

Бань А.С.^{1,2}, Гонестова В.К.²

Вариабельность ритма сердца профессиональных спортсменов игровых видов спорта

Белорусская медицинская академия последипломного образования¹

НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь²

Проведен анализ 317 5-минутных записей variability ритма сердца (BPC) спортсменов игровых видов спорта, определены типичные для них значения показателей BPC. Выявлены особенности BPC в зависимости от пола и возраста.

Ключевые слова: variability ритма сердца, спортсмены

Введение.

В последние годы при оценке функционального состояния спортсменов все более популярным становится анализ variability ритма сердца (BPC), являющийся простым, неинвазивным и информативным методом исследования вегетативной нервной системы [1,7,9,10,11].

По мнению многих авторов BPC является интегральным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы и организма в целом [1,7,8]. Снижение показателей BPC предшествует гемодинамическим, метаболическим, энергетическим нарушениям и является наиболее ранним прогностическим признаком неблагополучия обследуемого [1,7]. Считается, что физиологические показатели, отражающие состояние механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности, могут использоваться в качестве надежных критериев оценки текущего функционального состояния и физической подготовленности спортсменов [1,3,7]. Этим можно объяснить повышенный интерес исследователей к использованию методов оценки BPC в спортивной медицине.

Для адекватного анализа BPC специалисту необходимо иметь данные о нормальных значениях ее показателей. Однако, разработка норм для показателей BPC является достаточно непростой задачей [4,6], поскольку их значения существенно зависят от многочисленных факторов, прежде всего вида деятельности, возраста и пола [4,7]. Эксперты Европейского кардиологического общества и Северо-Американской Ассоциации электрофизиологии и кардиостимуляции говорят о необходимости проведения популяционных исследований, направленных на определение стандартов BPC для различных возрастных и половых категорий [12]. В настоящее время существуют лишь единичные работы, направленные на решение этой задачи у молодых здоровых лиц. Между тем целенаправленное изучение различий вегетативной сердечной регуляции спортсменов с учетом вида спортивной деятельности, пола и возраста позволит более эффективно оценивать их функциональное состояние и своевременно принимать меры по его коррекции.

Целью настоящего исследования являлось определение типичных значений показателей BPC высококвалифицированных спортсменов игровых видов спорта

и их особенностей в зависимости от пола и возраста.

Материалы и методы.

Был проведен анализ показателей ВРС 317 5-минутных фрагментов ЭКГ квалифицированных спортсменов игровых видов спорта (баскетболистов, волейболистов, гандболистов, футболистов), проходивших обследование с использованием программно-аппаратного комплекса «Поли-Спектр» в НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь в 2006 – 2010 гг. В исследование были включены данные 132 мужчин (212 наблюдений) и 67 женщин (105 наблюдений).

Согласно международным стандартам [12] для анализа были взяты только записи, источником ритма в которых являлся синусовый узел. Записи с миграцией ритма по предсердиям, синоатриальными блокадами не рассматривались. Артефакты и экстрасистолы удалялись из электронной записи ручным методом.

Все спортсмены были высокой спортивной квалификации (1 взрослый разряд – 65 наблюдений, кандидаты в мастера спорта – 72 наблюдения, мастера спорта – 138 наблюдений, мастера спорта международного класса – 42 наблюдения).

Медиана для значений возраста спортсменов составила 22 года (интерквартильный размах от 20 до 25 лет).

Анализировались следующие временные показатели ВРС: ЧСС, RRNN (средняя длительность нормальных интервалов RR), SDNN (стандартное отклонение величин NN-интервалов, квадратный корень из разброса NN), RMSSD (квадратный корень средних квадратов разницы между смежными RR-интервалами), pNN50 (процент интервалов смежных NN, отличающихся более, чем на 50 мс), CV (коэффициент вариации ряда последовательных кардиоинтервалов, $SDNN/RRNN \times 100\%$).

Среди показателей спектрального (частотного) анализа оценивались общая мощность спектра (Total Power, TP), мощность высокочастотного (High Frequency, HF), низкочастотного (Low Frequency, LF) и очень низкочастотного (Very Low Frequency, VLF) компонентов, вклад указанных компонентов в общую мощность спектра в %, а также мощность HF и LF волн в нормализованных единицах и соотношение LF/HF.

