

© Лоскутова А.Н., 2018

УДК 612.172.2-053.67(571.65)

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКТИВНОСТИ У ПОДРОСТКОВ-ЕВРОПЕОИДОВ, УРОЖЕНЦЕВ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

А.Н. Лоскутова^{1,2}¹ФГБУН «Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук, пр-т Карла Маркса, 24, г. Магадан, 685000, Россия²ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет», ул. Портовая, 13, г. Магадан, 685000, Россия

У подростков 13-17 лет, уроженцев Магаданской области изучались особенности перестройки вариабельности сердечного ритма (ВСР) и вегетативной реактивности (ВР) при проведении активной ортостатической пробы (АОП). Оптимальные значения показателей ВСР соответствующие диапазону 25- и 75-го перцентилей значимо больше при ваготонии, чем при нормотонии, и тем более при симпатотонии. Наибольшее число достоверных изменений показателей ВСР выявлено у подростков с ваготонией между группой 14 и 15 лет. В возрастной динамике эти особенности отражают увеличение влияния автономного контура регуляции на ритм сердца. При нормо- и симпатотонии показатели ВСР практически не изменялись и направленной динамики не наблюдалось. В ответ на АОП только около 40 % обследуемых имели оптимальный уровень реактивности со сбалансированностью звеньев ВНС. Подростки с остальными типами реактивности ВНС могут составлять группу риска с высокой вероятностью возникновения дизадаптационных нарушений, что требует при их профилактических наблюдениях тщательного медицинского обследования.

Ключевые слова: подростки, вариабельность сердечного ритма, активная ортостатическая проба, вегетативная реактивность, уроженцы-европеиды Магаданской области.

A.N. Loskutova □ **INDICATORS OF HEART RHYTHM VARIABILITY AND AUTONOMIC REACTIVITY IN CAUCASIAN ADOLESCENTS BORN IN RUSS. NORTHEAST** □ Scientific Research Center «Arktika», Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 24, Karl Marx prospekt, Magadan, 685000, Russia; North-Eastern State University, 13, Portovaia Street, Magadan, 685000, Russia.

In the research, 13-17 year old adolescents born in Magadan Region underwent an active orthostatic test (AOT) to study changes of their heart rate variability (HRV) and autonomic reactivity (AR). Optimal values of HRV that corresponded to the range of 25th and 75th percentile were found to be significantly greater in vagotonia subjects than in normotonia ones and moreover as compared to sympathotonia subjects. The greatest number of reliable changes in HRV parameters was revealed in vagotonia adolescents between the 14 and 15-year-old groups. In the age-related dynamics, these features are associated with an increase in the influence of the autonomic regulation contour on the heart rhythm. HRV indices did not practically change under normo- and sympathotonia and no directed dynamics were observed. In response to AOT, only about 40 % of the examinees have an optimal level of reactivity with the balance of the ANS links. Adolescents with other types of ANS reactivity may be at risk with a high probability of adaptation disorders, which requires careful medical examination in their preventive care.

Key words: adolescents, heart rate variability, active orthostatic test, autonomic reactivity, Magadan Region born Caucasians.

Интенсивное освоение в 50–60-х годах XX века Северо-Востока России привело к массовому притоку в эти регионы переселенцев (мигрантов-европеидов) из более комфортных климатогеографических регионов страны. Их продолжительное проживание способствовало рождению последующих поколений уроженцев-европеидов, адаптивные изменения которых заключались не в копировании процессов характерных для коренных малочисленных народов Севера – аборигенов (от лат. ab origine – от начала), а в формировании новых и зачастую различных адаптационных стратегий [4]. В экстремальных природно-климатических условиях северных территорий наиболее уязвимыми являются дети и подростки в сенситивные периоды развития. В эти периоды вследствие морфофункциональных преобразований основных физиологических систем и целостного организма может наблюдаться выраженное напряжение регуляторных механизмов и развитие дизадаптационных состояний [7, 8, 10, 12]. Поэтому весьма актуально определение особенно-

стей деятельности функциональных систем подрастающего поколения для решения проблем охраны и сохранения его здоровья.

Доказано, что одним из информативных методов в области экологической физиологии человека является анализ показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР). Соответствующие определенным границам показатели ВСР для конкретной гендерно-возрастной группы и исходного типа вегетативной регуляции могут свидетельствовать как о текущем состоянии сердечно-сосудистой системы человека, так и о резервных возможностях организма [1, 5, 8].

