

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ РЯДА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ОНТОГЕНЕЗЕ ШКОЛЬНИКОВ МЛАДШЕГО ВОЗРАСТА

*Шарапов А.Н., Безобразова В.Н., Догадкина С.Б., Кмить Г.В., Рублёва Л.В.
Институт возрастной физиологии РАО, г.Москва*

Методами поли-, электрокардиографии и реоэнцефалографии изучены особенности сократительной функции миокарда, его биоэлектрических характеристик, а также функциональное состояние кровообращения головного мозга детей 7–10 лет. Выявлены возрастные и гендерные особенности гемодинамических параметров у детей младшего школьного возраста, обусловленные гетерохронией развития изученных звеньев сердечно-сосудистой системы.

Изучение роста и развития подрастающего поколения находится в зоне повышенного внимания учёных — специалистов в различных отраслях знания о здоровом ребенке, и одним из важных его направлений является установление сдвигов как в физическом развитии детей «во времени», характеризующих морфологические изменения в популяционном развитии в процессе смены поколений, так и изучение наиболее важных физиологически значимых констант в соматическом и психологическом статусе ребенка. Сдвиги, выявляемые в морфологическом статусе школьников, предполагают появление определенных изменений в их функциональных показателях и функциональных возможностях адаптивных систем организма.

Одно из главенствующих мест в адаптации организма к воздействию экзо- и эндогенных факторов внешней среды принадлежит сердечно-сосудистой системе (ССС). Сократительная функция миокарда тесно связана с уровнем физического развития как у взрослых [6], так и у детей [11,12], а состояние сократительной функции миокарда может являться своего рода индикатором, как срочной адаптационной реакции, так и процесса долговременной адаптации к учебной нагрузке у школьников разного возраста [8,19]. Наряду с исследованием развития функциональных возможностей миокарда, логичным и даже необходимым представляется параллельная оценка функционального состояния интенсивности кровообращения головного мозга, так как именно в этом возрасте происходят интенсивные изменения всех звеньев сердечно-сосудистой системы, морфологии сосудов, структурные преобразования коры и других структур головного мозга, приводя к активизации интеллектуального и психического развития ребенка [3,4,17,21,22].

В связи с этим **целью** нашего исследования явилось комплексное онтогенетическое исследование автоматизма, возбудимости, проводимости миокарда, его сократительной функции и церебральной гемодинамики у школьников 7–10-летнего возраста г. Москвы.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе решения целевых задач с 2004 по 2006 год нами обследовано 98 детей (47 девочек и 51 мальчик) в возрасте от 7 до 10 лет — учащихся общеобразова-

тельных школ г. Москвы. Обследованные дети, согласно данным медицинских карт, относились к I–II группам здоровья и имели физическое развитие, соответствующее возрастным нормам. Исследование проводили в 3 учебной четверти (февраль), в первой половине дня.

Комплексное исследование включало изучение состояния сократительной функции миокарда, его биоэлектрических характеристик и мозгового кровообращения.

Для изучения сократительной функции миокарда применен метод **поликардиографии**, позволяющий неинвазивным путем определять продолжительность отдельных фаз систолы и диастолы левого желудочка. Проводилась синхронная регистрация ЭКГ во II стандартном отведении, фонокардиограммы с точки Боткина (над 5-й точкой) и каротидной сфигмограммы (с сонной артерии) с помощью прибора Поли-Спектр-12. Анализ поликардиограммы базируется на сопоставлении элементов записанных кривых во времени по методике В.Л. Карпмана [7]. Посредством компьютерной обработки кривых вычисляли: продолжительность сердечного цикла (R–R интервалов); фазу асинхронного сокращения (ФАС); фазу изоволюмического (изометрического) сокращения (ФИС); период напряжения (Т); период изгнания (Е); механическую систолу (Sm); общую систолу (So); электрическую систолу (Sэ); диастолический интервал (Д). Все величины измеряли в миллисекундах.

Автоматизм, возбудимость и проводимость миокарда исследовали методом **электрокардиографии** при помощи прибора Поли-Спектр-12. Регистрация ЭКГ осуществляли в 12 общепринятых отведениях. Амплитуда и длительность зубцов ЭКГ определялась по данным II стандартного отведения. Определялись следующие показатели: длительность сердечного цикла RR; продолжительность предсердно-желудочковой проводимости PQ; продолжительность внутрижелудочковой проводимости QRS; длительность электрической систолы желудочков QT; амплитуда зубцов P, Q, R, S, T [2,16,24].

