

ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

Проведено комплексное обследование 322 школьников 7-17 лет, уроженцев Среднего Приобья. Установлено, что в обеих половых группах достоверный возрастной прирост систолического и диастолического давления происходил в 11-14 лет, а у девочек и в 15-17 лет. Достоверные различия по полу выявлены в показателях диастолического давления лишь в старшем школьном возрасте. Показатели индекса функциональных изменений укладывались в параметры удовлетворительной адаптации сердечно-сосудистой системы, кроме школьниц 15-17 лет, у которых этот показатель свидетельствовал о напряжении механизмов адаптации. Оптимальный эукинетический тип кровообращения имело 35% школьников, причем у мальчиков данный тип встречался на 2% чаще, чем у девочек. Основное число обследованных детей имело гиперкинетический тип кровообращения, при котором имеет место высокая активность симпатно-адреналовой системы.

Онтогенез человека характеризуется процессами интенсивных морфофункциональных перестроек как организма в целом, так и отдельных физиологических систем [3].

Уровень функционирования системы кровообращения является регулируемой величиной, постоянство которой поддерживается механизмами регуляции, путем изменения как межсистемных, так и внутрисистемных взаимодействий и взаимосвязей [1].

Известно, что здоровье детей является одним из наиболее чувствительных индикаторов, отражающих медико-экологическое благополучие, а экологические процессы – ведущими детерминантами здоровья [2]. В северных регионах субэкстремальные климато-географические условия не являются безразличными для детского организма. Одна из важнейших особенностей детского организма состоит в том, что он постоянно находится в состоянии роста и развития. Причем непосредственно перед переходом из одного периода жизни в другой количественные изменения достигают особой интенсивности.

Настоящее исследование проводилось на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югра. Обследовано 322 школьника в возрасте 7-17 лет, 1 и 2 групп здоровья, родившихся в 1-2 поколениях от выходцев из различных регионов России – уроженцы Среднего Приобья, постоянно проживающие в условиях сельской местности Сургутского района. Средние значения функциональных показателей сердечно-сосудистой системы школьников, уроженцев Среднего Приобья, представлены в таблице 1.

Анализ ЧСС выявил определенные изменения параметра в онтогенезе, которые у маль-

чиков и девочек в условиях Среднего Приобья происходят не всегда сопряженно: колебания в большую или меньшую сторону полностью не совпадали.

Установлено, что возрастное изменение ЧСС у мальчиков носило линейный характер. Так в период с 7-10 до 11-14 лет параметр снижался на 1,47 уд/мин и к 15-17 годам – еще на 1,62 уд/мин. У девочек к 11-14 годам отмечено повышение показателя на 3,25 уд/мин, а к 15-17 годам – снижение на 1,33 уд/мин.

В динамике изменения артериального давления выявлены следующие особенности: в обеих половых группах достоверный возрастной прирост систолического (АДС) и диастолического (АДД) давления происходил в 11-14 лет ($p < 0,001$), а у девочек и в 15-17 лет ($p < 0,05$ и $p < 0,001$ соответственно). Достоверные различия по полу выявлены в показателях АДД лишь в старшем школьном возрасте ($p < 0,01$).

Полученный нами материал позволил отметить, что пульсовое давление (ПД) с возрастом имело разную направленность в зависимости от пола обследуемых детей. В обеих половых группах с началом пубертата изучаемый показатель достоверно увеличивался у мальчиков на 12,88 мм рт.ст. ($p < 0,001$) и у девочек на 6,52 мм рт.ст. ($p < 0,01$). В возрасте 11-14 и 15-17 лет у школьников, уроженцев Среднего Приобья, наблюдался четкий половой диморфизм, выражающийся в достоверном превышении средних величин ПД у мальчиков ($p < 0,05$ и $p < 0,001$ соответственно).

