

УДК 612.172.2+612.178.1-2

## ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ РИТМА СЕРДЦА У ЖЕНЩИН В ОНТОГЕНЕЗЕ

<sup>1</sup>Сабириянов А.Р., <sup>1</sup>Ена С.А., <sup>2</sup>Сабириянова Е.С., <sup>1</sup>Сергеева Н.В.

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,  
Челябинск, e-mail: kanc@chelsma.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет физической культуры», Челябинск,  
e-mail: uralgufk@mail.ru

Изучена вариабельность сердечного ритма в положении лежа и активного ортостаза как маркера активности уровней регуляции у здоровых девочек и женщин 8–55 лет, разделенных на пять возрастных групп: младший школьный возраст (8–11 лет, n = 189); подростковый (12–15 лет, n = 171); юношеский (16–19 лет, n = 153); первый (20–34 лет, n = 121) и второй периоды зрелого возраста (35–55 лет, n = 96). Анализ показателей вариабельности ритма сердца показал, что от младшего школьного ко II периоду зрелого возраста наблюдается снижение общей вариабельности, определяемое низко- и высокочастотными колебаниями спектра, свидетельствующее о количественном и качественном изменении регуляции частоты сердечных сокращений в состоянии покоя. При помощи статистического анализа выявлено, что изменчивость характеристик низкочастотного и очень низкочастотного диапазонов вторична по отношению к высокочастотным колебаниям, свидетельствующим о высокой роли парасимпатической регуляции ритма сердца во всех возрастных группах. Исследования показали, что переход в ортостатическое положение на фоне стабильности преобладающих гармоник диапазонов сопровождается изменениями общих показателей вариабельности ритма сердца, в целом, отражающих реципрокные изменения симпатoadренальной и парасимпатической регуляции, маркером которых во всех возрастных группах является медиана медленноволнового спектра. При этом от младшего школьного ко II периоду зрелого возраста наблюдается смещение ортостатической реакции уровней регуляции с гуморальной на более мобильную нейросимпатическую.

**Ключевые слова:** вариабельность сердечного ритма, активный ортостаз, возрастные периоды

## FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY IN WOMEN IN ONTOGENESIS

<sup>1</sup>Sabiryanov A.R., <sup>1</sup>Ena S.A., <sup>2</sup>Sabiryanova E.S., <sup>1</sup>Sergeeva N.V.

<sup>1</sup>South Ural State Medical University of Health Ministry of Russia, Chelyabinsk, e-mail: kanc@chelsma.ru;

<sup>2</sup>Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: uralgufk@mail.ru

The study of heart rate variability in the supine position and active orthostasis, as a marker of regulation levels activity in healthy girls and women (8–55 years) was performed. The participants were divided into five age groups: primary school age (8–11 years, n = 189); adolescent (12–15 years, n = 171); adolescent (16–19 years, n = 153); young people (20–34 years, n = 121) and mature adult (35–55 years, n = 96). The analysis of heart rate variability showed the decrease of the total variability defined by low and high-frequency oscillations of the spectrum indicating the quantitative and qualitative change in the regulation of heart rate at rest in the age-groups from primary school to mature age. The statistical analysis revealed that variability of low-frequency and very low-frequency characteristics are secondary to high-frequency oscillations, indicating the high role of the heart rate parasympathetic regulation in all age groups. Studies have shown that transition to orthostatic position within stable prevailing harmonics ranges is accompanied by changes of the total heart rate variability indices as a whole, reflecting reciprocal changes of sympatho-adrenal and parasympathetic regulation, the marker in all age groups of which is a median of a slow-wave spectrum. Thus, from primary school to mature age, a shift of orthostatic reaction from humoral regulation to a mobile neurosympathetic one is observed.

