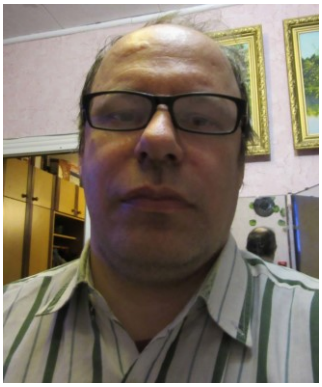
Научная статья
УДК: 615.013 + 796.01
DOI: 10.47438/1999-3455_2024_2_389

ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ВАРИАБИЛЬНОСТИ РИТМА



Людмила Леонидовна Миллер [1], Владимир Владимирович Гришин [2],
Алексей Ефимович Левенков [3]

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П. Ф. Лесгафта [1, 2, 3]
Санкт-Петербург, Россия

[1] Кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедры спортивной медицины и комплексной реабилитации
тел.: +7(812) 714-69-81 e-mail: l.miller@lesgaft.spb.ru
ORCID 0000-0003-0049-690X
[2] Кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины и комплексной реабилитации
тел.: +7(812) 714-69-81 e-mail: v.grishin@lesgaft.spb.ru
ORCID 0000-0002-3759-8611
[3] Кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины и комплексной реабилитации
тел.: +7(812) 714-69-81 e-mail: a.levenkov@lesgaft.spb.ru
ORCID 0009-0001-8706-4212

Аннотация. Современные исследования в области спорта все больше уделяют внимание выявлению индивидуальных методов оценки адаптационных способностей у высококвалифицированных спортсменов в период тренировочных циклов. Одним из перспективных подходов к решению этой проблемы является применение вариационной пульсометрии и активного ортопротеста на основе электрокардиографии (ЭКГ-ортопротест). Эти методы представляют собой эффективные инструменты для ранней диагностики стресс-кардиомиопатии, что особенно актуально для спортсменов, подверженных повышенным нагрузкам. Вариационная пульсометрия позволяет оценить изменения в сердечном ритме и вегетативной нервной системе, что позволяет выявить возможные нарушения адаптации организма к физическим нагрузкам. ЭКГ-ортопротест дополняет этот метод, предоставляя информацию о состоянии сердца и его реакции на тренировочные стимулы. В совокупности эти методы обеспечивают более полное понимание состояния спортсмена и позволяют принимать меры по предотвращению сердечно-сосудистых осложнений. Таким образом, применение вариационной пульсометрии и ЭКГ-ортопротеста в современных спортивных исследованиях обещает быть перспективным направлением для ранней диагностики и мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы у высококвалифицированных спортсменов. Это позволит повысить эффективность тренировочного процесса и снизить риск сердечно-сосудистых осложнений, способствуя улучшению спортивных результатов и общего здоровья спортсменов.

Ключевые слова: спорт, нагрузка, адаптация, пульсометрия, ритмы, методы оценки, ЭКГ, пульсметрия, ортотест, перенапряжение.

Для цитирования: *Миллер Л. Л., Гришин В. В., Левенков А. Е.* Возможности персонализированных методов оценки адаптационных возможностей с помощью методов изучения вариабильности ритма // Культура физическая и здоровье. 2024. № 2. С. 389-392. DOI: 10.47438/1999-3455_2024_2_389.

Введение

В современном мире спортсмены подвергаются высоким тренировочным и соревновательным нагрузкам, что требует систематической оценки их воздействия на функциональные системы организма, определяющие спортивные результаты. Синдром перенапряжения, возникающий при несоответствии между физической нагрузкой и резервом функциональной адаптации организма, является одной из основных проблем. Этот синдром может вызывать стресс-кардиомиопатию, проявляющуюся преимущественно в системе кровообращения.

Научные исследования показывают, что неадекватные тренировочные нагрузки могут привести к психо-

© Миллер Л. Л., Гришин В. В.,
Левенков А. Е., 2024

нейроиммуноэндокринному дисбалансу, что в свою очередь может привести к стрессорному повреждению миокарда, которое в свою очередь, вызывает нарушения реполяризации желудочков, изменения вегетативной регуляции сердечного ритма и иммунные реакции, такие как повышение уровня провоспалительных цитокинов в крови.

Ранняя диагностика стрессовой кардиомиопатии играет важную роль в предотвращении негативных последствий для здоровья спортсменов. Выявление нарушений реполяризации желудочков и вегетативной регуляции сердечного ритма в период микроциклических тренировок может способствовать ранней диагностике и, соответственно, раннему вмешательству для предотвращения развития нарушений.

