**Реакция центральной гемодинамики в ответ на стандартную функциональную пробу у девочек среднего школьного возраста**

**Содержание**

Введение

1. Обзор литературы

1.1 Изменение частоты сердечных сокращений

под воздействием физической нагрузки

1.2 Изменение артериального давления

под воздействием физической нагрузки

1.3 Особенности изменения артериального давления и частоты сердечных сокращений в подростковом (пубертатном) периоде

2. Организация и методы исследования

2.1. Объект и условия проведения исследования

2.2 Методика проведения исследования

3. Результаты собственных исследований и их обсуждение

3.1 Изменение систолического артериального давления, диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений у девочек 11-14 лет на стандартную нагрузку

3.2 Определение типов реакций сердечнососудистой системы на стандартную нагрузку у девочек 11-14 лет

3.3 Оценка показателя качества реакции на стандартную мышечную нагрузку у девочек 11-14 лет

Выводы

Заключение

Список литературы

**Введение**

Каждому возрастному периоду свойственны определенные особенности роста и развития как отдельных органов и систем, так и всего организма в целом. Они определяют функциональное состояние этих систем, характер реакций на различные факторы.

Изучение сердечнососудистой системы существенно расширяет представление об особенностях организма в подростковом периоде, т. к. в этом возрасте наиболее интенсивен процесс перестройки организма, связанный с половым созреванием (гормональными изменениями). Именно поэтому исследование состояния сердечнососудистой системы в подростковом возрасте отведено значительное место в науке.

На сегодняшний день малоизученным и актуальным остается вопрос об исследовании сердечнососудистой системы и ее проявлений на нагрузку у девочек в подростковом (пубертатном) периоде – в периоде полового созревания.

Для правильного подхода к воспитанию, оценке поведения, организации физиологически рационального режима обучения и построения нагрузок на уроке физической культуры, каждому учителю физической культуры необходимо знать и учитывать возрастные закономерности развития организма.

Для учителей физической культуры одним из рациональных методов, который можно применить для исследования сердечнососудистой системы, возможно, является проба С.П. Летунова. Для проведения этой пробы не требуется специализированного инвентаря, и обработка данных не занимает большого количества времени. Проба С.П. Летунова позволяет выявить реакцию сердечнососудистой системы к таким физическим качествам, как сила, быстрота и выносливость и на какой вид нагрузки сердечнососудистая система реагирует в большей степени.

Исходя из изложенной актуальности, мы поставили перед собой цель: изучить реакцию сердечнососудистой системы на стандартную мышечную нагрузку у девочек 11–14 лет.

Задачи исследования:

1. Изучить особенности динамики изменения сердечнососудистой системы на стандартную мышечную нагрузку у девочек 11–14 лет.
2. Определить типы вегетативных реакции у девочек 11–14 лет на стандартную мышечную нагрузку.
3. Оценить качество реакции на стандартную мышечную нагрузку у девочек 11–14 лет.

**1. Обзор литературы**

**1.1 Изменение частоты сердечных сокращений при воздействии физической нагрузки**

Как известно, в педагогической практике при регулировании нагрузок на уроках физической культуры широко используются данные регистрации и анализа ЧСС, которая напрямую зависит от интенсивности той или иной физической или эмоциональной нагрузки (Агаджанян М.Г, Бурякин Ф.Г., 2002).

Частота сердечных сокращений дает важную информацию о деятельности сердечнососудистой системы. Степень увеличения пульса зависит от многих факторов, основные из них объем и интенсивность физической нагрузки. Однако эти факторы будут различны на каждом занятии, и было бы ошибкой пытаться определить, пусть даже ориентировочно, нормы сдвигов пульса после занятия, по которым можно было бы судить о функциональном состоянии организма (Синяков А.Ф., 1987).

При каждом ударе пульса новая порция крови выталкивается в кровеносное русло. Сокращение желудочков сердца создает давление, которое волнообразно распространяется по крупным кровеносным сосудам, постепенно угасая на уровне артериол и капилляров, суммарный просвет которых во много раз больше. Эта разница давлений является той силой, которая заставляет кровь продвигаться от сердца и магистральных сосудов к капиллярам (Безруких М.М., 2003). Стенки кровеносных сосудов – это не пассивные оболочки, сквозь которые протекает жидкость, толкаемая насосом (Вахитов И.Х., 1999).

Следует подчеркнуть, что с возрастом снижается способность водителя сердечного ритма (синусового узла) генерировать высокую частоту импульсов возбуждения, поэтому после 25 лет обычно наблюдается снижение ЧСС при выполнении работы максимальной мощности (Синяков А.Ф., 1987).

ЧСС зависит от многих факторов, включая возраст, пол, условия окружающей среды, функциональное состояние. Физическая нагрузка приводит к увеличению ЧСС. Отмечается линейная зависимость между ЧСС и интенсивностью работы (Полтырев С.С., 1987).

При любой мышечной нагрузке происходит повышение ЧСС. Однако выраженность реакции ЧСС зависит от уровня физического развития (Абзалов Р.А., 1999). Даже при незначительной работе пульс повышается мгновенно и достигает в течение минуты определенного уровня, а затем держится практически постоянным, даже если эта работа продолжается несколько часов. При максимальном напряжении у 10-летних детей пульс достигает приблизительно 210 уд/мин. Этот потолок ЧСС с возрастом снижается (Хедман Р.Н., 1980).

При интенсивном выполнении физических упражнений, приводящим к наступлению сильной усталости, компенсаторные механизмы начинают отказывать. ЧСС достигает максимального уровня – 180 ударов в минуту. Когда упражнение прекращается, ЧСС резко падает (Камкина А.Г., Каменский А.А., 2004).

Даже при легкой работе пульс повышается мгновенно и достигает в течение минуты определенного уровня, а затем держится практически постоянным, даже если эта работа продолжается несколько часов. При максимальном напряжении у 10-летних детей пульс достигает приблизительно 210 уд/мин. Этот потолок ЧСС с возрастом снижается (Косицкий Г.И., 1977).

Следовательно, по изменениям ЧСС можно судить о функциональном состоянии сердца и механизмов его регуляции. (Вахитов И.Х., 1999) Изменения темпа и ритма работы сердца происходят от различного напряжения линий управления, регуляции всего организма, т.е. темп и ритм пульса отражает его настройку в целом (Баевский Р.М., Гуров С.Г., 1988).

ЧСС у взрослого человека колеблется в пределах 60 – 85 уд/мин. У детей до трехлетнего возраста она превышает 100 уд/мин, затем с возрастом уменьшается (Синяков А.Ф., 1987). У новорожденных детей ЧСС значительно выше, чем у взрослых. Даже в условиях спокойного сна она составляет в первые месяцы жизни 130–140 ударов в минуту, снижаясь к концу первого года жизни до 120 ударов в минуту. У детей дошкольного возраста нормальная величина ЧСС составляет 95 ударов в минуту, у младшего школьного возраста 85–90 ударов в минуту (Безруких М.М., Сонькин В.Д., 2003). К подростковому возрасту показатель ЧСС снижается до 70–80 ударов в минуту (Вахитов И.Х., 1999)

Кровь движется по артериям непрерывно, хотя сердце выбрасывает ее отдельными порциями, толчками. Следовательно, движение крови по сосудам дополняется эластическими силами сосудов, запасающих энергию во время сокращения сердца (Фомин Н.А. Дятлова Н.Н., 2002). Такой способностью обладают не только крупные сосуды, но и артериолы. Движение крови по венам происходит в результате присасывающего действия грудной клетки, сокращения скелетных мышц, а также наличия клапанов в крупных венах, препятствующих обратному течению крови.

