

УДК 612+616.1

## РОЛЬ АКУСТИЧЕСКОГО СЕНСОРНОГО ПРИТОКА В РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОМ НАПРЯЖЕНИИ

© И.В. Исаева, И.М. Воронин

Isaeva I.V., Voronin I.M. The role of the acoustic sensory flow in the heart rate regulation at the psychoemotional exertion.

Психоэмоциональный стресс является одной из основных причин возникновения нарушений физиологических функций [1], в том числе регуляции хронотропной функции сердца [2]. В связи с этим особую важность приобретает вопрос поиска немедикаментозных путей повышения устойчивости организма к стрессорным воздействиям. Показано, что одним из эффективных средств снижения стресса является музыка, воздействие на организм которой способствует уменьшению психоэмоционального напряжения (ПЭН) [3], формированию положительных эмоций и улучшению настроения [4], нормализации функций сердечно-сосудистой системы [5]. Установлено, что музыка способна вызывать снижение в плазме крови уровня «гормонов стресса» – катехоламинов и стероидов [6]. Вместе с тем, влияние музыки на механизмы вегетативной регуляции сердечного ритма в условиях психоэмоционального стресса и, особенно, пролонгированного ее воздействия, остается практически не изученным.

В нашем исследовании ставилось целью изучить влияние краткосрочного и пролонгированного акустического сенсорного притока в виде классической музыки на механизмы регуляции сердечного ритма (СР) при ПЭН.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включено 40 девушек в возрасте  $20 \pm 1$  лет.

Всем испытуемым проводилась регистрация СР в состоянии спокойного бодрствования по методу спектрального анализа на базе быстрого преобразования Фурье с применением аппаратно-программного комплекса типа «KARD» (ПО «Медицинские компьютерные системы», Москва). В частотной области СР оценивали абсолютные ( $\text{мс}^2$ ) и нормализованные (н.е.) мощности частот в диапазонах высоких (HF – High Frequency), низких (LF – Low Frequency) и очень низких (VLF – Very Low Frequency) частот. Нормализованные мощности получали путем расчета отношения мощности каждой составляющей к сумме мощностей всех трех спектральных диапазонов. Анализировали показатель симпато-вагусного баланса (LF/HF), отношение  $VLF + LF/HF$  (ИЦ – индекс централизации – у.е.). Во временной области оценивали показатель

RMSSD (мс) – квадратный корень из суммы квадратов разностей величин последовательных пар RR интервалов; значение общей вариабельности СР – SDNN (мс) – стандартное отклонение RR интервалов; среднюю длительность кардиоинтервалов – RR (мс). Исходя из современных представлений о вариабельности СР, мощность в диапазоне HF отражает влияния парасимпатических модуляций на СР, LF – активность преимущественно симпатических модулируемых влияний на СР, VLF – активность нейрогуморальных систем и систем терморегуляции, SDNN – общую вариабельность СР, а RMSSD – высокочастотный компонент ВСР, связанный с парасимпатическими влияниями на СР [7].

У всех испытуемых осуществляли регистрацию СР в условиях ПЭН, в моделировании которого использовали пробу «счет в уме» по Крепелину в условиях дефицита времени и дополнительных акустических помех. Активацию слуховой сенсорной системы проводили с использованием произведений классической музыки. Длительность воздействия при кратковременной стимуляции составляла 30 минут (19 испытуемых), при пролонгированной – по 30 минут в течение 10 дней (21 испытуемая). По окончании акустической сенсорной стимуляции проводили повторную регистрацию СР в условиях покоя и при ПЭН.

Статистическая обработка результатов заключалась в определении средних значений всех показателей (M), среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ), критерия достоверности Стьюдента ( $t$ ). Для оценки направленности и выраженности изменений показателей вариабельности СР при ПЭН рассчитывали отношение разницы величин показателей в исходном состоянии и при ПЭН к исходной величине показателя ( $\Delta$ , %).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При анализе исходного вегетативного фона в целом по выборке была выявлена ее неоднородность. В связи с этим испытуемые были разделены на две группы: I – с исходным преобладанием активности механизмов парасимпатической регуляции ( $LF/HF < 1,0$ ), II – с изначально повышенной активностью симпатической регуляции СР ( $LF/HF > 1,0$ ).