Регистрация **реоэнцефалограмм** проводилась при помощи компьютерного реографа «Реоспектр» в бифронтальном (F-F) отведении, позволяющем получать информацию о кровообращении лобных областей больших полушарий головного мозга. Вычисляли: длительность пульсовой волны (Т, с), параметры, характеризующие тонус артерий головного мозга большого (а/Т,%) и малого (дикротический индекс, di, %) калибра, а также частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин).

Все результаты были подвергнуты статистической обработке с помощью пакета компьютерных программ «Statistica 6». Достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента и непараметрическому критерию Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из таблицы 1 длина и масса тела обследованных детей закономерно ($P < 0,05-0,01$) увеличиваются в каждой возрастной группе по сравнению с предыдущей группой, однако по массе тела различия становятся значимыми ($P < 0,05$) в девятилетнем возрасте. Как видно из таблицы 2 динамика длины тела у девочек и

мальчиков в принципе повторяет таковую в общей группе. Сходная динамика характерна для массы тела у девочек, в то время как у мальчиков годовые изменения весовых показателей выражены не столь чётко (рис.1).

Таблица 1

Динамика антропометрических и кардиоваскулярных параметров по данным поли-, электрокардиографии и реоэнцефалографии у школьников 7–10-летнего возраста ($M \pm m$)

Показатели	Возраст, лет			
	7	8	9	10
Длина тела	122,69±0,94	127,35±0,84 ¹	133,45±1,64 ¹²	138,33±1,1 ¹²³
Масса тела	26,05±0,94	28,20±0,96	31,45±1,31 ¹²	31,15±1,5 ¹
R-R, мс	675,38±22	726,81±13 ¹	731,25±19	757,5±22 ¹
ФАС, мс	44,5±1,6	45,28±1,3	50,15±1,2 ¹²	47,58±09
ФИС, мс	35,77±3,4	40,3±2,4	35,25±1,9	33,75±1,5
T, мс	80,27±4,2	85,68±2,9	85,4±1,7	81,3±1,7
E, мс	227,44±6,8	238,67±4,1	232,6±4,9	240,17±4
Sm, мс	263,2±4,8	279,1±3,3 ¹	267,8±4,8	274,6±4,6
So, мс	307,7±4,7	324,33±3,5 ¹	318±4,9	322,3±4,3 ¹
Sэ, мс	311,8±4,6	282,64±9,6 ¹	224,6±6,1 ¹	273,2±9,4 ¹³
Д, мс	403,9±38	399,6±12	394,2±18	435,8±19
Ад макс	98,3±1,9	105,4±1,8 ¹	110,8±2,1 ¹	114,6±1,6 ¹²
Ад мин	66,28±1,3	68,7±1,05	69,2±1,7	69,4±1,2
P, мм	0,08±0,01	0,12±0,011	0,14±0,01	0,14±0,01
R, мм	1,25±0,09	1,4±0,06	1,4±0,08	1,3±0,08
T, мм	0,30±0,02	0,38±0,021	0,37±0,02	0,39±0,01
P-R(P-Q), мс	125,9±4,8	128±2,8	128,7±4,1	127,3±2,8
QRS, мс	80,5±1,8	82,1±1,3	80±1,8	80,4±1,1
QT, мс	329,9±3,9	342,6±3,3	346,1±3,1	339,7±3,3
di (%)	73,4±3,5	66,5±1,4 ¹	64,9±1 ¹	65,9±1,3 ¹
a/T (%)	14,8±0,38	15,0±0,32	15,7±0,44	16,2±0,31 ¹²
ЧСС уд/м	90,1±2,8	84±1,6 ¹	84,25±1,2 ¹	83,7±1,4 ¹

Примечание: здесь и далее различия достоверны при $P < 0,05$ и выше (по Стьюденту) в сравнении с: ¹ – семилетними; ² – восьмилетними; ³ – девятилетними; * – мальчиками

