

2. Shestakov, M.P. (2009), *Sports aerobics at school*, TVT Division, Moscow.
3. Somkin, A.A. (2011), *Sports aerobics. Classification of exercises and the main components of training of highly qualified athletes: monograph*, St. Petersburg.

Контактная информация: uliyaparmuzina@mail.ru

Статья поступила в редакцию 06.10.2017

УДК 613.731:613.735

ОСОБЕННОСТИ КАРДИОРИТМОГРАММЫ В ГРУППАХ С РАЗЛИЧНОЙ ПЕРЕНОСИМОСТЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

Андрей Борисович Петров, кандидат педагогических наук, Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени П.Ф. Лесгафта (НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург); *Антон Михайлович Гилев*, старший преподаватель, *Максим Сергеевич Левин*, старший преподаватель, Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний (Академия ФСИН России, Рязань); *Сергей Александрович Глушков*, старший преподаватель, Вологодский институт права и экономики (ВИПЭ ФСИН России); *Даниил Андреевич Похачевский*, Московский физико-технический институт (МФТИ)

Аннотация

Изучается ранняя изменчивость сердечного ритма на субмаксимальную физическую нагрузку (ФН). Цель исследования: изучить кардиоритмограмму (КРГ) стресстеста в группах существенно различающихся по уровню переносимости ФН. Материалы и методы. Исследованы 2 равные группы (34 человека): спортивной и не спортивной молодежи. Проведено максимальное велоэргометрическое тестирование. Сравнительному (Mann-Whitney) анализу подвергнуты маркеры переносимости ФН. Результаты. Исследуемые группы, существенно отличаются не только по хронотропным параметрам переносимости ФН, выявленным за весь период нагрузочного тестирования, но и по маркерам раннего адаптационного периода (РАП). Изменчивость КРГ РАП обуславливается уровнем аэробно-анаэробной выносливости.

Ключевые слова: критерии, прогноз, переносимость, физическая нагрузка.

FEATURES OF CARDIAC RHYTHMGRAM CHARACTERISTICS IN GROUPS WITH DIFFERENT TOLERANCE TO PHYSICAL EXERTION

Andrey Borisovich Petrov, the candidate of pedagogical sciences, *The Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg*; *Anton Mikhailovich Gilev*, the senior teacher, *Maxim Sergeevich Levin*, the senior teacher, *The Academy of the Law and Management of Federal Penitentiary Service of Russia, Ryazan*; *Sergey Aleksandrovich Glushkov*, the senior teacher, *the Vologda Institute of Law and Economics*; *Daniil Andreevich Pokhachevskiy*, *Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow*

Annotation

We have studied the early variability of the heart rhythm at submaximal physical exercise (PE). Research objective: to study the cardiac rhythmgram (CRG) under stress testing in groups with significantly different level of PE tolerance. Materials and methods. We have studied two equal groups (34 people): of sporting and non-sporting youth. We performed maximal ergometer testing. Markers of PE tolerance are analyzed by using the comparative (Mann-Whitney) method. Results. Studied groups significantly differ not only by chronotropic parameters of PE tolerance, revealed during the whole loading test period, but also by the early adaptation period (EAP) markers. Evidently, the level of aerobic/anaerobic endurance determines variability of the CRG in EAP.

Keywords: criteria, markers, PE tolerance predict, maximal load test.

ВВЕДЕНИЕ

Различия индивидуальной переносимости физической нагрузки (ФН) обуславливаются изменчивостью сердечного ритма (СР) в процессе нагрузочного тестирования [2, 4, 5]. Известно, что тренированный организм переносит больший объем ФН при мень-

ших энергетических затратах. Однако не до конца изученным остается вопрос о ранней изменчивости СР, когда ФН не достигла индивидуального максимума [3, 6 – 8]. Различия переносимости ФН тренированным и нетренированным организмом возникают с начала включения функциональной системы (ФС) ответственной за преодоление ФН, то есть еще до нагрузки [1, 7]. Изучение переходного и раннего адаптационного периода интересно не только в связи с научно-познавательной целью, но и потенциальной прогностической значимостью связанной с выяснением предельных возможностей организма [3, 5, 9].

Цель исследования: изучить кардиоритмограмму (КРГ) стресс-теста в группах существенно различающихся по уровню переносимости ФН.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследованы две равные группы (по 34 человека, 18-22 лет): спортивной (1) и не спортивной (2) молодежи разделенных по анамнестическому признаку отношения к систематическим ФН. Максимальное велоэргометрическое тестирование осуществлялось по индивидуальному протоколу [3, 6, 7]. Нагрузочное тестирование проводилось в первой половине дня с 8 до 12 часов на велоэргометре Lode Corival (диапазон нагрузки 7-1000 Вт). В течение всего тестирования кардиоанализатором «ПолиСпектр-12» (Нейрософт) записывалась оцифрованная электрокардиограмма, из которой выделялся временной ряд (ВР) кардиоинтервалов (КИ) – кардиоритмограмма.