Анализ особенностей влияния ПЭН на СР показал, что у всех испытуемых ПЭН привела к увеличению

VLF (табл. 1). Динамика остальных показателей зависела от исходного состояния вегетативного обеспечения СР. У испытуемых I группы происходило достоверное снижение HF и некоторое увеличение LF, что обусловило рост соотношения LF/HF более чем на 100 % ( $p < 0,001$ ). Временные характеристики СР у испытуемых I группы при ПЭН характеризовались также достоверно большим увеличением частоты сердечных сокращений (ЧСС) и снижением SDNN. ПЭН вызвало достоверное повышение ИЦ. В большей степени его увеличение наблюдалось у испытуемых I группы. Во II группе ПЭН также вызвала достоверное снижение

HF, однако, значительно в меньшей степени, чем у испытуемых I группы.

Кратковременное воздействие акустического сенсорного притока у испытуемых I группы (табл. 2) приводило к росту VLF, ИЦ и LF/HF ( $0,01 < p < 0,05$ ), а также снижению HF ( $0,01 < p < 0,05$ ) и RMSSD ( $0,01 < p < 0,05$ ). Кроме того, у них наблюдался рост ЧСС. В условиях ПЭН по окончании кратковременного воздействия классической музыки у испытуемых I группы динамика спектров СР проявлялась меньшим подавлением мощности HF ( $0,01 < p < 0,05$ ), снижением прироста VLF и LF ( $0,001 < p < 0,01$ ).

Таблица 1

Динамика показателей ВСР при психоэмоциональном напряжении у испытуемых с разным исходным вегетативным балансом перед сеансом прослушивания классической музыки

Показатели	Группы испытуемых						p-п
	I			II			
	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %	
	M ± σ	M ± σ		M ± σ	M ± σ		
RR, мс	902,25 ± 32,82	761,50 ± 68,39	-15,60**	757,77 ± 74,96	682,25 ± 61,14	-9,97*	***
ЧСС, уд•мин <sup>-1</sup>	66,57 ± 2,53	72,30 ± 11,02	+8,61**	79,73 ± 7,47	88,44 ± 7,35	+10,92*	***
SDNN, мс	51,75 ± 3,77	36,0 ± 4,32	-30,43***	47,75 ± 7,41	38,0 ± 6,31	-20,42*	***
RMSSD, мс	57,0 ± 8,29	30,5 ± 9,88	-36,46**	35,51 ± 8,18	21,50 ± 5,93	-39,45**	**
VLF, мс <sup>2</sup>	2161,0 ± 2800,65	1098,0 ± 555,09	-49,19	714,50 ± 249,46	837,03 ± 599,14	+17,15	
LF, мс <sup>2</sup>	1525,0 ± 1801,57	932,50 ± 658,14	-38,85	1027,51 ± 489,0	1119,77 ± 929,41	+8,98	
HF, мс <sup>2</sup>	2571,50 ± 2574,86	680,75 ± 680,75	-73,53	845,28 ± 265,58	500,0 ± 352,64	-40,85*	
LF/HF	0,61 ± 0,14	1,47 ± 0,32	+116,18***	1,48 ± 0,22	2,18 ± 0,19	+47,3***	***
ИЦ, у.е.	1,42 ± 0,41	3,89 ± 2,16	+152,82**	2,05 ± 0,39	3,99 ± 1,22	+94,63**	**
VLF, н.е.	29,37 ± 11,22	44,11 ± 17,13	+50,26*	28,09 ± 7,02	33,90 ± 13,32	+20,68	
LF, н.е.	28,61 ± 3,48	32,53 ± 8,12	+13,78	38,70 ± 10,84	45,29 ± 9,32	+17,03	*
HF, н.е.	42,03 ± 6,57	23,36 ± 9,10	-44,42***	33,21 ± 4,37	20,82 ± 6,08	-37,31***	**

Обозначения: I группа – испытуемые с исходно выраженным доминированием парасимпатической активности, II группа – испытуемые с исходным превадоминированием симпатической активности; p-п – достоверность различий между I и II группами испытуемых; \*  $-0,01 < p < 0,05$ , \*\*  $-0,001 \leq p \leq 0,01$ , \*\*\*  $-p < 0,001$ ; н.е. – нормализованные единицы, у.е. – условные единицы.