**Keywords:** heart rate variability, active orthostasis, age periods

В процессе развития и жизнедеятельности человека, организм подвергается воздействию различных внешних и внутренних факторов с развитием краткосрочных и долговременных процессов адаптации к ним [2, 4, 6, 9]. При этом одним из постоянных функциональных нагрузок, действующей в течение всей жизни, является ортостатическая, при которой для адекватной гемодинамики, в первую очередь, головного мозга, наблюдается совместная скоординированная деятельность систем регуляции и кровообращения [2, 5, 10]. В отличие от сердечно-сосудистой системы, исследование системы регуляции осложняется узким кругом методов ее изучения у че-

ловека. В настоящее время наиболее достоверным неинвазивным методом, позволяющим исследовать активность уровней и механизмов регуляции, является анализ медленноволновых колебаний показателей деятельности организма, в частности, вариабельности ритма сердца [1].

Целью данных исследований являлось изучение вариабельности сердечного ритма как маркера активности уровней регуляции у здоровых девочек и женщин 8–55 лет в положении лежа и активного ортостаза.

### Материалы и методы исследования

В исследованиях участвовали девочки и женщины первой и второй медицинских групп (n = 730),

которые были разделены на пять возрастных групп: младший школьный возраст (8–11 лет,  $n = 189$ ); подростковый (12–15 лет,  $n = 171$ ); юношеский (16–19 лет,  $n = 153$ ); первый (20–34 года,  $n = 121$ ) и второй периоды зрелого возраста (35–55 лет,  $n = 96$ ).

Регистрация ритма сердца (РС) проводилась в положении лежа и активного ортостаза в течение 5 минут при помощи компьютерной системы «Кентавр II РС» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск).

Анализ медленноволновой variability РС проводился при помощи компьютерной программы «Биоспектр» [7]. Изучались общая мощность спектра (ОМС,  $\text{мс}^2$ ), абсолютная ( $\text{мс}^2$ ) и относительная (%) мощность колебаний в диапазонах (очень низкочастотный – VLF; низкочастотный – LF; высокочастотный – HF), мода и медиана (Mo и Me, Гц) спектра. Кроме того, анализировались частотно-временные характеристики преобладающих гармоник в диапазонах спектра (мощность – абсолютная,  $\text{мс}^2$  и относительная, %; амплитуда, мс; частота, Гц). Для устранения погрешностей при регистрации РС перед спектральным анализом проводилась интерполяция тренда.

При интерпретации результатов спектрального анализа использовались общепринятые представления о регуляторном генезе медленноволновых колебаний [1, 3, 8, 11, 14 и др.].

### Результаты исследования и их обсуждение

В табл. 1 представлены частота сердечных сокращений (ЧСС) и временные характеристики variability РС в группах девочек и женщин.

Как видно из табл. 1, наблюдается статистически достоверное снижение ЧСС к юношескому возрасту ( $p < 0,0001$ ), со стабилизацией показателя в последующие возрастные периоды. При этом по данным дисперсионного анализа динамика ЧСС не проявляется различиями абсолютной мощности variability РС в исследуемых группах с тенденцией к снижению ОМС от младшего школьного к II периоду зрелого возраста ( $p < 0,03$ ), за счет LF (с  $4370,4 \pm 746,01$  до  $2888,44 \pm 329,01 \text{ мс}^2$ ;  $p < 0,03$ ) и HF диапазонов (с  $4487,34 \pm 920,63$  до  $1966,21 \pm 568,35 \text{ мс}^2$ ;  $p < 0,01$ ), что свидетельствует об уменьшении сегментарных вегетативных влияний на показатель. Данная направленность изменений отражается на относительном распределении мощности в диапазонах. В частности, в младшем школьном и подростковом возрастах наблюдается преобладание относительной доли LF и HF диапазонов, тогда как в юношеском и I периоде зрелого возраста – LF, а во II периоде зрелого возраста – VLF и LF диапазонов. Данное обстоятельство свидетельствует об уменьшении парасимпатических влияний и относительном увеличении значимости в регуляции РС гуморально-метаболических и сегментарных симпатических влияний, что может определяться