Таким образом, питательные вещества, которые разносятся кровью по всему телу и окисляются, служат источником энергии для деятельности человека и работы его органов. При физической нагрузке потребность в притоке питательных веществ и кислорода к напряженно работающим органам нашего тела значительно увеличивается и объем работы сердца намного возрастает (Александров А.А., 1987). Усиленное кровоснабжение работающих органов в этих случаях достигается резким учащением сердечных сокращений. Это весьма невыгодно для работы сердца.

Важно знать, что в период расслабления сердца идут все восстановительные процессы, поступление питательных веществ и кислорода, подготовка и обеспечение нового сокращения. Частота сердечных сокращений зависит от многих причин, но какими бы они не были, сердце ежеминутно, ежечасно и ежедневно совершает огромную работу (Лещинский Л.А., Карбасникова Г.В., 1981).

Пульс измеряют всегда в одном и том же положении испытуемого (лежа, сидя или стоя). Например, сразу после сна пульс измеряют в положении лежа, перед тренировкой и после – сидя. Дело в том, что сердечно-сосудистая система очень чувствительна к различным влияниям (эмоциональным, физической нагрузке и др.).

Средние величины ЧСС (ударов в минуту), в зависимости от возраста (Обреимова Н.И., Петрухин А.С., 2000), можно увидеть в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Средние величины ЧСС (ударов в минуту), в зависимости от возраста (по Обреимовой Н.И., Петрухину А.С., 2000)

|  |  |
| --- | --- |
|  | частота сердечных |
| возраст | сокращений |
| 11 лет | 84,72 |
| 12 лет | 84,48 |
| 13 лет | 82,2 |
| 14 лет | 80,3 |

Систематические мышечные нагрузки стимулируют в растущем организме процессы морфологического становления и функционального созревания. В результате мышечных тренировок происходит значительное урежение ЧСС, увеличивается сократительная мощность сердечной мышцы. Вышеуказанные функции сердца обеспечивают экономное функционирование (Заятдинова А.И., 1999).

Оптимизируют восстановление ССС после тренировочных нагрузок упражнения на растягивания (Спирин В.К., 2004).

**1.2 Изменение артериального давления под воздействием физической нагрузки**

При исследовании артериального давления представляет интерес измерение следующих показателей: минимального артериального давления, среднего динамического, максимального, бокового, ударного и пульсового (Виноградова Т.С., 1986). В научной литературе приводится много сведений о том, как артериальное давление весьма оперативно реагирует на напряжения организма при мышечной нагрузке (Заятдинова А.И., 1990).

Какие же факторы влияют на АД? В основном вес и рост. Кроме того, возраст, наличие менструации, частота сердечных сокращений, характер питания, занятия физкультурой и спортом и еще ряд факторов (Абзалов Р.А., Нигматуллина Р.Р., 1999).

Уровень артериального давления зависит от ряда факторов: количества и вязкости крови, поступающей в сосудистую систему в единицу времени; емкости сосудистой системы; интенсивности оттока через прекапиллярное русло; упругого напряжения стенок артериальных сосудов (Виноградова Т.С., 1986). Уровень АД может заметно колебаться в течение коротких интервалов времени. В течение суток АД изменяется в зависимости от: физической нагрузки, приема пищи, биологических ритмов и т.д. Особенно значительное увеличение АД наблюдается при физических нагрузках (Синяков А.Ф., 1987). АД начинает повышаться с началом выполнения физических упражнений, и его дальнейшее повышение приблизительно соответствует увеличению интенсивности физической нагрузки (Камкина А.Г., Каменский А.А., 2004). Уровень артериального давления колеблется также и в зависимости от сезона года: зимой несколько выше, чем летом – такие колебания являются нормальными (Александров А.А., 1987).

Величина АД зависит, в основном, от силы сердечных сокращений и сосудистого тонуса (Тарасов А.Н., Гордиенко Е.А., 1987).

Определяя артериальное давление, следует учитывать его суточные колебания, которые у больных гипертонической болезнью и у здоровых людей имеют одинаковую направленность: наиболее низкое артериальное давление обычно бывает во время сна, оно возрастает к утру, достигая максимума в часы дневной активности (Орлов В.Н., Ольхин В.А., 1981)

Самоконтроль за артериальным давлением (АД) особенно необходим тем физкультурникам, у кого оно повышено или поднимается иногда. Надо заметить, что давление может временно повышаться (Понков В.А., 2002).

Артериальное давление является необходимым условием для того, чтобы кровь могла циркулировать и достигать всех участков организма. Артериальное давление у детей ниже, а у пожилых выше (Хедман Р.Н., 1980).

Большинство сердечнососудистая система здоровых людей обязана отреагировать на стрессовую ситуацию повышением артериального давления и учащением пульса. Вопрос лишь в том, что для конкретного человека является стрессом. Кому из нас не приходилось даже при игре в прятки ощущать биение своего сердца, каждый удар которого, казалось, был слышен за версту.

Кратковременное повышение артериального давления – нормальная реакция здорового человека. Повышение артериального давления становится наиболее частой причиной головной боли у большего числа людей. Наиболее прискорбен тот факт, что в их число все чаще и чаще попадают школьники и студенты (Артюнина Г.П., Игнатькова С.А., 2004).

Как работает наше сердце? Оно сокращается – фаза систолы, расслабляется – фаза диастолы (Аринчин Н.И., 1988).

Во время систолы давление в артериальных сосудах максимально возрастает, во время диастолы – падает (Фомин Н.А., 1995)

Максимальное, или систолическое, давление – величина, выражающая весь запас потенциальной и кинетической энергии, (Виноградова Т.С., 1986) которым обладает движущаяся масса крови на данном участке сосудистой системы (Карпов Р.С., 1989).

Максимальное давление, достигаемое в момент выброса крови из сердца в аорту, называется систолическим (СД). Когда после выталкивания крови из сердца аортальные клапаны захлопываются, давление падает до величины, соответствующей так называемому диастолическому давлению (ДД). При минимальном давлении понимают наименьшую величину, которая достигает давление крови к концу диастолического периода. Минимальное давление зависит от степени проходимости или величины оттока крови через систему прекапилляров, ЧСС и упруговязких свойств артериальных сосудов (Смирнов В.М., Дубровский В.И., 2002).

Минимальное давление зависит от степени проходимости или величины оттока через систему прекапилляров, частоты сердечных сокращений и упруговязких свойств артериальных сосудов (Аринчин Н.И., 1984).

Систолическое давление с возрастом постепенно повышается. До 10 лет оно выше у мальчиков. В возрасте около 10 лет картина меняется: систолическое давление у девочек становится более высоким, чем у мальчиков (первый перекрест систолического давления). Приблизительно в 13 лет у мальчиков систолическое артериальное давление начинает повышаться быстрее, чем у девочек (второй перекрест), оставаясь таковым и в течение последующей жизни. Величина его, как и пульс, зависит от показателей физического развития – массы тела, роста, окружности грудной клетки (Обреимова Н.И., Петрухин А.С., 2000).

В норме систолическое давление колеблется в приделах 10–15 мм рт. ст., диастолическое – 5–10 мм рт. ст. (Лещинский Л.А., Карбасникова Г.В., 1981). Непрерывная регистрация артериального давления в плечевой артерии при помощи электронного манометра показывает, что в течение суток оно периодически меняется. Наиболее низкие показатели отмечены ночью (Фомин Н.А., 1995).

