

УДК [611.127:616-053.7](571.1)+572

КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ДЕВУШЕК ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

© 2017 г. О. В. Филатова, И. Ю. Воронина, И. П. Третьякова, М. С. Велигор, *А. О. Ковригин

Алтайский государственный университет,

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

Для изучения конституциональных особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма девушек 16–17 лет оценивали длину тела и ноги, трохантерный индекс (ТИ), а также показатели артериального давления и частоты пульса, временные показатели кардиоритмограммы. У испытуемых максимально представлен патологический тип возрастной эволюции со значениями $ТИ \leq 1,85$, 25 % испытуемых имеют нормальные значения индекса либо незначительно отклоняющиеся от нормальных. Среди длинноногих девушек с низкими значениями ТИ был выше (44 %) удельный вес лиц с преобладанием влияния симпатической нервной системы на сердечный ритм. Показатель активности регуляции системы у них соответствовал уровню функционального напряжения ($3,5 \pm 0,55$). Среди девушек со средними и высокими значениями ТИ на уровне тенденции возрастала доля лиц (60–67 %), характеризующихся балансом симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм. С помощью конституционального подхода нами были выявлены группы девушек, склонных к гипертензии. У лиц с крайними (как низкими, так и высокими) значениями ТИ и преобладанием влияния на сердечный ритм и симпатического, и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы существует высокий риск формирования с возрастом артериальной гипертензии вследствие повышенного тонуса периферических сосудов и минутного объема кровотока.

Ключевые слова: эволютивный соматотип, трохантерный индекс, сердечно-сосудистая система, вариабельность сердечного ритма, показатель активности регуляции системы.

CONSTITUTIONAL PECULIARITIES OF VEGETATIVE REGULATION OF HEART RATE IN GIRLS FROM WEST SIBERIA

O. V. Filatova, I. Yu. Voronina, I. P. Tretyakova, M. S. Veligor, *A. O. Kovrigin

Altai State University, Barnaul

*Institute for Water and Environmental Problems Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Barnaul, Russia

To study the constitutional peculiarities of vegetative regulation of cardiac rhythm in 16–17 year girls, their body and leg length, trochanter index, blood pressure, pulse frequency and temporal indicators of cardiorythmography were taken. A pathological type of age evolution with a trochanter index of ≤ 1.85 was manifested at most; 25 % of surveyed persons had a normal (or slightly deviating from the normal) trochanter index. Among long-legged girls with a low trochanter index, the predominance of the sympathetic nervous system influence on heart rate occurred more frequent. Here, the regulation activity value was consistent with the level of functional tension ($3,5 \pm 0,55$). Among the girls with a medium and high trochanter index, there was a tendency for a balance of sympathetic and parasympathetic influence on heart rhythm. Using the constitutional approach, we identified the groups of girls prone to hypertension. The persons with extreme values (both low and high) and dominated effects of sympathetic and parasympathetic system on heart rate have a high risk of developing arterial hypertension with age due to the increased peripheral vascular tone and minute volume of blood flow.

Keywords: evolution somatotype, trochanter index, cardiovascular system, heart rate variability, indicator of system regulation activity

Библиографическая ссылка:

Филатова О. В., Воронина И. Ю., Третьякова И. П., Велигор М. С., Ковригин А. О. Конституциональные особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у девушек Западной Сибири // Экология человека. 2017. № 2. С. 3–9.

Filatova O. V., Voronina I. Yu., Tretyakova I. P., Veligor M. S., Kovrigin A. O. Constitutional Peculiarities of Vegetative Regulation of Heart Rate in Girls from West Siberia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 2, pp. 3–9.

К настоящему времени накопились многочисленные данные о влиянии окружающей среды на параметры физического развития [5–8, 14] лиц подросткового и юношеского возраста. В процессе онтогенеза под влиянием факторов среды и наследственности формируется конституциональный тип возрастной эволюции организма [5], который характеризуется трохантерным индексом (ТИ). При оптимальных значениях факторов окружающей среды ТИ принимает среднее значение или несущественно отклоняется от него. Под действием неблагоприятных факторов среды индекс значительно отклоняется от средних значений — формируются дисэволютивный и патологический

типы конституции человека [5, 16, 17]. В районах, где имелось химико-токсическое загрязнение, наблюдалась тенденция уменьшения ТИ и формирование дисэволютивного и патологического эволютивных типов конституции, которые проявляются длинноногостью у девушек и женщин [11, 12, 17]. Изучение особенностей функциональной адаптации девушек с разными эволютивными соматотипами, проживающих в экологически неблагоприятных условиях высокоурбанизированного города с выраженными техногенными и промышленными воздействиями — г. Барнаула Алтайского края [4], позволяет научно обоснованно прогнозировать негативные реакции организма на

внешние воздействия. В связи с чем целью нашей работы явилось изучение особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма у девушек с различными эволютивными типами конституции.