ростом стресс напряжения женщин в процессе жизни. При этом возрастная динамика ЧСС, видимо, не столь тесно связана с изменениями вегетативной регуляции, сколько процессами адаптации в онтогенезе автономных механизмов регуляции РС. Повышение значимости в регуляции гемодинамики, в целом, метаболических и симпатoadреналовых механизмов регуляции, отчасти подтверждается динамикой показателей сосудистого кровообращения. В частности, от младшего школьного ко II периоду зрелого возраста наблюдается рост периферического кровообращения (АППК от  $54,45 \pm 3,34$  до  $105,7 \pm 4,54 \text{ мОм}$ ;  $p < 0,001$ ), систолического (с  $105,94 \pm 1,06$  до  $126,52 \pm 1,68 \text{ мм рт. ст.}$ ;  $p < 0,001$ ) и диастолического давления (с  $66,9 \pm 1,2$  до  $86,95 \pm 0,9 \text{ мм рт. ст.}$ ;  $p < 0,001$ ).

Возрастные изменения мощности медленноволновых колебаний РС отражаются и на частотных характеристиках, таких как Mo и Me спектра (табл. 2).

Как видно из табл. 2, ко II периоду зрелого возраста наблюдается снижение частоты, как Mo, так и Me медленноволнового спектра, что может определяться ростом активности таких факторов регуляции, как метаболизм, ренин-ангиотензиновая система (около 0,04 Гц [12]), гуморальные катехоламины (0,007–0,033 Гц [13], а также изменчивостью variability активности симпатической нервной системы (0,04–0,12 Гц [15]). Несмотря на это, частоты преобладающих гармоник диапазонов спектра, определяющиеся ведущими механизмами уровней регуляции РС по данным дисперсионного анализа в возрастных группах не различаются. Проведение корреляционного анализа ЧСС с частотно-временными характеристиками HF диапазона всей выборки обследованных показывает его связь, в первую очередь, с парасимпатической активностью (корреляция с мощностью диапазона  $r = -0,3$ ;  $p < 0,001$ ; с мощностью ведущей гармоникой  $r = -0,21$ ;  $p < 0,001$ ). При этом корреляционный анализ с данными показателями VLF и LF диапазонов также выявляет отрицательную взаимосвязь ЧСС (корреляция с мощностью диапазона LF  $r = -0,18$ ;  $p < 0,001$ ; с мощностью ведущей гармоникой LF  $r = -0,13$ ;  $p < 0,001$ ; корреляция с мощностью диапазона VLF  $r = -0,21$ ;  $p < 0,001$ ; с мощностью ведущей гармоникой VLF  $r = -0,21$ ;  $p < 0,001$ ), что может определяться вторичностью симпатoadреналовой активности по отношению парасимпатической регуляции РС. Подтверждением этого может являться тот факт, что ОМС с частотой сердцебиений связана отрицательной линейной корреляцией (в возраст-

ных группах  $r$  от 0,42 до 0,55;  $p < 0,001$ ). При этом функциональную взаимосвязь ЧСС с уровнем регуляции отражает отчасти только относительная мощность диапазонов. В частности, мощность VLF колебаний (%) с ЧСС взаимосвязаны положительно (в возрастных группах  $r$  около 0,3;

$p < 0,001$ ), HF (%) отрицательной связью (в зависимости от возрастной группы  $r$  от 0,21 до 0,38;  $p < 0,05$ ), тогда как с мощностью LF (%) взаимосвязи не определяется, что может определяться связью данного диапазона, как с симпатической, так и парасимпатической активностью [3].

