

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ШКОЛЬНИКОВ 11-12 ЛЕТ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММАМ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ РЯДА ПРЕДМЕТОВ

Изучены показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы школьников, обучающихся в общеобразовательных, гуманитарных и математических классах. У детей в классах математического профиля к концу учебного года выявлено напряжение регуляторных механизмов системы кровообращения, что диктует необходимость в повышенном внимании со стороны медико-профилактических служб к данному контингенту учащихся.

Введение

Изучение физиологического состояния растущего организма детей и подростков является одной из актуальных проблем возрастной физиологии. В 11-13 лет происходят наиболее значительные изменения морфофункциональных характеристик сердечно-сосудистой системы и перестройки механизмов регуляции сердечной деятельности. В этом возрасте миокард детей наиболее чувствителен к различным эндо- и экзогенным факторам [5, 6, 8, 10, 12]. Возраст 11-12 лет совпадает с началом предметного обучения в пятом классе. Резкое усложнение учебной программы требует затраты больших сил для успешной учебы, особенно это касается обучения в специализированных профилированных классах школ-лицеев. Реакция организма на изменение формы обучения в значительной степени определяется функциональным состоянием сердечно-сосудистой системы [9, 13]. Сочетание существенных качественных морфофункциональных преобразований миокарда и влияния внешних факторов может неблагоприятно отразиться на состоянии здоровья ребенка. Поэтому актуальным является вопрос изучения функционального состояния сердечно-сосудистой системы школьников, обучающихся по программам углубленного изучения ряда предметов [2, 3, 7].

В связи с этим, целью настоящего исследования явилось изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы школьников 11-12 лет, обучающихся в классах различных профилей.

Методика

В соответствии с целью работы в начале и конце учебного года было проведено об-

следование 210 мальчиков и 180 девочек в возрасте 11-12 лет. В зависимости от профиля класса школьники были разделены на три группы: учащиеся общеобразовательных классов (I группа – контроль), гуманитарных (II группа), математических (III группа).

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оценивали по частоте сердечных сокращений (ЧСС), систолическому (САД) и диастолическому (ДАД) артериальному давлению в состоянии относительного покоя и после дозированной физической нагрузки (проба Мартинэ) с оценкой соответствия этих данных возрастной норме [8, 1]. Рассчитывали гемодинамические показатели: пульсовое давление (ПД), систолический объем крови (СОК), минутный объем крови (МОК) [4].

Результаты исследования

Исследование функциональных показателей сердечно-сосудистой системы учащихся в общеобразовательных классах, проведенное в начале учебного года показало, что дети имеют исходные средние значения ЧСС и САД соответствующие возрастным нормативам (табл. 1).

При анализе индивидуальных данных было установлено, что у 64,3% мальчиков и 61,6% девочек ЧСС составляла 80-85 уд/мин и находилась в пределах возрастной нормы. У 25,7% мальчиков и 30% девочек установлена ЧСС, превышающая средневозрастную (табл. 2). Показатели САД характерные для данного возраста отмечены у 82,9% мальчиков и 71,7% девочек. 10% мальчиков и 16,6% девочек имели САД выше нормы (табл. 3). Средние значения ДАД у данной группы школьников превышали возрастные норма-

тивны на 3,5%. ПД в среднем по группе составляло 34,7 мм рт. ст. у мальчиков и 37,7 мм рт. ст. у девочек и было ниже величин, приводимым в литературе для детей 11-12 лет. Изучение направленности и характера сдвигов показателей сердечно-сосудистой системы недостаточно информативно при исследовании только в состоянии покоя, степень изменения функциональных возможностей можно оценить в достаточной мере при применении возмущающих систему воздействий. Одним из таких воздействий являются дозированные физические динамические нагрузки [3, 11]. Анализ гемодинамических показателей после предъявления функциональной пробы показал, что у 55,7% мальчиков и 48,3% девочек встречается нормотонический тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку. Гипертонический тип реакции был выявлен у 18,6% мальчиков и 23,4% девочек. Учащиеся с дистоническим типом реагирования были зарегистрированы в 25,7%

случаев среди мальчиков и 25% среди девочек. У 3,3% девочек был зафиксирован гипотонический тип реакции в ответ на физическую нагрузку (табл. 4).