Методы

Нами проведено поперечное исследование 200 девушек — школьниц 16–17 лет, европеоидов, жителей Алтайского края весной 2015 года. От всех участников исследования было получено информированное согласие на участие в исследовании.

При антропометрических исследованиях руководствовались правилами [18]. Для решения поставленных задач измеряли длину тела (ДТ, см) и ноги (ДН, см) ростометром. Для характеристики пропорций тела рассчитывался ТИ по формуле: $ТИ = ДТ/ДН$, который характеризует тип возрастной эволюции человека (менее 1,85 — патологический, 1,86–1,91 — дисэволютивный, 1,92–1,94 — гипозэволютивный, 1,95–2,0 — нормозэволютивный, 2,01–2,03 — гиперэволютивный, 2,04–2,08 — дисэволютивный, более 2,09 — патологический тип [цит. по: 17]).

В состоянии покоя регистрировали кардиоритмограмму. Для записи и обработки ритмограмм использовали программно-аппаратный комплекс «Ритм-РС». Кардиоритмограммы записывались после пяти минут отдыха в положении лежа. Анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) осуществлялся с соблюдением алгоритмических стандартов и методических рекомендаций [1]. Для решения поставленных задач определяли временные показатели сердечного ритма (СР): среднюю продолжительность интервалов (RRNN, мс), Мо — моду; АМо — амплитуду моды; ВР — вариационный размах; ИН — индекс напряжения. Характеристика исходного вегетативного тонуса (ИВТ) рассчитывалась на основании нормативных данных ВР, АМо, Мо, ИН, предложенных А. Р. Галеевым и Л. Н. Игишевой [10]. Наряду с основными характеристиками ВСР оценивался показатель активности регуляторных систем (ПАРС). Он вычислялся по специальному алгоритму, его значение выражалось в баллах от 0 до 10 [2].

Измерение систолического (САД), диастолического (ДАД) артериального давления и частоты пульса (принимали равной частоте сердечных сокращений — ЧСС) проводили электронным тонометром «Отгоп» с цифровой регистрацией показателей. Среднее динамическое артериальное давление (СДД) определяли по формуле Хикема ($СДД = ДАД + (САД - ДАД)/3$). Ударный объем (УО) оценивали непрямым методом по формуле Старра ($УО = 90,97 + (0,54 \times ПД) - (0,57 \times ДАД) - (0,61 \times \text{Возраст})$). Величину общего периферического сопротивления (ОПСС) рассчитывали по формуле Пуазейля ($ОПСС = 1\,330 \times 60 \times (СДД / МОК)$). Минутный объем кровообращения (МОК) определяли как произведение УО на ЧСС. Исследование соответствовало стандартам Хельсинкской декларации 1975 года в пересмотре 1983-го.

Статистическая обработка материала осуществлялась с использованием программных продуктов SPSS

20.0 фирмы IBM for Windows. Количественные признаки, имеющие нормальное распределение, представлены в виде средней арифметической (М), среднеквадратического отклонения (SD), стандартной ошибки (SE), 95 % доверительного интервала (95 % CI); величины с отличным от нормального распределением — в виде медианы (Me) и перцентильного ранжирования (25 и 75 перцентили). Выборки данных проверяли на нормальность распределения, для чего был использован критерий Колмогорова — Смирнова при $p < 0,05$. Для сравнения трех независимых групп с нормальным распределением использовали однофакторный дисперсионный анализ, для сравнения двух независимых групп с ненормальным распределением — двухвыборочный критерий Манна — Уитни. Различия значений исследуемых параметров считали статистически значимыми при 95 % пороге вероятности ($p < 0,05$). Для определения статистической значимости различий между долями использовался критерий χ^2 Пирсона.

Результаты

Ранее нами показано [9], что в возрасте 16–17 лет девушки — жительницы г. Барнаула характеризуются окончанием развития ростовых процессов и достижением основных размерных признаков дефинитных величин. С помощью ТИ был определен конституциональный тип возрастной эволюции у испытуемых. Нормальные значения ТИ либо незначительно отклоняющиеся от нормальных (гипозэволютивный, нормозэволютивный и гиперэволютивный типы) имеют 25 % испытуемых (табл. 1). Максимально представлен патологический тип возрастной эволюции со значениями $ТИ \leq 1,85$. Средняя величина ТИ составила $1,89 \pm 0,007$.

Таблица 1
Распределение типов возрастной эволюции, n (%)

Патологический	Дисэволютивный	Гипозэволютивный	Нормозэволютивный	Гиперэволютивный	Дисэволютивный	Патологический
78 (39)	42 (21)	10 (5)	22 (11)	18 (9)	4 (2)	26 (13)

Предварительная обработка данных позволила выделить три более или менее однородные группы по показателям ТИ и ВСР: 1 — со значениями $ТИ < 1,91$ (патологический и дисэволютивный соматотипы); 2 — со значениями $ТИ 1,92 \div 2,03$ (гипозэволютивный, нормозэволютивный и гиперэволютивный); 3 — со значениями $ТИ > 2,03$ (дисэволютивный и патологический). Поскольку для сравнения ряда параметров ВСР требуется, чтобы группы были равночисленны, в каждой группе с помощью датчика случайных чисел (MS Excel 2007) было выбрано по 30 человек (по количеству испытуемых в самой малочисленной группе со значениями $ТИ > 2,03$).