**Таблица 1**

Частота сердцебиений и временные характеристики ритма сердца в возрастных периодах у девочек и женщин

Показатели	ЧСС, уд/мин	ОМС РС, мс <sup>2</sup>	*VLF PC, %	*LF PC, %	*HF PC, %
Младший школьный возраст					
Лежа	89,45 ± 1,18	11995,03 ± 2135,65	24,97	36,43	37,41
Стоя	101,94 ± 1,2	14818,82 ± 3971,38	38,24	36,67	22,54
$p$	< 0,001	–	< 0,05	–	< 0,01
Подростковый возраст					
Лежа	80,8 ± 1,38	9984,5 ± 1323,52	23,25	39,34	36,15
Стоя	97,39 ± 1,38	7869,6 ± 1297,78	34,81	48,09	15,13
$p$	< 0,001	–	< 0,05	< 0,05	< 0,01
Юношеский возраст					
Лежа	72,43 ± 1,04	8997,6 ± 1093,3	28,3	38,56	31,6
Стоя	88,59 ± 1,3	7306,76 ± 605,92	33,25	49,13	16,21
$p$	< 0,001	–	–	< 0,05	< 0,01
I период зрелого возраста					
Лежа	75,64 ± 0,94	8520,62 ± 830,18	21,18	41,04	36,78
Стоя	84,92 ± 0,9	8381 ± 920,56	25,52	58,61	14,58
$p$	< 0,001	–	–	< 0,01	< 0,01
II период зрелого возраста					
Лежа	70,8 ± 1,16	7879,25 ± 1567,58	36,61	36,66	24,95
Стоя	80,12 ± 1,04	6767,76 ± 563,74	33,99	43,73	20,61
$p$	< 0,001	–	–	< 0,05	–

Пр и м е ч а н и е . Статистическая достоверность различий по критерию Фишера.

**Таблица 2**

Частотные характеристики ритма сердца в возрастных периодах у девочек и женщин

Показатели	Mo PC	Me PC	Mo VLF PC	Mo LF PC	Mo HF PC
Младший школьный возраст					
Лежа	0,059 ± 0,0067	0,105 ± 0,0047	0,018 ± 0,0007	0,084 ± 0,0022	0,25 ± 0,0049
Стоя	0,034 ± 0,0061	0,074 ± 0,0025	0,018 ± 0,0007	0,084 ± 0,0021	0,245 ± 0,005
$p$	< 0,05	< 0,001	–	–	–
Подростковый возраст					
Лежа	0,056 ± 0,0063	0,097 ± 0,004	0,017 ± 0,0007	0,085 ± 0,0022	0,25 ± 0,0049
Стоя	0,042 ± 0,0023	0,07 ± 0,0027	0,018 ± 0,0007	0,084 ± 0,0022	0,22 ± 0,0046
$p$	< 0,05	< 0,001	–	–	< 0,001
Юношеский возраст					
Лежа	0,046 ± 0,006	0,092 ± 0,0034	0,015 ± 0,0007	0,081 ± 0,0022	0,24 ± 0,0049
Стоя	0,038 ± 0,0024	0,065 ± 0,0021	0,019 ± 0,0007	0,082 ± 0,002	0,22 ± 0,0047
$p$	–	< 0,001	< 0,001	–	< 0,01
I период зрелого возраста					
Лежа	0,041 ± 0,0019	0,1 ± 0,0034	0,014 ± 0,0007	0,086 ± 0,002	0,24 ± 0,0047
Стоя	0,049 ± 0,0022	0,073 ± 0,0025	0,016 ± 0,0007	0,083 ± 0,0021	0,23 ± 0,0041
$p$	< 0,05	< 0,001	< 0,05	–	–
II период зрелого возраста					
Лежа	0,039 ± 0,0073	0,073 ± 0,0054	0,017 ± 0,0007	0,079 ± 0,0017	0,25 ± 0,0048
Стоя	0,046 ± 0,0076	0,069 ± 0,0048	0,014 ± 0,0007	0,079 ± 0,002	0,23 ± 0,0049
$p$	–	–	< 0,01	–	< 0,05

Таблица 3

Результаты канонического анализа частоты сердцебиений с совокупностью частотно-временных характеристик ритма сердца

Возрастная группа	МШВ		ПВ		ЮВ		ЗВ		ПЗВ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Взаимосвязанная изменчивость (%)	21,79	3,62	29,01	5,22	59,46	2,93	56,58	5,61	34,79	4,27
Канонический коэффициент (r)	0,47		0,54		0,77		0,75		0,59	
Достоверность	p = 0,00081		p = 0,00001		p = 0,00007		p = 0,01		p = 0,01	