Исследование, проведенное в конце учебного года, показало, что средние величины ЧСС у учащихся в общеобразовательных классах составили $82,6 \pm 0,5$ уд/мин у мальчиков и $84,1 \pm 0,7$ уд/мин у девочек и находились в пределах возрастных норм (табл. 1). При анализе индивидуальных данных было выявлено незначительное снижение к концу учебного года числа детей с нормой ЧСС и увеличение числа школьников с ЧСС выше нормы, однако данные носили недостоверный характер (табл. 2). Средние показатели САД у школьников составили $98,3 \pm 0,7$ мм рт.ст. у мальчиков и $100,4 \pm 1,1$ мм рт.ст. у девочек, что находится в пределах возрастных физиологических норм. Количество учащихся, имеющих САД, соответствующее норме, к концу учеб-

Таблица 1. Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы школьников, обучающихся в классах различных профилей в состоянии относительного покоя ($M \pm m$)

Показатели		Мальчики			Девочки		
		I	II	III	I	II	III
ЧСС уд/мин	Начало года	81,9 $\pm 0,5$	81,4 $\pm 0,5$	80,9 $\pm 0,5$	83,8 $\pm 0,6$	82,3 $\pm 0,6$	84,5 $\pm 0,5$
	Конец года	82,6 $\pm 0,5$	82,0 $\pm 0,5$	88,2 $\pm 0,5^*$	84,1 $\pm 0,7$	80,0 $\pm 0,6^*$	91,7 $\pm 0,6^*$
САД мм рт. ст.	Начало года	97,4 $\pm 0,9$	98,7 $\pm 0,8$	99,9 $\pm 0,9$	99,5 $\pm 1,0$	102,0 $\pm 0,9$	100,9 $\pm 0,9$
	Конец года	98,3 $\pm 0,7$	102,2 $\pm 0,8^*$	104,6 $\pm 0,7^*$	100,4 $\pm 1,1$	103,5 $\pm 1,1$	102,2 $\pm 0,9$
ДАД мм рт. ст.	Начало года	62,7 $\pm 0,6$	63,5 $\pm 0,6$	63,9 $\pm 0,7$	61,8 $\pm 0,6$	63,5 $\pm 0,7$	62,9 $\pm 0,7$
	Конец года	63,4 $\pm 0,6$	62,1 $\pm 0,6$	64,2 $\pm 0,7$	61,9 $\pm 0,6$	63,3 $\pm 0,6$	64,1 $\pm 0,7^*$
ПД мм рт. ст.	Начало Года	34,7 $\pm 0,4$	35,2 $\pm 0,4$	36,0 $\pm 0,3^*$	37,7 $\pm 0,4$	38,5 $\pm 0,4$	38,0 $\pm 0,3$
	Конец года	34,9 $\pm 0,4$	40,1 $\pm 0,4^*$	40,4 $\pm 0,4^*$	38,5 $\pm 0,4$	40,2 $\pm 0,4^*$	38,1 $\pm 0,4$
СОК мл	Начало года	54,9 $\pm 0,3$	54,7 $\pm 0,3$	54,9 $\pm 0,3$	57,0 $\pm 0,3$	56,4 $\pm 0,3$	56,5 $\pm 0,3$
	Конец года	57,8 $\pm 0,3$	61,2 $\pm 0,3^*$	60,1 $\pm 0,3^*$	60,5 $\pm 0,3$	60,5 $\pm 0,3$	59,0 $\pm 0,3^*$
МОК мл/мин	Начало года	4496,3 $\pm 23,6$	4452,6 $\pm 23,5$	4441,4 $\pm 24,0$	4776,6 $\pm 29,8$	4641,7 $\pm 32,3^*$	4774,3 $\pm 30,5$
	Конец года	4774,3 $\pm 20,1$	5018,4 $\pm 24,6^*$	5300,8 $\pm 28,9^*$	5088,1 $\pm 27,5$	4840,0 $\pm 25,3^*$	5410,3 $\pm 32,3^*$