Получены средние значения параметров артериального давления и сердечного ритма, характер распределения которых в большинстве случаев соответствовал нормальному типу (табл. 2). Анализ вегетативного обеспечения СР демонстрирует статистически значимые различия между группами по

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики у девушек с различными эволютивными конституциональными типами

Показатель	Группы	N	M	SD	SE	95% CI	Min	Max	p
RRNN, мс	1	30	0,85	0,096	0,017	0,82–0,89	0,64	1,03	
	2	30	0,88	0,106	0,019	0,84–0,92	0,63	1,03	
	3	30	0,88	0,095	0,017	0,84–0,92	0,68	1,03	
Мо	1	30	0,85	0,102	0,018	0,82–0,89	0,64	1,00	
	2	30	0,87	0,118	0,021	0,82–0,91	0,64	1,04	
	3	30	0,87	0,109	0,020	0,83–0,91	0,68	1,04	
Амо	1	30	41,3	16,96	3,09	35,4–47,2	19,0	87,5	1–2=0,065
	2	30	35,0	10,71	1,96	31,0–39,0	19,0	56,3	1–3=0,042
	3	30	34,4	10,79	1,97	30,4–38,4	19,0	63,0	
ВР	1	30	0,16	0,078	0,014	0,14–0,19	0,040	0,40	1–2=0,009
	2	30	0,22	0,093	0,017	0,19–0,26	0,080	0,48	1–3=0,005
	3	30	0,23	0,092	0,017	0,19–0,26	0,080	0,48	
ЧСС, уд/мин	1	30	71,4	8,67	1,88	68,3–74,4	58,0	90,0	
	2	30	69,4	9,53	1,74	65,8–73,0	58,0	92,0	
	3	30	68,9	8,18	1,49	65,9–72,0	58,0	89,0	
САД, мм рт. ст.	1	30	107,5	10,92	1,99	103,7–111,3	88,0	129,0	
	2	30	106,0	4,53	0,83	104,3–107,7	99,0	113,0	
	3	30	107,4	6,11	1,12	105,1–109,7	99,0	120,0	
ДАД, мм рт. ст.	1	30	74,0	8,57	1,56	71,0–77,0	62,0	107,0	
	2	30	72,0	6,19	1,13	69,7–74,3	58,0	81,0	
	3	30	72,8	6,57	1,20	70,3–75,2	58,0	87,0	
МОК, л/мин	1	30	4,05	0,58	0,10	3,92–4,33	3,19	5,88	
	2	30	4,04	0,69	0,13	3,78–4,30	3,15	5,61	
	3	30	4,01	0,61	0,11	3,77–4,23	3,15	5,41	
ОПСС, $\text{дин} \times \text{с} \times \text{см}^{-5}$	1	30	2116,1	231,88	40,36	1579,8–1744,3	1129,3	2229,2	
	2	30	2094,7	318,21	58,10	1577,3–1814,9	1122,2	2229,2	
	3	30	2138,7	296,88	54,20	1609,9–1831,7	1122,2	2229,2	
ИН, у. е.			Me			$Q_{25} - Q_{75}$			
	1	30	134,2			76,9–213,5	29,7	579,04	1–2=0,059
	2	30	115,2	78,45	14,32	85,9–144,5	29,7	329,9	1–3=0,028
	3	30	97,3			52,3–134,9	29,7	579,0	

показателям АМо, ВР и ИН. Высокие значения ИН в первой группе указывают на преобладание влияния симпатической нервной системы (СНС) на СР. Оценка влияния вегетативной нервной системы на СР по показателям ВР, АМо, Мо, ИН [10] продемонстрировало преобладание влияния СНС на СР у 44 % (N = 13) испытуемых в первой группе (рис. 1). Количество испытуемых с преобладанием влияния СНС на СР статистически значимо снижалось во второй ($N_2 = 4$) и третьей ($N_3 = 3$) группах (см. рис. 1, табл. 3). На уровне тенденции либо выраженной тенденции (см. табл. 3) возрастал удельный вес лиц, характеризующихся балансом симпатических и парасимпатических влияний на СР, во второй (N = 20) и третьей (N = 18) группах по сравнению с первой (см. рис. 1). Доля лиц с преобладанием парасимпатических влияний на СР возрастала во второй (N = 6) и третьей (N = 9) группах по сравнению с первой (N = 4), в третьей группе – на уровне тенденции (см. рис. 1, табл. 3). Значения критерия χ^2 и уровень значимости сравнения разности по долям приведены в табл. 3.