Цель исследования – изучение возрастных вариаций кардиоритма и особенностей реактивности звеньев вегетативной (автономной) нервной системы у подростков в ответ на активную ортостатическую пробу.

Материалы и методы. Методом случайной выборки обследовано 560 мальчиков, уроженцев Магаданской области в первом и последующих поколениях школьного возраста (13–17 лет). Согласно медкартам и анкетному опро-

су, на момент исследования все обследуемые были практически здоровы и не предъявляли жалоб на свое текущее состояние. Легитимность исследований подтверждена решением Регионального этического комитета медико-биологических исследований при СВНЦ ДВО РАН (протокол № 003/013, 2013 г.).

Запись кардиоритма проводилась на аппаратно-программном комплексе «БК 2.5-Варикард» (г. Рязань) в режиме активной ортостатической пробы (АОП): в положении «лежа» (фон) и после принятия вертикального положения – «стоя», соответственно. Согласно методическими рекомендациями российских экспертов анализу подвергались общеизвестные показатели ВСР (переходный период был исключен) [1]. Для определения преобладающего типа вегетативной регуляции сердечного ритма, принимались во внимание такие показатели как стресс-индекс (SI, усл. ед.), вариационный размах кардиоинтервалов (MxDMn, мс) – характеристика активности парасимпатического звена ВНС, амплитуда моды (AMo50, %) – характеристика активности симпатического звена регуляции. Из всей совокупности оценок значений этих показателей определяли исходный тип вегетативной регуляции: с преобладанием парасимпатической активности (ваготония): SI < 50 усл. ед.; AMo50 < 30 %; MxDMn > 300 мс; симпатической активности (симпатотония): SI > 151 усл. ед.; AMo50 > 50 %; MxDMn < 150 мс и вегетативным равновесием звеньев ВНС (нормотония): при SI в диапазоне 51–151 усл. ед.; AMo50 31–49 % и MxDMn 160 – 300 мс. Все обследуемые согласно их возрасту и исходному типу вегетативной регуляции были разделены на отдельные группы с 13 до 17 лет, численный состав которых отражен в табл. 1.

Для определения особенностей реактивности симпатического и парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) в ответ на АОП была использована методика С.Г. Эштрековой и Л.А. Сабанчиевой (2007) [9]. Авторы на основании специального алгоритма выделили 9 типов вегетативной реактивности, которые описывались следующими характеристиками:

1-й тип – высокая реактивность парасимпатического отдела ВНС или его гиперреактивность при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции ($\Delta AMo50 < 25\%$, $\Delta MxDMn < 25\%$);

2-й тип – нормальная реактивность парасимпатического отдела ВНС при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции ($\Delta AMo50 < 25\%$, $25\% \leq \Delta MxDMn \leq 75\%$);

3-й тип – низкая реактивность обоих отделов ВНС или парадоксальные реакции ($\Delta AMo50 < 25\%$, $\Delta MxDMn > 75\%$);

4-й тип – высокая реактивность парасимпатического отдела или его гиперреактивность при нормальной реактивности симпатического отдела ($25\% \leq \Delta AMo50 \leq 75\%$, $\Delta MxDMn < 25\%$);

5-й тип – нормальная реактивность обоих отделов ВНС ($25\% \leq \Delta AMo50 \leq 75\%$, $25\% \leq \Delta MxDMn \leq 75\%$);

6-й тип – нормальная реактивность симпатического отдела ВНС при низкой реактивности парасимпатического отдела или его парадоксальной реакции ($25\% \leq \Delta AMo50 \leq 75\%$, $\Delta MxDMn > 75\%$);

7-й тип – высокая реактивность обоих отделов ВНС или их гиперреактивность ($\Delta AMo50 > 75\%$, $\Delta MxDMn < 25\%$);

8-й тип – высокая реактивность симпатического отдела ВНС или его гиперреактивность при нормальной реактивности парасимпатического отдела ($\Delta AMo50 > 75\%$, $25\% \leq \Delta MxDMn \leq 75\%$);

9-й тип – высокая реактивность симпатического отдела ВНС или его гиперреактивность при низкой реактивности парасимпатического отдела или его парадоксальной реакции ($\Delta AMo50 > 75\%$, $\Delta MxDMn > 75\%$) [9].