Примечание: * – достоверность различий показателей по сравнению с I группой ($p < 0,05$)

Таблица 2. Динамика ЧСС у школьников, сравниваемых групп (%)

ЧСС	общеобразовательный		гуманитарный		математический	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
<i>Начало учебного года</i>						
Соответствует норме	64,3 ±5,7	61,6 ±6,3	60,0 ±5,9	58,3 ±6,4	57,1 ±5,9	50,0 ±6,5
Выше нормы	25,7 ±5,2	30,0 ±5,9	32,9 ±5,6	35,0 ±6,2	28,6 ±5,4	41,7 ±6,4
Ниже нормы	10,0 ±3,6	8,4 ±3,6	7,1 ±3,1	6,7 ±3,2	14,3 ±4,2	8,3 ±3,6
<i>Конец учебного года</i>						
Соответствует норме	55,7 ±5,9	51,7 ±6,5	52,9 ±6,0	46,6 ±6,4	34,3 ±5,7* **	18,3 ±5,0* **
Выше нормы	35,7 ±5,7	43,3 ±6,4	42,8 ±5,9	50,0 ±6,5	61,4 ±5,8* **	80,0 ±5,2* **
Ниже нормы	8,6 ±3,4	5,0 ±2,8	4,3 ±2,4	3,3 ±2,3	4,3 ±2,4**	1,7 ±1,7

Примечание: * – достоверность различий показателей по сравнению с I группой ($p < 0,05$)

** – достоверность различий показателей по сравнению с данными в начале учебного года ($p < 0,05$)

ного года осталось без изменений и составило 78,6% среди мальчиков и 70% среди девочек (табл. 3). Средние по группе показатели ПД были ниже величин, приводимых в литературе для детей данного возраста. В литературе по исследованию функциональных возможностей миокарда данные широко варьируют. Так, по литературным данным уровень СОК у детей 11-12 лет составляет в среднем 53 мл у мальчиков и 47 мл у девочек. МОК у детей данного возраста составляет 4,0 л/мин у мальчиков и 3,8 л/мин у девочек [4]. Результаты, полученные в нашем исследовании, показывают, что среднегрупповые значения СОК и МОК как в начале, так и в конце учебного года в состоянии относительного покоя у школьников превышали возрастные нормы. Анализ распределения школьников по типам реакции на дозированную физическую нагрузку показал, что число учащихся с различными типами реагирования достоверно не изменилось по сравнению с данными, полученными в начале учебного года. Число учащихся с нормотонической реакцией сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу составило 57,1% среди мальчиков и 45% среди девочек. У 14,3% мальчиков и 25% девочек был выявлен гипертонический тип реакции. 28,6% мальчиков и 26,7% девочек имели реакцию сердечно-сосудистой систе-

мы по дистоническому типу. У 3,3% девочек встречалась гипотоническая реакция в ответ на физическую нагрузку (табл. 4).

При обследовании школьников в классах гуманитарного профиля в начале учебного года было выявлено, что средние значения ЧСС и САД у школьников находились в пределах средневозрастной нормы и составляли $81,4 \pm 0,5$ уд/мин у мальчиков и $82,3 \pm 0,6$ уд/мин у девочек (табл. 1). Анализ индивидуальных данных показал, что у 32,9% мальчиков и 35% девочек встречается превышение средневозрастной частоты пульса (табл. 2). Превышение возрастной нормы САД отмечено у 8,6% мальчиков и 21,7% девочек. САД, соответствующее возрастной норме, было зарегистрировано у 90% мальчиков и 66,7% девочек (табл. 3). Средние значения ПД у учащихся были ниже средневозрастных. Показатели ДАД, СОК и МОК как у мальчиков, так и у девочек были выше возрастных нормативов. В ответ на предъявление функциональной пробы у 60,0% мальчиков и 41,7% девочек в гуманитарных классах был выявлен нормотонический тип реакции сердечно-сосудистой системы, о чем свидетельствуют благоприятные изменения артериального давления и сердечного ритма. У 14,3% мальчиков и 20,0% девочек отмечена гипертоническая реакция на физическую нагрузку. Дистонический тип