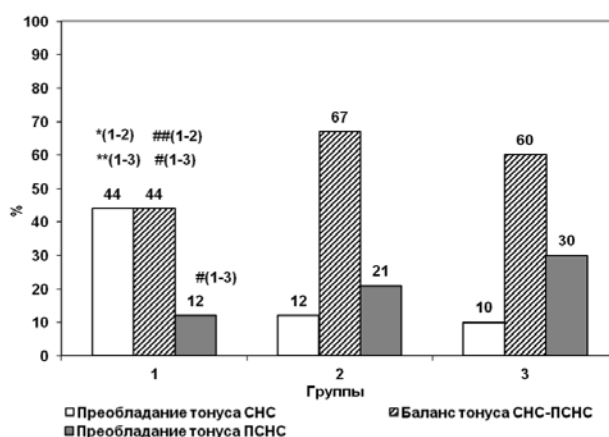


Рис. 1. Распределение испытуемых с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в зависимости от типа возрастной эволюции

Примечания: для рис. 1–5 группы 1 – девушки со значениями ТИ < 1,91; 2 – со значениями ТИ $1,92 \div 2,03$; 3 – со значениями ТИ > 2,03; статистически значимые различия между группами: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$; различия между группами на уровне выраженной тенденции ## – $p < 0,1$, на уровне тенденции # – $p < 0,2$.

Таблица 3

Результаты сравнения разности по долям испытуемых с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в зависимости от типа возрастной эволюции (к рис. 1)

Сравниваемые группы	Преобладание влияния СНС			Баланс влияния СНС – ПСНС			Преобладание влияния ПСНС		
	χ^2	df	p	χ^2	df	p	χ^2	df	p
1–2	6,538	1	0,011	3,245	1	0,072	0,472	1	0,492
1–3	8,831	1	0,004	1,641	1	0,200	2,414	1	0,120
2–3	0,159	1	0,690	0,282	1	0,595	0,787	1	0,375

Повышение симпатической активности в первой группе проявлялось статистически значимым повышением ЧСС (рис. 2) и МОК (рис. 3), САД и ДАД (рис. 4) во всех изученных группах. В нашем исследовании показано, что регуляция центральной гемодинамики лиц с преобладанием парасимпатических влияний второй и третьей групп (с нормальными и высокими значениями ТИ) осуществляется преимущественно за счет повышенного тонуса периферических сосудов, о чем свидетельствует более высокое ОПСС (рис. 5). У лиц первой группы с

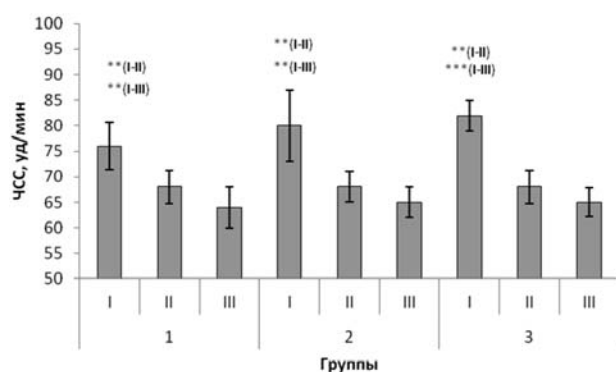


Рис. 2. Показатели частоты сердечных сокращений у лиц с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в группах с разным типом возрастной эволюции (М, 95 % CI).

Примечание: для рис. 2–5 группы I – с преобладанием влияния симпатической нервной системы на сердечный ритм, II – характеризующаяся балансом симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм, III – с преобладанием влияния парасимпатической нервной системы на сердечный ритм; статистически значимые различия между группами: * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

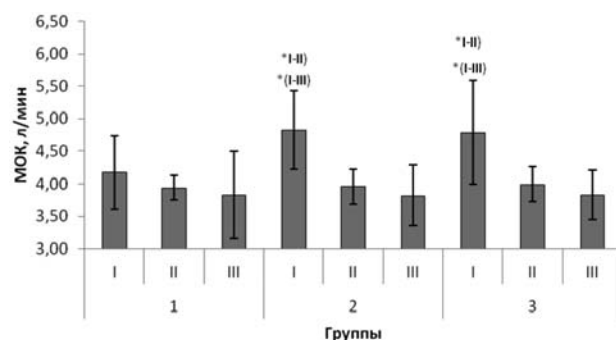


Рис. 3. Показатели минутного объема кровотока у лиц с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в группах с разным типом возрастной эволюции (М, 95 % CI).

Примечание. Статистически значимые различия между группами: * – $p < 0,05$.

повышенным влиянием СНС на СР показаны самые высокие значения ОПСС (см. рис. 5) по сравнению со всеми остальными группами, хотя различия и не были статистически значимыми. Очевидно, совместно с повышенным МОК высокое ОПСС создает условия для повышения АД у симпатотоников первой группы (см. рис. 4). Повышенное артериальное давление у лиц с преобладанием влияний СНС на СР второй и третьей групп было обусловлено повышенным МОК (см. рис. 3), а не ОПСС (см. рис. 5).