Использовались следующие показатели кардиоинтервалографии (КИГ): Мо (мода – наиболее часто встречающиеся значения RR-интервала), АМо (амплитуда моды – процент кардиоинтервалов RR, соответствующий значению моды); ВР (вариационный размах – разность между длительностью наибольшего и наименьшего RR-интервала) и рассчитываемые на их основе индексы, предложенные Р.М. Баевским, нашедшие широкое применение для оценки процессов регуляции и степени адаптации сердечно-сосудистой системы к агрессивным факторам [5]: ИВР – индекс вегетативного равновесия ($ИВР = АМо/ВР$); ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции ($ПАПР = АМо/Мо$); ВПР – вегетативный показатель ритма ($ВПР = 1/Мо \times ВР$); ИН – индекс напряжения регуляторных систем ($ИН = АМо/2 \times ВР \times Мо$).

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью программы Statistica 6,0. Различия между группами по отдельным показателям определялись

с помощью теста Mann-Whitney.

Результаты и обсуждение.

Первоначально все спортсмены были разделены мужчин и женщин.

Достоверные различия по возрасту между этими группами отсутствовали ($p > 0,05$).

При анализе данных было обнаружено, что между группой мужчин и группой женщин по ряду показателей (RMSSD, pNN50, CV, мощность LF-, HF-компонентов, LFnorm, HFnorm, LF/HF, %VLF, %LF, %HF) имелись статистически высоко значимые ($p < 0,001$) различия, свидетельствовавшие о большей вариабельности ритма сердца и более выраженном влиянии парасимпатической нервной системы у женщин. Поэтому было принято решение проводить анализ по возрастным категориям отдельно для мужчин и женщин. Каждая группа была разделена на подгруппы по возрасту следующим образом: 17 – 22 года, 23 – 27 лет, 28 – 35 лет. Значения показателей ВРС для мужчин-спортсменов игровых видов спорта с учетом возраста представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения показателей ВРС спортсменов игровых видов спорта с учетом возраста (мужчины)

Показатель	17 – 22 года (n=110)		23 – 27 лет (n=80)		28 – 35 лет (n=22)	
	Me	25-й – 75-й процентиль	Me	25-й – 75-й процентиль	Me	25-й – 75-й Процентиль
Временной анализ						
ЧСС, уд/мин	57	52 – 64	55	50 – 63	53	48 – 60
RRNN, мс	1053	948 – 1157	1094	963 – 1213	1134	1006 – 1237
SDNN, мс	66	49 – 82 ^{***}	69	52 – 85 ^{***}	47	35 – 56,3 ^{***, **}
RMSSD, мс	64	42 – 86 ^{***}	60	45 – 86 ^{***, **}	37	30 – 52,5 ^{***, **}
pNN50, %	42	21 – 54 ^{***}	37,6	22,3 – 54 ^{***, **}	15,4	8,86 – 35 ^{***, **}
CV, %	6,4	4,8 – 7,9 ^{***}	6,3	5,04 – 7,93 ^{***}	4,18	3,43 – 5,12 ^{***, **}
Спектральный анализ						
TP, мс ²	4096	2365 – 6169 ^{***}	4418	2530 – 6800 ^{***}	1921	1160 – 2695 ^{***, **}
VLF, мс ²	1238	738 – 2280 ^{***}	1341	933 – 2342 ^{***}	772	499 – 1058 ^{***, **}
LF, мс ²	1004	543 – 1692 ^{***}	1185	676 – 2078 ^{***, **}	467	286 – 827 ^{***, **}
HF, мс ²	1310	632 – 2440 ^{***}	1123	564 – 2103 ^{***, **}	458	274 – 741 ^{***}
LFnorm, ед.	45,9	34,8 – 56,6 ^{***}	50,2	35,1 – 65,4 ^{***}	52,6	24,6 – 67 ^{***}
HFnorm, ед.	54,1	43,4 – 65,2 ^{***}	50,3	35,8 – 66,3 ^{***}	47,4	33 – 65,4 ^{***}
LF/HF	0,85	0,533 – 1,3 ^{***}	1,01	0,54 – 1,89 ^{***}	1,11	0,54 – 2,03 ^{***}
%VLF	32,4	23,6 – 47,9	35,9	25,4 – 44,8	40,7	34,7 – 49,9
%LF	25,9	20,3 – 33,6 ^{***}	30,1	20,4 – 38,7 ^{***}	26,3	18 – 36,1
%HF	36,8	23,5 – 46,8 ^{***}	32,7	21,4 – 44,2 ^{***}	28,3	18,8 – 36,9 ^{***}
Показатели кардиоинтервалографии по Р.М. Бавскому						
Mo, с	1,05	0,94 – 1,15	1,11	0,96 – 1,19	1,13	0,99 – 1,25
AMo, %	30,1	24,5 – 39,9 ^{***}	30,2	24 – 38,5 ^{***}	40,5	35,3 – 50,3 ^{***, **}
Me, с	1,05	0,94 – 1,15	1,09	0,96 – 1,2	1,13	1 – 1,24
BP, с	0,39	0,3 – 0,47 ^{***}	0,4	0,33 – 0,52 ^{***}	0,3	0,21 – 0,39 ^{***, **}
ИВР, у.е.	78,5	51 – 121 ^{***}	73,7	44,8 – 122 ^{***}	136	99,4 – 243 ^{***, **}
ПАПР, у.е.	29,05	21,8 – 38,3 ^{***}	28,4	19,5 – 35,8 ^{***}	37,5	27,3 – 46,9 ^{***, **}
ВПР, у.е.	2,52	1,87 – 3,27	2,21	1,77 – 2,97 ^{***}	2,92	2,29 – 4,39
ИИ, у.е.	38,3	23,7 – 52,3 ^{***}	33,1	19,9 – 56,3 ^{***}	62,2	39,6 – 110 ^{***, **}