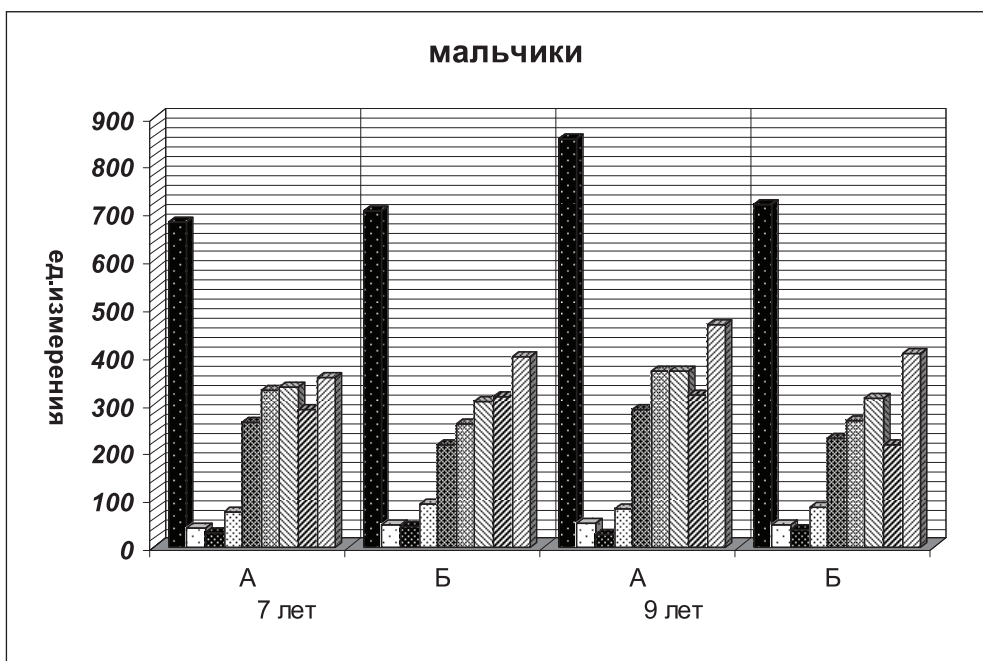
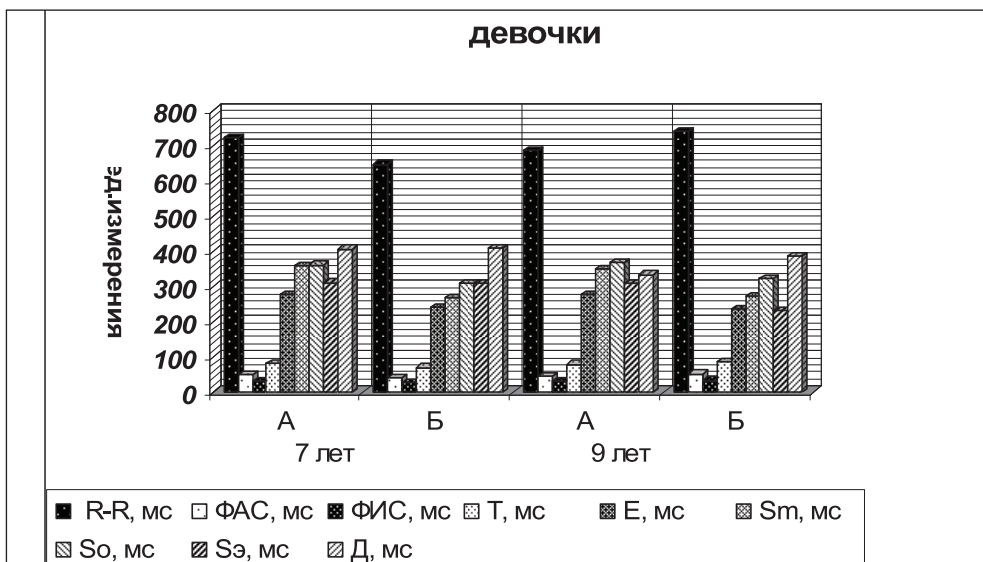


Рис.1 Фазовая структура сердечного цикла у детей 7 и 9 лет в начале 1980-х (А) и начале 2000-тысячных (Б) годов

Ученые НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков ГУ НЦ ЗД РАМН, наблюдавшие за развитием школьников г. Москвы (более 10 тыс. человек) с 1960 по 2004 годы, зафиксировали начало акцелерации роста и развития подрастающего поколения в 60-е, ее пик — в середине 70-х, прекращение — в 80-е годы и развитие противоположного процесса (децелерации) с последнего десятилетия минувшего века. Подобная цикличность роста и развития подрастающего поколения за прошедшие десятилетия установлена почти во всех странах Европейского региона. Рассматривая состояние физического развития современных московских школьников в сравнении с ровесниками прошлых десятилетий и оценивая его по единым возрастно-половым нормативам, Ю.А.Ямпольской [23] выявлена четкая тенденция нарастания дефицита массы тела. Однако, по данным наших исследований [5], в середине девяностых годов двадцатого столетия по важнейшим антропометрическим параметрам физического развития (длине и массе тела) в наиболее репрезентативных выборках московские школьники и школьницы 7–10 - лет не только не уступали, но и даже несколько превосходили своих сверстников 80-х годов.