Таблица 2

Динамика показателей ВСР при выполнении арифметического счета в условиях дефицита времени у испытуемых с разным исходным вегетативным балансом по окончании однократного сенсорного воздействия

Показатели	Группы испытуемых					
	I			II		
	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %
	M ± σ	M ± σ		M ± σ	M ± σ	
RR, мс	869,25 ± 41,83	816,25 ± 46,84	-6,10*	774,0 ± 66,60	709,49 ± 80,63	-8,33
ЧСС, уд•мин <sup>-1</sup>	69,16 ± 3,45	73,69 ± 4,15	+6,55*	77,90 ± 6,45	85,38 ± 9,39	+9,60
SDNN, мс	49,25 ± 6,18	40,0 ± 8,12	-18,78*	44,99 ± 5,97	38,27 ± 13,57	-14,94
RMSSD, мс	47,0 ± 9,69	33,0 ± 7,70	-29,78*	34,50 ± 5,80	30,0 ± 14,29	-11,59
VLF, мс <sup>2</sup>	1518,25 ± 393,81	1013,75 ± 321,49	-33,22*	949,0 ± 117,42	804,22 ± 375,39	-15,26
LF, мс <sup>2</sup>	950,0 ± 176,57	1311,75 ± 696,42	+38,08	1257,21 ± 402,17	1041,19 ± 743,0	-17,18
HF, мс <sup>2</sup>	1312,0 ± 715,91	671,25 ± 368,71	-49,54*	1175,26 ± 211,23	807,73 ± 579,98	-31,27
LF/HF	0,98 ± 0,63	2,13 ± 0,79	+117,35**	1,1 ± 0,4	1,3 ± 0,08	-18,18
ИЦ, у.е.	2,43 ± 1,34	4,32 ± 2,64	+77,78	2,65 ± 1,03	2,35 ± 0,27	-11,32
VLF, н.е.	41,21 ± 5,74	36,13 ± 15,59	-14,40	28,64 ± 4,95	31,06 ± 3,99	+8,45
LF, н.е.	26,49 ± 6,02	42,04 ± 11,39	+182,15**	36,40 ± 6,80	38,87 ± 1,97	+6,79
HF, н.е.	38,29 ± 10,72	21,83 ± 8,55	-32,39*	34,97 ± 6,54	30,07 ± 2,51	-14,01

Обозначения те же, что к табл. 1.

Таблица 3

Динамика показателей ВСР в условиях психоэмоционального напряжения у испытуемых с разным исходным состоянием вегетативного гомеостаза перед пролонгированным воздействием акустического сенсорного притока

Показатели	Группы испытуемых						Р-п
	I			II			
	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %	
	М ± σ	М ± σ		М ± σ	М ± σ		
RR, мс	978,0 ± 97,71	845,0 ± 132,5	-13,63*	780,25 ± 56,49	703,50 ± 39,59	-9,84**	***
ЧСС, уд • мин <sup>-1</sup>	61,75 ± 6,36	72,09 ± 10,37	+16,74*	77,20 ± 5,58	85,50 ± 4,94	+10,75**	***
SDNN, мс	75,67 ± 17,78	54,0 ± 7,0	-28,64**	53,75 ± 11,98	40,50 ± 6,57	-24,65**	**
RMSSD, мс	83,33 ± 20,5	51,67 ± 10,97	-37,99**	36,50 ± 8,04	29,0 ± 8,04	-19,44	***
VLF, мс <sup>2</sup>	1456,67 ± 1090,17	1832,33 ± 1043,92	+25,79	1034,50 ± 298,69	2602,25 ± 1937,0	+151,55	
LF, мс <sup>2</sup>	1887,0 ± 246,24	1832,67 ± 1080,31	-2,88	1607,75 ± 1093,82	1212,25 ± 480,81	-24,60	
HF, мс <sup>2</sup>	4443,32 ± 2999,08	1488,0 ± 722,89	-66,51*	1029,0 ± 749,38	658,75 ± 340,9	-35,98	**
LF/HF	0,43 ± 0,15	1,2 ± 0,5	+179,07**	1,58 ± 0,10	1,98 ± 0,34	+25,32**	***
ИЦ, у.е.	0,74 ± 0,13	2,71 ± 1,38	+266,22**	3,16 ± 1,26	6,27 ± 2,26	+98,42**	***
VLF, н.е.	18,23 ± 8,49	37,32 ± 19,84	+104,72*	32,05 ± 15,85	53,82 ± 19,60	+67,93*	
LF, н.е.	24,31 ± 5,42	33,37 ± 11,30	+37,25*	40,53 ± 11,26	30,43 ± 13,14	-24,92	***
HF, н.е.	57,49 ± 4,39	29,32 ± 9,39	-49,0***	25,68 ± 7,18	15,76 ± 6,71	-38,63*	***

Обозначения те же, что к табл. 1.