Обычно, систолическое давление не должно превышать 130 мм рт. ст., а диастолическое 85 мм рт. ст. Важно помнить, что систолическое давление может колебаться в значительных пределах, в зависимости от внешних ситуаций, эмоционального фона.

В практической работе невозможно обойтись без определенных нормативов. Нормативы обычного, или случайного, давления (давления, которое наблюдается у практически здоровых людей в течение дня) отвечают нуждам практики (Агаджанян М.Г., Бурякин Ф.Г., 2002).

Вопрос о нормативах артериального давления сложен, поскольку колебания его в течение дня – вполне физиологическое явление. У одного и того же человека артериальное давление, утром обычно ниже, чем во второй половине дня. А.Л. Мясников по этому поводу писал: «В сущности, нет ясной границы между величинами артериального давления, которые надо считать для данного возраста физиологическими, и величинами артериального давления, которые следует считать для данного возраста патологическими» (Налобина А.Н., 2005).

Средние величины АД в зависимости от возраста, мм рт. ст. (Синяков А.Ф., 1987) можно увидеть в табл. 1.2.

Физические упражнения являются ни с чем не сравнимым и незаменимым средством поддержания и укрепления сердечнососудистой системы. Особенно возросло значение физических нагрузок в последнее время, ведь современная жизнь сопряжена с различными неблагоприятными факторами. Это недостаточная двигательная активность, нервно-психические напряжения, нерациональное питание. При регулярных физических тренировках в организме запускаются механизмы общей адаптации, а следовательно расширяются его функциональные возможности и совершенствуется сердечнососудистая система (Куликова Н.В., Куделина О.В., 2004).

При регулярных физических нагрузках сердечнососудистая система улучшает функциональные возможности: повышается сократительная способность и эластичность магистральных сосудов, более низкие средние величины АД, что позволяет сердцу работать в более эффективном энергетическом режиме (Граевская Н.Д., Гончарова Г.А., Калугина Г.Е., 1997).

Таблица 1.2. Средние величины АД в зависимости от возраста, мм рт. ст. (Синяков А.Ф., 1987 и Обреимова Н.И., Петрухин А.С., 2000)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | систолическое | артериальное | диастолическое | артериальное |
| возраст |  | давление |  | давление |
|  | Синяков А.Ф., | Обреимова Н.И., | Синяков А.Ф., | Обреимова Н.И., |
|  | (1987 г.) | Петрухин А.С., (2000 г.) | (1987 г.) | Петрухин А.С., (2000 г.) |
| 11 лет | **102,6 ± 9,3** | **110,81** | **60,0 ± 8,7** | **61,81** |
| 12 лет | **105,2 ± 10,8** | **113,21** | **62,4 ± 8,9** | **66,2** |
| 13 лет | **108,0 ± 10,6** | **111,75** | **64,9 ± 9,0** | **65,93** |
| 14 лет | **110,6 ± 9,9** | **113,8** | **67,1 ± 7,4** | **67,2** |

**1.3 Особенности изменения артериального давления и частоты сердечных сокращений в подростковом (пубертатном) периоде**

Впервые строго онтогенетическое исследование возрастных особенностей гемодинамики у детей 7–17 лет было проведено В.В. Панавене (1979), для каждого года жизни, с наполняемостью каждой возрастно-половой группы не менее чем по 20 человек. Были изучены взаимосвязи гемодинамики с уровнем физического развития, полового созревания и возрастные особенности реакции гемодинамики на дозированную нагрузку (Козлов В.И., Фарбер Д.А., 1983).

Различают три периода, когда рост сердца происходит с максимальной скоростью: от рождения до 2 лет, от 12 до 14 лет и от 17 до 20 лет. В возрасте до 12 лет масса сердца у мальчиков больше, чем у девочек. Затем у девочек сердце увеличивается быстрее и в 13–14 лет превосходит по массе сердце у мальчиков. С 16 лет масса его у девочек снова становится меньше, чем у мальчиков, что связано с периодом полового созревания (Обреимова Н.И., Петрухин А.С., 2000).

С возрастом ребенка меняется форма сердца и его расположение в грудной клетке. К 7–8 годам в основном заканчивается развитие иннервационного аппарата, регулирующего деятельность сердца (Тонкова-Ямпольских Р.В., 1981). Выявлены не только возрастные, но и половые различия в формировании и функционировании сердечнососудистой системы в различные периоды роста и развития детей (Козлов В.И., Фарбер Д.А., 1983).

Артерии у детей относительно широки и развиты сильнее, чем вены, хорошо развита капиллярная сеть. Особенно интенсивный рост сосудов происходит на первом году жизни. Пульс детей отличается большой неустойчивостью и индивидуальным колебаниям. Артериальное давление ниже, чем у взрослых (Тонкова-Ямпольских Р.В., 1981).

Часто в подростковом возрасте отмечается неравномерность роста различных органов и систем, в том числе сердца и сосудов (наибольший выявляется в периоде полевого созревания). Общее ускорение роста оказывает влияние и на сердечнососудистую систему. По сравнению с началом пубертатного периода к моменту его окончания масса сердца приблизительно удваивается; увеличивается и его поперечный диаметр (Бедалева А.А., Борисов Г.Б., 1980).

Физиология развития сердечно-сосудистой системы растущего организма характеризуется постепенной экономизацией функции, выражающейся по мере роста и развития ребенка в урежение ритма сердечных сокращений, усилении мощности сократительного миокарда, о чем свидетельствуют возрастные преобразования структуры систолы; удлинение периода изометрического сокращения, фазы изгнания, механической и общей систолы (Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А., 2003). Формирование гемодинамических функций характеризуется повышением в процессе роста и развития ребенка всех видов артериального давления, ударного и минутного объемов сердца, ростом скорости распространения пульсовой волны по сосудам мышечного и эластического типа. Периоды плавных, постепенно наступающих изменений функции сократительного миокарда и гемодинамики сменяются скачкообразными изменениями, характеризующими узловые периоды формирования основных функций сердечнососудистой системы. Для сократительной функции миокарда это возраст 10 лет, для гемодинамики – 9 и 12 лет для девочек, 9 и 13 лет для мальчиков (Безруких М.М., Киселев М.Ф., Комаров Г.Д., 2000).

Следует отметить, что периоды интенсивного роста сердца и крупных сосудов отстают от периодов ускоренного темпа роста и увеличения массы тела, что проявляется функциональными расстройствами сердечнососудистой системы (функциональные шумы в сердце и на крупных сосудах, гипертония, гипотония) (Лях В.И., 1997).

Повышение АД у подростков обычно связано с нейроэндокринной перестройкой, которая может сопровождаться нарушением соотношения в центральной нервной системе тормозных и возбудительных процессах в сторону преобладания последних. Это может приводить к гиперреактивности регулирующих механизмов. Провоцирующим моментом при этом могут стать физические и нервно-эмоциональные перегрузки, интоксикация из очагов хронической инфекции, нарушение режима и другие факторы.

Понижение АД может наблюдаться у регулярно тренирующихся школьников. При этом они не предъявляют никаких жалоб и хорошо себя чувствуют. Такая гипотония расценивается как физиологическая. Однако у подростков гипотония может быть следствием переутомления, перенесенных инфекционных заболеваний, наличия очагов хронической инфекции, нарушений режима и т.п. (Синяков А.Ф., 1987).