Статистический анализ проводился методами непараметрической статистики (критерий Манна – Уитни, критерий Вилкоксона) в программе «STATISTICA 6» с оценкой медиан (Me) и 25–75-перцентилей, уровень статистической значимости принималось при $p < 0,05$.

Результаты исследования. В табл. 1 представлены показатели ВСР в состоянии покоя (лежа) из которых видно, что при ваготонии абсолютные значения Mo достоверно больше чем при нормо- и симпатотонии, $p < 0,05$. Для ваготонии характерна максимальная амплитуда вариабельности значений кардиоинтервалов (MxDMn) которая превышала 300 мс, тогда как при симпатотонии диапазон значений соответствовал 150–220 мс ($p < 0,05$). У магаданских школьников с нормотонией колебания R-R интервалов находятся в пределах 250–300 мс, что может отражать физиологический оптимум в регуляции сердечного ритма и деятельности регуляторных систем организма [1, 8]. В общей мощности спектра в типизированных группах наблюдается преобладание высокочастотной составляющей HF ($HF > LF > VLF$), что является отражением физиологической дыхательной аритмии у здоровых лиц [5].

У подростков при ваготонии возрастные изменения наблюдались между группой 14 и 15 лет по показателям MxDMn, Mo и стандартного отклонения полного массива кардиоинтервалов (SDNN), $p < 0,05$. Данные показатели, отражающие активность парасимпатического отдела ВНС, были больше в группе 15 лет по отношению к 14-летним, соответственно. В возрасте 14 лет отмечается в регуляции сердечного ритма снижение мощности дыхательной составляющей (HF), что, вероятно, связано с периодом функционального напряжения организма. Стресс-индекс (SI) у них соответствовал 50 усл. ед., тогда как в 15 лет значения были достоверно меньше, $p < 0,05$.

При симпатотонии только по показателю AMo50 наблюдалось статистически значимое увеличение значений в 15 лет по отношению к 14-летним подросткам, что может указывать на некоторую дополнительную активацию симпатического звена ВНС. Подчеркнем, что в состоянии фона в другие возрастные периоды у подростков с различным исходным типом вегетативной регуляции, статистически значимых различий не установлено.

Для растущего организма характерна неравномерность развития многих функций организма, что также доказано для симпатических и парасимпатических звеньев нервной системы и их влияния на сердечный ритм. Согласно литературным данным, показатели ВСР демонстрируют «волнообразную» динамику, отражая возрастные регуляторные сдвиги и изменения ак-

тивности влияния симпатического и парасимпатического отделов на сердечный ритм [7, 8, 12].

В подростковом возрасте регуляцию синусового узла с выраженной активностью центральных механизмов можно считать физиологической нормой, когда этот процесс временно поддерживается повышенным напряжением регуляторных механизмов. В случае стабильного сохранения данного состояния, в организме могут формироваться стойкие нарушения нейровегетативной регуляции, вектор которых указывает на высокую степень вероятности функциональных нарушений [8, 10]. Определить стабильно ли сохраняется влияние центральных механизмов на регуляторные механизмы организма или носит транзиторный характер возможно только при динамическом анализе ВСР и при проведении функциональных проб [5, 6, 8, 11]. Одним из высокоинформативных методов определения вегетативного обеспечения применяемых к детям является АОП. Она считается оптимальной, если наблюдается умеренная реактивность симпатического отдела и снижение парасимпатической активности ВНС, что является оптимальной реакцией указывающей на хорошие адап-

тационные резервы организма. Эти особенности реакции отделов ВНС отражаются в уменьшении таких показателей ВСР как Мо, МхDMn, SDNN, HF и LF и увеличении АМо50 и SI [5, 8].