m1 – подгруппа мужчин 17 – 22 года; m2 – подгруппа мужчин 23 – 27 лет; m3 – подгруппа мужчин 28 – 35 лет; ж1 – подгруппа женщин 17 – 22 года; ж2 – подгруппа женщин 23 – 27 лет; ж3 – подгруппа женщин 28 – 35 лет; * – различия между подгруппами статистически значимы ($p < 0,05$); ** – различия между подгруппами статистически высоко значимы ($p < 0,001$)

При анализе показателей в подгруппах спортсменов-мужчин можно отметить следующее. С увеличением возраста наблюдалось снижение ЧСС (с 57 уд/мин в 1 подгруппе до 53 уд/мин в 3 подгруппе), однако различия не были статистически значимыми.

Показатели временного анализа ВРС изменялись с тенденцией к уменьшению. Так, медиана значений SDNN в 1 подгруппе мужчин составила 66 мс, в 3 подгруппе – 47 мс; RMSSD – 64 мс и 37 мс; pNN50 – 42% и 15,4%; CV – 6,4% и 4,18% соответственно. Между 1 и 2 подгруппами с одной стороны и 3 подгруппой с другой различия по этим показателям были статистически высоко значимы ($p < 0,001$).

При анализе показателей спектрального анализа можно отметить, что в 1 подгруппе общая мощность спектра (TP) была значительно выше, чем в 3 подгруппе (4096 мс² по сравнению с 1921 мс²), также более высокими были значения VLF-, LF- и HF- компонентов, HFnorm, %HF. Статистически высоко значимые различия между этими подгруппами имели значения показателей TP, VLF, LF, HF ($p < 0,001$). Таким образом, с увеличением возраста у спортсменов-мужчин достоверно снижалась мощность всех составляющих спектрального анализа.

Во 2 подгруппе мужчин показатели ВРС имели преимущественно промежуточные (между 1 и 3 подгруппой) значения.

При оценке показателей КИГ с увеличением возраста наблюдалась тенденция к более выраженному увеличению напряжения регуляторных систем. Так, значения ИН статистически высоко значимо увеличились в 3 подгруппе по сравнению с 1 подгруппой, также статистически значимо (либо высоко значимо) увеличились значения АМо, ИВР и ПАПР.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что с увеличением возраста, несмотря на активную тренировочную деятельность, у мужчин-спортсменов игровых видов спорта наблюдалось постепенное снижение вегетативных влияний на ритм сердца, уменьшение активности парасимпатического звена вегетативной нервной системы, увеличение напряжения регуляторных систем.

