки), с помощью которого происходила регистрация пульсовой волны с одного из пальцев кисти. Технически он выполнен с применением оптических излучателей и фотоприемника двух типов: в ближнем инфракрасном и красном спектре диапазона световой волны, которые дают возможность непрерывно определять индикацию значения степени насыщения артериальной крови кислородом (SpO_2), в %, а также значения частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Прибор снабжен программным продуктом «ELOGRAPH», который в автоматическом режиме позволяет отображать изменение ряда показателей в режиме реального времени с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов (КИ).

Используется модификация программы в отношении усреднения показателей симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы, что обеспечивает представление процессов на фазовой плоскости в виде динамики хаотичных процессов.

Форма гистограммы отражает закон распределения длительностей зарегистрированных кардиоинтервалов – КИ, который можно охарактеризовать следующим набором параметров – статистических оценок:

M_0 – мода распределения – значение длительности КИ, наиболее часто встречающееся в выборке КИ, в качестве M_0 принимается начальное значение поддиапазона длительности, в котором отмечено наибольшее число КИ, выражается в секундах;

A_{MO} – амплитуда моды распределения – число КИ, соответствующих по длительности поддиапазону моды, выражается в % к объему выборки;

DX – вариационный размах – разность между максимальным и минимальным значением длительности КИ в выборке, выражается в секундах.

Для количественной оценки гистограмм распределения КИ производится расчет статистических параметров M_o , A_{mo} , ДХ и следующих показателей:

– индекса напряжения (по Р.М. Баевскому) (ИБ), характеризующего состояние адаптационных реакций организма в целом;

– индексов активности симпатического (СИМ) и парасимпатического (ПАР) отделов ВНС, характеризующих баланс регуляции.

ИБ вычисляется по формуле:

$$ИБ = A_{mo} / 2 \cdot M_o \cdot ДХ \quad (2.1.1.)$$

ИБ учитывает отношение между основными показателями ритма сердца и отражает степень централизации процессов регуляции. У хорошо физически тренированных лиц ИБ = 80...140 (среднесуточные колебания от 68 до 150) при среднесуточном значении 120. В норме, как

Таблица 1. Изменение тестируемых показателей учащихся школы №90 до и после наблюдения в основной группе у юношей ($M \pm m$)

Тестируемые показатели	В начале урока	В конце урока
1) NN(мс)-длительность кардиоинтервала	712 \pm 29,3	613 \pm 25,4**
2) SpO2%-насыщение артериальной крови кислородом	98,05 \pm 0,22	97,5 \pm 0,13*
3) Симпатический отдел вегетативной нервной системы отделов (усл. ед)	3,1 \pm 0,54	11,05 \pm 1,4**
4) Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы (усл. ед)	14,6 \pm 1,25	7,1 \pm 1,25**

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$

Таблица 2. Изменение тестируемых показателей учащихся школы №5 до и после наблюдения в группе сравнения у юношей ($M \pm m$)

Тестируемые показатели	В начале урока	В конце урока
1) NN(мс)-длительность кардиоинтервала	691 \pm 26,5	587 \pm 16,5**
2) SpO2%-насыщение артериальной крови кислородом	97,1 \pm 0,16	96,6 \pm 0,11
3) Симпатический отдел вегетативной нервной системы отделов (усл.ед)	3,5 \pm 0,37	10,1 \pm 1,6**
4) Парасимпатический отдел вегетативной нервной системы (усл.ед)	13,9 \pm 1,6	8,4 \pm 1,6**

Примечание: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$

правило, имеет место координированное изменение показателей ритма сердца. Так для симпатикотонии характерно уменьшение значения моды (учащение пульса), сопровождающееся увеличением A_{mo} и уменьшением ДХ, что приводит к увеличению ИБ. Усиление парасимпатического тонуса, наоборот, ведет к уменьшению A_{mo} и увеличению M_o и ДХ, а ИБ уменьшается.