Таблица 4

Динамика показателей ВСР при выполнении арифметического счета в условиях дефицита времени у испытуемых с разным исходным состоянием вегетативного гомеостаза по окончании 10-дневного прослушивания музыки

Показатели	Группы испытуемых					
	I			II		
	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %	Покой	Психоэмоциональное напряжение	Δ, %
	М ± σ	М ± σ		М ± σ	М ± σ	
RR, мс	928,32 ± 178,19	911,68 ± 178,05	-1,79	832,50 ± 79,74	755,75 ± 19,74	-9,21*
ЧСС, уд • мин <sup>-1</sup>	62,21 ± 12,36	67,36 ± 11,84	+1,74	72,53 ± 6,35	79,33 ± 2,17	+9,38*
SDNN, мс	67,67 ± 27,97	59,33 ± 12,42	-12,32	55,0 ± 16,15	50,5 ± 20,82	-9,98
RMSSD, мс	81,32 ± 42,0	60,67 ± 19,29	-25,40	43,25 ± 11,64	36,0 ± 17,80	-16,76
VLF, мс <sup>2</sup>	1047,61 ± 429,60	1739,0 ± 739,17	+65,99*	1766,50 ± 1214,22	1538,25 ± 694,5	-12,92
LF, мс <sup>2</sup>	3514,67 ± 3505,83	1782,67 ± 379,04	-49,28	1522,0 ± 1739,84	2118,25 ± 2558,64	+32,18
HF, мс <sup>2</sup>	4681,0 ± 4419,77	1824,65 ± 625,78	-61,02	1372,0 ± 1238,22	1374,75 ± 1527,69	-0,20
LF/HF	0,77 ± 0,06	1,01 ± 0,22	+31,17**	0,98 ± 0,28	1,44 ± 0,18	+44,94**
ИЦ, у.е.	1,16 ± 0,41	1,95 ± 0,18	+68,10***	2,91 ± 1,92	2,49 ± 0,92	-14,43
VLF, н.е.	17,74 ± 12,82	31,63 ± 4,32	+78,30*	42,50 ± 21,72	39,34 ± 17,41	-7,44
LF, н.е.	34,95 ± 5,01	34,45 ± 5,87	-1,43	28,17 ± 13,14	36,14 ± 11,94	+28,29
HF, н.е.	47,31 ± 8,10	33,91 ± 2,11	-28,32***	29,32 ± 10,41	24,51 ± 5,56	-16,41

Обозначения те же, что к табл. 1.

Пролонгированное влияние классической музыки у испытуемых I группы (табл. 4) вызвало достоверное уменьшение HF, повышение LF ( $0,001 < p < 0,01$ ), что в итоге способствовало росту LF/HF (с 0,43 до 0,77,  $0,001 < p < 0,01$ ). Во временной области спектра СР отмечалась тенденция к увеличению ЧСС и снижению SDNN. Особенности реакции системы регуляции СР при ПЭН по окончании 10 сеансов музыкального воздействия в данной группе испытуемых заключалась в достоверно меньшем (более чем в полтора раза) подавлении мощности HF, и как следствие, в менее значительном увеличении соотношения LF/HF ( $0,01 < p < 0,05$ ). В меньшей степени происходил при-

рост VLF ( $0,01 < p < 0,05$ ). Во временной области СР выявлено достоверно меньшее подавление SDNN. По окончании прослушивания музыки при ПЭН наблюдался почти в четыре раза менее значимый прирост ИЦ по отношению к его значению до сенсорной стимуляции.

У испытуемых II группы краткосрочное прослушивание классической музыки вызвало разнонаправленные и статистически недостоверные изменения фоновой вариабельности СР, так и при ПЭН.