Значения показателей ВРС для женщин-спортсменок игровых видов спорта с учетом возраста представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значения показателей ВРС спортсменок игровых видов спорта с учетом возраста (женщины)

Показатель	17 – 22 года (n=48)		23 – 27 лет (n=38)		28 – 35 лет (n=19)	
	Me	25-й – 75-й процентиль	Me	25-й – 75-й процентиль	Me	25-й – 75-й процентиль
Временной анализ						
ЧСС, уд/мин	60	55 – 65	57	51 – 60	56	52 – 67
RRNN, мс	1009	936 – 1107	1063	1004 – 1177	1079	903 – 1165
SDNN, мс	64	46,5 – 88	74	59 – 89	70	53 – 86 ^{m1**}
RMSSD, мс	71	42 – 107	79	64 – 113 ^{m1**}	69,5	53 – 106 ^{m1**}
pNN50, %	52	25 – 68	84,5	45,1 – 68,4 ^{m1**}	48,9	33,3 – 70,5 ^{m1**}
CV, %	6,5	5,35 – 8,36	6,7	5,5 – 8	6,46	5,45 – 7,57 ^{m1**}
Спектральный анализ						
TP, мс ²	3991	2020 – 6938	4885	2996 – 6443	4643	2930 – 6752 ^{m1**}
VLF, мс ²	1183	605 – 2183	1274	818 – 2003	1367	742 – 2340 ^{m1**}
LF, мс ²	721	395 – 1602	848	424 – 1317 ^{m1**}	583	392 – 1416
HF, мс ²	1662	743 – 3358	2148	1235 – 3343 ^{m1**}	1715	962 – 2777 ^{m1**}
LFnorm, ед.	32,1	24,1 – 41,5 ^{m1**}	27,5	19,7 – 33,2 ^{m1**}	31,7	16,2 – 51,5 ^{m1**}
HFnorm, ед.	67,9	58,5 – 75,9 ^{m1**}	73	66,9 – 80,3 ^{m1**}	68,4	48,5 – 83,9 ^{m1**}
LF/HF	0,48	0,32 – 0,71 ^{m1**}	0,38	0,25 – 0,5 ^{m1**}	0,47	0,19 – 1,06 ^{m1**}
%VLF	29,5	20,7 – 38,2	31	20,8 – 40,3 ^{m1**}	31,6	25,1 – 52,5
%LF	20,7	15 – 25,7 ^{m1**}	17	13,7 – 21,8	18,9	13,1 – 28,1
%HF	45,5	37,7 – 58 ^{m1**}	49	36 – 60,7 ^{m1**}	38,2	29,4 – 61,7 ^{m1**}
Показатели кардиоинтервалографии по Р.М. Баевскому						
Mo, с	1,02	0,92 – 1,1	1,06	1 – 1,17	1,05	0,868 – 1,18
AMo, %	33	23,8 – 40,1	29	25,4 – 33,1	29,9	25,7 – 35,6 ^{m1**}
Ma, с	1,0	0,92 – 1,1	1,05	1 – 1,18	1,07	0,901 – 1,16
BP, с	0,37	0,25 – 0,48	0,4	0,33 – 0,56	0,38	0,32 – 0,48 ^{m1**}
IBP, y.e.	84,9	48,2 – 176	69,7	55,3 – 102	75,2	51,9 – 120 ^{m1**}
ПАПР, y.e.	30,1	22,2 – 46,6	28,2	22,3 – 32,2	28,6	20,6 – 37,5 ^{m1**}
ВПР, y.e.	2,36	1,76 – 4,6	2,34	1,71 – 3,18	2,45	1,65 – 3,1
ИИ, y.e.	38,6	22,4 – 94	32,7	23,9 – 54,2	38	21,2 – 55,3 ^{m1**}

m1 – подгруппа мужчин 17 – 22 года; m2 – подгруппа мужчин 23 – 27 лет; m3 – подгруппа мужчин 28 – 35 лет; * – различия между подгруппами статистически значимы ($p < 0,05$); ** – различия между подгруппами статистически высоко значимы ($p < 0,001$)

Как и в группе мужчин, у женщин с увеличением возраста наблюдалось снижение ЧСС (с 60 до 56 уд/мин) ($p > 0,05$). Между тем значения показателей ВРС либо практически не изменялись, либо увеличивались. Медиана значений SDNN у более юных спортсменок (1 подгруппа) составила 64 мс, а с увеличением возраста (3 подгруппа) – 70 мс; RMSSD – 71 мс и 69,5 мс; pNN50 – 52% и 48,9%; CV – 6,5% и 6,46% соответственно. Статистически значимые различия по этим показателям между подгруппами выявлены не были.