Кроме того, ведущая роль парасимпатической регуляции проявляется и при каноническом анализе ЧСС с комплексом частотно-временных характеристик диапазонов в возрастной совокупности. В частности, наиболее высокий канонический коэффициент  $r = 0,23$  ( $p < 0,0001$ ) выявляется в зависимости ЧСС от изменчивости частотно-временных характеристик HF диапазона. При этом 1,12% изменений группы показателей variability диапазона соответствует 5,4% изменениям частоты сердцебиений, тогда как по LF диапазону канонические показатели составляют  $r = 0,21$  ( $p < 0,0001$ ) 0,73/4,32%, а по VLF –  $r = 0,13$  ( $p < 0,02$ ) 0,32/1,71%.

Степень изменчивости ЧСС от частотно-временных характеристик РС выявляется и при повозрастной оценке. В частности, в табл. 3 представлены результаты канонического анализа ЧСС с совокупностью относительной мощности диапазонов, мощностью и частотой ведущей гармоники диапазонов, общей мощностью и Me спектра РС.

Как видно из табл. 3, к юношескому возрасту наблюдается рост канонического коэффициента, что отражает степень «чувствительности» хронотропной функции сердца к активности уровней регуляции сердечной деятельности, соответствующее периоду возрастного снижения ЧСС и, видимо определяемое, в первую очередь, парасимпатической нервной системой. При этом к I периоду зрелого возраста каноническая взаимосвязь значимо не меняется, а ко II периоду зрелого возраста снижается, что в целом может отражать процессы адаптации гемодинамики к факторам внешней и внутренней среды у женщин, с повышением роли автономных механизмов регуляции кардиогемодинамики [8].

Однако, несмотря на выявленные возрастные особенности показателей variability РС, наиболее значимым показателем, определяющим онтогенетические особенности медленноволновых колебаний и уровней регуляции (при дисперсионном анализе совокупности частотно-временных характеристик в возрастных группах),

является Me спектра (статистика  $\lambda$  Уилкса = 0,93;  $p < 0,0001$ ). Данная характеристика показателя, в первую очередь, определяется проявлением общих тенденций динамики совокупности частотно-временных характеристик, свидетельствующих о постепенном относительном увеличении, с возрастом, гуморально-метаболических влияний на хронотропную функцию сердца.

Исследования показали, что в группах обследованных девочек и женщин наблюдаются значимые различия динамики ЧСС и variability РС в активном ортостатическом положении (табл. 1). В частности, в подростковом и юношеском возрасте наблюдается более высокий прирост ЧСС (20,53 и 22,31% соответственно) по сравнению с остальными группами (в среднем на 13,0%;  $p < 0,05$ ), что может определяться изменением ортоустойчивости, в период полового созревания и активными процессами гормональных перестроек [10]. При этом необходимо отметить, что переход в ортостатическое положение не сопровождается статистически достоверными изменениями частотно-временных характеристик преобладающих гармоник диапазонов, которые, видимо, являются отражением «базовых» механизмов регуляции хронотропной функции сердца. На этом фоне выявляются изменения общих показателей, для диапазонов и медленноволнового спектра, отражающие активацию механизмов, обеспечивающих ортоустойчивость ЧСС. Для большинства возрастных групп, кроме II периода зрелого возраста характерно снижение относительной доли HF колебаний, а с подросткового по I период зрелого возраста и абсолютной доли данного диапазона, что, несомненно, связано со снижением активности парасимпатических влияний на РС. При этом, как видно из динамики относительного распределения мощности в диапазонах, с возрастом наблюдается смещение ортостатической реакции уровней регуляции с гуморальной на сегментарную симпатическую. В частности, если в младшем школьном возрасте наблюдается реципрокное увеличение доли VLF колебаний, что может определяться циркулирующими

катехоламинами [13], то в подростковом наблюдается рост мощности VLF и LF диапазонов, а в юношеском и I периоде зрелого возраста выявляются обратно пропорциональные изменения LF и HF колебаний. Во II периоде зрелого возраста ортостатические изменения относительной мощности проявляются ростом только LF колебаний, тесно связанных с симпатической нервной системой. Данные особенности свидетельствуют о совершенствовании механизмов ортостойчивости хронотропной функции за счет активации более мобильной нейросимпатической регуляции в ортостатическом положении.