В возрасте 12–14 лет границы сердца у детей почти достигают границы взрослых. Длительность сердечного цикла продолжает увеличиваться за счет диастолы, отмечаемые изменения длительности электрической и механической систолы сердца при физической нагрузке. При учащении сердечных сокращений механическая систола укорачивается, а электрическая остается без изменений (Солодков А.С., Сологуб Е.Б., 2001).

К концу пубертатного периода сердце достигает максимальной работоспособности, так что при повышении физической нагрузки оно не должно увеличивать минутный объем за счет чрезмерной тахикардии, что наблюдается в более младшем возрасте. В это время сердце приобретает форму, характерную для взрослых. Продолжает увеличиваться системное артериальное давление в связи с ростом периферического сопротивления сосудов в большом круге кровообращения. Величину систолического давления в мм рт. ст. (Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н., 1989).

Артериальное давление с возрастом увеличивается. У девочек максимальное АД возрастает на 2 – 3 мм рт. ст. за год (Фомин Н.А., Дятлова Н.Н., 2002).

Важной особенностью сердечнососудистой системы является несоответствие между нарастанием емкости полостей сердца и увеличением просветов сосудов (Арнов Д.М., 1984). В детском возрасте просвет сосудов бывает относительно большим при незначительном объеме сердца. В период созревания в связи с общим пубертатным ускорением роста объем сердца увеличивается быстрее, чем просвет сосудов, отстающих от общего роста организма. Чем интенсивнее работают мышцы тела, тем заметнее увеличивается диаметр мышечных артерий и соответственно кровоток через мышцы (Фомин Н.А., Дятлова Н.Н.).

С возрастом продолжает повышаться артериальное давление, хотя и более постепенно, чем на первом году жизни, причем наиболее значительно – в пубертатном возрасте (Ситдиков Ф.Г., Макалеев И.Ш., Ильясова В.Н., 2000). Артериальное давление с возрастом постепенно повышается (Лошилов В.Н., 2005).

Возраст 12 лет относится ко второй стадии (начало пубертата) – этап активизации гипофиза. Увеличивается секреция гипофизарных гормонов – соматотропина и фоллитропина. Они влияют на скорость роста и проявление начальных признаков полового созревания, у девочек начинают развиваться млечные железы, у мальчиков увеличиваются тетитулы (Матюшонок М.Т., 1970). Детскому организму, как и любому живому организму в процессе развития присущи три основные закономерности: рост, развитие и формирование (Фарбер Д.А., 1988). Процесс полового созревания протекает под контролем центральной нервной системы и желез внутренней секреции. Ведущую роль в нем играет гипоталамо-гипофизарная система. (Матюшонок М.Т., 1970).

Разнообразие физических упражнений, виды нагрузок и их характерные особенности не одинаковым образом оказывают воздействие на сердечнососудистую систему, а сердечнососудистая система в свою очередь не одинаково реагирует на разнообразие физических упражнений. Ну, а раз сердечнососудистая система, как одна из немногих систем в организме, не одинаково реагирует на физическую нагрузку разного характера, это говорит о том, что различные ее проявления выступают в роли адаптации всего организма в целом (Нигматуллина Р.Р., 1999). Даже одинаковая нагрузка вызывает противоположные реакции в организме, т. к. эта нагрузка была оптимальной для одних и чрезмерной для других, а для третьих и вовсе недостаточной (Лошилов В.Н., 2005).

**2. Организация и методы исследования**

**2.1 Объект и условия проведения исследования**

Исследование проводили на базе средней общеобразовательной школы №3 г. Усинск, с учащимися, не имеющими освобождения от физической культуры, не занимающиеся регулярно спортом или физическими упражнениями. Объект исследования – девочки, которые были объединены в 4 возрастные группы: 11, 12, 13, 14 лет по 30 человек в каждой. Исследование проводили в первую половину дня.

В процессе исследования применяли автоматический тонометр (модель UA – 668, Япония).

Для выявления типов и оценке качества реакции учитывали следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолическое артериальное давление (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД). Результаты исследования были занесены в протокол и обработаны при помощи программы Microsoft Excel. Данные наблюдения заносили в протокол исследования (прилож. 1–12). Вычисляли достоверные изменения по критерию Т-Стьюдента (прилож. 13–16). Вычисляли показатель качества реакции (ПКР) Кушелевского и Зислина по формуле: ПКР = (РА2 – РА1) / (Р2 – Р1), где Р1 и РА1 – величины пульса и пульсовой амплитуды в состоянии относительного покоя до нагрузки; Р2 и РА2 – величины пульса и пульсовой амплитуды после нагрузки (от 0 до 0,5 – удовлетворительный, от 0,5 до 1 – хороший).

Измерение артериального давления целесообразно всегда на одной и той же руке, так как ряд авторов примерно у 30% исследуемых наблюдали наличие асимметрии. При этом должно соблюдаться следующее: манжетку накладывают плотно, оставляя свободной нижнюю треть плеча (между плечом и манжеткой с трудом должен проходить указательный палец), участок плеча с манжеткой должен находиться на уровне сердца; измерение проводят в сидячем положении исследуемого.

**2.2 Методика проведения исследования**

Комбинированную пробу (по С.П. Летунову) проводили следующим образом: у исследуемого определяли частоту пульса, максимальное и минимальное артериальное давление в положении сидя. После этого исследуемый проделывал 20 приседаний в 30 секунд (приседая, он вытягивал руки вперед). После нагрузки в первые 10 секунд определяли тем же способом АД и ЧСС, а также на первой, второй, третьей, четвертой и пятой минуте восстановления.

Затем обследуемый выполнял вторую часть пробы – бег на месте в течение 15 секунд в максимально быстром темпе с высоким подниманием бедра и энергичной работой рук. После этого обследуемый сидя отдыхал 5 минут; при этом в первые 10 секунд и на каждой минуте восстановления определяли частоту пульса и АД. Третья часть пробы – бег на месте в течение 3-х минут в темпе 180 шагов в 1 мин. Восстановительный период после 3-минутного бега исследуется в течение 5 минут: в первые 10 сек. И на каждой минуте восстановления, исследовали также пульс и АД.

Выделяют следующие типы реакции сердечнососудистой системы на стандартные нагрузки.

Нормотоническая (нормальная) реакция наряду с учащением пульса характеризуется отчетливым повышением максимального артериального давления; минимальное же давление или не изменяется, или слегка понижается. Пульсовое давление повышается. Основным механизмом высокой адаптации сердца к физической нагрузке является увеличение систолического выброса, о котором можно судить по пульсовому давлению (разница между максимальным и минимальным артериальным давлением). При физических усилиях, как правило, наблюдается увеличение систолического выброса за счет большего опорожнения желудочков. Следует помнить, что желудочки здорового сердца в покое во время систолы полностью не освобождаются от крови, в них остается около 40% крови. По мере увеличения физической нагрузки остаточный объем крови в желудочках уменьшается и при больших нагрузках этот объем может составить лишь 10% диастолической емкости желудочка.

Гипотоническая реакция характеризуется значительным учащением пульса; максимальное артериальное давление слабо или совсем не повышается, а иногда даже снижается, минимальное артериальное давление обычно повышается, пульсовое давление понижается. Сердечные сокращения в основном обеспечиваются за счет учащения ритма сердечных сокращений. Период восстановления при такой реакции значительно удлиняется. Эта реакция характерна для лиц, находящихся в состоянии переутомления, перетренировки.