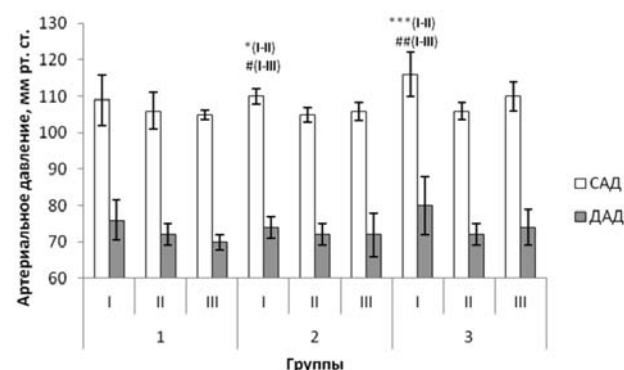


Рис. 4. Показатели артериального давления у лиц с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в группах с разным типом возрастной эволюции (М, 95 % CI).

Примечания: статистически значимые различия между группами: * – $p < 0,05$, *** – $p < 0,001$; различия между группами на уровне выраженной тенденции ## – $p < 0,1$, на уровне тенденции # – $p < 0,2$.

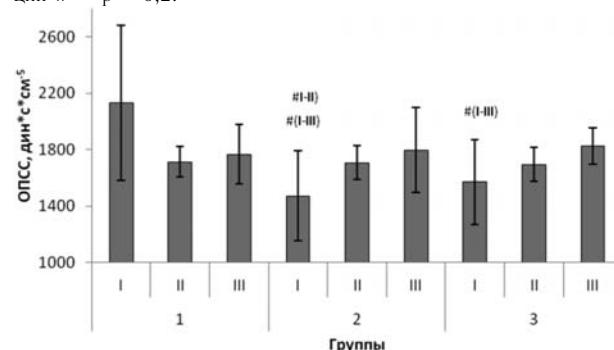


Рис. 5. Показатели общего периферического сопротивления сосудов у лиц с разными типами вегетативной регуляции сердечного ритма в группах с разным типом возрастной эволюции (М, 95 % CI).

Примечание. Различия между группами на уровне тенденции # – $p < 0,2$.

У лиц, характеризующихся балансом симпатических и парасимпатических влияний независимо от величины ТИ, отмечен нормотонический тип регуляции. Он считается оптимальным в обеспечении функционирования сердечно-сосудистой системы: при нем в регуляции центральной гемодинамики участвуют и сердечный, и сосудистый компоненты, о чем свидетельствуют промежуточные значения МОК (см. рис. 3) и общего периферического сопротивления (см. рис. 5).

Обсуждение результатов

С помощью ТИ был определен конституциональный тип возрастной эволюции у девушек 16–17

лет — жительниц г. Барнаула. Нами показано, что в условиях высокоурбанизированного города с выраженными техногенными и промышленными воздействиями у 39 % девушек $ТИ \leq 1,85$. Величина $ТИ \leq 1,85$ соответствует отклонению $M-3SD$, что характеризует показатель как «очень низкий». При сопоставлении оценки антропометрических данных параметрическим и непараметрическим (центильным) методами отклонение $-3SD$ соответствует зоне ниже 3-го центиля [18]. Следовательно, в изученной выборке лиц со значениями $ТИ \leq 1,85$ должно быть не более 3 %. Полученные нами данные еще раз подтвердили результаты А. А. Щанкина и А. В. Каверина [16], показавших, что под действием неблагоприятных факторов среды $ТИ$ значительно отклоняется от средних значений [16]. Наши данные также воспроизвели ранее полученные результаты исследования эволютивного соматотипа девушек в г. Барнауле [12].

Из полученных нами данных следует, что эволютивный тип конституции связан с физиологическими функциями и процессом адаптации — были выявлены группы девушек, склонных к гипертонии. У лиц с крайними значениями $ТИ$ (как низкими, так и высокими) существует высокий риск формирования с возрастом артериальной гипертензии вследствие либо длительно повышенного тонуса периферических сосудов [15], либо повышенного МОК. Полученные нами данные не согласуются с результатами А. А. Щанкина и А. В. Каверина [16], исследовавших функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у лиц с различным типом возрастной эволюции. С помощью конституционального подхода авторами [16] были выявлены группы девушек, склонных к гипертонии

и гипотонии: при патологическом и дисэволютивным типам конституции имелась тенденция к повышению артериального давления, а при патологическом типе — к понижению. Несовпадение наших данных с результатами [16] также может быть связано с тем, что среди испытуемых — жительниц Мордовии часто встречались испытуемые со значениями $ТИ > 2,0$, т. е. коротконогие девушки, и гораздо реже — со значениями $ТИ < 1,94$.