Для оценки выраженности вегетативной реактивности (ВР) отделов ВНС существуют различные подходы [2, 5, 6], один из которых предложен С.Г. Эштрековой и Л.А. Сабанчиевой [9]. Согласно этой методике, основываясь на изменениях разницы значений до (лежа) и после (стоя) показателей кардиоритма при АОП можно условно оценить выраженность реактивности симпатического и парасимпатического отдела ВНС. В нашем исследовании, основываясь на предложенной методике у школьников для количественной оценки вегетативной реактивности был определен интерквартильный диапазон (3–97-й процентиль) разницы значений показателей АМо50 и МхDMn (Δ АМо50, Δ МхDMn), а также отношение показателя SI (SI_H/SI_F) (табл. 2). По величине и направленности изменений этих показателей удалось установить соотношение различных 9 типов вегетативной реактивности симпатического и парасимпатического отделов ВНС у условно здоровых подростков (рис. 1).

Таблица 1. Статистические и спектральные показатели кардиоритма у подростков с различным типом вегетативной регуляции, Me (25-й; 75-й процентиль)
Table 1. Statistical and spectral parameters of cardio rhythm in adolescents with different types of vegetative regulation, Me (25th; 75th percentile)

Исследуемые показатели	Исходный тип ВНС	Возраст, лет				
		13 (n = 99)	14 (n = 117)	15 (n = 111)	16 (n = 95)	17 (n = 88)
Мода (Мо, мс)	Ваготония	875 (800; 926)	876 (800; 924)	942 (876; 1012)*	915 (866; 947)	910 (847; 954)
	Нормотония	760 (724; 790) ¹	776 (727; 832) ¹	777 (725; 825) ¹	800 (775; 874) ¹	820 (791; 893) ¹
	Симпатотония	680 (647; 720) ^{2,3}	720 (639; 755) ^{2,3}	695 (643; 737) ^{2,3}	700 (650; 793) ^{2,3}	751 (625; 780) ^{2,3}
Амплитуда моды (АМо50, %/50 мс)	Ваготония	27 (25; 32)	29 (26; 33)	28 (25; 31)	29 (27; 33)	28 (25; 33)
	Нормотония	40 (36; 44) ¹	41 (36; 44) ¹	38 (34; 44) ¹	37 (34; 42) ¹	40 (36; 45) ¹
	Симпатотония	57 (50; 73) ^{2,3}	53 (48; 62) ^{2,3}	61 (51; 69)* ^{2,3}	63 (53; 71) ^{2,3}	52 (47; 71) ^{2,3}
Вариационный размах кардиоинтервалов (МхDMn, мс)	Ваготония	363 (343; 395)	333 (310; 382)	387 (361; 400)*	356 (334; 383)	356 (331; 399)
	Нормотония	270 (249; 298) ¹	275 (250; 302) ¹	268 (232; 293) ¹	283 (246; 316) ¹	265 (234; 290) ¹
	Симпатотония	180 (158; 204) ^{2,3}	183 (160; 197) ^{2,3}	173 (135; 210) ^{2,3}	175 (156; 200) ^{2,3}	182 (140; 214) ^{2,3}
Стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов (SDNN, мс)	Ваготония	71 (66; 75)	69 (62; 72)	74 (63; 80)*	72 (63; 76)	71 (64; 79)
	Нормотония	51 (46; 56) ¹	53 (46; 58) ¹	50 (45; 57) ¹	53 (47; 61) ¹	49 (47; 58) ¹
	Симпатотония	34 (29; 37) ^{2,3}	34 (30; 38) ^{2,3}	32 (26; 39) ^{2,3}	34 (30; 38) ^{2,3}	34 (28; 37) ^{2,3}
Стресс-индекс (SI, усл. ед.)	Ваготония	45 (39; 50)	50 (42; 50)	39 (34; 48)*	50 (28; 50)	42 (37; 50)
	Нормотония	99 (80; 108) ¹	91 (78; 114) ¹	91 (76; 115) ¹	84 (70; 111) ¹	103 (78; 112) ¹
	Симпатотония	213 (187; 307) ^{2,3}	214 (173; 254) ^{2,3}	267 (188; 330) ^{2,3}	226 (176; 301) ^{2,3}	201 (161; 290) ^{2,3}
Значение суммарной мощности спектра высокочастотного компонента кардиоритма (HF, мс ²)	Ваготония	2153 (1770; 2795)	1828 (1593; 2204)*	1830 (1217; 2245)	1555 (1067; 2488)	1572 (1167; 2296)
	Нормотония	1040 (764; 1338) ¹	851 (544; 1346) ¹	1067 (600; 1432) ¹	1010 (625; 1300) ¹	800 (680; 1060) ¹
	Симпатотония	380 (250; 521) ^{2,3}	354 (168; 500) ^{2,3}	330 (160; 436) ^{2,3}	277 (187; 378) ^{2,3}	330 (164; 430) ^{2,3}
Значение суммарной мощности спектра низкочастотного компонента кардиоритма (LF, мс ²)	Ваготония	1137 (868; 1745)	1349 (880; 1550)	1470 (1018; 1970)	1306 (1025; 1787)	1272 (1014; 1778)
	Нормотония	690 (553; 904) ¹	818 (597; 1043) ¹	700 (430; 1029) ¹	780 (597; 1222) ¹	773 (623; 895) ¹
	Симпатотония	330 (250; 490) ^{2,3}	345 (200; 440) ^{2,3}	313 (229; 502) ^{2,3}	347 (277; 450) ^{2,3}	304 (247; 570) ^{2,3}
Значение суммарной мощности спектра очень низкочастотного компонента спектра кардиоритма (VLF, мс ²)	Ваготония	585 (418; 917)	578 (439; 900)	700 (515; 973)	679 (444; 796)	706 (400; 810)
	Нормотония	330 (270; 470) ¹	395 (344; 675) ¹	400 (237; 519) ¹	340 (262; 460) ¹	425 (340; 610) ¹
	Симпатотония	171 (131; 205) ^{2,3}	205 (145; 290) ^{2,3}	207 (108; 329) ^{2,3}	234 (140; 345) ^{2,3}	220 (167; 314) ^{2,3}