Гипертоническая реакция – значительное (до 220 мм рт. ст. и более) повышение максимального артериального давления при тенденции к повышению минимального и значительном учащении пульса (до 170–180 ударов в минуту). Такая реакция является вариантом нормы для спортсменов-ветеранов в среднем и пожилом возрасте, а у молодых свидетельствует о физическом перенапряжении (Воронцов П.В., 1994).

**3. Результаты собственных исследований и их обсуждение**

**3.1 Изменение систолического артериального давления, диастолического артериального давления и частоты сердечных сокращений у девочек 11 – 14 лет на стандартную нагрузку**

Исходный показатель (и.п.) систолического артериального давления (САД) достоверно выше у девочек 13-ти лет (119±2,43 мм рт. ст.) (рис. 3.1.а). После выполнения пробы I (20 приседаний за 30 сек) и на протяжении всего периода восстановления показатели САД у 13-тилетних девочек были достоверно выше девочек 11-ти лет (106±2,02 мм рт. ст.). На третьей мин восстановления САД достоверно снизился у девочек 11-ти и 13-ти лет и держался на этом уровне до конца пятой мин восстановления. У 12-ти и 14-тилетних показатели САД достоверно стали ниже и.п. на пятой мин восстановления.

И.п. диастолического артериального давления (ДАД) достоверно выше у девочек 13-ти лет (79,46±1,58 мм рт. ст.) (рис. 3.1.б). И.п. ДАД у девочек других возрастных групп достоверно не отличаются: у 11-тилетних – 68,8±1,97 мм рт. ст., у 12-тилетних – 72,9±1,8 мм рт. ст., у 14-тилетних – 72,56±1,61 мм рт. ст. В первые 10 с восстановления после нагрузки ДАД достоверно не изменилось у 11-ти, 12-ти и 14-тилетних. У девочек 13-ти лет достоверно снизилось на 13,7%, но оставалось достоверно выше 11-тилетних. После первой мин восстановления у 13-тилетних ДАД повысилось до и.п., у других возрастных групп достоверных изменений не было. В конце второй мин восстановления достоверно ДАД снизилось у девочек 13-ти лет (на 8,5%) и у девочек 14-ти лет (на 5,6%). К концу восстановления показатели ДАД достоверно ниже были у девочек 11-ти, 12-ти и 13-ти лет, у 14-тилетних ДАД достоверно не отличался от и.п.

И.п. частоты сердечных сокращений (ЧСС) у 11-тилетних (97,93±3,02 уд/мин) был достоверно выше, чем у других возрастных групп: у 12-тилетних – 89,06±2,53 уд/мин, у 13-тилетних – 88,4±3,65 уд/мин, у 14-тилетних – 86,36±2,94 уд/мин (рис. 3.1.в). После нагрузки в первые 10 с восстановления ЧСС резко возросла у всех возрастных групп. У 11-тилетних на 34% стало достоверно выше и.п., у 12-тилетних – на 47%, у 13-тилетних – на 45%, у 14-тилетних – на 47,2%. В конце второй мин восстановления ЧСС снизилась у всех возрастных групп до исходных показателей, и, до конца пятой мин восстановления, сохранялась на одном уровне.

**а**



б



в

Рис. 3.1. Изменение показателей сердечнососудистой системы в зависимости от возраста на пробу I (20 приседаний за 30 сек): а) изменение систолического артериального давления; б) изменение диастолического артериального давления; в) изменение частоты сердечных сокращений

И.п. САД 11-тилетних достоверно ниже других возрастных групп (101,2±1,61 мм рт. ст.), у которых САД достоверно не отличается. У 12-тилетних – 108,±27 мм рт. ст., у 13-тилетних – 109,26±1,48 мм рт. ст., у 14-тилетних девочек – 106,16±2,39 мм рт. ст. (рис. 3.2.а). После выполнения пробы II (15 сек бег на месте с высоким подниманием бедра в максимальном темпе) САД стало достоверно выше у 11-ти (на 10%) и 13-тилетних (на 7,3%) от и.п., У 12-ти (на 1,4%) и 14-тилетних (3,2%) САД не изменилось достоверно. После первой мин восстановления САД достоверно повысилось у 12-ти (на 12%) и 14-тилетних (на 12,2%) девочек и стало выше уровня и.п., у 11-ти и 13-ти достоверных изменений не было. На второй мин восстановления САД у всех возрастных групп достоверно снизилось. Но оставалось на уровне достоверно выше и.п. Лишь на четвертой мин восстановления САД не отличалось достоверно от и.п. и до конца пятой мин восстановления оставалось на этом уровне.

И.п. ДАД (рис. 3.2.б) достоверно выше у 13-тилетних (71,16±1,61 мм рт. ст.) по сравнению с 11-тилетними (64,83±1,83 мм рт. ст.). У 12-тилетних – 68,06±1,53 мм рт. ст., у 14-тилетних – 69,96±1,87 мм рт. ст. После выполнения пробы II достоверно не изменился показатель ДАД у девочек 11-ти лет, а у 12-ти (на 4,8%), 13-ти (на 6%) и 14-тилетних (на 12,3%) снизился. На первой мин восстановления показатели ДАД у девочек всех возрастных групп достоверно не отличались от последних. К третьей мин восстановления ДАД стало на уровне и.п. и до конца пятой мин восстановления держалось на этом уровне.



а



**б**

**в**

Рис. 3.2. Изменение показателей сердечнососудистой системы в зависимости от возраста на пробу II (15 сек бег на месте с высоким подниманием бедра в максимальном темпе): а) изменение систолического артериального давления; б) изменение диастолического артериального давления; в) изменение частоты сердечных сокращений

И.п. ЧСС (рис. 3.2.в) у девочек 11-ти лет (99,43±2,71 уд/мин) достоверно выше других возрастных групп. У 12-тилетних – 90,1±2,3 уд/мин, 13-тилетних – 88,73±2,86 уд/мин, 14-тилетних – 90±2,86 уд/мин. После нагрузки в первые 10 с восстановления ЧСС достоверно повысилась у всех возрастных групп: 11 лет – на 37%, 12 лет – на 59%, 13 лет – на 66%, 14 лет – на 53%; у 13-тилетних ЧСС достоверно выше, чем у 11-тилетних. На первой мин восстановления ЧСС снизилась достоверно у всех возрастных групп, у 14-тилетних ЧСС достоверно стала ниже, чем у остальных. На второй мин восстановления ЧСС у девочек 11-ти лет приблизилась к и.п. и до конца пятой мин восстановления было на этом уровне. У 13-тилетних ЧСС оставалась на уровне достоверно выше и.п. до конца пятой мин восстановления. У 12-ти и 14-тилетних достоверно ЧСС не отличалась со второй мин восстановления и до конца пятой мин восстановления.

И.п. САД достоверно ниже у 11-тилетних девочек (103,03±1,75 мм рт. ст.) по сравнению с другими возрастными группами: 12 лет – 110,2±2,28 мм рт. ст., 13 лет – 112,16±1,51 мм рт. ст., 14 лет – 108,96±1,8 мм рт. ст. (рис. 3.3.а). После выполнения пробы III (3 мин бег на месте с интервалом 180 шагов в минуту) САД достоверно повысилось у девочек всех возрастных групп (11 лет – на 18,1%, 12 лет – на 9%, 13 лет – на 14,4%, 14 лет – на 13,5%), но у САД 13-тилетних достоверно превышает САД 11-тилетних. На первой мин восстановления последние показатели достоверно не изменялись. На второй мин восстановления САД достоверно снизилось до и.п. у девочек 11-ти, 12-ти и 14-ти лет. У девочек 13-ти лет САД оставалось достоверно выше до конца пятой мин восстановления.