Динамика Mo и Me спектра в ортоположении в возрастных группах соответствуют изменениям временных характеристик РС (табл. 2). В частности, с возрастом наблюдается изменение динамики Mo спектра со снижения частоты в ортостазе в младшем школьном возрасте до тенденции к увеличению во II периоде зрелого возраста. При этом Me спектра, кроме II периода зрелого возраста, в ортоположении снижается, в целом отражая реципрокные изменения парасимпатической и симпатoadреналовой регуляции РС при переходе в ортостатическое положение.

Проведение дискриминантного анализа комплекса частотно-временных характеристик РС, в том числе и преобладающих гармоник в диапазонах, в возрастных группах в положении лежа и стоя показал, что наиболее значимое различие совокупности показателей проявляется Me спектра (статистика  $\lambda$  Уилкса от 0,74 в юношеском возрасте до 0,89 в I периоде зрелого возраста;  $p < 0,01-0,0001$ ). Данное обстоятельство, несомненно, определяется реципрокностью изменений регуляции РС при переходе в ортостатическое положение. При этом в подростковом и юношеском возрасте вторым по значимости показателем, определяющим дискриминацию группы показателей, является мощность преобладающей гармоники HF диапазона (статистика  $\lambda$  Уилкса = 0,97;  $p < 0,01$ ; 0,95;  $p < 0,03$  соответственно), что соотносится со степенью реакции ЧСС и, видимо, определяется активностью парасимпатических влияний на хронотропную функцию сердца в ортоположении. Однако дискриминантный анализ показателей частотно-временных характеристик РС в ортоположении показал, что обследованные группы девочек и женщин, в первую очередь, различаются по Mo спектра (статистика  $\lambda$  Уилкса = 0,95;  $p < 0,001$ ), видимо, определяемое возрастными особенностями ведущего механизма регуляции РС в активном ортостатическом положении.

## Заключение

Таким образом, анализ показателей вариабельности РС показал, что от младшего школьного ко II периоду зрелого возраста наблюдается снижение общей вариабельности, определяемое низко и высокочастотными колебаниями спектра, свидетельствующее о количественном и качественном изменении регуляции ЧСС в состоянии покоя. При этом выявленные изменения показателей вариабельности могут быть следствием повышения значимости в регуляции РС, метаболических и симпатoadреналовых механизмов регуляции, уменьшения сегментарных вегетативных влияний на показатель с повышением «чувствительности» к парасимпатической регуляции, а также повышением значимости автономных механизмов регуляции.

Статистический анализ показывает, что изменчивость характеристик низкочастотного и очень низкочастотного диапазонов вторична по отношению к высокочастотным колебаниям, свидетельствующим о высокой роли парасимпатической регуляции РС во всех возрастных группах. При этом маркером, определяющим возрастные различия частотно-временных характеристик вариабельности ритма сердца является медиана медленноволнового спектра.

Исследования показали, что переход в ортостатическое положение на фоне стабильности преобладающих гармоник диапазонов сопровождается изменениями общих показателей вариабельности РС, в целом, отражающих реципрокные изменения симпатoadреналовой и парасимпатической регуляции, маркером которых во всех возрастных группах является медиана медленноволнового спектра. При этом от младшего школьного ко II периоду зрелого возраста наблюдается смещение ортостатической реакции уровней регуляции с гуморальной на более мобильную нейросимпатическую.

Возрастная особенность ортостатической реакции частоты сердечбиений проявляется в подростковом и юношеском возрасте, что по данным статистического анализа определяется не только изменением ортостойчивости, связанным с активностью гормональных перестроек в организме девушек, но и степенью парасимпатической реакции в ортоположении в период полового созревания.