Комплексный анализ годовой динамики кардиоваскулярных показателей у школьников 7–10 лет, полученных методами поликардиографии, электрокардиографии и реовазографическим методом выявил некоторые особенности развития сердечно-сосудистой системы, вероятно обусловленные процессами онтогенетического развития.

Поликардиографическое исследование обнаружило, что в состоянии относительного покоя у школьников в возрасте от 7 до 10 лет продолжительность основных фаз и периодов сердечного цикла по абсолютным величинам параметров сократительной и насосной функций миокарда практически соответствуют литературным данным и возрастным нормативам [9,11,19]. Исследование возрастной динамики фазовой структуры сердечной деятельности в исследованной нами выборке детей независимо от половой принадлежности показало (табл.1) достоверное ($P<0,05$) увеличение продолжительности сердечного цикла ($R-R$) у детей уже в восьмилетнем возрасте, у детей 9 лет $R-R$ практически сохраняется на достигнутом уровне и лишь к 10 годам вновь возрастает, превышая уровень семилетних на 12,1%. Схожая динамика получена в середине восьмидесятых годов прошлого столетия И.О.Тупицыным [19], но достоверное увеличение длительности $R-R$ интервала автор наблюдал позднее — лишь к 10 годам. Длительность фазы асинхронного сокращения (ФАС), характеризующая период напряжения миокарда левого желудочка, существенно возрастает ($P<0,01$) у школьников только к 9 годам (на 12,6%) и практически не меняется у детей 10 лет, что согласуется с мнением того же автора [18] об умеренно выраженном постепенном увеличении ФАС, обусловленным аналогичной возрастной динамикой периода напряжения (Т).

Иная картина получена в возрастном развитии фазы механической систолы S_m , периода сократительной активности миокарда, длительность которой достоверно возрастает ($P<0,01$) уже у детей 8 лет до $279,1\pm 3,3$, хотя в дальнейшем, вплоть до десятилетнего возраста длительность этой фазы сердечного цикла варьирует незначительно превышая таковую у семилетних школьников. Следует отметить, что

достоверных возрастных различий в самих составляющих механическую систолу фазах сердечного цикла (ФИС и Е) выявить не удалось.

Похожая динамика прослеживается при исследовании возрастного становления фазы общей систолы желудочков (S_0), отражающей время сократительной активности миокарда. Длительность этого периода заметно ($P<0,01$) увеличивается у детей уже в 8 лет и до десяти лет существенно не меняется (табл.1). Указанная возрастная динамика S_0 отличается от данных [19] двадцатилетней давности, когда длительность общей систолы, времени, в течении которого в миокарде протекает сократительный процесс, начинает увеличиваться лишь от 9 к 10 годам.

Интересно, что возрастных изменений длительности периодов напряжения (Т) и изгнания (Е), сумма которых составляет длительность общей систолы желудочков (S_0), выявить не удалось, что согласуется с данными того же И.О.Тупицына [20].

На этом фоне длительность электрической систолы ($S_э$), в противоположность направлению динамики предыдущих фаз сердечного цикла, значительно ($P<0,05$) снижается у детей в возрасте 8 лет, ещё более укорачивается ($P<0,001$) в сравнении с детьми семилетнего возраста к 9 годам (на 38,8%) и существенно ($P<0,001$), более чем на 21%, возрастает к 10 годам, но всё же остаётся значительно ниже ($P<0,01$), чем у семилеток, чего не отмечалось в других исследованиях.

Существенных изменений длительности диастолической паузы у детей от 7 к 10 годам мы не наблюдали.

Исследование возрастной динамики фазовой структуры сердечной деятельности у **девочек** от 7 до 10 лет показало (табл.2) достоверное увеличение ($P<0,01$) продолжительности сердечного цикла у восьмилетних школьниц, длительность которого сохраняется практически неизменной у девочек 9 и 10 лет. Длительность фазы асинхронного сокращения (ФАС), постепенно увеличиваясь существенно ($P<0,001$) возрастает у девочек только к 9 годам — на 26,1% в сравнении с семилетними и на 16,8% — с восьмилетними, но затем ($P<0,05$) укорачивается (на 9,2%) в сравнении с последними к 10 годам. Выраженное ($P<0,05$) удлинение фазы изометрического сокращения (на 55%) происходит у девочек только в 8 лет, а у девочек 9—10-летнего возраста ФИС существенно не отличается от младших по возрасту девочек. Длительность всего периода напряжения желудочков (Т) у девочек также значимо ($P<0,05$) возрастает уже к 8 годам (27%) и сохраняется на этом уровне до 10-летнего возраста.