Таблица 3. Динамика САД у школьников, сравниваемых групп (%)

САД	общеобразовательный		гуманитарный		математический	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
<i>Начало учебного года</i>						
Соответствует норме	82,9±4,5	71,7±5,8	90,0±3,6	66,7±6,1	77,1±5,0	80,0±5,2
Выше нормы	10,0±3,6	16,6±4,8	8,6±3,4	21,7±5,3	10,0±3,6	13,3±4,4
Ниже нормы	7,1±3,1	11,7±4,1	1,4±1,4	11,6±4,1	12,9±4,0	6,7±3,2
<i>Конец учебного года</i>						
Соответствует норме	78,6±4,9	70,0±5,9	80,0±4,8	63,3±6,2	71,4±5,4	65,0±6,2
Выше нормы	15,7±4,3	25,0±5,6	15,7±4,3	26,7±5,7	22,9±5,0*	31,7±6,0*
Ниже нормы	5,7±2,8	5,0±2,8	4,3±2,4	10,0±3,9	5,7±2,8	3,3±2,3

Примечание: * – достоверность различий показателей по сравнению с данными в начале учебного года ($p < 0,05$)

Таблица 4. Распределение учащихся по типам реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку (%)

Тип реакции	общеобразовательный		гуманитарный		математический	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
<i>Начало учебного года</i>						
Нормотонический	55,7±5,9	48,3±6,5	60,0±5,9	41,7±6,4	64,3±5,7	50,0±6,5
Гипертонический	18,6±4,7	23,4±5,5	14,3±4,2	20,0±5,2	17,1±4,5	25,0±5,6
Дистонический	25,7±5,2	25,0±5,6	20,0±4,8	33,3±6,1	18,6±4,7	23,3±5,5
Гипотонический	0	3,3±2,3	5,7±2,8	5,0±2,8	0	1,7±1,7
<i>Конец учебного года</i>						
Нормотонический	57,1±5,9	45,0±6,4	62,9±5,8	46,7±6,4	52,9±6,0	38,3±6,3
Гипертонический	14,3±4,2	25,0±5,6	14,3±4,2	16,7±4,8	27,1±5,3*	35,0±6,2
Дистонический	28,6±5,4	26,7±5,7	21,4±4,9	35,0±6,2	20,0±4,8	26,7±5,7
Гипотонический	0	3,3±2,3	1,4±1,4	1,7±1,7	0	0

Примечание: * – достоверность различий показателей по сравнению с I группой ($p < 0,05$)

реакции был зарегистрирован у 20,0% мальчиков и 33,3% девочек. Учащиеся с гипотоническим типом реакции были зарегистрированы в 5,7% случаев среди мальчиков и 5,0% среди девочек (табл. 4).

Анализ динамики функциональных показателей сердечно-сосудистой системы показал, что в конце учебного года средние значения частоты пульса и САД у школьников в гуманитарных классах соответствовали возрастным значениям нормы. У девочек среднегрупповые значения ЧСС составляли $80,0 \pm 0,6$ уд/мин и были достоверно ниже показателей в группе контроля. В группе мальчиков средние данные САД оказались выше таковых у школьников в общеобразовательных классах и составили $102,2 \pm 0,8$ мм рт.ст. ($p < 0,05$) (табл. 1). Анализ индивидуальных показателей учащихся выявил незначительное снижение к концу учебного года

числа детей, у которых ЧСС и САД соответствуют возрастной норме (табл. 2, 3). Показатели ДАД превышали возрастные нормативы на 5%, как у мальчиков, так и у девочек. Среднегрупповые значения ПД были ниже нормы. Показатели СОК и МОК в течение всего периода наблюдения были выше средневозрастных величин, указываемых в литературе. Анализ распределения учащихся по типам реагирования сердечно-сосудистой системы на предъявление функциональной пробы не выявил достоверных изменений по сравнению с данными в начале учебного года (табл. 4). Число учащихся с нормотонической реакцией составило 62,9% среди девочек и 46,7% среди мальчиков. Гипертонический тип реагирования на физическую нагрузку был зарегистрирован у 14,3% мальчиков и 16,7% девочек. У 21,4% мальчиков и 35% девочек была выявлена дистоническая

реакция сердечно-сосудистой системы на предъявление функциональной пробы. Гипотоническая реакция зарегистрирована у 1,4% мальчиков и 1,7% девочек.