Результаты исследования и их обсуждение

Адаптивные реакции кардиореспираторной системы школьников при различных физических нагрузках имеют ряд специфических особенностей.

При выполнении физических нагрузок в основной группе школьников перед уроком физической культуры наблюдаются средние показатели длительности кардиоинтервала (712 \pm 29,3), в группе сравнения перед уроком (691 \pm 26,5).

В конце урока длительность кардиоинтервалов в основной группе (613 \pm 25,4), в группе сравнения (587 \pm 16,5). В результате длительность кардиоинтервалов в конце урока уменьшается как в основной группе, так и группе сравнения, но в наблюдаемой группе результаты остаются большими по сравнению с учениками школы сравнения, что свидетельствует о больших резервных возможностях сердечно-сосудистой системы учеников в наблюдаемой группе (таблица №1, 2).

За счет раскрытия резервных капилляров при выполнении физической нагрузки повышается кислородтранспортная функция крови, насыщение артериальной крови кислородом (SPO 2%). Так до уроков физической культуры наблюдается большее насыщение артериальной крови кислородом в основной группе (98,05 \pm 0,22), в группе сравнения (97,1 \pm 0,16), после уроков в наблюдаемой школе (97,5 \pm 0,13), в группе сравнения (96,6 \pm 0,11).

В основной школе за счет дополнительных уроков, входящих в программу «Спортивный выбор», наблюдается увеличение кислородной емкости крови и содержания кислорода в артериальной крови, что в свою очередь позволило ученикам основной группы выполнять нагрузки максимальной интенсивности при меньшей пульсовой стоимости работы по сравнению с группой сравнения.

В результате адаптационных изменений состояния функциональной системы дыхания

изменился и кислородный режим учащихся (таблица №1, 2).

У школьников в состоянии относительно покоя до уроков активность парасимпатического отдела увеличена, а отношение симпатической активности снижено. В основной группе активность симпатической системы составляла ($3,1 \pm 0,54$) до уроков, в школе сравнения ($3,5 \pm 0,37$). Показатели парасимпатической системы до уроков в основной группе составляли ($14,6 \pm 1,25$), в группе сравнения ($13,9 \pm 1,6$) (таблица №1, 2).

После уроков наблюдалось увеличение активности показателей симпатической системы как в основной школе ($11,05 \pm 1,4$), так и в школе сравнения ($10,1 \pm 1,6$), но в основной школе показатели активности симпатической системы были выше. Характеристики парасимпатической активности после уроков уменьшаются как в группе наблюдения ($7,1 \pm 1,25$), так и в группе сравнения ($8,4 \pm 1,6$), но в группе сравнения активность парасимпатической системы выше, чем в основной школе (таблица №1, 2).

Данные результаты свидетельствуют о лучших адаптационных механизмах учеников в школе, работающей по программе «Спортивный выбор».

Влияние систематических занятий спортом на организм детей, особенно на сердце и систему кровообращения, постоянно привлекает внимание педиатров, физиологов, тренеров и спортивных врачей. Если в 1960–70-е гг. этот интерес был обусловлен главным образом феноменом акселерации роста и развития детей, то в настоящее время он объясняется явлениями децелерации физического развития в сочетании с гипокинезией [5, с. 86–87].

Систематическая тренировка в детском возрасте приводит к значительному повышению энергетических ресурсов организма, чему способствует взаимосвязанная морфологическая и функциональная перестройка подсистем, ответственных за кислородное обеспечение: увеличиваются параметры внешнего дыхания, диффузионной способности легких, величина сердечного выброса, аэробная емкость эритроцитарной системы, а также совершенствуется кислородтранспортная функция [4, с. 1–204].

Необходимо подчеркнуть, что при занятиях спортом часто не учитывают возрастные ана-

томо-физиологические особенности организма детей, специфику реакций приспособления к мышечным нагрузкам. В связи с этим неадекватные по объему, интенсивности и характеру физические упражнения могут повлечь за собой перегрузки, нарушения гармоничности развития, привести к формированию той или иной патологии.

