

2. Ефременков, К.Н. Трансформация физкультурных вузов России в контексте Болонских соглашений / К.Н. Ефременков, И.А. Ефременкова, А.И. Сергеев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2009. – № 2 (48). – С. 24-27.

3. Ефременков, К.Н. Социально-педагогические условия эффективной подготовки кадров в области физической культуры в период формирования единого европейского образовательного пространства (опыт социологического анализа) / К.Н. Ефременков, И.А. Ефременкова, М.М. Ковылин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 3 (73). – С. 29-37.

4. Ефременков, К.Н. Экспериментальная модель олимпийского образования в условиях реформирования системы высшего физкультурного образования России / К.Н. Ефременков, А.С. Силкин, М.М. Ковылин // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 2 (72). – С. 29-37.

5. Овчинников, А.Ю. Применение мультимедийных технологий в подготовке студентов по дисциплинам профессионального цикла в вузах физической культуры / А.Ю. Овчинников, Н.Ю. Иванова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 10 (116). – С. 99-103.

REFERENCES

1. Efremkov, K. N., Grets, G.N. and Efremenkova I.A. (2009), “Olympic education in sports high schools of Russia in the context of integration into European educational space”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 3, No. 49, pp. 9-13.

2. Efremkov, K. N., Efremenkova, I. A. and Sergeev, A.I. (2009a), “Transformation of sports high schools of Russia in the context of the Bologna agreements”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 2, No. 48, pp. 24-27.

3. Efremkov, K.N., Efremenkova, I.A. and Kovylin, M. M. (2011), “Socio-pedagogical conditions of effective training in the field of physical culture in the period of formation of uniform European educational space (experience of sociological analysis)”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 3, No.73, pp. 29-37.

4. Efremkov, K.N., Silkin, S.A. and Kovylin, M.M. (2011), “Experimental model of Olympic education in the conditions of reforming the system of higher physical education in Russia”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 2, No. 72, pp. 29-37.

5. Ovchinnikov, A.Yu. and Ivanova N.Yu. (2014), “The application of multimedia technology in the training of students on disciplines of a professional cycle in higher educational establishments of physical culture”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 10, No. 116, pp. 99-103.

Контактная информация: etivon18@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 02.11.2015

УДК 61:796/799

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Андрей Леонидович Похачевский, кандидат медицинских наук, доцент, Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний (Академия ФСИН России, Рязань); Андрей Борисович Петров, кандидат педагогических наук, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург); Сергей Александрович Глушков, старший преподаватель, Алексей Викторovich Фомичев, старший преподаватель, Александр Николаевич Воробьев, преподаватель, Вологодский институт права и экономики Федеральной службы исполнения наказаний (ВИПЭ ФСИН России)

Аннотация

Исследование посвящено изучению сердечного ритма в период нагрузочного тестирования с целью выявления критических точек его изменчивости – маркеров смешанной выносливости, тренированности, нагрузочной толерантности и регуляции. При этом гипотеза исследования предполагает, что локализация и подвижность этих маркеров бу-

дет обуславливать динамику указанных качеств (свойств организма), являясь диагностическими, прогностическими и объективными критериями функционального состояния, как одного из количественных показателей индивидуального здоровья человека.

Ключевые слова: нагрузочная толерантность, кардиоритмограмма; нагрузочное тестирование; маркеры, изменчивость сердечного ритма.

DOI: 10.5930/issn.1994-4683.2015.11.129.p211-219

THEORETICAL APPROACHES AND PRACTICAL ABILITIES TO STUDY THE HEART RHYTHM UNDER EXERCISES CONDITIONS

Andrey Leonidovich Pokhachevskiy, the candidate of medical sciences, senior lecturer, The Academy of the Law and Management of Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan; Andrey Borisovich Petrov, the candidate of pedagogical sciences, The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg; Aleksey Viktorovich Fomichev, the senior teacher, Sergey Aleksandrovich Glushkov, the senior teacher, Aleksandr Nikolaevich Vorobyov, the teacher, The Vologda Institute of the Law and Economy of Federal Penitentiary Service Russia, Vologda

Annotation

Fundamental mechanisms of the heart beat (HB) adaptation variability can be revealed by creating a mathematical model for a CRG time series for the maximal load testing. The individual figures of models characterize the physical exercise (PE) tolerance, determine formation of the mixed endurance and reflect HB regulation being early and quantitative criteria of adaptation. Improvement of the PE tolerance is manifested in a longer time for the criterion achievement and/or shorter RR-intervals in it. Revealed criteria can be used to forecast the physical exercise tolerance and allow us to be satisfied with a submaximal testing making it shorter and less labor-intensive with a simplified screening.