Пролонгированное воздействие классической музыки во II группе (табл. 4) приводило к достоверному снижению LF и некоторому повышению HF, что в ито-

ге способствовало достоверному уменьшению LF/HF. Кроме того, по окончании 10 сеансов музыки наблюдалось некоторое увеличение RMSSD и понижение ЧСС. В условиях ПЭН после пролонгированного музыкального воздействия мощность VLF увеличивалась в меньшей степени, чем до воздействия. Динамика показателей LF и HF была статистически недостоверной. Вместе с тем, при ПЭН происходил достоверно более выраженный прирост соотношения LF/HF (с 0,98 до 1,44, + 44,94 %) по сравнению с исходными значениями, но при этом его повышение не превышало величины фонового значения перед прослушиванием музыки (LF/HF = 1,58). Результирующей указанных изменений стало достоверное увеличение ЧСС.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В представленной работе выявлены особенности вегетативной регуляции СР при ПЭН, имеющие определенную зависимость от исходного состояния вегетативного гомеостаза. У всех испытуемых ПЭН вызывало рост симпатической и снижение парасимпатической активности, что согласуется с результатами других исследователей [8, 9]. Мы полагаем, что реакция системы регуляции СР при ПЭН у испытуемых с исходным преобладанием активности парасимпатической регуляции сопровождается ростом напряженности регуляторных механизмов хронотропной функции сердца и усилением централизации управления СР. У испытуемых с изначально повышенной активностью симпатических влияний на фоне исходно повышенной напряженности регуляции СР, наблюдается еще большее усиление централизации управления СР, но с меньшей степенью выраженности изменений вегетативных реакций, по сравнению с испытуемыми I группы, что, возможно, обусловлено исходно высоким уровнем функционирования деятельности сердца. Кроме того, в обеих группах при ПЭН наблюдалось смещение колебательной структуры СР в VLF диапазон, что также отмечалось некоторыми исследователями [10–12]. Механизмы данного феномена не вполне ясны. Но рядом авторов выдвинута концепция участия коры больших полушарий мозга в регуляции СР, согласно которой увеличение мощности VLF волн также свидетельствует о повышении централизации управления СР, а также отражает значительную степень активации надсегментарных эрготропных структур [13, 14].

Исходя из этой же концепции, следует, что кратковременное воздействие акустического сенсорного притока у испытуемых I группы способствует усилению активности надсегментарных эрготропных структур. Вероятно, это связано с вовлечением в процесс восприятия сенсорной информации ретикулярной формации – мощной активирующей системы мозга [11], являющейся одной из структур, повышение активности которой обуславливает увеличение интенсивности гармоник очень медленных колебаний [15]. Данное предположение основано на том, что в некоторых исследованиях были установлены функциональные связи кохлеарных ядер, верхней оливы и боковой петли с ретикулярной формацией мозгового ствола [16]. Более того, А.И. Сихарулидзе, К.П. Беридзе [17] подчеркивают функциональную роль ретикулярной

формации в реализации гипоталамических влияний на деятельность сердца с участием ее адренергического субстрата.

В условиях ПЭН по окончании сенсорного воздействия у испытуемых I группы наблюдалась более высокая активность парасимпатических модулирующих влияний, ослабление активности надсегментарных эрготропных структур, снижение ЧСС. Вместе с тем, на фоне сохранения вагусных влияний появлялось значительное увеличение активности симпатических механизмов. Результаты исследований Р.М. Баевского [18] и А.М. Вейна [19] свидетельствуют о значительном изменении мощности колебаний медленных волн (МВ-1) в процессах адаптации, контролируемых системами лимбико-ретикулярного комплекса. Согласно данным М.Н. Ливанова [20], лимбические структуры, активируемые в моменты афферентных раздражений, взаимодействуя с корой, гипоталамическими ядрами, способны обеспечивать длительную циркуляцию возбуждений, фиксацию информации, что, возможно, в нашем исследовании обуславливает дополнительное усиление активности симпатической регуляции СР при ПЭН. Исследованиями В.И. Кудрявцевой [21] показано, что изменение частотной структуры колебательных процессов в направлении повышения интенсивности медленных волн при выполнении информационных тестов может сопровождаться относительным увеличением парасимпатических модулирующих влияний, что, вероятно, связано с иррадиацией возбуждения подкорковых центров на ядра блуждающего нерва.

Пролонгированная активация слуховой сенсорной системы в нашем исследовании вызывала изменения фоновой регуляции в направлении приближения вегетативного равновесия симпатических и парасимпатических влияний на СР у испытуемых I группы и практически его достижения у испытуемых II группы. Реакция системы регуляции СР при ПЭН по окончании долгосрочной сенсорной афферентации заключалась в меньшем напряжении регуляторных механизмов в результате менее выраженного подавления парасимпатического тонуса, и, как следствие, смещения вегетативного гомеостаза в направлении усиления симпатических влияний на СР, что в итоге определило в меньшей степени повышение централизации управления хронотропной функции сердца, учащение сердечных сокращений.