Возрастная динамика фазы механической систолы (S_m) периода сократительной активности миокарда и общей систолы желудочков (S_0) у девочек, фактически повторяют динамику ФИС, достоверно возрастая ($P<0,05—0,01$) у восьмилеток (на 6% и 6,2% соответственно) и также не различаются у девочек 9—10 лет с другими возрастными группами (7—8 лет).

В то же время в сравнении с семи- и восьмилетними девочками электрическая систола ($S_э$) становится достоверно ($P<0,001—0,05$) короче у девочек 9 летнего возраста (на 33,9% и 11,1% соответственно). Однако, к 10 годам $S_э$ заметно ($P<0,05$) удлиняется (на 18,9%), в сравнении с девочками девяти лет, но остаётся всё же короче (на 12,6%) электрической систолы у девочек семилетнего возраста. Длительность диастолы желудочков (Д) у девочек от 7 до 10 лет, несмотря на значительную вариативность достоверно не изменилась.

Таблица 2

Сравнительная динамика антропометрических, поли-,
электрокардиографических и реоэнцефалографических показателей
у девочек и мальчиков в возрасте от 7 до 10 лет ($M \pm m$)

Показатели	Пол	Возраст, лет			
		7	8	9	10
Длина тела	Д	122,05±1,42	126,7±1,4 ¹	133,9±2 ¹²	138,4±1,4 ¹²
	М	123,3±1,3	127,7±1,1 ¹	132,8±3 ¹²	138,3±1,8 ¹²
Масса тела	Д	26±1,63	27,6±1,2	32,8±1,8 ¹²	32,1±2,2 ¹
	М	26,1±1	28,5±1,3	29,5±1,7	30±2
R-R, мс	Д	646,77±14	762,2±26 ¹	741,8±25 ¹	760,4±30 ¹
	М	704±40,6	706,8±15	715,5±30	754,1±33
ФАС, мс	Д	41,4±1,9	44,7±3,7	52,2±0,9 ^{12*}	47,8±1,4 ¹³
	М	47,6±2,3	45,6±1,7	47,1±2,4	47,3±1,3
ФИС, мс	Д	28,7±3,87*	44,5±4,9 ¹	34±2,3	34,4±2,2
	М	42,8±4,8	38,0±2,7	37,1±3,3	33±2,3
Т, мс	Д	70,2±4,8*	89,2±6,4 ¹	86,7±2,3 ¹	82,2±2,4 ¹
	М	90,3±5,2	83,7±3	84,3±2,9	80,3±2,7
Е, мс	Д	239,9±5,4	240,3±8,1	237,3±6,2	235,4±6,8
	М	215±11	237,7±4,7 ¹	225,5±8	245,8±6,7 ¹
Sm, мс	Д	268,7±3,9	284,8±4,8 ¹	271,3±6,6	271,1±5,7
	М	257,8±8,7	275,8±4,3 ¹	262,6±7	278,9±7,5
So, мс	Д	310,1±4,3	329,5±4,7 ¹	323,5±6,4	319±5,5
	М	305,3±8,7	321,4±4,8	309,8±7,4	326,3±7,1
Sэ, мс	Д	309,8±6,4	278,8±15	231,3±7,9 ¹²	275,1±13,7 ¹³
	М	314±6,9	284,8±12	214,5±9 ¹²	270,9±13 ¹³
Д, мс	Д	409,2±70,8	414±22	386,9±23	442±28,6
	М	398,7±36	391,6±14	405,3±31	428,6±28
Ад макс	Д	97,1±2,6	108,4±2,7 ¹	112,3±3,1 ¹	114,9±1,7 ¹²
	М	99,7±3	103,7±2,5	108,8±2,7 ¹	114,4±3,1 ¹²
Ад мин	Д	66,9±2	69,2±2,2	70±1,6	69,5±2,1
	М	65,7±1,8	68,4±1,1	68±3,6	69,2±1,4
Р, мм	Д	0,08±0,02	0,12±0,01 ¹	0,16±0,01 ^{1,2}	0,15±0,01 ¹
	М	0,08±0,01	0,13±0,01 ¹	0,13±0,011	0,11±0,01 ¹
R, мм	Д	1,23±0,14	1,77±0,09 ¹	1,66±0,12	1,41±0,1
	М	1,29±0,11	1,25±0,08	1,23±0,08	1,14±0,13
Т, мм	Д	0,23±0,03	0,37±0,03 ¹	0,38±0,03	0,39±0,01
	М	0,27±0,03	0,39±0,03 ¹	0,36±0,03	0,39±0,03
P-R(P-Q), мс	Д	127,3±7,1	124,9±5,4	129,3±5,4	126,7±3
	М	120,4±6,5	126,6±3,1	128,7±6,6	127,9±5,2
QRS, мс	Д	80±2,5	82,7±2,4	82±2,3	80,5±1,1
	М	80±2,7	81,9±1,5	79±2,7	80±2
QT, мс	Д	320,9±4,9	347,3±4,5	358±41, ^{1,2}	339,5±2,9
	М	329±6,5	330±4,5	333±5,1	340,4±6,4
di (%)	Д	72,4±5,3	66,4±2,1	63,4±1,3 ¹	64,5±1,6
	М	74,25±4,9	66,5±1,9	67±1,4	67,4±2,3
a/T (%)	Д	15,6±0,52	15,4±0,53	16,6±0,42	16,8±0,44 ²
	М	15,0±0,63	15,2±0,6 ¹	16,4±0,54	16,6±0,56 ¹
ЧСС уд/м	Д	90,3±4,5	80,1±2,3 ¹	84,3±1,5	82,5±2
	М	89,9±3,8	86,1±1,9	84,3±2,1	85,1±2,1