Keywords: lability of heart rate; load tolerance, variability of load cardiac rhythmgram, maximum load testing; criteria, markers heart rate recovery.

ВВЕДЕНИЕ

Предваряя конкретизацию методических подходов к изучению сердечного ритма (СР) следует отметить широкую «доступность» его регистрации. Известные «Polar», «Garmin» и менее известные компании выпускают пульсометры с портативными датчиками, фиксируемыми на грудной клетке (уровне верхушечного толчка), позволяющие регистрировать и запоминать показатели ЧСС. Лишь самые продвинутые, «топовые» модели позволяют осуществлять запись ЭКГ и кардиоритмограммы (КРГ). Предлагаемой спектр обработки кардиоинтервалов (КИ) не исчерпывается средней и моментальной ЧСС в выбранные временные промежутки и включает в себя различные варианты определения variability ритма (ВРС), сигнальный контроль зон нагрузочной интенсивности. Однако, на первый взгляд, большой ассортимент предлагаемых возможностей, нивелируется подходом, исключающим первичный анализ ЭКГ, определяющим наличие артефактов и синусового ритма. Анализ последнего при монополярном (в данном случае, вероятно V2-V4) отведении, методически затруднителен, так как оптимально должен осуществляться по двум фронтальным взаимоперпендикулярным отведениям (по Bayley) [4]. При этом наличие артефактов и несинусовых сокращений (ритмов), не исключенных из анализа, существенно искажает результаты математической обработки, коим в частности является анализ ВРС, полностью превращая его в фикцию. Исключение артефактов и эктопических сокращений является проблемой устраняемой (или контролируемой) исключительно вручную и для всех компьютерных кардиоанализаторов, однако в их программном обеспечении такая возможность реализована.

Проведение анализа ВРС в период нагрузки или восстановления вообще является методической ошибкой, так как его программное обеспечение рассчитано на стационар-

ность ЭКГ достижимую исключительно в состоянии относительного физиологического покоя [4].

Кроме того, определение зон нагрузочной интенсивности в данных приборах реализуется не от индивидуального максимума ЧСС, а от эмпирических запрограммированных показателей, в лучшем случае рассчитанных в зависимости от возраста. Между тем максимальная ЧСС определяется возрастом, генетическими особенностями и зависит от качества (уровня и вида) физической тренированности, при этом зоны интенсивности должны определяться от индивидуальной максимальной ЧСС, уровень которых существенно разнится в зависимости от вышеизложенных причин.

Таким образом, несмотря на воплощенные возможности по регистрации и записи кардиосигнала его анализ в пульсометрах фактически невозможен. Если принять во внимание, что пульсометр и существует только для периодического выборочного контроля ЧСС, то тогда незачем и реализовать на его базе кардиоаналитические методики. Нельзя не отметить, что стоимость пульсометров «осуществляющих» анализ СР соответствует или превышает одну тысячу долларов США, что соизмеримо с ценой отечественного многоканального компьютерного кардиоанализатора, позволяющего записать и обработать СР куда как более качественно. В данном случае, речь не идет о продвижении «худога» но отечественного производителя. В отечественном медицинском приборостроении много проблем, одна из которых, имеет непосредственное отношение к спортивной медицине – до сих пор в стране не производится ни одного отечественного прибора осуществляющего спироэргометрию с определением концентрации кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе. В тоже время проблема детекции и записи СР полностью решена. Не до конца разрешенным остается только вопрос анализа СР в процессе физической нагрузки (ФН), но это – направление разработки программного обеспечения.

Одной из задач нашего исследования мы определили изучение сердечного ритма в период нагрузочного тестирования с целью выявления критических точек его изменчивости – маркеров выносливости, тренированности, нагрузочной толерантности и регуляции. При этом гипотеза исследования предполагает, что локализация и подвижность этих маркеров будет обуславливать динамику указанных качеств (свойств организма), являясь диагностическими, прогностическими и объективными критериями функционального состояния, как одного из количественных показателей индивидуального здоровья человека [3].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 2 группы практически здоровых старших школьников и студентов:

- 1-я группа (31 человек) – курсанты, занимающиеся физической культурой по учебному плану вуза (2 полуторачасовых занятия в неделю) и не имеющие отношения к систематическим физическим нагрузкам;
- 2-я группа – курсанты-спортсмены циклических видов спорта (34 человека), тренирующие преимущественно выносливость (лыжные гонки, легкая атлетика) различной квалификации (1-й спортивный разряд – 29 человек, кандидаты в мастера спорта – 5 человек).

