

УДК 612.821+612.89+612.172.2

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КАРДИОГЕМОДИНАМИКИ У ПОДРОСТКОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

А.Л. Максимов, И.В. Суханова, А.Н. Лоскутова, С.И. Вдовенко

Научно-исследовательский центр «Арктика» ДВО РАН, Магадан

У подростков 12–15 лет, жителей северо-востока России, в летний период изучались физиологические показатели гемодинамики, включая вариабельность сердечного ритма в состоянии покоя и при функциональных пробах. Показано, что в исследованном половозрастном аспекте часть изучаемых показателей имеет достоверно значимые изменения. У современных юношей, уроженцев Магаданской области, в возрасте 13–15 лет преобладает нормотонический тип вегетативной нервной регуляции, но наблюдаются начальные признаки предгипертензионной направленности функционирования системы кровообращения. На основании проведенных исследований предложено физиологические показатели, характеризующие состояние кардиогемодинамики у подростков-северян в летний период, рассматривать как фоновый функциональный уровень, по отношению к которому могут оцениваться изменения, происходящие в системах организма школьников в различные периоды учебного года.

Ключевые слова: северо-восток России, подростки, функциональное состояние, вариабельность сердечного ритма, гемодинамика.

Введение. Хорошо известно, что в процессе учебного года функциональные возможности детей и подростков подвержены значительным вариациям. При этом большинство исследователей за фоновый уровень принимает физиологические показатели, полученные в сентябре-октябре (в первой четверти учебного года). Для центральных районов страны такой подход вполне методически оправдан. В случае исследования популяций детей, проживающих в условиях Севера, более адекватным, по нашему мнению, для оценки фоновых параметров функциональных состояний является период летнего отдыха – июль-август. Именно в это время компенсируются все негативные влияния напряженного учебного процесса, а природно-климатические факторы находятся в зоне максимально возможного комфорта для конкретного северного региона. В доступной литературе мы не встретили сведений о параметрах функциональных показателей и, в частности, об их возрастной динамике в летнем периоде у подростков северо-востока России. Исходя из этого в рамках проведенного исследования была определена **цель** – изучить функциональное состояние детей 12–

15 лет, уроженцев Магаданской области, в период летнего отдыха на базе городских оздоровительных площадок.

Материалы и методы. Работа выполнялась на базе общеобразовательных школ г. Магадана в условиях летнего оздоровительного отдыха с дневным пребыванием в образовательном учреждении и организованным режимом питания (завтрак, обед) в период с начала июля до середины августа. Всего было обследовано 93 школьника, являвшихся уроженцами Магаданской области в I–III поколениях, в возрасте 12–15 лет, в том числе 47 девочек и 46 мальчиков, разделенных на 3 возрастные группы: 12, 13 и 14–15 лет. По данным участковых врачей, все подростки являлись практически здоровыми и не имели хронических заболеваний. Учитывая, что изучаемые физиологические показатели между исследуемыми лицами в возрасте 14 и 15 лет практически не имели различий между собой, мы сочли возможным объединить подростков данных возрастов в одну группу.

У обследуемых лиц определяли основные соматометрические показатели: длину и массу тела, систолическое (САД) и диастоли-

ческое (ДАД) артериальное давление и частоту сердечных сокращений (ЧСС). Расчетным путем определяли пульсовое давление (ПД), вегетативный индекс Кердо (ВИК) и ударный объем по Старру (УО) [9, 15]. В процессе исследований у испытуемых определялось время максимальной задержки дыхания на вдохе и выдохе (пробы Штанге и Генчи). Насыщение гемоглобина кислородом (HbO_2) во время дыхательных проб определяли неинвазивным методом фотооксигеметрии с использованием пульсоксиметра NPB-40 (США). Параметры оксигенации артериальной крови и ЧСС регистрировали перед пробой и на пике ее исполнения.