Среднее артериальное давление (АДср) в группах мальчиков имело минимальное значение в младшем школьном возрасте и достоверно прирастало на 13,28 мм рт.ст. к 11-14

годам ($p < 0,001$) и к 15-17 годам – на 4,04 мм рт.ст. ($p < 0,05$). В группах девочек этот прирост составил 11,45 мм рт.ст. ($p < 0,001$) и 6,97 мм рт.ст. ($p < 0,001$) соответственно. В обеих половых группах школьников 11-17 лет АДср показало превышение возрастных норм (у мальчиков ханты в среднем на 11-17%; у девочек ханты на 13-19%). Следовательно, эффект экономизации кровообращения у школьников, уроженцев Среднего Приобья, несколько снижался с началом периода полового созревания.

Нами отмечено, что с возрастом как у мальчиков, так и у девочек в 11-14 лет происходил достоверный скачок двойного произведения (ДП) в сторону увеличения ($p < 0,001$ и $p < 0,001$ соответственно).

Анализ данных коэффициентов выносливости (КВ) и экономичности кровообращения (КЭК) свидетельствовал о закономерном уменьшении с возрастом первого показателя и повышении второго (табл. 2). С началом пубертата у девочек, уроженок Среднего Приобья, КЭК

имел наиболее низкие значения, чем в группах мальчиков, а в 15-17 лет эти различия носили достоверный характер ($p < 0,01$). Выявлено достоверное превышение КВ у девочек 11-14 ($p < 0,05$) и 15-17 лет ($p < 0,001$).

Уровень функционирования системы кровообращения по индексу функциональных изменений (ИФИ) обеспечил системный подход в количественной оценке уровня здоровья. ИФИ как комплексный, интегральный показатель отражает сложную структуру функциональных взаимосвязей, характеризующих уровень деятельности сердечно-сосудистой системы с учетом возрастных и весо-ростовых отношений [1].

Следует отметить, что средние значения показателя ИФИ у школьников, уроженцев Среднего Приобья, практически во всех половозрастных группах укладывались в параметры удовлетворительной адаптации сердечно-сосудистой системы, кроме школьниц 15-17 лет, у которых ИФИ свидетельствовал о напряжении механизмов адаптации. Было выявлено достоверное увеличение показателя ИФИ к 11-14

Таблица 1. Показатели периферического кровообращения и индекса функциональных изменений школьников, уроженцев Среднего Приобья ($M \pm m$)

Показатели	Мальчики	Девочки
7-10 лет (мальчики – n=49; девочки – n=52)		
Возраст, лет	8,47±0,14	8,62±0,13
ЧСС, уд/мин	82,76±1,82	81,56±1,67
АДС, мм рт. ст.	93,73±1,92	94,79±1,91
АДД, мм рт. ст.	59,63±1,33	58,94±2,05
ПД, мм рт. ст.	34,10±1,38	35,85±1,56
АДср, мм рт.ст.	74,19±1,46	74,25±1,84
ДП, у.е.	77,08±2,01	77,55±2,49
ИФИ, баллы	1,65±0,04	1,63±0,05
11-14 лет (мальчики – n=59; девочки – n=59)		
Возраст, лет	12,75±0,16	12,66±0,15
ЧСС, уд/мин	81,29±1,75	84,81±1,88
АДС, мм рт. ст.	114,39±1,89	109,98±2,03
АДД, мм рт. ст.	67,41±1,53	67,61±1,41
ПД, мм рт. ст.	46,98±1,45*	42,37±1,58
АДср, мм рт.ст.	87,47±1,53	85,70±1,51
ДП, у.е.	93,48±2,86	93,68±3,00
ИФИ, баллы	1,98±0,05	1,97±0,05
15-17 лет (мальчики – n=51; девочки – n=52)		
Возраст, лет	15,71±0,11	15,71±0,11
ЧСС, уд/мин	79,67±2,00	83,48±1,72
АДС, мм рт. ст.	118,75±1,61	115,12±1,39
АДД, мм рт. ст.	71,22±1,23	75,94±1,23**
ПД, мм рт. ст.	47,53±1,58***	39,17±1,44
АДср, мм рт.ст.	91,51±1,17	92,67±1,09
ДП, у.е.	94,54±2,64	96,02±2,24
ИФИ, баллы	2,11±0,05	2,14±0,04

Примечание: достоверность различий по полу - * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

годам у девочек ($p < 0,001$) и мальчиков ($p < 0,001$) и к 15-17 годам у девочек ($p < 0,01$). С возрастом процентное соотношение школьников с удовлетворительным уровнем адаптации неуклонно снижалось за счет прироста числа детей с напряжением механизмов адаптации. Школьников, уроженцев Среднего Приобья, с неудовлетворительной адаптацией и ее срывом нами не выявлено (табл. 3).