И.п. ДАД достоверно ниже у 11-тилетних девочек (64,5±1,45 мм рт. ст.) по сравнению с девочками других возрастных групп (12 лет – 69,86±1,46 мм рт. ст., 13 лет – 70,2±1,72 мм рт. ст., 14 лет – 69,6±1,52 мм рт. ст.) (рис. 3.3.б). После нагрузки ДАД достоверно повысилось у девочек 11-ти (на 10,5%) и 13-ти (на 12,2%) лет. На первой мин восстановления показатели ДАД у 11-ти и 13-тилетних достоверно не изменились, а у девочек 12-ти (на 15,9%) и 14-ти (на 15,4%) лет достоверно повысились от и.п. Достоверно повышенным ДАД оставалось у девочек 13-ти лет до конца пятой мин восстановления, у 11-тилетних до конца четвертой мин восстановления, у 12-ти и 14-тилетних к и.п. ДАД снизилось на третьей мин восстановления.



**а**



**б**



**в**

Рис. 3.3. Изменение показателей сердечнососудистой системы в зависимости от возраста на пробу III (3 мин бег на месте в темпе 180 шагов в минуту): а) изменение систолического артериального давления; б) изменение диастолического артериального давления; в) изменение частоты сердечных сокращений

И.п. ЧСС у девочек 11-ти лет (102,9±2,25 уд/мин) достоверно превышает и.п. ЧСС у девочек 13-ти (97,13±2,53 уд/мин) и 14-ти (95,8±2,28 уд/мин) лет (рис. 3.3.в). У девочек 12-ти лет и.п. ЧСС 98,33±2,6 уд/мин. После нагрузки достоверно повышается ЧСС у всех возрастных групп (11 лет – на 31%, 12 лет – на 53,5%, 13 лет – на 61,7%, 14 лет – на 41%), у 12-ти и 13-тилетних ЧСС достоверно выше. После второй мин восстановления ЧСС снизилась у 11-тилетних до исходного уровня и до конца пятой мин восстановления достоверно не отличалась от и.п., у девочек 12-ти и 14-ти лет – на третьей мин восстановления, у девочек 13-ти лет – на четвертой (изменения всех показателей на пробу С.П. Летунова в прилож.).

Нашими исследованиями показано, что наибольшие показатели артериального давления наблюдались у девочек 13 лет.У девочек разного возраста наиболее значительно высокие показатели артериального давления (САД и ДАД) наблюдались у 13-тилетних девочек (Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г., Исхакова А.Т., 2000). В этом возрасте сердечно-сосудистая система наиболее чувствительно реагирует на физические упражнения. Устойчивая тенденция к повышению артериального давления в возрасте 13 лет – возможно, это период пика нейрогуморальных перестроек, который сопровождается дисбалансом в системе регуляции гемодинамики, которые могут быть осложнены факторами среды, социальными условиями жизни, нерациональными занятиями спортом.

По результатам многих исследователей (Обреимова Н.И., Петрухин А.С., 2000;Синяков А.Ф., 1987 и др.) сердечно-сосудистой системы у девочек в пубертатном периоде выявлено, что на пик пубертата приходится 12-тилетний возраст, где сердечнососудистая система в целом не созрела и на нагрузку реагирует более повышенными показателями сердца. А в 13, 14 лет процесс полового созревания угасает, структура и функции сердечной мышцы становятся более зрелыми, сердечнососудистая система работает более эффективно (Любомирский Л.Е. 2000). По данным нашего исследования вышеперечисленные проявления на физическую нагрузку оказались у девочек в возрасте 13-ти лет, т.е. на год позже. Возможно, это связано с тем, что испытуемые жители крайнего севера. По данным исследователей жителей Крайнего Севера (Шумахер Р.Э., 1974; Ягья Н.С., 1980 и др.) отмечается, что комплекс метеорологических факторов (перепады атмосферного давления, пониженная температура воздуха, повышенная влажность, сильные ветра, обильные атмосферные осадки) оказывают неблагоприятное влияние на системы организма, особенно в периоды роста и нейрогуморальных перестроек (Ягья Н.С., 1980).

Нами показано, что более высокие исходные показатели ЧСС у 11-тилетних. После нагрузки у исследуемых ЧСС достоверно повышалось, а восстановление наблюдалось быстрее, чем в других возрастных группах. Возможно, тенденция к учащению пульса в относительном покое связана с функциональной «гиперреактивностью» центрального кардиорегуляторного аппарата, которая сочетается с его пониженными функциональными возможностями (Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г., Исхакова А.Т., 2000).

У девочек 12-ти и 14-ти лет показатели сердечнососудистой системы практически достоверно не отличались и колебались между 11-ти и 13-тилетними. Возможно, у 12-тилетних это связано с переходом от начала пубертатного периода к пику нейрогуморальных перестроек организма (Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г., 2000). А к 14-ти годам строение сердечнососудистой системы приближается к состоянию взрослого и реакция сердца на нагрузку становится более «экономной» (Фомин Н.А., Дятлова Н.Н., 2002).

**3.2 Определение типов реакций сердечнососудистой системы на стандартную мышечную нагрузку у девочек 11 – 14 лет**

Самый высокий процент (46%) нормотонического типа реакции на пробу I (20 приседаний за 30 сек) проявился у 13-тилетних девочек (рис. 3.4) У 12-тилетних девочек – на 10% ниже (36%). У 11-ти и 14-тилетних девочек проявился самый низкий процент (34%) на данную пробу. Наибольший процент гипертонического типа реакции на данную пробу проявился у 14-тилетних девочек (30%). Наименьший – у 13-тилетних (20%). 23% проявилось у 11-тилетних и 26% у 12-тилетних девочек. Гипотонический тип реакции в большей степени проявился у 11-тилетних (43%), в наименьшей – у девочек 13-ти лет. Равный процент проявился у девочек в возрасте 12-ти и 14-ти лет (36%).



Рис. 3.4. Проявление типов реакции сердечнососудистой системы на нагрузку 20 приседаний за 30 сек в зависимости от возраста (в %)

Наибольший процент нормотонического типа реакции на пробу II (15 сек бег на месте с высоким подниманием бедра в максимальном темпе) проявился в возрасте 11-ти и 14-ти лет (48%) (рис. 3.5). Наименьший – у 12-тилетних девочек (21%). У девочек 13-ти лет – 38%.



Рис. 3.5. Проявление типов реакции сердечнососудистой системы в зависимости от возраста на нагрузку 15 сек бег на месте с высоким подниманием бедра в максимальном темпе (в %)

Гипертонический тип реакции в большей степени проявился у 11-тилетних девочек (36%). В наименьшей – у 14-тилетних (16%). У 13-тилетних – 33%, у девочек 12-ти лет – 26%. Проявление гипотонического типа реакции на данную пробу в возрасте 12-ти лет показало наивысший процент (53%). Наименьший – в возрасте 11-ти лет (16%). У 13-тилетних девочек – 30%, у 14-тилетних – 36%.