Анализ показателей спектрального анализа показал, что общая мощность спектра с увеличением возраста несколько возросла (с 3991 в 1 подгруппе до 4643 мс² в 3 подгруппе). Практически не претерпели изменений значения VLF-, LF- и HF-компонентов, а также других показателей спектрального анализа и КИГ по Р.М. Баевскому.

Следует отметить, что во 2 подгруппе значения большинства показателей ВРС были выше, чем в 1 и 3 подгруппах.

Таким образом, в отличие от группы спортсменов-мужчин, с увеличением возраста (и стажа тренировочной деятельности) у спортсменок вегетативные влияния на ритм сердца, активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы и степень напряжения регуляторных систем оставались

практически на одном уровне.

При сравнении подгрупп различных возрастных категорий попарно между мужчинами и женщинами можно отметить, что ЧСС у мужчин во всех подгруппах была меньше, чем у женщин. Между тем, показатели ВРС и активность парасимпатического звена у женщин была выше, чем у мужчин, а степень напряжения регуляторных систем (оцениваемая по показателям КИГ) была сходной или меньше. Статистически значимые ($p < 0,05$) или высоко значимые ($p < 0,001$) различия между 1 подгруппой мужчин и 1 подгруппой женщин наблюдались по показателям LFnorm, HFnorm, LF/HF, %LF и %HF, между 2 подгруппой мужчин и 2 подгруппой женщин – по показателям RMSSD, pNN50, LF, HF, LFnorm, HFnorm, LF/HF, %LF, %HF, между 3 подгруппой мужчин и 3 подгруппой женщин – практически по всем показателям: SDNN, RMSSD, pNN50, TP, VLF, HF, LFnorm, HFnorm, LF/HF, %HF, AMo, BP, ИВР, ПАПР, ИН.

Принимая во внимание, что ВРС отражает адаптационные реакции организма и степень напряжения регуляторных систем в процессе его приспособления к условиям окружающей среды [1,2], на основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что организм женщин более устойчив к стрессорным факторам, создаваемым тренировочной и соревновательной деятельностью, чем организм мужчин, и более длительное время сохраняет состояние хорошей адаптации к физическим нагрузкам.

По результатам исследования были определены типичные значения показателей ВРС, которые можно использовать при анализе ВРС спортсменов игровых видов спорта (таблица 3). Нижней и верхней границей признавались значения, соответствующие 25 и 75 перцентилю. При отсутствии статистически значимых различий между подгруппами и группами, они объединялись.

Таблица 3. Типичные значения показателей variability ритма сердца спортсменов игровых видов спорта