Максимальное велоэргометрическое тестирование осуществлялось по индивидуальному протоколу. Мощность W_1 (Ватт) первой ступени длительностью три минуты рассчитывали от величины должествующего основного обмена (ДОО) в килокалориях по формуле $W_1(Вт)=ДОО \times 0,1$ [4]. В дальнейшем нагрузка ступенчато возрастала каждую минуту на 30 Вт до индивидуального максимума (W_{max}) – снижения скорости педалирования ниже 30 оборотов в минуту, определяющего конец нагрузки и начало восстановительного периода длительностью 7 минут.

Нагрузочные пробы проводили в первой половине дня на велоэргометре e-Bike Ergometer (диапазон нагрузки 20÷999 Вт). В течение всего времени тестирования посред-

ством кардиоанализатора «ПолиСпектр-12» (Нейрософт) записывалась оцифрованная электрокардиограмма, из которой выделялся последовательный ряд КИ – кардиоритмограмма (КРГ). Математическая обработка баз данных осуществлялась стандартными пакетами Microsoft Excel и Statistica 6.0. Так как распределение данных отличалось от нормального, использовался перцентильный (Пц) ряд (25 – 75) и непараметрический метод сравнения: Mann-Whitney.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Разработка и обоснование методик анализа сердечного ритма.

В состоянии относительного физиологического покоя КРГ имеет повторяющуюся стабильную волновую структуру. Для ее анализа предложен большой арсенал визуально-логических и математических технологий [1]. В настоящее время наиболее признанной методологической основой ее изучения является анализ ВРС по международному стандарту Heart Rate Variability (HRV 96) [9].

Необходимость стационарности КРГ ограничивает возможность использования подходов HRV96 для динамических нагрузочных исследований. Исключением является определение поминутной и средней ЧСС, однако эти показатели, не могут в полной мере отразить процесс изменчивости СР [4].

Изучение временного ряда КРГ

Визуальный анализ КРГ нагрузочного периода выявил гиперболическую и колебательно-затухающую динамику. Причем выраженность и длительность этих процессов имели заметные индивидуальные различия. Однако несоответствие моделей (типа $y=a/x+b$) экспериментальной кривой заставило усомниться в однородности временного ряда КРГ и потребовало его изучения как последовательности случайных величин (рисунок 1).

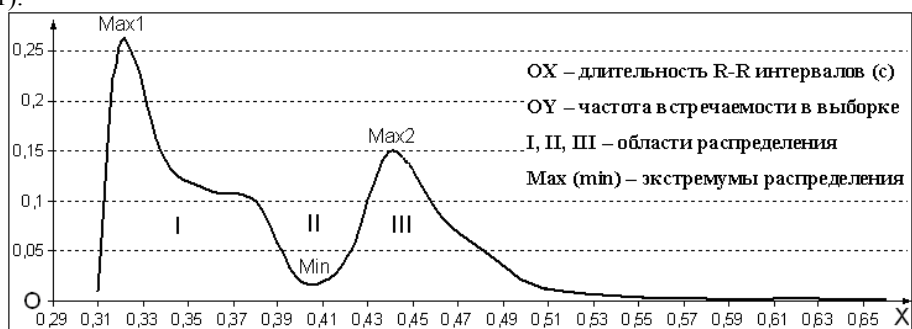


Рис. 1. Функция распределение кардиоинтервалов нагрузочного периода

Два явно выраженных максимума накопленного распределения RR-интервалов обусловили неоднородность временного ряда КРГ связанную с наличием, по крайней мере, двух конкурирующих процессов участвующих в формировании СР.

Установлено, что RR-интервалы КРГ не перемешиваются в диапазонах распределения, и каждый из них соответствует собственному временному промежутку (рисунок 2). При этом построение динамической модели КРГ, учитывая факт бимодальности распределения, должно включать две отдельно моделируемые части во временных интервалах моды. Настоящий подход позволил создать наиболее успешную математическую модель КРГ, точность которой подтвердилась наименьшей суммой квадратов отклонений (от экспериментальной кривой). Обнаруженные критические точки функции распределения, вскрывая характерные особенности КРГ, также могут быть использованы для изучения ее изменчивости в целом [5].