Принципу поддержания постоянства уровня функционирования системы кровообращения соответствуют представления о миокардиально-гемодинамическом гомеостазе, который определяется притоком крови к сердцу и ее расходом, определенными функциональными возможностями миокарда и периферическим сосудистым сопротивлением [1]. Средние значения функциональных показателей центральной гемодинамики школьников, уроженцев Среднего Приобья, представлены в таблице 4.

Показатели систолического объема крови (СО) в возрасте 7-10 лет в обеих половых группах оценивались минимальными значениями. Следует отметить, что в 15-17 лет величина СО у мальчиков была достоверно выше, чем в группе девочек ($p < 0,001$). За весь рассматриваемый

период (7-17 лет) СО увеличился на 14,17 мл у девочек и на 22,92 мл у мальчиков, причем наибольший достоверный прирост показателя наблюдался в 11-14 лет ($p < 0,001$, соответственно), а в группе мальчиков и в 15-17 лет ($p < 0,001$).

У 7-10-летних школьников величина минутного объема крови (МОК) оценивалась минимальными значениями. В процессе роста в обеих половых группах показатели МОК плавно возрастали. Это увеличение носило достоверный характер в 11-14 лет у девочек ($p < 0,001$) и мальчиков ($p < 0,001$), а в 15-17 лет – у мальчиков ($p < 0,05$). Достоверных половых различий по обсуждаемому параметру нами выявлено не было, однако величина МОК у девочек в 7-14 лет превышала, а в 15-17 лет была ниже таковой у мальчиков.

Расчеты общего периферического сопротивления (ОПСС) показали, что в период с 7-10 до 15-17 лет у школьников показатель снижался на 323,11-238,84 $\text{дин} \cdot \text{с}/\text{см}^5$, находясь в пределах нормальных значений.

Величина удельного периферического сопротивления сосудов (УПСС) у девочек была достоверно выше таковой – мальчиков в 15-17 лет ($p < 0,05$). В 11-14 лет показатель снижался

Таблица 2. Коэффициенты выносливости и экономичности кровообращения школьников, уроженцев Среднего Приобья ($M \pm m$)

Показатель	Мальчики	Девочки
7-10 лет (мальчики – n=49; девочки – n=52)		
Возраст, лет	8,47±0,14	8,62±0,13
КВ, у.е.	2,69±0,17	2,60±0,19
КЭК, у.е.	2771,96±105,78	2934,85±147,86
11-14 лет (мальчики – n=59; девочки – n=59)		
Возраст, лет	12,75±0,16	12,66±0,15
КВ, у.е.	1,85±0,08	2,18±0,10*
КЭК, у.е.	3819,27±145,08	3598,85±158,17
15-17 лет (мальчики – n=51; девочки – n=52)		
Возраст, лет	15,71±0,11	15,71±0,10
КВ, у.е.	1,80±0,09	2,31±0,12***
КЭК, у.е.	3745,53±133,07**	3238,71±115,09

Примечание: достоверность различий по полу - * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

Таблица 3. Оценка адаптационных возможностей школьников, уроженцев Среднего Приобья, по индексу функциональных изменений, %

Возраст, лет	Пол	N	Удовлетворит. адаптация	Напряжение мех. адаптации	Неуд. адаптация и ее срыв
7-10	Д	52	86,54	13,46	-
	М	49	91,84	8,16	-
11-14	Д	59	66,10	33,90	-
	М	59	62,71	37,29	-
15-17	Д	52	51,92	48,08	-
	М	51	50,98	49,02	-

в обеих половых группах ($p < 0,01$), а у мальчиков и в 15-17 лет ($p < 0,05$). В младшем школьном возрасте УПСС было ниже нормальных значений у мальчиков на 57%, у девочек – на 49%; в среднем школьном возрасте – на 72% как у мальчиков, так и у девочек и в старшем школьном возрасте – на 77% и 74% соответственно.