На данном отрезке онтогенеза в отличие от девочек, у **мальчиков** 7–10 лет (табл.2) не обнаружено достоверно выраженных изменений столь важных показателей как продолжительность сердечного цикла (R–R), фаз периода напряжения желудочков (Т) — асинхронного (ФАС) и изометрического (ФИС) сокращения. Однако, особенности, по-видимому, обусловленные половой принадлежностью, проявились в возрастной динамике двухфазного (быстрого и медленного) периода изгнания крови из желудочков (Е), длительность которого достоверно ($P<0,05$) возрастает у мальчиков в 8 лет (на 10,6%) и остаётся на более высоком уровне ($P<0,05$) в сравнении с семилетними мальчиками до 10 лет включительно (14,3%). Как отмечено выше, у девочек аналогичного возраста какой-либо существенной возрастной динамики этого параметра не обнаружено.

Анализ половых различий по исследуемым показателям у девочек и мальчиков в возрасте от 7 до 10 лет обнаружил у девочек семи лет достоверно более низкие ($P<0,05$) величины фазы изометрического сокращения ($28,7\pm 3,8$) и периода напряжения желудочков Т ($70,2\pm 4,8$) в сравнении с мальчиками того же возраста ($42,8\pm 4,8$ и $90,3\pm 5,2$ соответственно). В возрасте 9 лет у девочек отмечена более продолжительная ($P<0,05$) по времени фаза асинхронного сокращения (ФАС) ($52,2\pm 0,9$) в сравнении с мальчиками ($47,1\pm 2,4$).

Сравнивая результаты наших исследований по анализу фазовой структуры сердечного цикла у девочек и мальчиков в 2004 — 2006 годах с аналогичными показателями, опубликованными в монографии «Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам» [1], нами выявлены весьма существенные различия, как у девочек, так и у мальчиков (Рис.1). Так, через четверть века у девочек — семилеток отмечено значительное снижение RR, ФАС, Т и Sm, в то же время у девятилетних девочек, напротив, отмечено выраженное увеличение RR и ФАС, наряду с умеренным увеличением Т, при сохранении тенденции к снижению Sm. У мальчиков 7 летнего возраста в сравнении с ровесниками начала 80-х годов отмечен выраженный рост ФИС, Т и Д, при выраженном снижении Sm. У мальчиков 9 лет в сравнении с ровесниками прошлых лет существенно выше показатели RR, Sm, Sэ и длительность диастолы (Д). Указанные хронологические изменения, по-видимому можно связать как с различиями в гормональной перестройке периода адренархе, так и со значительным изменением экологической обстановки и различиями в уровне повседневных психофизиологических нагрузок.

Нами установлено, что уровень систолического артериального давления (АД макс.) значимо ($p<0,05$) повышается (на 7,2%) уже в восьмилетнем возрасте и второе его увеличение ($p<0,05$) зафиксировано к 10 годам, что не противоречит данным прошлых лет [15]. Уровень систолического артериального давления у девочек прогрессивно ($P<0,01$) возрастает в два этапа: в 8 лет (на 11,6%) и второе значимое ($P<0,05$) его увеличение (на 6%) приходится на возраст 10 лет.

Достоверное увеличение ($P<0,05$) систолического артериального давления у мальчиков происходит лишь к 9 годам (9,1%), его рост продолжается и в 10 лет ($114,4\pm 3,1$), достоверно ($P<0,01-0,05$) превышает его уровень у мальчиков семи- и восьмилетнего возраста (на 14,7% и 10,3% соответственно).

Абсолютные значения большинства показателей ЭКГ, обследованных нами детей, в целом соответствуют возрастным нормативам, представленным в литературе последних сорока лет [10,13,14].