Предложенная алгоритмическая процедура анализа временного ряда КРГ последовательно включающая накопление распределения, определение его временных границ и

построение на этой основе динамической модели процесса может быть применена для исследования любых временных рядов.

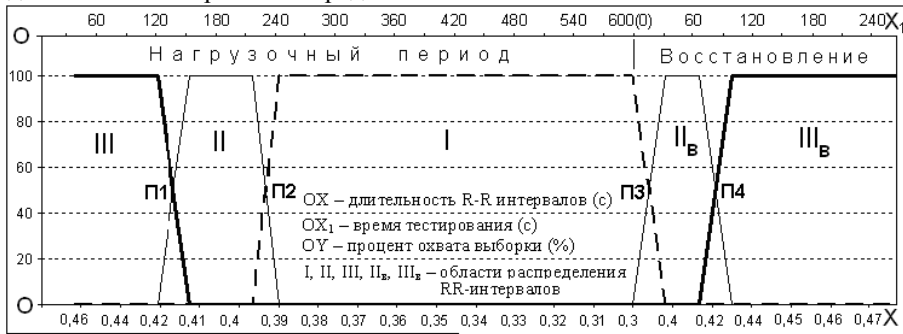


Рис. 2. Динамика функции распределения во времени

Концепция линейной модели КРГ



Рис. 3. Схема линейной динамической модели КРГ

Динамическая модель (рисунок 3) КРГ (f), определяется двумя наилучшими линейными трендами « m » и « n », построенными во временных интервалах бимодального распределения и пересекающимися в точке «перегиба» $T1$. Параметры трендов ($H1, O1$; $H2, O2$) и точки перегиба ($T1t, rr$), являясь принципиально новыми характеристиками КРГ, варьируют у обследуемых с различной нагрузочной толерантностью[7].

Маятниковая модель кардиоритмограммы

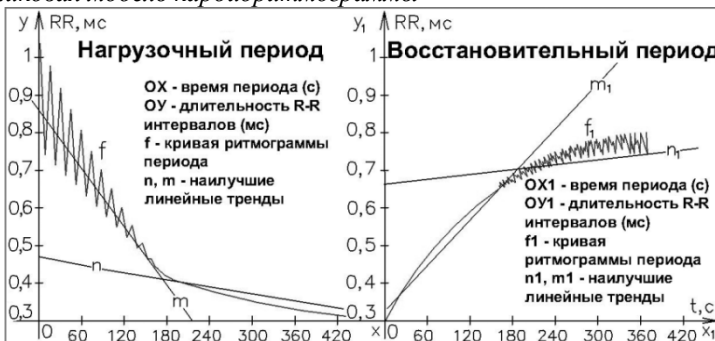


Рис. 4. Схема КРГ велоэргометрии

Характеристики колебаний оценивались модулем отклонений от наилучших линейных трендов в виде последовательности «h» (рисунки 4, 5). На участке затухания она моделировалась линейной регрессией «с», которая, пересекаясь прямой «d» (интервалом трех σ (сигм)) – ригидного участка, дает точку стабилизации T2.

Координаты прямой «с», КИ точки стабилизации (T2 гр) и время ее наступления (T2t) варьируют у обследуемых с различной нагрузочной толерантностью и определяют индивидуальные особенности СР [6].



Рис. 5. Схема динамической модели КРГ (без трендов)

Исследование регуляции СР

В связи с тем, что изменчивость СР определяется регуляторными влияниями ВНС, существуют участки КРГ являющиеся ее маркерами. Для их определения использовалась маятниковая модель КРГ (рисунок 4).

Новая последовательность (рисунок 5), полученная из ритмограммы вычитанием трендов, пошагово подвергается быстрому преобразованию Фурье. При этом исключение трендов, вызванных постоянной изменчивостью КИ (при нагрузке или восстановлении) позволяет восстановить необходимую для дальнейшей математической обработки стационарность КРГ. Анализ осуществлялся на каждом отрезке длиной – 64 с шагом в 1 интервал следующим образом: от 1 интервала до 64 [1:64], от 2 до 65 [2:65] и так далее [(n-63) :n], где n – общее число точек КРГ. Изменчивость нагрузочного и восстановительного спектров в диапазонах 0.15 – 0.4Гц (HF) и 0.04 – 0.15Гц (LF) адекватно моделировалась линейной регрессией: $Y_{HF(LF)} = aX + b$, где «a» (HF_n, LF_n) и «b» (HF₀, LF₀), параметры, скорости и постоянной составляющей спектров (рисунок 6).