Функциональные резервы кардиогемодинамики оценивались при выполнении активной ортостатической пробы, во время которой регистрировались показатели variability кардиоритма по методу Р.М. Баевского [4] с использованием прибора «Варикард» и программного обеспечения «ЭС-КИМ-6», разработанных в ООО Институт внедрения новых медицинских технологий «Рамена» (г. Рязань) [19, 23]. Перед проведением ортостатической пробы испытуемый 10–15 мин лежал на плоской поверхности, голова при этом находилась на уровне тела. После записи фоновой кардиоритмограммы продолжительностью 5 мин по команде обследователя испытуемый быстро принимал вертикальное положение, и запись показателей продолжалась в течение еще 5 мин. В анализ кардиоритма включались следующие показатели: мода (M_0) – наиболее часто встречающиеся значения R-R-интервалов в анализируемой кардиоритмограмме; амплитуда моды (AM_0) – число значений интервалов, равных M_0 , – выраженная в %; variability кардиоритма ($MxDMn$) – разница между самым длительным и самым коротким значением R-R-интервала; индекс напряжения регуляторных систем (SI, ед.); мощность спектра высокочастотного компонента variability в % от суммарной мощности колебаний (HF, %); мощность спектра низкочастотного компонента variability в процентах от суммарной мощности колебаний (LF, %); мощность спектра сверхнизкочастотного компонента variability в про-

центах от суммарной мощности колебаний (VLF, %); показатель активности регуляторных систем (IARS, балл) [4, 23].

Обследование подростков проводилось в помещении с температурой 19–21 °С в первой половине дня. Все подростки добровольно участвовали в исследованиях, которые проводились с соблюдением требований биомедицинской этики при письменном информированном согласии родителей.

Статистическая обработка полученного материала производилась с использованием прикладной программы Microsoft Excel Windows (2000). Вычислялись средние величины показателей (M) и их ошибки ($\pm m$). Статистическая значимость различий оценивалась по t-критерию Стьюдента для независимых выборок при условии нормальности распределения. При значении $p < 0,05$ принималась нулевая гипотеза о наличии различий между двумя сравниваемыми выборками [7].

Результаты и обсуждение. В табл. 1 представлены некоторые показатели гемодинамики у мальчиков и девочек в условиях оздоровительного отдыха. Из приведенных данных следует, что в группе девочек 14–15 лет наблюдаются достоверные отличия по САД, ДАД и УО относительно девочек 12 лет. У мальчиков не было отмечено возрастных различий по ДАД, однако по показателю САД у 13-летних наблюдалось превышение на 7 мм рт. ст. по сравнению с группой мальчиков 12 лет. Такая же картина была выявлена и для ПД, причем эти показатели к 14-летнему возрасту уже значимо не изменялись. Значения УО имели достоверные различия между группами мальчиков 12 и 14–15 лет.

В наших исследованиях не выявлено половых различий по уровню ДАД и ЧСС в сопоставимых возрастных группах. В то же время у 13-летних мальчиков САД и ПД достоверно превышали аналогичные показатели в группе девочек на 9 мм рт. ст. В связи с этим необходимо отметить проявляющуюся уже с 13-летнего возраста явную предгипертензивную направленность реакций системы гемодинамики у мальчиков, что становится одной из проблем современной кардиологии [10]. Значение интегрального показателя со-

Половозрастные показатели гемодинамики девочек (1) и мальчиков (2) в состоянии покоя, М±m