Рис. 3.6. Типы реакции сердечнососудистой системы в зависимости от возраста на нагрузку 3 мин бег на месте с интервалом 180 шагов в минуту (в %)

Высокий процент нормотонического типа реакции на пробу III (3 мин бег на месте с интервалом 180 шагов в минуту) у девочек 14-ти лет (40%) (рис. 3.6). Самый низкий – у девочек 13-ти лет (10%). У 11-тилетних – 17%, у 12-тилетних – 34%. Самый высокий процент гипертонического типа реакции проявился у девочек 11-ти лет (83%). У 13-тилетних девочек чуть ниже (80% 0. У девочек 12-ти лет – 50%, и самый низкий у девочек 14-ти лет (46%). У 11-тилетних девочек гипотонический тип реакции на данную пробу не проявился. У девочек в возрасте 12-ти лет проявление гипотонического типа реакции составило 16%, 13% у 14-тилетних и 10% у 13-тилетних. На такое физическое качество, как выносливость, в наиболее неблагоприятной степени реакция сердечно-сосудистой системы проявилась в возрасте 11-ти и 13-тилетних. В менее – у 14-тилетних. Возможно такое качество, как выносливость целесообразнее развивать в возрасте 14-ти лет. Данные типов сердечнососудистой системы в зависимости от нагрузки в процентном отношении можно увидеть в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Типы реакции сердечнососудистой системы в зависимости от нагрузки в процентном отношении (%)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | **проба** | |  |  |  |  |  |  |
| типы реакций | |  | **I** |  |  |  | **II** |  |  |  | **III** |  |  |
|  |  | 11 л | 12 л | 13 л | 14 л | 11 л | 12 л | 13 л | 14 л | 11 л | 12 л | 13 л | 14 л |
| нормотонический | | 34 | 38 | 47 | 34 | 48 | 21 | 37 | 48 | 17 | 34 | 10 | 40 |
| гипертонический | | 23 | 26 | 20 | 30 | 36 | 26 | 33 | 16 | 83 | 50 | 80 | 46 |
| гипотонический | | 43 | 36 | 33 | 36 | 16 | 53 | 30 | 36 | 0 | 16 | 10 | 14 |
|  | I – 20 приседаний за 30 сек | | | | |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | II – 15 сек бег с высоким подниманием бедра в максимальном темпе | | | | | | | | | | | | |
|  | III – 3 мин бег на месте в темпе 180 шагов в минуту | | | | | | | | | |  |  |  |

**3.3 Оценка показателя качества реакции сердечнососудистой реакции на стандартную мышечную нагрузку у девочек 11 – 14 лет**

Показатель качества реакции (ПКР) (рис. 3.7) у 11-тилетних достоверно выше показателя 12-тилетних девочек. У девочек 14-ти лет достоверно выше 12-ти и 13-тилетних. Наиболее низкий показатель качества реакции у девочек 12-ти лет, а высокий – у девочек 14-ти лет. У 12-ти и 13-тилетних практически на одном уровне. По нормативным данным Кушелевского и Зислина ПКР у испытуемых удовлетворителен (табл. 3.2).

Таблица 3.2. Показатели качества реакции на стандартную мышечную нагрузку

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| возраст | 11 лет | 12 лет | 13 лет | 14 лет |
| ПКР | 0,254492 | 0,145218 | 0,170127 | 0,307859 |
| m±δ | 0,043977 | 0,033959 | 0,050174 | 0,04556 |



Рис. 3.7. Показатели качества реакции на стандартную мышечную нагрузку в зависимости от возраста

На низкий ПКР у девочек 12-ти лет, возможно, сказывается начало активных гормональных перестроек пубертатного периода. В 11-тилетнем возрасте, возможно, еще нет таких активных гормональных перестроек, а к 14-ти годам – уже практически завершены. Незначительное повышение ПКР у 13-тилетних, возможно, связано с началом включения адаптационных возможностей функциональных систем организма.

**Выводы**

В ходе исследования динамики изменения артериального давления (АД) на стандартную мышечную нагрузку выявилось, что у девочек в возрасте 13-ти лет АД является параметром, наиболее чувствительным к выполнению физической работы. Это обстоятельство, скорее всего, связано с пиком пубертата (Вахитов И.Х., Абзалов Р.А., Сафин Р.С., 2003). Вероятно в этом возрасте у многих девочек происходит значительный скачок роста, в связи с этим возрастает протяженность кровеносного русла, а функции миокарда еще не сформированы. Показатели АД у девочек 14-ти лет относительно 13-тилетних в ходе исследования были ниже. Вероятно, это связано с угасанием процесса полового созревания, структура и функции сердечной мышцы становятся более зрелыми (Любомирский Л.Е., Букреева Д.П., Васильева Р.М., 2000). У 11-тилетних девочек в ходе исследования АД в большей мере достоверно было ниже относительно 13-тилетних, что нельзя сказать о ЧСС, которые отличались достоверно высокими показателями. Вероятно, это связано с возрастными морфофункциональными особенностями организма (Фомин Н.А., Дятлова Н.Н., 2002). У 12-тилетних девочек в ходе исследования показатели сердечно-сосудистой системы в целом колебались между 11-ти и 13-тилетними. Вероятно, это связано с началом пика пубертата, т.е. переходом от детского организма к пику гормональных перестроек.

В ходе выполнения физических нагрузок разной мощности исследование показывает, что в 11 и 13 лет наиболее благоприятное воздействие на функции сердечнососудистой системы оказывают физические упражнения, характеризующие силу. Возможно, функциональные возможности сердечнососудистой системы в возрасте 11-ти лет ограничены и реакция на нагрузку, характеризующую быстроту и выносливость, неположительная. Сердечнососудистая система у девочек в возрасте 13-ти лет отличается неустойчивостью, возможно поэтому реакция на эту нагрузку в большей мере гипертонического типа. Нагрузка, характеризующая выносливость, оказывает благоприятнее воздействие на сердечнососудистую систему 14-тилетних. Возможно, это объясняется тем, что в этом возрасте у девочек морфофункциональные изменения в организме в целом установились. В возрасте 12-ти лет у девочек в ходе исследования особых отличий не наблюдалось.

При исследовании показателя качества реакции выявилось, что наиболее низким оно становится в возрасте, когда начинается период гормональных перестроек в организме. Возможно, именно поэтому, в этом возрасте, функциональные системы сердца в большей степени отрицательно реагируют на физические нагрузки. На повышение ПКР, возможно, сказывается завершение гормональных перестроек.

**Заключение**

Проведенное исследование существенно расширяет представление об особенностях сердечнососудистой системы в пубертатном периоде. Для теории и практики учебного контроля и физического воспитания требуются более системные знания о функционировании организма при мышечной деятельности и о его функциональных возможностях на разных этапах индивидуального развития. Исследование способствовало выявлению возраста в пубертатном периоде, обладающее более высокими показателями сердечнососудистой системы, тем самым, давая естественнонаучное обоснование для поиска более эффективных педагогических путей повышения физиологической дееспособности растущего организма.