Полученные нами данные хорошо объяснимы возрастными изменениями влияния отделов вегетативной нервной системы на ВСР. В ряде работ показано усиление влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы с возрастом в промежутке от 7 до 17 лет [3, 13, 19]. В возрасте 15–16 лет выявлена стабилизация регуляции СР, что позволило авторам сделать заключение о завершении адаптационных перестроек и формировании оптимальной регуляции к этому этапу онтогенеза [3]. Иными словами, чем младше ребенок, тем сильнее влияние СНС на СР [3, 13]. Более высокий удельный вес лиц с преобладанием влияния СНС на ВСР, более низкий — лиц, у которых наблюдался баланс влияния СНС — ПСНС на СР в группе испытуемых с низкими значениями $ТИ$ (см. рис. 1), позволяет нам сделать предположение о несоответствии календарного и биологического возрастов в этой группе испытуемых — девушки, характеризующиеся длинноногостью, имеют меньший биологический возраст по сравнению со сверстницами, у которых оптимальное соотношение длины тела и длины ноги. Реально это означает сниженные функциональные возможности сердца и более высокую «физиологическую стоимость» обучения. Это подтверждается значениями ПАРС, соот-

Таблица 4

Показатели активности регуляции системы у девушек с различными эволютивными конституциональными типами

Группы		N	M	SD	SE	95% CI	Min	Max	p
1	I	13	3,53	2,133	0,550	2,35–4,71	1,00	6,00	I–II<0,001 I–III<0,001 II–III<0,001
			Me			$Q_{25}-Q_{75}$			
	II	13	1,0			1,0–1,0	0,00	2,00	
	III	4	-1,0	0,816	0,408	-2,29–0,29	-2,00	0,00	
			Me			$Q_{25}-Q_{75}$			
	Σ	30	1,0			1,0–4,0	-2,00	6,00	1–2<0,001
2	I	4	1,0			1,00–1,00	1,00	1,00	I–II=0,003 I–III<0,006 II–III=0,041
	II	20	0,0			0,0–0,0	-2,00	1,00	
	III	6	-1,14	1,069	0,404	-2,13–-0,15	-3,00	0,00	
			Me			$Q_{25}-Q_{75}$			
		Σ	30	0,0			-1,0–0,0	-3,00	1,00
3	I	3	3,66	1,527	0,881	-0,13–7,46	2,00	5,00	I–II<0,001 I–III=0,012 II–III<0,001
			Me			$Q_{25}-Q_{75}$			
	II	18	0,00			0,0–0,0	-1,00	1,00	
	III	9	-2,37	0,916	0,323	-3,14–-1,61	-4,00	-1,00	
		Σ	30	-0,27	1,855	0,338	-0,96–0,43	-4,00	5,00

Примечание. Группы 1 — девушки со значениями $ТИ < 1,91$; 2 — со значениями $ТИ 1,92 \div 2,03$; 3 — со значениями $ТИ > 2,03$; группы I — с преобладанием влияния симпатической нервной системы на сердечный ритм, II — характеризующаяся балансом симпатических и парасимпатических влияний на сердечный ритм, III — с преобладанием влияния парасимпатической нервной системы на сердечный ритм.

ветствующими уровнем умеренного функционального напряжения регуляторных систем (3–5 [2]) у девушек с преобладанием влияния СНС на СР первой и третьей групп. Суммарное значение ПАРС в первой группе статистически значимо выше по сравнению со второй и третьей (см. табл. 4). Для окончательного подтверждения данного мнения требуется провести аналогичное исследование в возрастных группах с 18–20 лет.

В целом анализ особенностей вегетативной регуляции СР у девушек с различными эволютивными типами конституции продемонстрировал, что при средних и незначительно отклоняющихся значениях ТИ (гипоэволютивный, нормэволютивный и гиперэволютивный типы) наблюдаются оптимальные функциональные показатели сердечно-сосудистой системы и хорошие адаптационные возможности организма. При крайних значениях индекса отмечаются статистически значимые изменения функциональных свойств организма и снижение его адаптационных возможностей. В то же время нам удалось подтвердить данные литературы о том, что уменьшение ТИ свидетельствует о замедленном половом развитии [14], с которым тесно связано физическое развитие. Все это позволяет заключить, что урбанизированная среда негативно влияет на организм девочек через формирование дисэволютивного и патологического конституциональных типов возрастной эволюции с низкими значениями ТИ.

В результате исследования нами впервые получены сведения о влиянии вегетативной нервной системы на СР девушек с различным эволютивным типом конституции. Среди длинноногих девушек с низкими значениями ТИ была выше доля лиц с преобладанием влияния симпатической нервной системы на СР. Показатель активности регуляции системы у них соответствовал уровню умеренного функционального напряжения. Среди девушек со средними и высокими значениями ТИ на уровне тенденции возрастала доля лиц, характеризующихся балансом симпатических и парасимпатических влияний на СР. С помощью конституционального подхода нами были выявлены группы девушек, склонных к гипертонии. У лиц с крайними (как низкими, так и высокими) значениями ТИ и преобладанием влияния на СР и симпатического, и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы существует высокий риск формирования с возрастом артериальной гипертензии вследствие повышенного тонуса периферических сосудов и минутного объема кровотока.