## Список литературы

1. Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине / Р.М. Баевский // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 70–82.

2. Исаев А.П. Физиологические механизмы действия методов мануальной терапии на ортостатическую реакцию сердечно-сосудистой системы / А.П. Исаев, А.Р. Сабирьянов, С.А. Личагина, Е.С. Сабирьянова // Физиология человека. – 2005. – Т. 31, № 4 – С. 65–69.
3. Котельников С.А. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников, А.Д. Ноздрачев, М.М. Одинак и др. // Физиология человека. – 2002. – Т. 28, № 1. – С. 130–143.
4. Литвин Ф.Б. Комплексное влияние экологических факторов на состояние системы микроциркуляции / Физиология человека. – 2010. – Т. 36, № 6. – С. 84–94.
5. Осадчий Л.И. Положение тела и регуляция кровообращения / Л.И. Осадчий. – Л.: Наука, 1982. – 144 с.
6. Похачевский А.Л. Сравнительный мониторинг функционального состояния вегетативной нервной системы подростков / А.Л. Похачевский // Педиатрия. – 2010. – Т. 89, № 3. – С. 51–56.
7. Рагозин А.Н. Информативность спектральных показателей вариабельности сердечного ритма / А.Н. Рагозин // Вестник аритмологии. – 2001. – № 22. – С. 38–40.
8. Сабирьянов А.Р. Структура медленноволновой вариабельности показателей гемодинамики, как интегральная характеристика активности уровней регуляции системы кровообращения у детей младшего и среднего школьного возраста: Автореф. дис. докт. мед. наук / А.Р. Сабирьянов. – Курган, 2005. – 40 с.
9. Сабирьянов А.Р. Реакция показателей кровообращения и системы регуляции при кратковременной умственной нагрузке у девочек подросткового возраста / А.Р. Сабирьянов, Е.С. Сабирьянова, К.С. Костина // Актуальные вопросы медицинской реабилитации и спортивной медицины: сборник трудов, посвященный 10-летию кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины. – Челябинск: ЮУГМУ, 2014. – С. 61–68.
10. Сабирьянова Е.С. Закономерности онтогенетической адаптации сердечно-сосудистой системы и уровней ее регуляции к комплексу факторов внешней среды у детей, проживающих в условиях села и города: Автореф. дис. докт. мед. наук / Е.С. Сабирьянова. – Курган, 2010. – 47 с.
11. Хаютин В.М. Спектральный анализ колебаний частоты сердечбиений: физиологические основы и осложняющие его явления / В.М. Хаютин, Е.В. Лукошкова // Российский физиологический журнал имени И.М. Сеченова. – 1999. – Т. 87, № 7. – С. 893–909.
12. Akselrod S. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis / S. Akselrod, D. Gordon, J.B. Madwed et al. // *Am J Physiol.* – 1985. – Vol. 249. – P. H.867–H.875.
13. Cohen S.I. Psychophysiological investigation of vascular response variability / S.I. Cohen, A. Silverman // *Psychosomatic Research* – 1959. – Vol. 3. – P. 185–210.
14. Heart Rate Variability. Standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Circulation* – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.
15. Pomeranz B. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis / B. Pomeranz, R.J. Macaulay, M.A. Caudill et al. // *Am J Physiol.* – 1985. – Vol. 248. – P. H.151–H.153.
- E.S. Sabirjanova // *Fiziologija cheloveka.* 2005. T. 31, no. 4. pp. 65–69.
3. Kotelnikov S.A. Variabelnost ritma serdca: predstavlenija o mehanizmah / S.A. Kotelnikov, A.D. Nozdrachev, M.M. Odinak i dr. // *Fiziologija cheloveka.* 2002. T. 28, no. 1. pp. 130–143.