Возрастные группы и количество обследуемых лиц		Исследуемые показатели					
		САД, мм рт. ст.	ДАД, мм рт. ст.	ЧСС, уд./мин	ПД, мм рт. ст.	УО, мл	ВИК, усл. ед.
1	12 лет, n=14	104±3,1	59±1,8	77±3,2	45±1,6	65±1,3	22±3,5
	13 лет, n=11	105±3,1**	60±2,2	79±2,7	45±1,7**	68±1,3	23±3,6
	14–15 лет, n=22	111±1,7	64±1,5	80±1,5	47±1,8**	71±1,4**	20±2,3
	Уровень значимости различий*	p12–14<0,05	p12–14<0,05	–	–	p12–14<0,05	–
2	12 лет, n=16	107±2,4	60±2,2	76±3,8	47±1,6	66±1,9	18±4,1
	13 лет, n=14	114±2,4	60±1,8	82±3,0	54±1,7	72±1,8	26±1,8
	14–15 лет, n=16	116±3,5	62±2,2	76±2,6	54±1,6	77±1,7	17±3,7
	Уровень значимости различий	p12–13<0,05 p12–14<0,05	–	–	p12–13<0,05 p12–14<0,05	p12–13<0,05 p13–14<0,05 p12–14<0,05	–

Примечание. * – уровни значимых различий относительно сравниваемых возрастных групп; ** – межполовые различия при p<0,05 в сопоставимых возрастных группах (далее обозначения аналогичны).

стояния системы кровообращения – индекса Кердо, отражающего состояние вегетативного баланса, – у всех обследованных вне зависимости от возраста и половой принадлежности указывает на симпатическую направленность нейровегетативного тонуса, при этом по показаниям кардиоритма (табл. 2) они в целом не выходили за границы, характерные для нормотоников. В этой связи необходимо отметить, что у современных подростков, уроженцев северо-востока России из числа европеоидов, отсутствует преобладание парасимпатической составляющей вегетатив-

ной нервной системы, что в значительной степени отмечалось у аборигенов Севера, обследованных в 70–80-х гг. прошлого столетия [11, 24].

Учитывая широкое использование в последние годы показателей анализа variability сердечного ритма (VCP) для оценки функционального состояния и адаптационного потенциала у детей и подростков [6, 13, 16, 17, 21, 25, 26], мы проанализировали половозрастные особенности структуры кардиоритма у школьников г. Магадана (табл. 2).

Таблица 2

Показатели variability кардиоритма у девочек (1) и мальчиков (2) в состоянии покоя (числитель) и в процессе ортостаза (знаменатель), M±m