Исследование гемодинамических показателей школьников, обучающихся в классах математического профиля, в начале учебного года выявило, что средние по группе показатели ЧСС и САД соответствовали средневозрастным значениям (табл. 1). При анализе индивидуальных данных было установлено, что у 28,6% мальчиков и 41,7% девочек ЧСС превышала допустимые величины. У 57,1% мальчиков и 50,0% девочек ЧСС находилось в пределах 80-85 уд/мин, и соответствовала норме (табл. 2). Анализ распределения числа учащихся по данным САД в сравнении с возрастной нормой показал, что САД, соответствующее норме было выявлено у 77,1% мальчиков и 80,0% девочек (табл. 3). Установлено, что среднегрупповые значения ДАД, СОК и МОК у учащихся в математических классах превышали возрастные нормы. ПД в среднем по группе было ниже величин, характерных для возраста 11-12 лет. После выполнения функциональной пробы нормотоническая реакция сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку была отмечена у 64,3% мальчиков и 50,0% девочек. Гипертонический тип реакции был зарегистрирован у 17,1% мальчиков и 25,0% девочек. У 18,6% мальчиков и 23,3% девочек была зафиксирована дистоническая реакция сердечно-сосудистой системы в ответ на функциональную пробу и у 1,7% девочек встречалась гипотоническая реакция (табл. 4).

При обследовании учащихся в математических классах в конце учебного года выявлено, что средняя величина частоты сердечных сокращений превышала нормативные значения ЧСС для детей данной возрастной группы, была достоверно выше данных в группе контроля и составляла $88,2 \pm 0,5$ уд/мин у мальчиков и $91,7 \pm 0,6$ уд/мин у девочек (табл. 1). Анализ динамики ЧСС показал достоверное снижение к концу учебного года числа учащихся с ЧСС, соответствующей средневозрастной. Из обследованных детей только у 34,3% мальчиков и 18,3% девочек ЧСС находилась в пределах возрастной нормы, что

достоверно ниже по сравнению с данными, полученными в общеобразовательных классах. В то же время к концу учебного года выявлено увеличение в 2 раза числа школьников с ЧСС, превышающей допустимые значения ($p < 0,05$). Данный показатель составил 61,4% в группе мальчиков и 80,0% в группе девочек и был достоверно выше такового в группе контроля (табл. 2). Анализ годовой динамики САД в сравнении с возрастной физиологической нормой показал, что у школьников в математических классах к концу учебного года произошло увеличение в 2 раза числа детей с САД выше нормы. ДАД превышало возрастные нормативы, и у мальчиков было достоверно выше данных в общеобразовательных классах. Средние по группе значения ПД были ниже показателей, приводимых в литературе для детей данного возраста. СОК и МОК у учащихся превышали возрастные значения нормы. После выполнения функциональной пробы выявлено снижение в 1,3 раза числа детей с нормотонической реакцией на дозированную физическую нагрузку и увеличение в 1,5 раза числа школьников с гипертоническим типом реагирования, который ряд авторов рассматривают как маркер функционального напряжения сердечно-сосудистой системы [2, 9].