Примечание. * – достоверные различия показателя по сравнению с предыдущим возрастом у европеоидов с одинаковым типом вегетативной регуляции; «1» – достоверные различия по изучаемым показателям у учащихся одного возраста с ваготонией и нормотонией; «2» – достоверные различия у учащихся с нормотонией и симпатотонией; «3» – достоверные различия у учащихся с ваготонией и симпатотонией, $p < 0,05$.

Note. * – significant differences compared with the previous age in Caucasians with the same type of vegetative regulation; «1» – significant differences in the studied indicators in students of the same age with vagotonia and normotonia; «2» – significant differences among students with normotonia and sympathotony; «3» – significant differences among students with vagotonia and sympathotony, $p < 0.05$.

Диапазоны 25–75-го перцентилей характеризующие оптимальный (сбалансированный) уровень реактивности ВНС (5 тип ВР) у школьников с различным исходным типом вегетативной регуляции отличаются. Такие особенности изменения показателей ВСР еще раз указывают на то, что возможности мобилизации функциональных систем организма в пределах физиологического оптимума различны и зависят от исходного типа вегетативной регуляции. Так, при оптимальном уровне реактивности в процессе АОП для подростков с ваготонией возможно увеличение показателя SI_n/SI_{ϕ} до 4,5 раза относительно фоновых значений, тогда как с нормотонией и симпатотонией – 2,6 и 2,1 раза, соответственно. Это может свидетельствовать о том, что адекватное для лиц с ваготонией рабочее напряжение регуляторных систем организма на функциональную нагрузку может для подростков с нормотонией и, особенно, с симпатотонией проявиться в нарушениях ритма сердца и срыве адаптации. Группу риска представляют подростки, у которых диапазоны разницы ΔAMo и $\Delta MxDMn$ менее 10-го и более 90-го перцентилей, что соответствует асимпатической и гиперсимпатикотонической реакции на АОП и наиболее часто встречается при нарушениях нейровегетативной регуляции [2, 3].

Анализ всех возможных 9 типов вегетативной реактивности в ответ на АОП показал, что оптимальный 5-й тип ВР встречается только около 40 % случаев по отношению к другим вариантам функционального ответа (рис. 1). Выявлены подростки, у которых наблюдался значительный дисбаланс в регуляции кардиоритма, когда резко преобладала низкая или высокая реактивность симпатического или парасимпатического отдела ВНС (3- и 7-й типы ВР). Такие варианты вегетативной реактивности наиболее близки к выходу даже за границы 3- и 97-го перцентилей [9]. Особую группу риска могут представлять подростки с симпатотонией, у которых при АОП сохраняется высокая степень активации симпатического звена ВНС, соответствуя 6-, 8- или 9-му типу ВР. Вероятно, такие варианты ВР не связаны с транзитным физиологическим напряжением регуляторных систем, а обусловлены с формирующимися стойкими дисрегуляторными изменениями состояния активности отделов ВНС.