Показатель	Возраст, лет	Мужчины	Женщины
Временной анализ			
ЧСС, уд/мин	17 – 35	52 – 63	
RRNN, мс	17 – 35	962 – 1174	
SDNN, мс	17 – 22	49 – 82	53 – 88
	23 – 27	52 – 85	
	28 – 35	35 – 56,5	
RMSSD, мс	17 – 22	42 – 86	50 – 110
	23 – 27	45 – 86	
	28 – 35	30 – 52,5	
pNNS0, %	17 – 22	21 – 54	33,3 – 68,8
	23 – 27	22,3 – 54	
	28 – 35	8,86 – 35	
CV, %	17 – 22	4,8 – 7,9	5,37 – 8,3
	23 – 27	5,04 – 7,93	
	28 – 35	3,43 – 5,12	
Спектральный анализ			
TP, мс ²	17 – 22	2365 – 6169	2709 – 6623
	23 – 27	2530 – 6800	
	28 – 35	1160 – 2695	
VLF, мс ²	17 – 22	738 – 2280	741 – 2180
	23 – 27	933 – 2342	
	28 – 35	499 – 1058	
LF, мс ²	17 – 22	543 – 1692	414 – 1461
	23 – 27	676 – 2078	
	28 – 35	286 – 827	
HF, мс ²	17 – 22	632 – 2440	936 – 3282
	23 – 27	564 – 2103	
	28 – 35	274 – 741	
LFnorm, ед.	17 – 35	34,8 – 60,7	21,7 – 40,4
HFnorm, ед.	17 – 35	39,3 – 65,2	59,6 – 78,7
LF/HF	17 – 35	0,53 – 1,54	0,27 – 0,68
%VLF	17 – 35	24,4 – 47,2	21,3 – 40,1
%LF	17 – 35	20,3 – 35,4	13,7 – 25,2
%HF	17 – 35	21,7 – 44,7	34 – 58,7
Показатели кардиоинтервалографии по Р.М. Бавьскому			
Mo, с	17 – 35	0,95 – 1,18	
AMo, %	17 – 22	24,5 – 39,9	25 – 36,2
	23 – 27	24 – 38,5	
	28 – 35	35,3 – 50,3	
Ma, с	17 – 35	0,95 – 1,17	
BP, с	17 – 22	0,3 – 0,47	0,3 – 0,49
	23 – 27	0,33 – 0,52	
	28 – 35	0,21 – 0,39	
IBP, у.е.	17 – 22	51 – 121	51,8 – 126
	23 – 27	44,8 – 122	
	28 – 35	99,4 – 243	
ПАПР, у.е.	17 – 22	21,8 – 38,3	22 – 37,8
	23 – 27	19,5 – 35,8	
	28 – 35	27,3 – 46,9	
ВПР, у.е.	17 – 35	1,79 – 3,33	
ИН, у.е.	17 – 22	23,7 – 52,3	22,4 – 62,5
	23 – 27	19,9 – 56,3	
	28 – 35	39,6 – 110	

Выводы:

1. Определены типичные значения показателей ВРС, характерные для спортсменов игровых видов спорта с учетом пола и возраста;
2. Выявлено, что вегетативные влияния на ритм сердечных сокращений, активность парасимпатического звена более выражены у спортсменок, чем у спортсменов игровых видов спорта, что необходимо учитывать при интерпретации результатов анализа ВРС;
3. С увеличением возраста у спортсменов-мужчин игровых видов спорта наблюдалось постепенное снижение вегетативных влияний на ритм сердца, уменьшение активности парасимпатического звена вегетативной нервной системы;
4. Организм спортсменок игровых видов спорта более устойчив к стрессорным факторам, создаваемым тренировочной и соревновательной деятельностью, чем

организм спортсменов-мужчин, и более длительное время сохраняет состояние хорошей адаптации к физическим нагрузкам.

Литература

1. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: метод. рекомендации / Р. М. Баевский [и др.]. М., 2002. 53 с.
2. Баевский, Р. М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. М.: Медицина. 1997. 265 с.
3. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. IV всерос. симп. / отв. ред. Н. И. Шлык, Р. М. Баевский. УдГУ. Ижевск, 2008. 344 с.
4. Макаров, Л. М. Холтеровское мониторирование / Л. М. Макаров. М.: Медпрактика-М, 2008. 456 с.
5. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский [и др.]. М.: Наука, 1984. 219 с.
6. Методы анализа и возрастные нормы variability ритма сердца: метод. рекомендации / О. В. Коркушко [и др.]. Киев, 2003. 25 с.
7. Михайлов, В. М. Variability ритма сердца: опыт практ. применения метода / В. М. Михайлов. Иваново, 2002. 290 с.
8. Рябыкина, Г. В. Variability ритма сердца / Г. В. Рябыкина, А. В. Соболев. М.: Оверлей, 2001. 200 с.
9. Функциональная диагностика состояния вегетативной нервной системы / Э. В. Земцовский [и др.]. СПб.: ИНКАРТ, 2004. 80 с.
10. Heart rate variability in elite American track-and-field athletes / D. J. Berkoff [et al.] // J. Strength Cond. Res. 2007. Vol. 21, № 1. P. 227–231.
11. Sztajzel, J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system / J. Sztajzel // Swiss Med System. 2004. Vol. 134. P. 514–522.
12. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // Circulation. 1996. V. 93. P. 1043–1065.