Обсуждение

Изучение динамики основных параметров сердечно-сосудистой системы в сравниваемых группах выявило ряд особенностей. У школьников в трех группах средние значения ДАД, СОК и МОК превышали средневозрастные нормы. Возможно, это является проявлением гетерохронного развития организма в целом и сердечно-сосудистой системы в частности. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы учащихся в общеобразовательных классах, как в начале, так и в конце учебного года характеризуется нормальными величинами САД и ЧСС в состоянии относительного покоя и адекватной их реакцией на физическую нагрузку. Эти данные свидетельствуют о том, что у данного контингента учащихся не выявлено напряжения механизмов регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы

в процессе возрастного развития и адаптации к учебной нагрузке.

Основные показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы учащихся в гуманитарных классах в течение всего периода наблюдения соответствовали возрастным нормативам. После физической нагрузки, как в начале, так и в конце учебного года у незначительного числа учащихся (15%) был выявлен гипертонический тип реакции. Полученные результаты можно рассматривать как выражение положительных компенсаторно-адаптационных возможностей организма школьников, обучающихся в классах гуманитарного профиля.

Функциональные показатели сердечно-сосудистой системы контингента школьников в математических классах в конце учебного года характеризуются превышающей возрастную физиологическую норму частотой сердечных сокращений. К концу учеб-

ного года выявлено достоверное увеличение числа детей с ЧСС и САД выше нормы, снижение числа школьников с нормотоническим типом реагирования на функциональную пробу и повышение числа учащихся, имеющих гипертонический тип реакции на дозированную физическую нагрузку. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о напряжении регуляторных механизмов системы кровообращения у данной группы школьников, что может способствовать возможному развитию функциональной кардиоваскулярной патологии. Это диктует необходимость в организации дополнительных профилактических мероприятий, направленных на восстановление функционального состояния сердечно-сосудистой системы учащихся, обучающиеся в классах математического профиля и повышенном внимании к состоянию здоровья школьников со стороны медицинских служб.

Список использованной литературы:

1. Агаджанян Н.А., Тель Л.З., Циркин В.И., Чеснокова С.А. Физиология человека. – СПб.: СОТИС, 1998. – 528 с.
2. Василенко С.Г., Беренштейн Г.Ф. Функциональные возможности организма подростков в зависимости от индекса массы тела // Гигиена и санитария.-2003.-№3.-С. 53-55.
3. Влияние учебной нагрузки и санитарно-гигиенических условий обучения на здоровье школьников / Под ред. А.Г. Хрипковой – М.: Центр инноваций в педагогике, 1997. – 112 с.
4. Гуминский А.А., Леонтьева Н.Н., Маринова К.В. Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии. – М.: Просвещение, 1990. – 240 с.
5. Кмит Г.В., Рублева Л.В. Основные результаты многолетних исследований функционального состояния миокарда детей // Новые исследования.-2003.-№1.-С 192-199.
6. Матюшонок М.Т., Турик Г.Г., Крюкова А.А. Физиология и гигиена детей и подростков. – Минск: Высшая школа, 1975. – с. 288.
7. Минасян С.М., Геворкян Э.С., Ксаджинян Н.Н. Гемодинамические показатели школьников при экзаменационном стрессе // Гигиена и санитария.-2005.-№5.-С. 46-49.
8. Петрова Р.Ф. Методические указания к самооценке состояния здоровья. – Орел, 1998.-74 с.
9. Псеунок А.А. Адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы детей, обучающихся по новым образовательным программам // Педиатрия.-2005.-№6.-С. 77-79.
10. Физиология развития ребенка (теоретические и прикладные аспекты) / Под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер – М.: Издательство НПО «Образование от А до Я», 2000.-319 с.
11. Физиология развития человека. Материалы международной конференции посвященной 55-летию Института возрастной физиологии РАО. – М.: Издательство НПО «Образование от А до Я», 2000.-544 с.
12. Hansen J., Jacobsen T., Amtorp O. The exercise pressor response to sustained handgrip does not augment blood flow in the contracting forearm skeletal muscle // Acta physiology scandinavica-1993.-№4-P.419-423.
13. Nishiyasu T. et al. Relationship between mean arterial pressure and muscle cell pH during forearm ischemia after sustained handgrip // Acta physiology scandinavica-1994.-№4-P. 143-148.

Статья рекомендована к публикации 30.03.07