Необходим индивидуальный подход к подросткам с различным типом вегетативной регуляции, когда на фоне повышенных эмоциональных и физических нагрузок может произойти

срыв адаптации или патологические изменения в регуляции ритма сердца. Это находит свое подтверждение при исследовании детей и подростков с синкопальными состояниями различного генеза, когда в процессе АОП преобладала гиперсимпатикотоническая или асимпатическая вегетативная реактивность [2, 3]. Также обнаружена связь между вегетативным дисбалансом и нейрокардиогенными обмороками [11, 13], что позволяет широко использовать АОП в процессе диспансерного контроля для выявления группы риска с нарушениями вегетативного баланса организма.

Выводы. В возрастной динамике магаданских школьников оптимальные значения показателей ВСР соответствующие диапазону 25- и 75-го перцентилей значимо больше при ваготонии, чем при нормотонии и тем более при симпатотонии. Наибольшее число достоверных изменений показателей ВСР выявлено у подростков с ваготонией между группой 14 и 15 лет, что связано с увеличением влияния автономного контура регуляции на ритм сердца. У подростков с нормотонией и симпатотонией направленной возрастной динамики изменения показателей кардиоритма не наблюдалось.

На различные особенности мобилизации функциональных систем организма у подростков с ваго-, нормо- и симпатотонией указывают центильные диапазоны $\Delta AMo50$, $\Delta MxDMn$, SI_n/SI_{ϕ} . При проведении АОП выраженность и направленность изменений количественных значений этих показателей позволяет проводить индивидуально-типологической отбор лиц с оптимальными адаптационными возможностями, а также выявить индивидуумов с возможными нарушениями реактивности симпатического и парасимпатического звена ВНС. Так, согласно методике [9] и установленным нами диапазонам для магаданских подростков, только около 40 % обследуемых в ответ на АОП имели оптимальный тип ВР (5-й тип) со сбалансированностью звеньев ВНС. Подростки с остальными типами ВР могут составлять группу риска с высокой вероятностью возникновения дизадаптационных нарушений. Поэтому обследования детей и подростков при профилактических и диспансерных мероприятиях должно быть не только в состоянии покоя, но и с применением функциональных нагрузочных проб с контролем ВСР, особенно в случаях, когда онтогенез протекает в экстремальных природно-климатических условиях окружающей среды.

Таблица 2. Центильные значения разницы показателей амплитуды моды (ΔAMo), вариационного размаха кардиоинтервалов ($\Delta MxDMn$) и отношение стресс-индекса (SI_n/SI_{ϕ}) в процессе активной ортостатической пробы у подростков Магаданской области

Table 2. Centile values of the difference between the amplitude of the mode (ΔAMo), the variation range of cardiointervals ($\Delta MxDMn$) and the ratio of the stress index (SI_n/SI_{ϕ}) during the active orthostatic test in adolescents of the Magadan region

Процентиль	Ваготония (n = 170)			Нормотония (n = 214)			Симпатотония (n = 126)		
	ΔAMo	$\Delta MxDMn$	SI_n/SI_{ϕ}	ΔAMo	$\Delta MxDMn$	SI_n/SI_{ϕ}	ΔAMo	$\Delta MxDMn$	SI_n/SI_{ϕ}
3	–11	–253	0,8	–15	–189	0,6	–36	–105	0,4
10	–3	–208	1,1	–7	–145	0,9	–28	–71	0,5
25	4	–156	1,8	–1	–100	1,2	–11	–48	0,8
50	12	–103	2,8	5	–47	1,7	6	–7	1,4
75	21	–51	4,5	15	–10	2,6	16	43	2,1
90	32	–3	6,2	33	42	4,3	35	92	3,7
97	47	72	9,6	45	83	7,1	53	136	5,1

Примечание. Знаком «—» показано снижение значений при активной ортостатической пробе относительно исходного фона.

Note. The «—» sign shows the decrease of values in the active orthostatic sample relative to the initial background.