Показатели кардиоритма	Возрастные группы и количество обследуемых лиц				
	1			2	
	12 лет n = 10	13 лет n = 10	14–15 лет n = 16	13 лет n = 12	14–15 лет n = 10
Mo, мс	$\frac{792 \pm 32}{635 \pm 25}^*$	$\frac{750 \pm 21}{674 \pm 21}^*$	$\frac{737 \pm 18}{610 \pm 18}^*$	$\frac{782 \pm 29}{616 \pm 24}^*$	$\frac{732 \pm 20}{605 \pm 18}^*$
AMo, %	$\frac{39 \pm 1,5}{37 \pm 1,2}^*$	$\frac{37 \pm 1,8}{36 \pm 0,8}^*$	$\frac{36 \pm 1,0}{37 \pm 1,0}^*$	$\frac{38 \pm 1,8}{37 \pm 1,2}^*$	$\frac{39 \pm 1,5}{37 \pm 0,6}^*$
MхДМn, мс	$\frac{288 \pm 29}{193 \pm 15}^*$	$\frac{315 \pm 22}{264 \pm 20}^*$	$\frac{306 \pm 17}{195 \pm 11}^*$	$\frac{303 \pm 13}{212 \pm 14}^*$	$\frac{220 \pm 17}{199 \pm 13}^*$
SI, ед.	$\frac{95 \pm 12}{150 \pm 13}$	$\frac{82 \pm 6}{103 \pm 13}^*$	$\frac{85 \pm 5}{172 \pm 12}^*$	$\frac{87 \pm 9}{153 \pm 15}^*$	$\frac{122 \pm 7}{164 \pm 18}^*$
HF, %	$\frac{62 \pm 4,0}{23 \pm 3,4}^*$	$\frac{70 \pm 2,0}{31 \pm 3,0}^*$	$\frac{57 \pm 3,0}{24 \pm 2,2}^*$	$\frac{59 \pm 3,3}{28 \pm 5,5}$	$\frac{65 \pm 5,5}{21 \pm 2,3}$
LF, %	$\frac{24 \pm 2,5}{53 \pm 4,9}$	$\frac{21 \pm 1,9}{46 \pm 4,2}^*$	$\frac{28 \pm 2,2}{51 \pm 3,6}^*$	$\frac{26 \pm 2,5}{44 \pm 3,9}^*$	$\frac{23 \pm 3,6}{55 \pm 2,8}^*$
VLF, %	$\frac{14 \pm 1,9}{24 \pm 3,3}$	$\frac{9 \pm 1,2}{23 \pm 5,3}^*$	$\frac{15 \pm 2,4}{25 \pm 3,4}^*$	$\frac{15 \pm 1,6}{28 \pm 3,8}$	$\frac{12 \pm 2,5}{24 \pm 2,4}$
IARS, балл	$\frac{4 \pm 0,6}{5 \pm 0,4}$	$\frac{4 \pm 0,3}{4 \pm 0,6}$	$\frac{3 \pm 0,3}{5 \pm 0,5}$	$\frac{4 \pm 0,4}{4 \pm 0,4}$	$\frac{4 \pm 0,3}{5 \pm 0,4}$
САД, мм рт. ст.	$\frac{104 \pm 3,0}{115 \pm 6}$	$\frac{105 \pm 3,1}{117 \pm 3,2}^*$	$\frac{111 \pm 1,7}{119 \pm 3,3}^*$	$\frac{114 \pm 2,8}{122 \pm 5}$	$\frac{116 \pm 3,5}{121 \pm 6}$
ДАД, мм рт. ст.	$\frac{59 \pm 1,8}{69 \pm 2,9}$	$\frac{60 \pm 2,2}{74 \pm 1,6}$	$\frac{64 \pm 1,5}{74 \pm 1,9}$	$\frac{60 \pm 1,8}{71 \pm 2,5}$	$\frac{62 \pm 2,2}{72 \pm 3,0}$

В табл. 2 представлены показатели пяти-минутных записей variability сердечного ритма у мальчиков и девочек в состоянии лежа (фоновый уровень) и в положении стоя (ортостаз), при этом значения R-R-интервалов первых 10–15 с, связанных с переходом их горизонтального в вертикальное положение, из обработки массива кардиоинтервалов исклю-

чались, т.к. они отражали особое состояние резервов гемодинамики организма, анализ характеристик которого не входил в задачу исследования. По ряду организационных причин не удалось исследовать структуру кардиоритма в группе 12-летних мальчиков, поэтому в таблице данные о variability сердечного ритма этих подростков не представлены.

Проведенный анализ показал, что достоверные различия между группами 13- и 14–15-летних мальчиков отмечаются по показателям вариационного размаха и индекса напряжения. У девочек между аналогичными возрастными группами в статистических показателях ритма сердца достоверных различий не отмечалось, но в значениях распределения мощности высокочастотной, низкочастотной и сверхнизкочастотной составляющих спектрально-волновых компонентов, длительности R-R-интервалов имелись достоверные различия. Так, значения HF в группе 14–15-летних девочек были на 13 % меньше, а LF и VLF – на 7 и 6 % больше, чем у обследуемых из группы девочек 13 лет. При этом у последних систолическое артериальное давление достоверно не отличалось от показателей группы 12-летних, но было значимо ниже на 6 мм рт. ст., чем в группе 14–15-летних школьников.