Анализ погодовой динамики основных зубцов и интервалов электрокардиограммы у школьников 7–10 лет позволил выявить следующие закономерности.

Значительное возрастание амплитуды зубцов Р, R и Т отмечается у девочек от 7 к 8 годам ($P < 0,05$). Заметное ($P < 0,01$) увеличение длительности интервала QT (электрической систолы) отмечено у девочек от 7 к 8–9 годам, некоторое его укорочение наблюдается к 10-летнему возрасту. При этом существенных изменений длительности предсердно-желудочковой и внутрижелудочковой проводимости (PQ и QRS) у девочек в возрасте от 7 до 10 лет выявить не удалось.

Достоверно выраженное ($P < 0,05$) увеличение амплитуды зубца Р на ЭКГ по сравнению с мальчиками 7 лет отмечено у восьмилетних мальчиков ($с\ 0,08 \pm 0,01$ до $0,13 \pm 0,01$ мм). Также от 7 к 8 годам наблюдается увеличение амплитуды зубца Т ($с\ 0,27 \pm 0,03$ до $0,39 \pm 0,03$ мм). Длительность внутрижелудочковой проводимости (QRS) и предсердно-желудочковой проводимости (PQ) у мальчиков изучаемого возрастного этапа развития существенно не изменяется.

В целом, у детей 7–10 лет наиболее существенные изменения электрофизиологических параметров миокарда отмечаются в возрасте от 7 к 8 годам.

Методом реоэнцефалографии в состоянии относительного покоя выявлена определенная возрастная динамика показателей мозгового кровообращения. Так, достоверное ($P < 0,01$) повышение (на 8–9,4%) тонуса крупных и средних церебральных артерий в сравнении с 7–8 летними детьми наблюдается у школьников в десятилетнем возрасте. Вместе с тем выраженное ($P < 0,05$) снижение (на 10,4%) тонуса мелких мозговых сосудов, обнаруженное уже у восьмилетних детей, сохраняется вплоть до достижения ими десятилетнего возраста. Показатели ЧСС у детей 8, 9 и 10 лет по сравнению с 7-летними также были достоверно ($P < 0,05$) ниже (на 7,2–7,6%).

Таким образом, нами выявлены закономерные возрастные изменения кровообращения головного мозга у детей в возрасте от 7 до 10 лет, заключающиеся в увеличении тонуса мозговых сосудов крупного и среднего диаметра к 10 годам на фоне уменьшения тонического напряжения артерий малого калибра и ЧСС, начиная с восьмилетнего возраста и эти изменения сохраняются до 10 лет включительно.

Изучение возрастных изменений церебральной гемодинамики у девочек 7–10 лет выявило достоверное ($P < 0,05$) снижение (на 14,2%) дикротического индекса у девочек десятилетнего возраста ($63,4 \pm 1,3\%$) в сравнении с семилетними ($72,4 \pm 5,3\%$), что указывает на снижение тонуса артерий головного мозга малого калибра. В то же время у девочек к 9–10 годам возрастает (на 6,4–7,7%) тонус церебральных артерий крупного калибра.