Результаты исследования и их обсуждение

В ходе исследования, осуществленного на 32 волейболистках различной квалификации, мы регистрировали вариабельную частоту сердечных сокращений (ЧСС) В подготовительном и соревновательном периодах контролировали вариационную частоту сердечных сокращений (ВСР) во время относительного покоя в микроциклах. В последующем активный ортотест ЭКГ по Р.М. Метод Баевского, проводили после регистрации 100 циклов Р-Р.

Основная цель данного исследования заключалась в оценке эффективности методов вариационной пульсометрии при индивидуальной оценке адаптации элитных волейболистов к тренировкам.

Полученные данные (табл. 1) – показатели сердечного ритма в исследуемом контексте у спортсменов в течение тренировочных микроциклов как в подготовительный, так и в соревновательный периоды. Полученные нами результаты позволяют предположить, что методы вариационной пульсометрии наряду с электрокардиографическим активным ортотестированием перспективны для оценки адаптации высококвалифицированных волейболистов в рамках тренировочных микроциклов.

Таблица 1

Периоды тренировки	Показатели (n=32) (X, пределы колебаний)			
	ΔX (с.)	Мо (с)	Амо (%)	ИН (ед)
Подготовительный период	0,12 (0,04-0,24)	0,95 (0,85-1,16)	34,4 (16,0-54,0)	51,3 (11,0-98,8)
Соревновательный период	0,17 (0,10-0,24)	0,93 (0,84-1,12)	40,5 (30,5-48,4)	114,2 (84,2-175,3)
P по критерию U	>0,05	>0,05	<0,05	<0,05

В подготовительном периоде спортивной тренировки частота сердечных сокращений в покое у спортсменов оставалась в пределах нормы, указывая на нормотонический тип регуляции. Количественные показатели, такие как ΔX, Мо, АМо, и ИН, свидетельствовали о высоком функциональном состоянии и резерве.

В ходе микроциклов соревновательного периода отмечались изменения в сердечном ритме и его регуляции. В этой фазе отмечалось значительное снижение АМо и ИН, при низком увеличении средней продолжительности сердечного цикла (P>0,05), в то ЧСС в покое составляла 58,0 уд/мин.

Эти изменения свидетельствовали о повышенной активности симпатико-адреналовой системы, что проявлялось в централизации контроля над процессом возбуждения синусового узла, ведущем к увеличению значений АМо и ИН. Повышенное напряжение, наблюдаемое в центральных регуляторных механизмах, означает истощение функциональных резервов организма, предрасполагая индивидуума к предпатологическим и патологическим изменениям, если не будут проведены своевременные вмешательства [6].

Важно отметить, что не все волейболисты в соревновательном периоде проявляли признаки напряжения регуляции сердечного ритма, как это показали индивидуально проанализированные данные.

На протяжении соревновательной фазы становятся очевидными изменения. В контексте адаптации регуляции сердечного ритма у волейболистов наблюдаются различные модели. Большинство спортсменок проявляют нормотонические или ваготонические паттерны регуляции, которые часто сочетаются с отрицательными результатами ортотестирования ЭКГ. Однако у части спортсменок возникает сочетание положительных результатов ортотеста ЭКГ с увеличением ортостатической тахикардии, что указывает на важность квантитативных критериев при оценке адаптации. У части (спортсменки № 7, 9, 11) наблюдается слияние положительных результатов ортотестирования ЭКГ с повышенным ортостатическим тестом, тахикардия. Это наблюдение подчеркивает диагностическую значимость количественных критериев при оценке процессов адаптации.

Заметный контраст в направленности изменений количественных показателей и характере ортостатической реакции наблюдается у двух спортсменок. Например, спортсменка № 1 демонстрирует симпатикотонический паттерн регуляции, характеризующийся снижением ΔX. Отмечается снижение ортостатической тахикардии, а так же нивелирование признаков нарушений реполяризации которое наблюдается в определенных контекстах, с одновременным снижением ΔX до 0,08 с и МО до 0,93 с. При этом наблюдается повышение АМО, достигающее до 45 %, наряду с увеличением ИН до 302 ед. Эти данные, вместе с результатами ортопробы, свидетельствуют о напряженности регуляции и неустойчивом характере адаптации.

Выводы

Проведен сравнительный анализ данных ритма сердца, результатов электрокардиографии (ЭКГ) и ортопробы ЭКГ с целью оценки индивидуальных различий у 32 спортсменок. Спортсменки были разделены на три группы на основании электрической активности сердца и ее реакции на ортостатическое воздействие.

В исходную группу вошли 13 спортсменов со стандартной картиной ЭКГ и отрицательной реакцией на ортотест ЭКГ. Между тем, следующая группа состояла из 11 спортсменов, демонстрировавших либо удлиненную электрическую систолу, либо заметное уплощение зубца Т во время процедуры ортотеста. Это приводило к появлению двухфазного паттерна (+ и −). В 3-й группе из восьми участниц наблюдались первые признаки нарушения реполяризации, а также негативизация Т-плоскости во время ортопробы.