Учитывались скорость изменения чувствительности миокарда к регуляторным влияниям, ее уровень по периодам, а также время (nHF, nLF) регуляционной ригидности миокарда (при Y=0) в нагрузочный период [8].

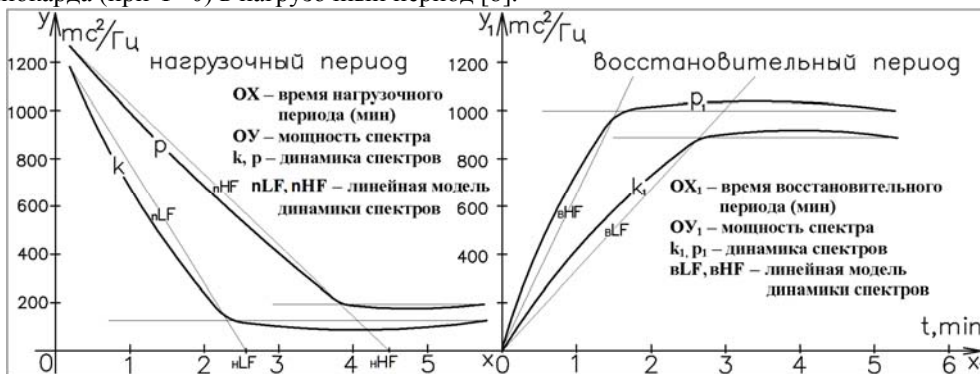


Рис. 6. Изменчивость нагрузочного и восстановительного спектров

Изучение рNNx, %

Это процент пар RR-интервалов, разность которых превышает X мс и более к общему числу кардиоинтервалов в массиве. Из маркеров нагрузочной КРГ он является самым простым для вычисления, не требующим изучения распределения и экстраполяции.

Известно, что при исследовании изменчивости КРГ в покое применяется показатель рNN50. Считается, что чем выше его значение, активнее участие парасимпатической составляющей в регуляции СР. Кроме того различие соседних RR-интервалов обуславливается их длительностью.

В связи с тем, что значение абсолютной разности соседних кардиоинтервалов на первых минутах нагрузочного тестирования не превышает по медиане 15 мс (таблица 1) для выявления их диагностической значимости исследованы рNN5, 10 и 15 [2].

В отличие от SDNN настоящий показатель устанавливает не только снижение изменчивости КИ при нагрузке, но и позволяет ее конкретизировать, определить, с чем она связана и/или от чего зависит.

Изучение работоспособности диагностических методик

Длительность КИ в точке перегиба и время ее наступления от начала тестирования в группе тренированных (таблица 1) существенно (p<0.001) превосходят одноименные показатели группы сравнения (таблица 3), в то время как наклон моделирующего тренда вертикальной оси гиперболы в группе нетренированных значительно (p<0.001) больше такового группы сравнения.

Таблица 1

Критерии нагрузочной КРГ – Т1

Гр	Критерий	*Т1t	*Т1гр	*Н1x10-4	*О1	Н2x10-4	*О2
2	Ме	498,89	0,391	-4,2	0,606	-1,9	0,498
	25Пц	461,75	0,378	-4,9	0,594	-3,2	0,454
	75Пц	563,17	0,405	-3,7	0,635	-1,5	0,567
1	Ме	244,9	0,35	-5,9	0,494	-1,8	0,407
	25Пц	170,5	0,35	-6,9	0,461	-2,4	0,386
	75Пц	266,7	0,38	-4,4	0,512	-1,5	0,428

Примечание (здесь и далее): *Групповые различия статистически существенны (p<0.001)

Более позднее наступление точки перегиба, с учетом превалирующей продолжительности ее КИ и меньшей скорости укорочения RR-длительностей, свидетельствует о более экономичной сердечной деятельности в группе спортсменов. При этом если наклоны горизонтальных осей (Н2) статистически неразличимы, то существенное доминирование моделирующей переменной Н1, О1,2 обеих осей гиперболы в группе спортсменов свидетельствует о соответствии каждой временной точки (x) большему значению RR-интервала, что в свою очередь свидетельствует о хронотропном энергосбережении.