Отметим, что у этих же обследуемых значение низкочастотной составляющей спектра кардиоритма было достоверно на 7 % больше, чем в группе 13-летних девочек. Известно, что низкочастотная составляющая спектра кардиоритма может отражать состояние сосудистого тонуса, активность барорецепторов и постганглионарных симпатических волокон [5, 18, 27]. При этом чем выше ее процент в общей структуре волновых процессов, описывающих во времени состояние сердечного ритма, тем более выраженным является вклад активности сосудодвигательного центра и тем выше его влияние на регуляцию артериального давления, что наиболее явно прослеживается между группами девочек 13 и 14 лет и отмечается в достоверных различиях как САД, так и LF.

Учитывая, что в отличие от обследуемого контингента мальчиков у девочек параметры кардиоритма были изучены начиная с 12-летнего возраста, представлялась возможность оценить динамику перестройки параметров в возрастном диапазоне 12–15 лет. Так, оказалось, что с возрастом по показателям, характеризующим ЧСС и процентное распределение его наиболее часто встречающихся значений (M_0 , AM_0), наблюдалось уменьшение их абсолютной величины. Отно-

сительно остальных изучаемых параметров ритма сердца, в основном связанных со спектрально-волновыми характеристиками, отмечалась их флюктуация, т.е. к 13 годам некоторые из них возрастали, а к 14–15-летнему возрасту – снижались. Отметим, что другие исследователи, изучающие аналогичные показатели кардиоритма, но у лиц более старшего возраста (15–19 лет), отмечали однотипный характер их изменений, направленный только в сторону повышения. На основании комплексной оценки симпатических и парасимпатических влияний на параметры кардиоритма по величинам IARS, которые у 14–15-летних девочек составляли в среднем $3 \pm 0,3$ балла, что, по данным исследований, проведенных на различном возрастном контингенте, соответствует оптимальному состоянию вегетативного баланса организма [2, 3, 12], можно полагать, что к этому периоду формирование структурно-физиологических основ регуляторных систем кардиогемодинамики заканчивается.

Для детализации оценки функциональных резервов системы гемодинамики нами были проанализированы показатели кардиоритма и артериального давления во время выполнения подростками ортостатической пробы. Оказалось, что у мальчиков в процессе ортостаза значимые различия между показателями кардиоритма в группе 13- и 14–15-летних отмечались только по LF, величина которой на 11 % была меньше в группе подростков 13 лет. В группе девочек число показателей, имеющих достоверные отличия в отношении возрастных изменений, достигало четырех. Так, наибольшие значения M_0 , $MxDMn$ и HF отмечались в группе 13-летних, при этом индекс напряжения у них имел наименьшие значения. Интересно, что именно на этот возрастной период у девочек приходился самый высокий уровень активности парасимпатического звена вегетативной регуляции, что проявляется в наибольших значениях высокочастотных составляющих мощности спектра дыхательных волн как в состоянии фона, так и при ортостазе, а также в наименьших значениях индекса напряжения.

Анализ гендерных различий параметров кардиоритма в сопоставимых возрастных

группах в процессе выполнения ортостатической пробы показал, что наиболее оптимальная реакция системы гемодинамики при минимальном напряжении функциональных резервов также отмечалась в группе девочек 13 лет. Так, значение продолжительности наиболее часто встречающегося интервала R-R (Mo) у них было достоверно выше на 58 мс, чем у мальчиков, а длительность вариационного размаха – выше на 52 мс. При этом SI в группе девочек был на 50 ед. меньше, чем у мальчиков того же возраста. По всей видимости, это связано с тем, что в условиях Магаданской области девочки в возрасте 13 лет в физическом развитии обгоняют своих сверстников-мальчиков, на что указывают масса и крепость телосложения (индекс Пинье). Так, масса тела обследуемой группы 13-летних девочек составляла $49,8 \pm 2,5$ кг, мальчиков того же возраста – $48,0 \pm 2,8$ кг, а значение индекса Пинье – соответственно 40 ± 3 и 31 ± 3 ед. В группе 14–15-летних девочек и мальчиков достоверных различий по массе тела уже не отмечалось; среднее ее значение составляло $58,6 \pm 2,2$ кг.