При регламентации физических нагрузок, определении нормативов физической подготовленности, оценке функционального состояния и двигательных способностей с целью отбора и спортивной ориентации необходимо учитывать индивидуальные особенности каждого ребенка, определять соответствие паспортного и биологического возраста [1, с. 215–231].

Выводы:

1. Перед уроками в основной группе школьников наблюдается большее количество длинных кардиоинтервалов, чем в группе сравнения, после уроков длительность кардиоинтервалов уменьшается в обеих группах, но в основной группе количество длинных кардиоинтервалов остается больше, что свидетельствует о значительных резервных возможностях сердечно-сосудистой системы учеников в основной группе занимающихся.

2. В основной группе школьников за счет дополнительных уроков, входящих в программу «Спортивный выбор», наблюдается увеличение насыщения артериальной крови кислородом, что в свою очередь позволило ученикам основной группы выполнять нагрузки максимальной интенсивности при меньшей пульсовой стоимости работы по сравнению с группой сравнения. В результате адаптационных изменений состояния функциональной системы дыхания изменился и кислородный режим учащихся.

3. При совершенной адаптационной системе организма характерно сочетание максимально экономного функционирования в покое и возможности достижения высокой, предельной функции при физической нагрузке. В условиях максимальной физической нагрузки наблюдаются значительные улучшения со стороны кардиореспираторной системы и функциональных возможностей организма школьников основной школы относительно школы сравнения.

17.03.2011

Список литературы:

1. Поляков С.Д., Смирнов И.Е. Сердце подростка и спорт // Сов. педиатр. Вып. 7. – М.: Медицина, 1989. – С. 215-231.
2. Мормон Д., Хеллер Л. Физиология сердечно-сосудистой системы: Пер. с англ. / под ред. Р.В. Болдырева. – СПб.: Питер, 2000. – 256 с.
3. Поляков С.Д., Корнеева И.Т. Исследование вегетативной регуляции сердечного ритма у юных спортсменов на основе ортостатического тестирования // Клинические и физиологические аспекты ортостатических расстройств: Материалы Второй научно-практической конференции. – М., 2000. – С. 225-230.
4. Поляков С.Д., Корнеева И.Т., Смирнов И.Е. Критерии отбора юных спортсменов с различным вегетативным статусом // Здоровый ребенок: Материалы Пятого конгресса педиатров России. – М., 1999. – С. 1-204.
5. Поляков С.Д., Корнеева И.Т. Особенности гемодинамических реакций при ортостазе у юных спортсменов // Современные достижения валеологии и спортивной медицины: Сб. тез. Седьмой научно-практической конф. Одесса, 2001. – С. 86-87.

Сведения об авторах:

Горелик Виктор Владимирович, доцент кафедры адаптивной физической культуры
Тольяттинского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент
445667, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14, тел. (917) 1277757, e-mail: lecgoy@list.ru

Малинин Юрий Евгеньевич, доцент Поволжского государственного университета сервиса,
кандидат педагогических наук, доцент
445677, г. Тольятти, ул. Гагарина, 4, e-mail: malinin@mail.ru

UDC 796:611.1:371

Gorelik V.V., Malinin Yu.E.

ADAPTATION PARAMETERS OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN SCHOOLCHILDREN INVOLVED IN PHYSICAL EDUCATION

In conditions of high school educational process we estimated indicators of the cardio respiratory system in students through pulseoxymetry device ELOKS-01S2 which uses an optical finger sensor (in the form of clips) and recorded pulse wave from one of the student's fingers before and after the Physical Culture lesson. In the main study group, students were offered an extra two hours on the program 'Sports Choice', including volleyball, basketball, handball, athletic gymnastics. In the comparison group students were engaged in the regular curriculum.

Key words: cardiovascular system, cardio respiratory parameters, functional characteristics, duration cardio interval, sympathetic and parasympathetic sections of autonomic nervous system.