Таблица 2

Критерии нагрузочной КРГ – Т2

Группы	2				1			
	*Т2t	*Т2гр	*Н3x10-5	О3	Т2t	Т2гр	Н 3x10-5	О3
Ме	356,43	0,445	-5,3	0,027	200,15	0,372	-11,26	0,031
25Пц	323,34	0,433	-6,9	0,022	144,48	0,359	-19,01	0,022
75Пц	413,80	0,473	-3,9	0,034	231,25	0,394	-8,15	0,039

Точка стабилизации ритма в группе спортсменов существенно превышает одноименные показатели сравнения по длительности КИ и времени возникновения (таблица 2). Моделирующие критерии регрессии также имеют существенные различия. Данные обстоятельства позволяют свидетельствовать в пользу более длительного и устойчивого периода изменчивости СР в группе тренированных, сопровождающегося отрицательным хронотропным балансом.

С целью исследования регуляционного гомеостаза в условиях различной переносимости ФН анализируется маятниковая модель КРГ.

Таблица 3

Регуляционные маркеры нагрузочной КРГ							
Гр	Критерий	нНFn*	нНF*	нНFo*	нLFn*	нLF*	нLFo*
2	Me	62,21	260	-930,46	18,33	225	-143,74
	25Пц	39,83	240	-1121,24	15,23	195	-241,10
	75Пц	177,59	288	-897,75	36,78	238	-74,48
1	Me	15,17	100	-4,61	3,06	80	-12,75
	25Пц	9,27	95	-112,19	-17,69	70	-31,00
	75Пц	17,48	105	-3,82	18,01	85	-7,73

При этом результирующие спектры, полученные в диапазонах HF и LF в нагрузочный период, снижаются, достигая полной депрессии существенно медленнее, а в период восстановления – возрастают значительно быстрее в группе спортсменов (таблица 3). Причем динамика спектральных составляющих существенно различается вне зависимости от тренированности, что определяется более медленным снижением HF при нагрузке. Распределение КИ временного ряда КРГ в условиях различной нагрузочной толерантности выявило существенные отличия локализации экстремумов и их временных границ (таблица 4). При этом временные координаты нагрузочных экстремумов в группе спортсменов существенно превосходит одноименные показатели группы сравнения ($p < 0.001$).

Таблица 4

Критерии распределения RR-интервалов нагрузочной КРГ								
Группы	2				1			
Критерий	*П1t	*П1гр	*П2t	*П2гр	П1t	П1гр	П2t	П2гр
Me	375,95	0,445	488,25	0,399	65,52	0,420	260,9	0,360
25Пц	329,6	0,437	449,65	0,386	45,88	0,401	199,2	0,358
75Пц	409,52	0,459	554,2	0,409	139,4	0,442	289,8	0,379

ВЫВОДЫ

Фундаментальные механизмы адаптационной изменчивости сердечного ритма (СР) выявляются посредством создания математической модели временного ряда КРГ максимального нагрузочного тестирования. Индивидуальные показатели моделей характеризуют переносимость физической нагрузки (ФН), обуславливают формирование смешанной выносливости и отражают регуляцию СР, являясь ранними и количественными критериями адаптации. Улучшение переносимости ФН проявляется увеличением времени достижения критерия и/или снижением длительности КИ в нем. Выявленные критерии могут быть использованы для прогнозирования переносимости физической нагрузки и позволяют довольствоваться субмаксимальным тестированием, уменьшив его длительность, трудозатраты и облегчив скрининг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатецкий, С.В. Влияние типа вегетативной регуляции сердечного ритма на физическую выносливость организма / С.В. Булатецкий, Ю.Ю. Бяловский // Вестник новых медицинских технологий. – 2001. – № 2. – С. 58-61.
2. Изменчивость кардиоритмограммы при непредельных физических нагрузках / А.Л. Похачевский, А.В. Фомичев, С.А. Глушков, А.Н. Воробьев // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 9 (115). – С. 122-127.
3. Лапкин, М.М. Индивидуальное здоровье: теоретические и прикладные аспекты его оценки / М.М. Лапкин, Р.М. Воронин // Врач-аспирант. – 2011. – № 3.1. – С. 180-185.
4. Михайлов, В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В.М. Михайлов. – Иваново : Талка, 2008. – 545 с.
5. Похачевский, А.Л. Изучение вариабельности ритма сердца при нагрузочном тестировании / А.Л. Похачевский // Кардиология. – 2010. – № 1 (50). – С. 29-35.
6. Пат. 2355301 РФ, МПК8 А61 В 5/0452. Способ определения переносимости физической нагрузки по точке ускользания сердечного ритма от вегетативного контроля / А.Л. Похачевский,

Б.А. Садельников, В.М. Михайлов. – № 2007143527/14 ; заявл. 23.11.2007 ; опубл. 20.05.2009, Бюл. 14. – 5 с.