Временные ряды КРГ нагрузочного периода анализировались как линейные (Лин) $Y=aX+b$ математические модели, где X – порядковый номер RR-интервала во временном ряду КРГ, Y – длительность КИ, «а» – параметр модели наклон (Н), характеризующий скорость изменчивости временного ряда и «b» – параметр модели отрезок (О), определяющий его постоянную составляющую. Оптимизация моделей достигалась методом наименьших квадратов. Математическому моделированию подвергался ВР КРГ раннего адаптационного периода (РАП): раздельно первой (1), второй (2), третьей (3) минуты нагрузки; попарно: 1,2; 2,3; 1,3; всего РАПа: 1-3.

Длительность восстановления определялась интегральным показателем (ИП), как сумма КИ за 7 минут восстановительного периода.

ЧСС нагрузочного периода учитывалась по абсолютным показателям: ЧСС_{mx}, ЧСС₁, ЧСС_{ср}, где «mx» – максимальная (пиковая) ЧСС на высоте нагрузки, «1» – средняя ЧСС первой ступени нагрузки, «ср» – средняя ЧСС за весь нагрузочный период; относительный показатель – индекс хронотропного резерва (ИХР) рассчитывался по формуле: $((ЧСС_{mx} - ЧСС_1) / ЧСС_1) \times 100$. При анализе переносимости ФН учитывалась абсолютные показатели: достигнутый максимум ФН (W_{mx}) в Вттах; разница между W_{mx} и мощностью первой ступени (W_1): $W = W_{mx} - W_1$; относительные показатели переносимости: производительность работы левого желудочка (ПРЛЖ), вычисляемые по формуле: $(W_{mx} / ЧСС_{mx}) \times 100$; W/P_s – по формуле: $W/ЧСС_{mx}$.

Результаты исследования обрабатывали с помощью статистического пакета Statistica. Поскольку распределение полученных значений отличалось от нормального, данные представлялись в виде перцентильного (Пц) ряда (25-Ме-75). Для статистической обработки использовались непараметрические методы сравнения: Mann-Whitney. Принятый уровень статистической существенности: $p < 0.005$ (если не указано иначе).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Группы, выделенные с учетом переносимости ФН характеризуются существенными различиями не только по всем показателям переносимости ФН но и квартальному размаху (25-75Пц) – объему изменчивости (таблица 1).

При этом если абсолютный показатель переносимости ФН и хронотропных резервов (ХР) существенно преобладает в группе спортсменов, то их квартальный размах – в группе сравнения. Те же закономерности характеризуют показатели относительной пере-

носимости (ПРЛЖ, W/Ps). В свою очередь все маркеры ЧСС нагрузочного периода проявляются существенным доминированием, включая квартальный размах, в группе не спортивной молодежи. В ней же в восстановительный период существенно преобладают показатели длительности восстановления (ИП).

Таблица 1. Маркеры переносимости ФН исследуемых групп (Гр)

Гр	Пц	ПРЛЖ	ИХР	W/Ps	W	ЧСС1	ЧССmx	ЧССср	ИП
1	25	245,0	174,0	146,6	240,0	105,5	160,3	132,8	703,5
	Ме	255,0	184,5	150,9	240,0	110,0	166,5	136,3	759,5
	75	268,8	193,5	159,1	270,0	115,8	169,8	142,9	819,8
2	25	110,0	78,0	47,6	90,0	155,0	189,0	172,6	1117,0
	Ме	143,0	115,0	63,3	120,0	158,5	194,0	181,1	1131,5
	75	146,0	139,0	73,9	150,0	170,0	203,0	183,2	1159,0

Наличие в группе спортсменов развитой аэробно-анаэробной выносливости – высокой физической работоспособности (ФР), проявляется не только преобладающим уровнем перенесенной нагрузки, но и максимумом ХР. Последнее обстоятельство, кроме того, позволяет осуществлять больший объем адаптационных реакций на высоком уровне хронотропной изменчивости. Иными словами, преобладающий уровень ХР в нагрузочный период позволяет достичь больших максимальных нагрузок при меньших хронотропных затратах, а после прекращения нагрузки – быстрее восстановиться. Большой размах групповой квартильной изменчивости показателей переносимости ФН в группе не спортивной молодежи свидетельствует о незавершенности системогенеза функциональной системы (ФС) отвечающей за формирование выносливости – высокого уровня переносимости ФН. Таким образом, чем более выражены хронотропные резервы, тем шире диапазон изменчивости ЧСС и тем большая нагрузка может быть достигнута. Однако достижения максимума диапазона, возможно как за счет снижения ЧСС1 (в группе спортсменов), так и повышения ЧССmx, что и происходит в группе не спортивной молодежи. При этом увеличение переносимости ФН требует не столько количественного увеличения хронотропных резервов, сколько их качественного улучшения, которое бы позволило преодолевать ФН в режиме энерго- и хроноэкономии.