Рис. 1. Распределение типов вегетативной реактивности в процессе активной ортостатической пробы у подростков при ваготонии, нормотонии и симпатотонии, %

Fig. 2. The distribution of types of autonomic reactivity during active orthostatic test in adolescents with vagotonia, normotonia and sympathotony, %

Примечание. 1-й тип – высокая реактивность парасимпатического отдела ВНС или его гиперреактивность при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции; 2-й тип – нормальная реактивность парасимпатического отдела ВНС при низкой реактивности симпатического отдела или его парадоксальной реакции; 3-й тип – низкая реактивность обоих отделов ВНС или парадоксальные реакции; 4-й тип – высокая реактивность парасимпатического отдела или его гиперреактивность при нормальной реактивности симпатического отдела; 5-й тип – нормальная реактивность обоих отделов ВНС; 6-й тип – нормальная реактивность симпатического отдела ВНС при низкой реактивности парасимпатического отдела или его парадоксальной реакции; 7-й тип – высокая реактивность обоих отделов ВНС или их гиперреактивность; 8-й тип – высокая реактивность симпатического отдела ВНС или его гиперреактивность при нормальной реактивности парасимпатического отдела; 9-й тип – высокая реактивность симпатического отдела ВНС или его гиперреактивность при низкой реактивности парасимпатического отдела или его парадоксальной реакции [5].

Note. The 1st type is the high reactivity of the parasympathetic division of the ANS Hyper-reactivity or low reactivity of the sympathetic division or paradoxical reaction; the 2nd type is the normal reactivity of parasympathetic division of VNS at the low reactivity of the sympathetic division or paradoxical reaction; the 3rd type is the low reactivity of both divisions of the ANS or paradoxical reaction; 4th type – high parasympathetic reactivity or Hyper-reactivity in normal reactivity of the sympathetic division; 5th type – normal reactivity of both divisions of the ANS; Type 6 – normal reactivity of the sympathetic division of the ANS at low reactivity of the parasympathetic division or its paradoxical reaction; type 7 – high reactivity of both departments of the ANS or their hyperactivity; type 8 – high reactivity of the sympathetic division of the ANS or its hyperactivity at normal reactivity of the parasympathetic division; type 9 – high reactivity of the sympathetic division of the ANS or its hyperactivity at low reactivity of the parasympathetic division or its paradoxical reaction [5].

ЛИТЕРАТУРА (п. 10–13 см. References)