7. Пат. 2355302 РФ, МПК8 А61 В 5/0452. Способ оценки функционального состояния при нагрузочном тестировании / А.Л. Похачевский, Б.А. Садельников. – № 2007143528/14 ; заявл. 23.11.2007 ; опубл. 20.05.2009, Бюл. 14. – 5 с.

8. Пат. 2468740 РФ, МПК8 А61 В 5/00. Способ определения вегетативной активности при нагрузочном тестировании / А.Л. Похачевский, Б.А. Садельников. – № 2011110624/14 ; заявл. 21.03.2011 ; опубл. 10.12.2012, Бюл. 34. – 8с.

9. 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. – Vol. 93. – P. 1043-1065.

REFERENCES

1. Bulatetsky, S.V. and Byalovsky, Y.Y. (2001), "Influence of the type of vegetative regulation of heart rate on physical endurance", *Journal of new medical technologies*, Vol. VIII, No 2, pp. 58-61.

2. Pokhachevskiy, A.L., Fomichev, A.V., Glushkov, S.A. and Vorobyov, A.N. (2014), "Variability of cardiac rhythmgram under non-limiting physical load", *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, Vol. 115, No 9, pp. 122-127.

3. Lapkin, M.M., Voronin, R.M. (2011), "Individual health: theoretical and applied aspects of its evaluation", *Vrach-aspirant*, Vol. 46, No 3.1, pp. 180-185.

4. Mikhailov, V.M. (2008), *Stress testing under the supervision of ECG: cycle ergometer test, treadmill test, step test, walking*, Talka, Ivanovo.

5. Pokhachevskiy, A.L., "The Study of Heart Rhythm Variability During Stress Testing", *Cardiologic*, Vol. 50, No 1, pp. 29-35.

6. RU 2355301 C1, "Method for determination of tolerance to physical exercise by point of heart rate elusion from vegetative control", A.L. Pokhachevskiy, B.A. Sadelnikov, V.M. Mikhailov, App. 2007143527/14, 23.11.2007, Publ. 20.05.2009, Bull. 14, 5 p.

7. RU 2355302 C1, "Method for assessment of functional state during stress testing" A.L. Pokhachevskiy, B.A. Sadelnikov, App. 2007143528/14, 23.11.2007, Publ. 20.05.2009, Bull. 14, 5 p.

8. RU 2468740 C1, "Method of determining vegetative activity in stress testing" A.L. Pokhachevskiy, B.A. Sadelnikov, App. 2011110624/14, 21.03.2011, Publ. 10.12.2012, Bull. 34, 8 p.

9. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use (1996), *Circulation*, Vol. 93, pp. 1043-1065.

Контактная информация: sport_med@list.ru

Статья поступила в редакцию 22.11.2015

УДК 796:658

СПОРТИВНОЕ ВОЛОНТЕРСТВО С ПОЗИЦИИ КОММЕРЧЕСКОЙ ВЫГОДЫ ОРГАНИЗАТОРОВ СОРЕВНОВАНИЙ

Александр Владимирович Починкин, доктор педагогических наук, профессор,

Ирина Леонидовна Димитров, кандидат экономических наук, доцент,

Александр Олегович Зайцев, преподаватель,

Московская государственная академия физической культуры (МГАФК), Малаховка

Аннотация

В статье раскрывается система подготовки волонтеров в период подготовки зимних Олимпийских игр в г. Сочи в 2014 году. Представлены затраты организаторов олимпийских соревнований, связанные с деятельностью волонтеров. Предлагается в качестве экономического критерия труда олимпийских волонтеров использовать коммерческую выгоду организаторов соревнований. На основании сравнительного анализа стоимости труда волонтеров и наемных работников в период проведения зимних Олимпийских игр в Сочи показана реальная экономия денежных средств организаторов соревнований.

Ключевые слова: спортивное волонтерство, зимние Олимпийские игры в Сочи, менеджмент олимпийского спорта, коммерческая выгода организаторов соревнований.