Реоэнцефалографическое исследование церебральной гемодинамики у мальчиков в возрасте 7–10 лет не обнаружило достоверных изменений тонуса артерий головного мозга малого калибра (di , %), также как и ЧСС, хотя тенденция ($0,05 > P < 0,1$) к снижению величины дикротического индекса у мальчиков восьми лет чётко прослеживается.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изучение возрастного развития основных соматометрических и гемодинамических параметров у детей младшего школьного возраста с использованием комплекса современных физиологических методов исследования позволило выявить ряд специфических закономерностей индивидуального развития детей этого возрастного этапа. Выявленные особенности обусловлены гетерохронией онтогенеза важнейших адаптационных систем развивающегося организма, индивидуальными различиями в гормональной перестройке периода адренархе, ассоциированными с половой детерминацией и, протекающих в условиях ухудшения экологической обстановки, а также перманентного прессинга психофизиологических нагрузок учебного и бытового характера. Выявлены некоторые особенности перестройки сердечно-сосудистой системы, возможно, индуцированные глобальными изменениями в динамике ускорения или замедления процессов роста и развития (акцелерации/децелерации) новых поколений человеческой популяции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам. // Под редакцией А.Г.Хрипковой и М.В.Антроповой — М.: Педагогика,1982.—240 стр.
2. Белозеров Ю.М. Современные электрокардиографические методы исследования в детской кардиологии // Актуальные вопросы кардиологии и вегетологии детского возраста: Сб. науч. тр.—М., 1986.—С.17—21.
3. Вартанян Л.В. Ангиоархитектоника корковых и подкорковых отделов некоторых анализаторов человека в постнатальном онтогенезе. Автореф... докт. мед. наук. — Новосибирск.—1983—42с.
4. Васильева В.А., Шумейко Н.С. Особенности структурных преобразований проекционных и ассоциативных областей коры большого мозга человека в постнатальном онтогенезе. //XVII Съезд физиологов России, Ростов-на-Дону, 1998.— С.10
5. Влияние учебной нагрузки и санитарно-гигиенических условий обучения на здоровье школьников.// Под редакцией .А.Г.Хрипковой — М.: Центр инноваций в педагогике, 1997, 112 стр.
6. Долман В.И.,Лыков А.А., Томачинская Л.П., Добровольская Н.А., Гуржеева Н.И. Изучение кардиогемодинамики у здоровых людей в состоянии покоя и после физической нагрузки/Юбилейный сборник научных работ, посвященный 45-летнему юбилею научной, педагогической и лечебной деятельности доктора медицинских наук, профессора Новиковой Раисы Ивановны / www.anest.dsmu.edu.ua/journal2000/number1/doloman.htm,
7. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. — М: Медицина, 1965.— 159 с.
8. Кмить Г.В. Функциональное состояние миокарда детей 6—11 лет в процессе развития и адаптации к учебной нагрузке: автореф.дисс...канд.биол.наук.— М.,1992.—18с.
9. Колесниченко С.М. Функциональное состояние миокарда левого желудочка у детей 7—12 лет (по данным эхо- и электрокардиографии): автореф.дисс...канд.биол.наук.—М.,1988.— 18с.

10. Мазо Р.Э. Электрокардиограммы здоровых детей.—Минск:Изд-во АН БССР, 1961.—198с.

11. Преснякова Н.М. Взаимосвязь сократительной функции миокарда с основными показателями гемодинамики у современных школьников 7—17 лет: автореф.дис...канд.биол.наук.—М.,1979.—24с.

12. Преснякова Н.М. Возрастные нормативы сократительной функции миокарда у учащихся 7—17 лет школы-интерната./ В кн.: Морфо-функциональные особенности растущего организма ребенка. М.,1978, с.20—23

13. Рублева Л.В. Развитие основных функций миокарда детей 7—15 лет, проживающих в различных экологических условиях: Дисс....канд.биол.наук.—М., 1999.—188 с.

14. Сидоренко Б.А., Суворов Ю.А. Функциональные пробы в кардиологии // Кардиология.—1991.—Т.31, №2.—С.5—8.

15. Тараканова Т.Д. Возрастные особенности морфо-функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у здоровых детей 7—14 лет: Автореф. дисс....канд.мед.наук. — Ростов-на-Дону, 1990. — 26с.

16. Тарасова О.В., Грибанов А.В. Фенотипическая изменчивость процессов деполаризации и реполяризации миокарда // Физическое воспитание и спортивная медицина на севере: Тез. докл. 11 научно-метод. конф., Архангельск, 1995.—Архангельск, 1995.—С.94—95.

17. Тупицын И.О, Андреева И.Г., Шарапов А.Н. с соавт. Вегетативная регуляция и состояние сердечно-сосудистой системы// Мат. Междунар. Конф. «Физиология развития человека». — М., 2000.—С. 427—428

18. Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников. — М.: Педагогика, 1985.—88с.

19. Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников: автореф.дис....д.м.н.—М., 1986.—42с.

20. Тупицын И.О. Развитие функций сердечно-сосудистой системы.— В кн.: Физиология развития ребенка. М.: Педагогика,1983, с.133—161

21. Фарбер Д.А., Бетелева Т.Г., Горев А.С., Дубровинская Н.В., Мачинская Р.И. Функциональная организация развивающегося мозга и формирование когнитивной деятельности//Физиология развития ребенка /Под ред. М.М.Безруких, Д.А.Фарбер, 2000.—С. 82—103

22. Цехмистренко Т.А., Васильева В.А., Шумейко Н.С. Структурные преобразования коры большого мозга и мозжечка человека в постнатальном онтогенезе//Физиология развития ребенка /Под ред. М.М.Безруких, Д.А.Фарбер, 2000.—С. 60—81

23. Ямпольская Ю.А. Физическое развитие школьников Москвы в последние десятилетия Педагогический марафон //http://bio.1september.ru/2005/14/2.htm

24. Brohet Christian Value of the electrocardiographic examination // Acta cardiol.— 1999.— 54, № 4.— С. 181—185.