По данным настоящего исследования увеличение ФР проявляется, во-первых, расширением ХР преимущественно за счет низкого частотного диапазона, что определяется нижней границей – ЧСС1, во-вторых, уменьшением рабочего диапазона ЧСС (меньший интерквартильный размах). При этом в рамках сформированной у спортсмена ФС, найденных и четко определенных ею оптимальных значений ЧСС необходимых для преодоления предельно возможных нагрузок, большой диапазон не требуется. В условиях незавершенного системогенеза в группе не спортивной молодежи перебор возможных вариантов хронотропного обеспечения в рамках большого объема степеней свободы и приводит к максимальному расширению объема ХР за счет всех возможностей, тем более что увеличение ЧССmx достигается быстрее, хотя и энергозатратнее, нежели чем вагусное хроноэкономия. Последнее обуславливается частотой включения ФС (в недельном микроцикле), определяет ее совершенствование и называется тренированностью, приводящей к формированию выносливости. При этом если ЧССmx в большей степени регламентирована возрастными и генетическими факторами, то ЧСС (ср, 1) определяются индивидуальным уровнем развития аэробно-анаэробной выносливости, что в существенной степени имеет отношение к спортивной тренировке. Кроме того развитие данного качества приводит и к снижению ЧССmx, что не только не позволяет достичь возрастного максимума, но и проводить у спортсменов циклических видов спорта пробу PWC170, так как ЧСС в 170 ударов в минуту у них вообще недостижимо [4]. Значение ЧСС1 в формировании переносимости ФН, потребовало более детального изучения (таблица 2). Сравнение групп по маркерам модели КРГ РАП определяется существенным доминированием скорости укорочения КИ на первой минуте в группе спортсменов (в 2 раза). На 2-й и 3-й минуте преобладание скорости демонстрирует группа сравнения: в 4.4 и 1.8 соответ-

ственно. Значение скорости на отрезке 1-2 доминирует в группе спортсменов (22%), в то время как на отрезке в 2-3 минуты – в группе сравнения (в 4.3 раза). При этом скорости на отрезке 1;3 и 1-3 фактически не различимы.

Таблица 2 – Маркеры ВР КРГ РАП

М	Гр	Временные отрезки РАП						
		1	2	3	1,2	2,3	1,3	1-3
Н	1	-1,26	-0,04	-0,07	-0,43	-0,03	-0,40	-0,20
	2	-0,63	-0,17	-0,13	-0,36	-0,14	-0,39	-0,21
О	1	673,6	568,1	566,4	636,6	573,4	636,2	612,9
	2	481,9	406,3	383,6	467,2	401,2	465,9	450,0

Поминутная изменчивость: депрессия скорости ко 2 минуте существенно преобладает (в 32 раза) в группе спортсменов (против 3.7 – в группе сравнения); к 3 минуте линейная скорость увеличивается у спортсменов в 1.8 раза, но продолжает снижаться в группе сравнения (в 1.4 раза). Различия в парах также существенны: линейная изменчивость доминирует к отрезку 2-3 в группе спортсменов (13.4 против 2.55).

Изменчивость маркера «О» характеризуется незначительным возрастанием ко 2-й минуте: на 15% – в группе спортсменов, 10% – в группе сравнения; к 3 минуте – на 0.2% и 5.6%; к отрезку 2-3 на – 10 и 14% соответственно. Таким образом, существенное различие времени начала и скорости изменчивости КРГ РАП при сравнимых колебаниях уровня КИ выделяет группу спортсменов как ранне- и быстро реагирующую.