Список литературы

1. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В., Гаврилушкин А. П., Довгалецкий И. Я., Кукушкин Ю. А., Миронова Т. Ф., Прилуцкий Д. А., Семенов Ю. Н., Федоров В. Ф., Флейшман А. Н., Медведев М. М. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65–87.

2. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 221 с.

3. Галеев А. Р., Игишева Л. Н., Казин Э. М. Вариабельность сердечного ритма у здоровых детей в возрасте 6–16 лет // Вестник Харьковского национального университета им. В. Н. Каразина, серия «Медицина». 2002. № 3. С. 35–40.

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2014 году». Барнаул, 2015. 150 с.

5. Каверин А. В., Щанкин А. А., Щанкина Г. И. Влияние факторов среды на физическое развитие и здоровье населения // Вестник Мордовского университета. 2015. № 2 (25). С. 87–97.

6. Каверин А. В., Щанкин А. А., Щанкина Г. И. Современные тенденции изменения конституции и структуры тела девушек под воздействием региональных экологических факторов // Проблемы региональной экологии. 2013. № 2. С. 115–119.

7. Кучма В. Р. Физическое развитие, состояние здоровья и образ жизни детей Приполярья. М.: НЦЗД РАМН, 1999. 200 с.

8. Кучма В. Р., Сухарева Л. М., Ямпольская Ю. А. Тенденции роста и развития московских школьников старшего подросткового возраста на рубеже тысячелетий // Гигиена и санитария. 2009. № 2. С. 18–20.

9. Павлова И. П., Филатова О. В. Исследование антропометрических показателей лиц женского пола – жителей города Барнаула в зависимости от возраста // Известия АлтГУ. 2011. № 3/2 (71). С. 34–39.

10. Способ оценки функционального состояния организма по сердечному ритму: пат. 2200456. Рос. Федерация / Галеев А. Р., Игишева Л. Н., 2003.

11. Филатова О. В., Ковригин А. О., Воронина И. Ю., Третьякова И. П. Физическое развитие девочек, проживающих в условиях экологически благоприятного и неблагоприятного районов Алтайского края // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Экология. Здоровье. Спорт», Чита 20–21 мая, 2015. С. 32–37.

12. Филатова О. В., Павлова И. П., Ващелова И. В., Ковригин А. О. Взаимосвязь между конституциональными типами физического развития и темпами роста у девушек Западной Сибири // Экология человека. 2015. № 7. С. 13–19.

13. Чернова Г. В., Алешина Т. Е., Тарамакин Р. Б., Романова А. Н., Самойлова И. Р., Дыкова Е. В., Ширяева Л. В. К оценке возрастной динамики параметров сердечно-сосудистой системы и ее сопряженности с изменениями показателей эритроидного ряда периферической крови у детей от 7 до 17 лет // Scientific and Practical Journal of Health and Life Sciences. 2014. № 1. С. 67–76.

14. Шевчук В. В., Малютина Н. Н. Связанные с эндокринопатиями нарушения здоровья у юношей допризывного возраста в йоддефицитном регионе // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2012. № 1. С. 118–123.

15. Шестопалова О. М., Спицин А. П. Вариабельность сердечного ритма у лиц с артериальной гипертензией с исходно различным типом вегетативной нервной системы // Пермский медицинский журнал. 2006. № 5. С. 23–28.

16. Щанкин А. А., Каверин А. В. Влияние региональных экологических факторов на эволютивный соматотип и функциональные показатели системы кровообращения

у девушек при физической нагрузке // Проблемы региональной экологии. 2013. № 1. С. 72–79.

17. Щанкин А. А., Кошелева О. А. Экологические факторы и конституциональный тип возрастной эволюции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 4. С. 100–102.

18. Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н. Рост и развитие ребенка. СПб.: ВЛАДОС, 2007. 260 с.

19. Attias D., Stheneur C., Roy C., Collod-Beroud G. et al. Comparison of clinical presentations and outcomes between patients with TGFBR2 and FBN1 mutations in Marfan syndrome and related disorders // Circulation. 2009. Vol. 120, N 25. P. 2541–2549.

References

1. Baevskii R. M., Ivanov G. G., Chireikin L. V., Gavrilushkin A. P., Dovgalevskii I. Ya., Kukushkin Yu. A., Mironova T. F., Prilutskii D. A., Semenov Yu. N., Fedorov V. F., Fleishman A. N., Medvedev M. M. Analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems (methodical guidelines) *Vestnik aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology]. 2001, 24, pp. 65–87. [in Russian]

2. Baevskii R. M., Kirillov O. I., Kletskin S. Z. *Matematicheskiy analiz izmeneniy serdechnogo ritma pri stresse* [Mathematical analysis of changes in heart rate during stress]. Moscow, Nauka Publ., 1984, 221 p.