**Список литературы**

1. Абзалов Р.А. Нигматуллина Р.Р. Изменение показателей насосной функции сердца у спортсменов и неспортсменов при выполнении мышечных нагрузок повышающейся мощности // Теория и практика физической культуры. – 1999. №8. С. 24–26.
2. Агаджанян М.Г., Бурякин Ф.Г. Кардиологические показатели, отражающие долговременную и срочную адаптацию борцов к нагрузкам // Теория и практика физической культуры. – 2002. №2. С. 5.
3. Агаджанян Н.А., Шабатура Н.Н. Биоритмы, спорт, здоровье. – М.: ФиС, 1989. – 208 с.
4. Актуальные вопросы кардиологии: Сборник статей/ Под ред. Р.С. Карпова. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1989. – 196 с. // И.Н. Конобеевская, Л.А. Тарумова. Использование велоэргометрии для оценки эффективности регулярных физических тренировок.
5. Александров А.А. Профилактика сердечнососудистых заболеваний в молодом возрасте. – М.: Медицина, 1987 – 80 с.
6. Аринчин Н.И. Помошники сердца. – М.: Знание, 1984. – 64 с.
7. Аринчин Н.И. Периферические «сердца» человека. – Мн.: Наука и техника, 1988. – 64 с.
8. Артюнина Г.П., Игнатькова С.А. Основы медицинских знаний: Здоровье, болезнь и образ жизни: Учеб. пособие для высшей школы. – 2-е изд., – М.: Академический Проект, 2004. – 560 с.
9. Баевский Р.М., Гуров С.Г. Измерьте ваше здоровье. – М.: Сов. Россия, 1988. – 96 с.
10. Безруких М.М. Возрастная физиология: (Физиология развития ребенка): Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: «Академия», 2003. – 416 с.
11. Безруких М.М., Киселев М.Ф., Комаров Г.Д., Козлов А.П. Возрастные особенности организации двигательной активности у детей 6–16 лет // Физиология человека. – 2000. Т. 26. №3. С. 100–107.
12. Бочаров М.И. Спортивная метрология: Учеб. пособие. Сыктывкар: Изд-во СыктГУ, 2002. – 109 с.
13. В мире подростка / Под ред. А.А. Бедалева. Сост. Г.Б. Борисов. – М.: Медицина, 1980. – 95 с.
14. Ванюшин Ю.С., Ситдиков Ф.Г., Исхакова А.Т. Особенности сердечной деятельности детей 5–7 лет при нагрузках различной мощности // Физиология человека. – 2000. Т. 26. №3. С. 108–112.
15. Вахитов И.Х. Функциональные показатели сердца спортсменов, занимающихся атлетической гимнастикой // Теория и практика физической культуры. – 1999. №8. С. 44–45.
16. Вахитов И.Х., Абзалов Р.А., Сафин Р.С. и др. 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.
17. Воронцов П.В. Спортивная медицина: Учеб. пособие. – Архангельск: Изд-во Поморского педуниверситета, 1994. – 99 с.
18. Глушкова Л.И., Маймулов В.Г., Корабельников И.В. Обеспечение эколого-гигиенического благополучия населения в условиях Крайнего Севера: проблемы и решения: СПб им И.И. Мечникова, 2002. – 300 с.
19. Граевская Н.Д., Гончарова Г.А., Калугина Г.Е. Еще раз к проблеме «Спортивного сердца» // Теория и практика физической культуры. – 1997. №4. С. 2–4.
20. Дубровский В.И. Спортивная медицина: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., доп. – М.: ВЛАДОС, 2002. – 512 с.
21. Завьялов А.И. Сердце – пятикамерная система // Теория и практика физической культуры. – 2005. №6. С. 23–26.
22. Зиятдинова А.И. Экология физической культуры человека // Теория и практика физической культуры. – 1999. №8. С. 15–17.
23. Инструментальные методы исследования сердечнососудистой системы (справочник) / Под ред. Т.С. Виноградовой. – М.: Медицина, 1986. – 416 с.
24. Косицкий Г.И. Цивилизация и сердце: М.: «Наука», 1977 – 182 с.
25. Куликова Н.В., Куделина О.В. Влияние дозированной ходьбы на сердечно-сосудистые и вегетативные реакции студентов // Теория и практика физической культуры. – 2004. №5. С. 42–43.
26. Лещинский Л.А., Карбасникова Г.В. Берегите сердце. – М.: Медицина, 1981. – 96 с.
27. Лошилов В.Н. Способ оценки общей работоспособности человека // Теория и практика физической культуры. – 2005. №4. С. 17–19.
28. Любомирский Л.Е., Букреева Л.Е., Васильева Р.М. Исследование функций двигательной системы и центрального кровообращения у девочек 7 – 12 лет с разным уровнем физической тренированности // Физиология человека. – 2000. Т. 26. №3. С. 113–120.
29. Лях В.И., Мейксон Г.Б., Копылов Ю.А. Физическое воспитание учащихся 5 – 7 кл. – М.: Просвещение, 1997. – 367 с.
30. Матюшонок М.Т. Анатомия, физиология и гигиена детей. – М.: Просвещение, 1970. – 396 с.
31. Налобина А.Н. Использование физических средств восстановления в реабилитации пациентов, перенесших инфаркт миокарда // теория и практика физической культуры. – 2005. №6. С. 39–41.
32. Нигматуллина Р.Р. Срочные реакции показателей насосной функции сердца у спортсменов и неспортсменов при смене положения тела // Теория и практика физической культуры. – 1999. №8. С. 41–43.
33. Обреимова Н.И., Петрухин А.С. Основы анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков: Учеб. Пособие для студ. дефектол. фак. высш. пед. учеб. заведений. – М.:» Академия», 2000. – 376 с.
34. Орлов В.Н., Ольхин В.А. Артериальное давление. Норма и патология. М.: Знание, 1981 – 64 с.
35. Панков В.А. Использование монитора сердечного ритма для контроля за эффективностью подготовки борцов // Теория и практика физической культуры. – 2002. №2. С. 2–4.
36. Полтырев С.С., Русин В.Я. Внутренние органы при физических нагрузках. – М.: Медицина, 1987 – 112 с.
37. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта: Учеб. для студ. сред. и высш. учеб. заведений. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2002. – 608 с.
38. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: Учебник. – М.: Тера-Спорт, Олимпия Пресс, 2001. – 520 с.
39. Спирин В.К. Оптимизация восстановления сердечнососудистой системы путем применения упражнений на растягивание скелетных мышц // Теория и практика физической культуры. – 2004. №5. С. 12–14.
40. Синяков А.Ф. Самоконтроль физкультурника. – М.: Знание, 1987. – 96 с.
41. Тарасов А.Н., Гордиенко Е.А. Неотложная доврачебная помощь при сердечнососудистых заболеваниях. – Л.: Медицина, 1987. – 240 с.
42. Тонкова-Ямпольская Р.В. Основы медицинских знаний: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений. – М.: Просвещение, 1981 – 319 с.
43. Физиология развития ребенка / Под ред. В.И. Козлова, Д.А. Фарбер; Науч.-исслед. ин-т физиологии детей и подростков. Акад. пед. наук СССР. – М.: Педагогика, 1983. – 296 с.
44. Фарбер Д.А. Физиология подростка. – М.: Педагогика, 1988. – 297 с.
45. Фомин Н.А. Дятлова Н.Н. Морфофункциональные предпосылки возрастных изменений кардио- и гемодинамики при занятиях спортом // Теория и практика физической культуры. – 2002. №2. С. 21–25.
46. Фомин Н.А. Физиология человека. – 3-е изд. – М.: Просвещение; Владос, 1995. – 416 с.
47. Фундаментальная и клиническая физиология: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А.Г. Камкина и А.А. Каменского. – М.: «Академия», 2004. – 1072 с.
48. Хедман Р.Н. Спортивная физиология. – М.: ФиС, 1980. – 149 с.
49. Швырев А.А. Анатомия и физиология человека с основами общей патологии / Под. Общ. ред. Р.Ф. Морозовой. Серия «Медицина для Вас». Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 416 с.
50. Шумахер Р.Э. Здоровье народов Коми: Коми книжное изд-во, 1974. – 56 с.
51. Ягья Н.С. Здоровье населения севера. – Л.: Медицина, 1980. – 256 с.