Основная тенденция изменчивости КРГ РАП весьма оригинальна и определяется выраженным снижением длительности КИ на первой минуте с дальнейшей вариативной девиацией – на второй и третьей. При этом скорость изменения ЧСС на первой и второй минутах может различаться не только на порядок, но и по знаку. Очевидно, что длительность и выраженность изменчивости КРГ РАП обуславливаются уровнем развития аэробно-анаэробной выносливости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследуемые группы, существенно отличаются не только по максимальному уровню и хронотропным параметрам переносимости ФН, выявленным за весь период нагрузочного тестирования, но и по маркерам РАП. При этом различия маркеров КРГ РАП более существенны. Минутные модели РАП выявили общегрупповые критические этапы: максимальной изменчивости (1 мин) и стабилизации (2-3 мин). Существенное различие времени начала и скорости изменчивости КРГ РАП выделяет группу спортсменов как быстро адаптируемую, качество изменчивости обуславливается уровнем развития выносливости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы / П.К. Анохин. – М. : Наука, 1980. – 196 с.
2. Динамика физиологических показателей при изменении интенсивности физической нагрузки / О.С. Тарасова, А.С. Боровик, С.Ю. Кузнецов, Д.В. Попов, О.И. Орлов // Физиология человека. – 2013. – № 2 (39). – С. 70-79.
3. 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.
4. Михайлов, В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В.М. Михайлов. – Иваново : Талка, 2008. – 545 с.
5. Новые подходы к выделению этапов (фаз) непрерывно возрастающей физической нагрузки на примере кардиореспираторного теста / Т.А. Лелявина, М.Ю. Ситникова, А.В. Березина, Е.С. Семенова, Е.В. Шляхто // Сердце : журнал для практикующих врачей. – 2012. – № 3. – С. 146-150.
6. Пат. 2468740 РФ, МПК8 А61 В 5/00. Способ определения вегетативной активности при нагрузочном тестировании / А.Л. Похачевский, Б.А. Садельников. – № 2011110624/14; опубл. 10.12.2012, Бюл. 34. – 8 с.

7. Петров, А.Б. Динамика изменчивости кардиоритмограммы при нагрузочном тестировании / А.Б. Петров, А.Л. Похачевский // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – № 4. – С. 41-45.
8. Похачевский, А.Л. Оценка функционального состояния организма по кардиоритмограмме при нагрузочном тестировании // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 1. – С. 10-11.
9. Reliability of peak exercise testing in patients with heart failure with preserved ejection fraction / J.M. Scott, M.J. Haykowsky, J. Eggebeen, T.M. Morgan, P.H. Brubaker // *Am J Cardiol.* – 2012. – Vol. 110. – P. 1809-1813.

REFERENCES

1. Anokhin, P.K. (1980), *The key problems of the theory of functional system*, Science Publ., Moscow.
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. Tarasova, O.S., Borovik, A.S., Kuznetsov, S.Y., Popov, D.V., Orlov, O.I. and Vinogradova, O.L. (2013), "The pattern of changes in physiological parameters in the course of changes in physical exercise intensity", *Human Physiology*, Vol. 39, No 2, pp. 171-177.
4. Mikhailov, V.M. (2008), *Stress testing under the supervision of ECG: cycle ergometer test, treadmill test, step test*, walking, Talka, Ivanovo.
5. Lelyavina, T.A., Sitnikova, M.Y., Berezina, A.V., Semenova, E.S. and Shlyakhto, E.V. (2012), "New approaches to marking the stages (phases) of continuously increasing physical load by the example of cardiorespiratory test", *Serdce: zhurnal dlya praktikujushhih vrachej*, Vol. 3, pp. 146-150.
6. 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.
7. Petrov, A.B. and Pokhachevskiy, A.L. (2015), "The pNNx heart rate variability in youths under submaximal ergo cycle testing", *Sportivnaja medicina: nauka i praktika*, Vol.4, pp. 41-45.
8. Pokhachevskiy, A.L. (2007), "Estimation of organism's functional condition by cardi-orthymography under loading testing", *Theory and practice of physical culture*, No. 1, pp. 10-11.
9. Scott, J.M., Haykowsky, M.J., Eggebeen, J., Morgan, T.M., Brubaker, P.H. (2012), "Reliability of peak exercise testing in patients with heart failure with preserved ejection fraction", *Am J Cardiol.*, Vol. 110, pp. 1809-1813.

Контактная информация: sport_med@list.ru

Статья поступила в редакцию 26.10.2017

УДК 796.011

ВЗАИМОСВЯЗЬ И ПРИОРИТЕТНОЕ ЗНАЧЕНИЕ БАЗОВЫХ КОМПОНЕНТОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОК 1-5 КУРСОВ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ВУЗА

Сергей Анатольевич Письменный, преподаватель, Пятигорский медико-фармацевтический институт, филиал Волгоградского государственного медицинского университета (ПМФИ ФГБОУ ВО ВолГМУ), г. Пятигорск; Султан Меджидович Ахметов, доктор педагогических наук, профессор, ректор, Валерий Александрович Баландин, доктор педагогических наук, профессор, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма (ФГБОУ ВО КГУФКСТ), г. Краснодар; Константин Юрьевич Чернышенко, кандидат педагогических наук, старший преподаватель, Руслан Султанович Ахметов, кандидат педагогических наук, старший преподаватель, Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации (ФГКОУ ВО КрУ МВД России), г. Краснодар

Аннотация

В статье представлены данные, характеризующие взаимосвязь базовых компонентов (собственно-биологического, социально-психологического и интеллектуального) профессионально-прикладной физической культуры (ППФК) студенток 1-5 курсов медицинского вуза, осваивающих