Отметим, что к 14–15 годам мальчики на северо-востоке России в основном догоняют в своем физическом развитии девочек [14, 22], что, видимо, и нивелирует разницу показателей кардиогемодинамики при выполнении ортостатической пробы. Это также подтверждается данными о том, что между группами мальчиков и девочек 14–15 лет во время ортостатической пробы ни по одному из 8 показателей кардиоритма не наблюдается значимых различий, что позволяет говорить об идентичности структуры функциональных резервов сердечно-сосудистой системы у подростков в этом возрастном периоде.

Одним из ключевых показателей, характеризующих скорость обмена веществ, является интенсивность потребления кислорода организмом. В связи с этим представлялось интересным оценить устойчивость организма подростков к действию гипоксически-гиперкапнического фактора, простейшей моделью которого являются пробы с задержкой дыхания на вдохе (Штанге) и выдохе (Генчи). Привлекательность данного теста прежде всего в том, что при простоте исполнения он

позволяет за короткий промежуток времени экстремально нагружать кардиореспираторную систему и получать динамику изменений ряда высокоинформативных физиологических показателей. Учитывая, что в условиях Севера на различных системных уровнях организма развиваются процессы, характерные для действия гипоксии [1, 20], дополнительное сочетанное влияние на организм недостатка кислорода и избытка углекислого газа позволяет более полно оценить функциональные резервы детей-северян. В связи с этим нами были исследованы уровни насыщения гемоглобина кислородом во время выполнения подростками проб Штанге и Генчи.

В табл. 3 представлены показатели выполнения проб с задержкой дыхания. Оказалось, что у девочек не выявлено возрастных изменений по времени задержки дыхания, а у мальчиков этот показатель достоверно возрос между группами 12- и 14-летних подростков. Интересно, что у 13-летних девочек время пробы Генчи достоверно превышало на 6 с аналогичный показатель мальчиков-сверстников. Учитывая, что время задержки дыхания во многом зависит от уровня мотивации обследуемого, то отсутствие ее выраженной динамики у девочек с возрастом мы склонны относить к тому, что они в отличие от мальчиков менее ориентированы на соревновательную установку на лучший результат, которая у 14–15-летних юношей проявляется достаточно ярко.

Исходная величина содержания оксигемоглобина у испытуемых всех возрастных групп определялась в пределах 98,9–99,6 %, что в условиях Севера соответствует физиологической норме. При выполнении дыхательных проб отмечается снижение уровня оксигемоглобина, причем его наименьшее содержание было обнаружено нами у 13-летних мальчиков во время пробы Генчи (93,6 %), при этом время задержки дыхания у них было достоверно на 5 с меньше, чем у сверстниц-девочек. Это еще раз указывает на отмеченный нами выше факт наличия лучших функциональных параметров у девочек этого возраста относительно сверстников-мальчиков, что, по всей видимости, связано с тем, что в исследуемом возрастном диапазо-

Половозрастные показатели организма при выполнении девочками (1) и мальчиками (2) проб Штанге и Генчи, $M \pm m$

Возрастные группы и количество обследуемых лиц	Исследуемые показатели								
	Фоновый уровень HbO_2 , %	Фоновый уровень ЧСС, уд./мин	Время пробы Штанге, с	Уровень HbO_2 на пике пробы Штанге, %	ЧСС на пике пробы Штанге, уд./мин	Время пробы Генчи, с	Уровень HbO_2 на пике пробы Генчи, %	ЧСС на пике пробы Генчи, уд./мин	
1	12 лет, n=14	99,5±0,2	82±3	46±3,9	98,6±0,5	83±4	25±1,9	97,4±0,9	79±4
	13 лет, n=11	99,6±0,2	86±4	48±3,4	98,7±0,5	82±3	29±2,7**	97,6±0,8**	78±3
	14–15 лет, n=22	99,4±0,2	82±2	49±3,4**	98,2±0,5	89±2	28±1,6**	97,1±0,6	85±2**
	Уровень значимости различий*	–	–	–	–	$p_{13-14} < 0,05$	–	–	$p_{13-14} < 0,05$
2	12 лет, n=16	99,3±0,2	78±3	47±3,5	97,5±0,6	82±2	25±2,9	95,9±1,3	78±3
	13 лет, n=14	99,4±0,2	83±3	50±3,0	97,8±0,4	89±3	23±1,4	93,6±1,3	82±3
	14–15 лет, n=16	98,9±0,2	77±4	65±4,2	96,9±0,5	84±4	33±1,8	95,3±0,9	72±5
	Уровень значимости различий*	–	–	$p_{13-14} < 0,05$ $p_{12-14} < 0,05$	–	$p_{12-13} < 0,05$	$p_{13-14} < 0,05$ $p_{12-14} < 0,05$	–	–