Таким образом, музыкальное воздействие способствует оптимальному взаимодействию централизации и автономности управления хронотропной функции сердца, что, по мнению Р.М. Баевского [18], обеспечивает максимальные адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы при ее взаимодействии с факторами внешней среды.

#### ВЫВОДЫ

1. Пролонгированное влияние классической музыки в фоне вызывает гомеостатические реакции аппарата регуляции ритма сердца, способствуя снижению исходно повышенной активности симпатической регуляции, увеличению парасимпатических модулирующих влияний на СР. При исходном преобладании парасимпатической активности долгосрочный сенсорный при-

ток вызывает ее ослабление и усиление симпатической регуляции хронотропной функции сердца.

2. Пролонгированное влияние классической музыки по сравнению с краткосрочным воздействием вызывает снижение напряженности регуляции СР при ПЭН, способствуя меньшему усилению симпатической активности и подавлению парасимпатических модулирующих влияний на СР.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Судаков К.В.* // Журн. эвол. биохим. 1995. Т. 31. № 4. С. 489-499.
2. *Соколов Е.И., Подачин В.П., Белова В.П.* Эмоциональное напряжение и реакции сердечно-сосудистой системы. М.: Наука, 1980. С. 17.
3. *McCrary R., Barrios-Choplin B., Atkinson M., Tomasino D.* // *Altern. Ther. Health. Med.* 1998. V. 4. № 1. P. 75-84.
4. *Smith J.L., Noon J.* // *J. Psychiatr. Ment. Health. Nurs.* 1998. V. 5. № 2. P. 403-408.
5. *Маляренко Т.Н., Кириллова И.А., Исаева И.В., Воронин И.М.* // *Валеология.* 2000. № 3. С. 34-43.
6. *Rider M.S., Floyd J.W., Kirkpatrick J.* // *J. Music Ther.* 1985. V. 22. № 1. P. 46.
7. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standarts of Measurements, Physiological Interpretation and Clinical Use // *Circulation.* 1996. V. 93. P. 1043-1065.
8. *Станкус А.И.* // *Физиология человека.* 1994. Т. 20. № 2. С. 17-22.
9. *Limtreyer S.A., Porger S.W.* // *Infant Behav. and Devel.* 1986. V. 9. P. 43.
10. *Щербатых Ю.В.* // *Прикладные информационные аспекты медицины:* Сб. науч. тр. / Воронеж. 1999. Т. 2. № 1.
11. *Вейн А.М.* *Вегетативные расстройства.* М., 2000. 750 с.
12. *McCrary M.C., Atkinson M., Tiller W.A., Rein D., Alan D.* // *American J. of Cardiology.* 1995. V. 76. № 14. P. 1089-1093.
13. *Хаспекова Н.Б., Вейн А.М.* Анализ вариабельности сердечного ритма в неврологии // *Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий:* Тез. докл. междунар. симпозиума М., 1999. С. 131-132.
14. *Шпрах В.В., Синьков А.В., Синькова Т.М.* // *Журн. неврологии и психиатрии.* 2000. Т. 100. № 9. С. 16-20.
15. *Сирота Т.Н., Тулицин И.О.* // *Физиология человека.* 1985. Т. 11. № 5. С. 801.
16. *Altman J.A., Bechtereve N.N., Radionova E.A. et al.* // *Exptl. Brain Res.* 1976. V. 26. № 3. P. 285.
17. *Сихарулидзе А.И., Беридзе К.П.* // *Физиол. журнал.* 1985. Т. LXXI. № 12. С. 1495-1499.
18. *Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З.* Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 220 с.
19. *Вейн А.М., Каменецкая Б.И., Хаспекова Н.Б. и др.* // *Кардиология.* 1987. Т. 27. № 9. С. 85.
20. *Ливанов М.Н., Свищерская Н.Е.* // *Психологический журнал.* 1984. Т. 5. № 5. С. 77-83.
21. *Кудрявцева В.И.* К вопросу о прогнозировании умственного утомления: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1974.

Поступила в редакцию 15 сентября 2002 г.