Наши данные показали, что наиболее высокие показатели ударного индекса (УИ) в обеих половых группах были характерны для 7-10-летних школьников. С возрастом УИ снижался, а у девочек 11-14 и 15-17 лет этот процесс носил достоверный характер ($p < 0,01$ и $p < 0,05$ соответственно) (табл. 5).

Средние значения СИ во всех половозрастных группах 7-10 и 11-14-летних школьников соответствовали гиперкинетическому типу кровообращения (ГрТК). Для 15-17-летних школьников был характерен эукинетический тип кровообращения (ЭТК). При проведении персонального анализа было установлено, что оптимальный эукинетический тип кровообращения имело 35% школьников, причем у мальчиков данный тип встречался на 2% чаще, чем у девочек. Основное число обследованных детей имело гиперкинетический тип кровообращения (рис. 1).

При данном типе кровообращения имеет место высокая активность симпато-адреналовой системы.

Таблица 4. Функциональные показатели центральной гемодинамики школьников, уроженцев Среднего Приобья ($M \pm m$)

Показатель	Мальчики	Девочки
7-10 лет (мальчики – n=49; девочки – n=52)		
Возраст, лет	8,47±0,14	8,62±0,13
СО, мл	48,37±1,23	50,13±1,84
МОК, мл/мин	3968,21±107,89	4084,68±169,60
ОПСС, дин·с/см ⁻⁵	1583,34±79,25	1758,73±172,82
УПСС, у.е.	15,21±0,79	17,86±1,83
11-14 лет (мальчики – n=59; девочки – n=59)		
Возраст, лет	12,75±0,16	12,66±0,15
СО, мл	63,83±1,40	61,14±1,23
МОК, мл/мин	5159,87±140,42	5172,72±143,31
ОПСС, дин·с/см ⁻⁵	1433,27±60,66	1386,32±47,54
УПСС, у.е.	9,75±0,45	9,84±0,37
15-17 лет (мальчики – n=51; девочки – n=52)		
Возраст, лет	15,71±0,11	15,71±0,10
СО, мл	71,29±1,32***	64,30±1,31
МОК, мл/мин	5635,51±143,81	5336,93±127,56
ОПСС, дин·с/см ⁻⁵	1344,50±41,88	1435,62±42,60
УПСС, у.е.	8,02±0,37*	8,99±0,27

Примечание: достоверность различий по полу - * - $p < 0,05$, ** - $p < 0,01$, *** - $p < 0,001$

Таблица 5. Индексы гемодинамики школьников, уроженцев Среднего Приобья ($M \pm m$)

Показатель	Мальчики	Девочки
7-10 лет (мальчики – n=49; девочки – n=52)		
Возраст, лет	8,47±0,14	8,62±0,13
УИ, мл/м ²	46,70±1,31	50,67±2,10
СИ, л/мин м ²	3,86±0,13	4,10±0,17
ИК, мл/кг мин	137,74±5,92	151,31±7,18
11-14 лет (мальчики – n=59; девочки – n=59)		
Возраст, лет	12,75±0,16	12,66±0,15
УИ, мл/м ²	43,82±1,45	43,76±1,31
СИ, л/мин м ²	3,54±0,13	3,69±0,13
ИК, мл/кг мин	108,12±5,04	114,00±5,03
15-17 лет (мальчики – n=51; девочки – n=52)		
Возраст, лет	15,71±0,11	15,71±0,10
УИ, мл/м ²	43,29±2,61	40,44±1,01
СИ, л/мин м ²	3,37±0,16	3,36±0,09
ИК, мл/кг мин	90,54±3,06	96,14±3,28