не у девочек 13 лет, уроженок северо-востока России, наблюдается в целом более гармоничное физическое развитие при лучших показателях крепости телосложения [8].

Заключение. Таким образом, установлено, что у современных подростков, уроженцев Магаданской области из числа европеоидов, в возрастном периоде 13–15 лет на фоне преобладания нормотонического типа вегетативной нервной регуляции наблюдаются начальные признаки формирования предгипертензивной направленности функционирования системы кровообращения. Полученные в период летнего отдыха физиологические показатели кардиогемодинамики могут служить исходным фоновым уровнем для дальнейшей сравнительной оценки динамики их изменения в процессе различных периодов учебного года, что является важным аспектом при организации мониторинга состояния здоровья школьников, особенно проживающих в экстремальных природно-климатических условиях Севера.

1. *Авцын, А.П.* Патология человека на Севере / А.П. Авцын, А.Г. Марачев, А.П. Милованов. – М. : Медицина, 1985. – 416 с.
2. *Баевский, Р.М.* Введение в донозологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М. : Слово, 2008. – 176 с.
3. *Баевский, Р.М.* Основы экологической валлеологии человека / Р.М. Баевский, А.Л. Максимов, А.П. Берсенева. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2001. – 267 с.
4. *Баевский, Р.М.* Прогнозирование состояний на грани нормы и патологий / Р.М. Баевский. – М. : Медицина, 1979. – 295 с.
5. *Вариабельность ритма сердца: представление о механизмах* / С.А. Котельников и др. // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, №1. – С. 130.
6. *Волокитина, Т.В.* Оценка временных показателей variability сердечного ритма у младших школьников / Т.В. Волокитина, Э.В. Лесус // Экология человека. – 2004. – №1. – С. 49.
7. *Гланц, С.А.* Медико-биологическая статистика / С.А. Гланц. – М. : Практика, 1999. – 459 с.
8. *Годовых, Т.В.* Нормативы показателей физического развития детей Чукотки / Т.В. Годовых, В.В. Фефелова. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2007. – 30 с.
9. *Гуминский, А.А.* Руководство к лабораторным занятиям по общей и возрастной физиологии / А.А. Гуминский, Н.Н. Леонтьева, К.В. Маринова. – М. : Просвещение, 1990. – 240 с.