3. Galeev A. R., Igisheva L. N., Kazin E. M. Heart rate variability in healthy children aged 6–16 years. *Vestnik Har'kovskogo natsional'nogo universiteta im. V. N. Karazina, seriia «Meditsina»* [Bulletin of Kharkov National University, Series “Medical science”]. 2002, 3, pp. 35–40. [in Russian]

4. State report “O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushhey sredy v Altaiskom krae v 2014 godu” [On the state and environment protection in the Altai region in 2014]. Barnaul, 2015, 150 p.

5. Kaverin A. V., Shchankin A. A., Shchankina G. I. Impact of environmental factors on physical development and population health. *Vestnik Mordovskogo universiteta* [Bulletin of Mordovian University]. 2015, 2 (25), pp. 87–97. [in Russian]

6. Kaverin A. V., Shchankin A. A., Shchankina G. I. Current trends of changes in constitution and structure of girl's body under the influence of regional environmental factors. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2013, 2, pp. 115–119. [in Russian]

7. Kuchma V. R. *Fizicheskoe razvitie, sostoyanie zdorov'ia i obraz zhizni detey Pripolyar'ia* [Physical development, health condition and lifestyle of children from Near Arctic]. Moscow, 1999, 200 p.

8. Kuchma V. R., Sukhareva L. M., Yampol'skaya Yu. A. Trends in growth and development of Moscow upper-form pupils at the turn of Millennium. *Gigiena i sanitariia*. 2009, 2, pp. 18–20. [in Russian]

9. Pavlova I. P., Filatova O. V. Study of anthropometric age-based characteristics of females of Barnaul city. *Izvestiya AltGU* [News of ASU]. 2011, 3/2 (71), pp. 34–39. [in Russian]

10. *Sposob otsenki funktsional'nogo sostoyaniya organizma po serdechnomu ritmu. Patent 2200456. Ros. Federatsia* [Method for evaluating functional state of organism

by heart rate. Patent no 2200456 Russia. Galeev A. R., Igisheva L. N., 2003.

11. Filatova O. V., Kovrigin A. O., Voronina I. Yu., Tret'yakova I. P. Fizicheskoe razvitie devochek, prozhivayushchih v usloviyah ekologicheskoi blagopriyatnogo i neblagopriyatnogo rayonov Altayskogo kraia [Physical development of girls living in ecologically favorable and unfavorable areas of Altai Krai]. In: *Materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii “Ekologiya. Zdorov'e. Sport”, Chita, 20–21 maia 2015* [Proceedings of VI International scientific-practical conference “Ecology. Health. Sport”, Chita, 20–21 May, 2015]. Chita, Zabaikalsky State University, 2015, pp. 32–37.

12. Filatova O. V., Pavlova I. P., Vashheulova I. V., Kovrigin A. O. The correlation between constitutional types and growth rates of girls from western Siberia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2015, 7, pp. 13–19. [in Russian]

13. Chernova G. V., Aleshina T. E., Taramakin R. B., Romanova A. N., Samoilova I. R., Dykova E. V., Shirjaeva L. V. Estimating the age dynamics parameters of the cardiovascular system and its conjugation with change indicators erythroid peripheral blood of children from 7 to 17 years. *Journal of Health and Life Sciences*. 2014, 1, pp. 67–76. [in Russian]

14. Shevchuk V. V., Malyutina N. N. Endocrinopathy-associated health disorders in young men of pre-induction age in iodine deficient region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskie nauki* [News of Higher Educational Institutions. Volga region. Medical sciences]. 2012, 1, pp. 118–123. [in Russian]

15. Shestopalova O. M., Spitsin A. P. Variabel'nost' serdechnogo ritma u lits s arterial'noy gipertenziei s ishodno razlichnym tipom vegetativnoy nervnoy sistemy [Heart rate variability in patients with hypertension with different types of autonomic nervous system]. *Permskiy meditsinskiy zhurnal* [Perm Medical Journal]. 2006, 5, pp. 23–28. [in Russian]

16. Shchankin A. A., Kaverin A. V. Influence of regional environmental factors on evolution somatotype and functional parameters of circulatory system in girls during physical exertion. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional ecology]. 2013, 1, pp. 72–79. [in Russian]

17. Shchankin A. A., Kosheleva O. A. Environmental factors and constitutional type of age evolution. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2012, 4, pp. 100–102. [in Russian]

18. Yur'ev V. V., Simakhodsky A. S., Voronovich N. N. *Rost i razvitie rebenka* [Growth and development of child]. Saint Petersburg, VLADOS Publ., 2007, 260 p.

19. Attias D., Stheneur C., Roy C., Collod-Beroud G. et al. Comparison of clinical presentations and outcomes between patients with TGFBR2 and FBN1 mutations in Marfan syndrome and related disorders. *Circulation*. 2009, 120, 25, pp. 2541–2549.

Контактная информация:

Филатова Ольга Викторовна — доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и физиологии ФБГОУ ВПО «Алтайский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации
Адрес: 656099, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 61
E-mail: ol-fil@mail.ru