- Баевский Р.М. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. 2001. № 24. С. 65–87.
- Валаявская О.В. и др. Особенности церебральной гемодинамики и вегетососудистой реактивности у детей и подростков с нейрорегуляторными синкопальными состояниями в зависимости от результата титл-теста / О.В. Валаявская, Л.И. Колесникова, В.В. Долгих [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2007. № 3. С. 23–28.
- Гребенюк О.В. и др. Вариабельность сердечного ритма при ортоклинодинамической нагрузке у пациентов с нейрорефлекторными синкопальными состояниями / О.В. Гребенюк, Н.Г. Катаева, Н.С. Новикова [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. 2010. № 4. С. 44–49.
- Максимов А.Л. Современные методологические аспекты адаптации аборигенных и коренных популяций на Северо-Востоке России // Экология человека. 2009. № 6. С. 17–21.
- Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца. Опыт практического применения метода. Иваново: Ивановская гос. мед. академия, 2002. 290 с.
- Панкова Н.Б. Функциональные пробы для оценки состояния здоровых людей по вариабельности сердечного ритма // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2013. Т. 99. № 6. С. 682–696.
- Тарасова О.Л. и др. Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности / О.Л. Тарасова, Э.М. Казин, А.И. Федоров [и др.] // Физиология человека. 2017. Т. 43. № 1. С. 45–54.
- Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов. Изд-во Удмурт. ун-та, 2009. 259 с.
- Эштрекова С.Г. и др. Автономный гомеостаз у детей младшего школьного возраста / С.Г. Эштрекова, Л.А. Сабанчиева // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. 2007. № 3. С. 53–57.
- Baevskii R.M., Ivanov G.G., Chireykin L.V. et al. Analiz variabell'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh elektrokardiograficheskikh sistem (metodicheskie rekomendatsii) [Analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems (guidelines)]. *Vestnik aritmologii*. 2001. no. 24. pp. 65–87. (in Russ.)
- Vil'yavskaja O.V., Kolesnikova L.I., Dolgikh V.V. et al. Osobennosti tserebral'noy gemodinamiki i vegetosusudistoy reaktivnosti u detey i podrostkov s neyrokardiogennymi sinkopal'nymi sostoyaniyami v zavisimosti ot rezul'tata titl-testa [The peculiarities of cerebral hemodynamics and vegetovascular reaction in children and teenagers with neurocardiogenic syncopal states depending on the result of tilt-in children]. *Byulleten' VSN Ts SO RAMN*. 2007. no. 3. pp. 23–28. (in Russ.)
- Grebenyuk O.V., Katayeva N.G., Novikova N.S. et al. Variabell'nost' serdechnogo ritma pri ortoklinostaticheskoy nagruzhke u patsientov s neyroreflektornymi sinkopal'nymi sostoyaniyami [Heart rate variability with orthoclinostatic load in patients with neuroreflex syncopal states]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2010. no. 4. pp. 44–49. (in Russ.)
- Maximov A.L. Sovremennyye metodologicheskie aspekty adaptatsii aborigennykh i korennykh populyatsiy na Severo-Vostoke Rossii [The current methodological aspects for adaptation of aboriginal and other populations in the Russian's northeast]. *Ekologiya cheloveka*. 2009. no. 6. pp. 17–21. (in Russ.)
- Mikhaylov V.M. Variabell'nost' ritma serdtsa. Opyt prakticheskogo primeneniya metoda. [Heart rate variability. Experience of practical application of the method]. Ivanovo state medical academy Publ., 2002. 290 p. (in Russ.)
- Pankova N.B. Funktsional'nye proby dlya otsenki sostoyaniya zdorovykh lyudey po variabell'nosti serdechnogo ritma [Functional tests for the assessment of the healthy people state via using heart rate variability]. *Rossiyskiy fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2013. V. 99. no. 6. pp. 682–696. (in Russ.)
- Tarasova O.L., Fedorov A.I., Kazin E.M. et al. Kompleksnaya otsenka neyrodinamicheskikh i vegetativnykh pokazateley u podrostkov: vozrastnye, gendernye i tipologicheskie osobennosti [Integrated assessment of neurodynamic and autonomic indicators in adolescents: Age-specific, gender-specific, and typological characteristics]. *Fiziologiya cheloveka*. 2017. V. 43. no. 1. pp. 45–54. (in Russ.)
- Shlyk N.I. Serdechnyy ritm i tip regulatsii u detey, podrostkov i sportsmenov [The heart rate and regulation type of children, teenagers and sportsmen]. Izhevsk: Izdatel'stvo Udmurtskogo universiteta Publ., 2009. 256 p. (in Russ.)
- Eshtrekova S.G., Sabanchieva L.A. Avtonomnyy gomeostaz u detey mladshogo shkol'nogo vozrasta [Autonomous homeostasis in children of early school age]. *Byulleten' VSN Ts SO RAMN*. 2007. no. 3. pp. 53–57. (in Russ.)
- Farah B.Q. et al. Heart rate variability and cardiovascular risk factors in adolescent boys. / B.Q. Farah, M.V. Barros, B. Balagopal [et al.] // *J. Pediatrics*. 2014. no. 165(5). pp. 945–950.
- Topcu B. et al. The autonomic nervous system dysregulation in response to orthostatic stress in children with neurocardiogenic syncope / B. Topcu, F. Akalin // *Cardiol. in the young*. 2010. V. 20 (2). pp. 165–172.
- Weise M. et al. Pubertal and gender-related changes in the sympathoadrenal system in healthy children / M. Weise, G. Eisenhofer, D.P. Merke [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2002. V. 87. no. 11. pp. 5038–5043.
- Zygmunt A. et al. Heart rate variability in children with neurocardiogenic syncope / A. Zygmunt, J. Stanczyk // *Clin. Autonomic Research*. 2004. V. 14. no. 2. pp. 99–106.

Контактная информация:

Лоскутова Аlesia Николаевна, к.б.н., научный сотрудник лаборатории физиологии экстремальных состояний Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук

e-mail: arktika@online.magadan.su

Contact information:

Loskutova Alesia, Biology Candidate, Researcher of the Laboratory for Physiology of Extreme States, Federal State Budget Institution of Science Scientific-Research Center «Arktika», Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

e-mail: arktika@online.magadan.su