10. *Давидович, И.М.* Предгипертензия у мужчин молодого возраста / И.М. Давидович, С.Л. Жарский, О.В. Афонасков // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2009. – №1. – С. 32.
11. *Деряпа, Н.Р.* Адаптация человека в полярных районах Земли / Н.Р. Деряпа, И.Ф. Рябинин. – М. : Медицина, 1977. – 296 с.
12. *Донозологическая диагностика в оценке уровня здоровья школьников* / А.П. Берсенева и др. // Функциональная диагностика. – 2006. – №3. – С. 5.
13. *Зависимость variability сердечного ритма от сезона года у 11–13-летних девочек* / И.Г. Кайсина и др. // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, №4. – С. 43.
14. *Закономерности роста и физического развития детей и подростков Чукотки* / Т.В. Годовых и др. // Человек на Севере: системные механизмы адаптации. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2007. – С. 138.
15. *Кольшикин, В.В.* Психофизиологическая диагностика функциональных состояний человека. Лабораторный практикум. Ч. I. / В.В. Кольшикин. – Новосибирск, 1995. – 165 с.
16. *Кузнецова, О.В.* Спектральный анализ variability ритмов сердца, артериального давления и дыхания у детей 8–11 лет в покое / О.В. Кузнецова, В.Д. Сонькин // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, №1. – С. 33.
17. *Максимов, А.Л.* Регуляторные особенности структуры кардиоритма у юношей и девушек, жителей Магаданской области / А.Л. Максимов, Н.Н. Максимова, А.В. Мисников // Российский физиологический журн. им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 30, №8, ч. 2. – С. 381.
18. *Мамий, В.И.* О природе низкочастотной составляющей variability ритма сердца и роли симпатико-парасимпатического взаимодействия / В.И. Мамий, Н.Б. Хаспекова // Российский физиологический журн. им. И.М. Сеченова. – 2002. – Т. 88, №2. – С. 237.
19. *Медико-физиологические аспекты разработки аппаратно-программных средств для математического анализа работы сердца* / Р.М. Баевский и др. // Российский мед. вестн. – 1996. – №1–2. – С. 104.
20. *Милованов, А.П.* Экзогенная флюктуирующая гипоксия Севера / А.П. Милованов // Основные аспекты географической патологии на Крайнем Севере. – Норильск, 1976. – С. 56.
21. *Музалевская, Н.И.* Оценка адаптационного ресурса и состояния здоровья старшеклассников методом нелинейной стохастической кардиоинтервалографии / Н.И. Музалевская, В.Г. Каменская // Физиология человека. – 2007. – Т. 33, №2. – С. 60.
22. *Региональные нормативы показателей здоровья и медицинского обеспечения лиц, занимающихся физкультурой и спортом: науч.-практические рекомендации* / А.Л. Максимов и др. – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2005. – 60 с.

23. Семенов, Ю.Н. Комплекс для анализа вариабельности сердечного ритма / Ю.Н. Семенов. – Рязань : РАМЕНА, 2005. – 210 с.

24. Экологическая физиология человека. Часть II. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям. – Л. : Наука, 1980. – 549 с.

25. Calculating sympathovagal balance from heart rate variability: Are there alternatives in aboles-

cents? / P. Dalla et al. // Act. cardiol. – 2006. – Vol. 61, №3. – P. 307.

26. Effect of age on long-term heart rate variability / V.K. Yeragani et al. // Cardio. res. – 1997. – Vol. 35, №1. – P. 35.

27. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympathovagal interaction in man conscious dog / M. Pagani et al. // Circ. res. – 1986. – №59. – P. 151.

PHYSIOLOGICAL PROFILES OF FUNCTIONAL STATE DEMONSTRATED BY THE ADOLESCENTS OF MAGADAN REGION IN SUMMER PERIOD

A.L. Maximov, I.V. Sukhanova, A.N. Loskutova, S.I. Vdovenko

Scientific-research center «Arktika» FEB RAS, Magadan

The adolescents at the age of 12–15 born in the Northeast of Russia and residing in the area were examined in summer period to study physiological parameters of hemodynamics, heart rate variability at rest as well as at functional tests. Some observed parameters have showed age- and sex-related reliably significant difference. The male residents aged 13–15 have demonstrated the prevalence of normotonic vegetative nervous regulation; however, they proved to have the signs of prehypertension tendency in their blood circulation system. Based on the carried studies, it is supposed to consider the physiological values showed by the northern adolescents in summer period as a base line, especially in case of monitoring schoolchildren's health during a school year.

Keywords: adolescents of the Northeast of Russia, functional state, heart rate variability, hemodynamics.