4. Litvin F.B. Kompleksnoe vlijanie jekologicheskikh faktorov na sostojanie sistemy mikroциркуляци / *Fiziologija cheloveka.* 2010. T. 36, no. 6. pp. 84–94.
5. Osadchij L.I. Polozhenie tela i reguljacija krovoobrashhenija / L.I. Osadchij. L.: Nauka, 1982. 144 p.
6. Pohachevskij A.L. Sravnitelnyj monitoring funkcionalnogo sostojanija vegetativnoj nervnoj sistemy podrostkov / A.L. Pohachevskij // *Pediatrics.* 2010. T. 89, no. 3. pp. 51–56.
7. Ragozin A.N. Informativnost spektralnyh pokazatelej variabelnosti serdechnogo ritma / A.N. Ragozin // *Vestnik aritmologii.* 2001. no. 22. pp. 38–40.
8. Sabirjanov A.R. Struktura medlennovolnovoj variabelnosti pokazatelej gemodinamiki, kak integralnaja karakteristika aktivnosti urovnej reguljacji sistemy krovoobrashhenija u detej mladshogo i srednego shkolnogo vozrasta: Avtoref. dis. dokt. med. nauk / A.R. Sabirjanov. Kurgan, 2005. 40 p.
9. Sabirjanov A.R. Reakcija pokazatelej krovoobrashhenija i sistemy reguljacji pri kratkovremennoj umstvennoj nagruzke u devochek podrostkovogo vozrasta / A.R. Sabirjanov, E.S. Sabirjanova, K.S. Kostina // *Aktualnye voprosy medicinskoj reabilitacii i sportivnoj mediciny: sbornik trudov, posvjashhennyj 10-letiju kafedry medicinskoj reabilitacii i sportivnoj mediciny.* Cheljabinsk: JuUGMU, 2014. pp. 61–68.
10. Sabirjanova E.S. Zakonomernosti ontogeneticheskoy adaptacii serdechno-sosudistoj sistemy i urovnej ee reguljacji k kompleksu faktorov vneshnej sredy u detej, prozhivajushhh v uslovijah sela i goroda: Avtoref. dis. dokt. med. nauk / E.S. Sabirjanova. Kurgan, 2010. 47 p.
11. Hajutin V.M. Spektralnyj analiz kolebanij chastoty serdcebienij: fiziologicheskie osnovy i oslozhnjajushhie ego javlenija / V.M. Hajutin, E.V. Lukoshkova // *Rossijskij fiziologicheskij zhurnal imeni I.M. Sechenova.* 1999. T. 87, no. 7. pp. 893–909.
12. Akselrod S. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis / S. Akselrod, D. Gordon, J.B. Madwed et al. // *Am J Physiol.* 1985. Vol. 249. pp. H.867–H.875.
13. Cohen S.I. Psychophysiological investigation of vascular response variability / S.I. Cohen, A. Silverman // *Psychosomatic Research* 1959. Vol. 3. pp. 185–210.
14. Heart Rate Variability. Standards of measurements, physiological interpretation, and clinical use / Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Circulation* 1996. Vol. 93. pp. 1043–1065.
15. Pomeranz B. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis / B. Pomeranz, R.J. Macaulay, M.A. Caudill et al. // *Am J Physiol.* 1985. Vol. 248. pp. H.151–H.153.

## References

1. Baevskij R.M. Analiz variabelnosti serdechnogo ritma v kosmicheskoy medicine / R.M. Baevskij // *Fiziologija cheloveka.* 2002. T. 28, no. 2. pp. 70–82.
2. Isaev A.P. Fiziologicheskie mehanizmy dejstvija metodov manualnoj terapii na ortostaticheskiju reakciju serdechno-sosudistoj sistemy / A.P. Isaev, A.R. Sabirjanov, S.A. Lichagina,

## Рецензенты:

Ерохин А.Н., д.м.н., доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории функциональных исследований научного клинико-инструментального отдела физиологии, ФГБУ РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова, г. Курган;

Соловьева С.В., д.м.н., доцент, заведующая кафедрой биологии, ГБОУ ВПО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Тюмень.