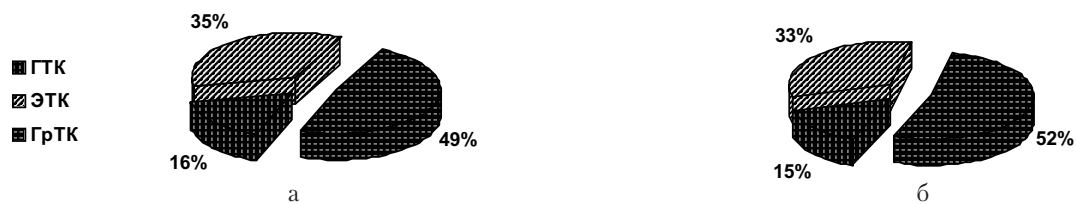


Рисунок 1. Удельный вес типов кровообращения у мальчиков (а) и девочек (б), уроженцев Среднего Приобья, 7-17 лет, %

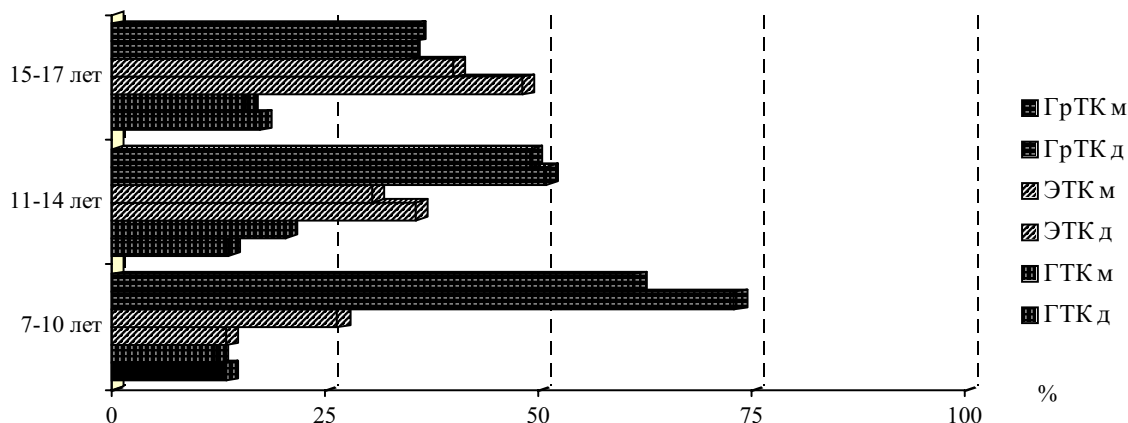


Рисунок 2. Удельный вес типов кровообращения у мальчиков и девочек, уроженцев Среднего Приобья, в различные возрастные периоды (%)

Нами был отмечен тот факт, что с возрастом число детей с менее благоприятным гиперкинетическим типом кровообращения снижалось за счет увеличения доли детей с более благоприятным эукинетическим (рис. 2).

Таким образом, состояние гемодинамики у относительно здоровых детей школьного возраста, родившихся и постоянно проживающих в климатических условиях Среднего Приобья, характеризуется повышением систолического и минутного объема крови, снижением общего и периферического сопротив-

ления сосудов с возрастом. Полученные результаты свидетельствуют о том, что возрастной процесс формирования сердечно-сосудистой системы, происходящий в специфических климатических условиях севера, сопровождается в младшем и среднем школьном возрасте уменьшением резервов физиологических возможностей кровообращения, так как сердце работает в наименее экономичном режиме и диапазон компенсаторных возможностей при гиперкинетическом типе кровообращения ограничен.

Список использованной литературы:

1. Агаджанян Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
2. Келлер А.А. Медицинская экология / А.А. Келлер, В.А. Кувакин. – СПб.: Petros, 1999. – 226 с.
3. Тупицын И.О. Развитие системы кровообращения / И.О. Тупицын, И.Г. Андреева, В.Н. Безобразова и др. // Физиология развития человека: теоретические и прикладные аспекты. – М.: Изд-во НПО «от А до Я», 2000. – С.148-166.