Для более полного представления о характеристиках сердечного ритма в этих трех группах представлен полный обзор параметров сердечного ритма в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Группы (X, пределы колебаний)		
	I	II	III
ΔX (с.)	0,27 (0,20-0,35)	0,15* (0,08-0,20)	0,27 (0,14-0,42)
МО (с.)	1,11 (0,88-1,40)	1,02* (0,96-1,18)	0,94 (0,73-1,18)
АМо (%)	36,7 (19,0-50,0)	52,4* (32,0-60,0)	31,7 (26,0-48,0)
АМо/ΔX	136,9 (73-208)	347,3* (160-562)	116,4 (55-240)
ИН (усл.ед.)	68,7 (28-96)	161,4* (74-302)	69,2 (45-102)

Статистический анализ данных показал значимые различия ($P<0,05$) в показателях частоты сердечных сокращений между разными группами спортсменок. Эти различия свидетельствуют о различных физиологических состояниях волейболисток.

На протяжении соревновательного этапа преобладающая регуляция сердечного ритма у спортсменок оставалась нормотонической или ваготонической. Тем не менее, повышение регуляции сердечного ритма оказало влияние на адаптацию к требованиям соревновательной деятельности. Это указывает на изменения в сердечном ритме и наблюдались у спортсменок с симпатикотоническим вариантом, что указывает на неустойчивую адаптацию. Заметно снижался параметр ΔX, а параметры АМо и ИН увеличивались.

В третьей группе наблюдались отличные количественные тенденции изменения параметров сердечного ритма по сравнению со второй группой.

Показатели сердечного ритма отражают состояние адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам. Комплексное использование вариационной пульсометрии и активной ЭКГ-ортопробы дополняет диагностические возможности для оценки адаптационных нарушений и выбора соответствующих реабилитационных подходов.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Библиографический список

1. *Баевский Р.М.* "Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе" / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. М. : Наука, 1984. С. 221.
2. *Вейн А.М.* "Вегето-сосудистая дистония"/А.М. Вейн, А.Д. Соловьев, О.А. Колосова. М.: Медицина, 1981. С. 318.
3. *Виноградова, О. В., & Белозерцев, С. Е.* ЭКГ-ортопротест как метод ранней диагностики стресс-кардиомиопатии у спортсменов // Физическая культура, спорт, туризм: проблемы, перспективы, 2022, №1, С. 42-46
4. *Гаврилова Е.А.* Спортивное сердце. "Стрессорная кардиомиопатия" : монография. М. : Советский спорт, 2007. С. 197.
5. *Гублер Е.В.* Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях / Е.В. Гублер, А.А. Генкин. Л. : Медицина, 1973. С. 141.
6. *Глезер Г.А.* Ортостатическая проба в клинической практике / Г.А. Глезер, Н.П. Москаленко, М.Г. Глезер // Клиническая медицина. 1995. № 2. С. 52-54.
7. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации. Новосибирск : Наука, 1980. С. 190.
8. *Михайлова А.В.* Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов / А.В. Михайлова, А.В. Смоленский // Москва: Спорт, 2019. С. 122.
9. *Фурсов, В. И.* Вариационная пульсометрия. / Физкультура и спорт. 2021. С. 156.
10. *Чащин М.В.* Профессиональные заболевания в спорте / М.В. Чащин, Р.В. Константинов. М. : Советский спорт, 2010. С. 176.

References

1. Baevsky R.M. “Mathematical analysis of changes in heart rate under stress” / R.M. Baevsky, O.I. Kirillov, S.Z. Kletskin. M.: Nauka, 1984, 221 p. (In Russian)
2. Vein A.M. "Vegetative-vascular dystonia"/A.M. Wayne, A.D. Soloviev, O.A. Kolosova. M.: Medicine, 1981, 318 p. (In Russian)
3. Vinogradova, O. V., & Belozertsev, S. E. “ECG orthoprotest as a method for early diagnosis of stress cardiomyopathy in athletes.” // Physical culture, sports, tourism: problems, prospects, 2022, No. 1, pp. 42-46. (In Russian)
4. Gavrilova E.A. Sports heart. "Stress cardiomyopathy": monograph. Moscow: Soviet Sport, 2007, 197 p. (In Russian)
5. Gubler E.V. Application of nonparametric criteria of statistics in biomedical research. E.V. Gubler, A.A. Genkin. L., Medicine, 1973. 141 p. (In Russian)
6. Glezer G.A. Orthostatic test in clinical practice / G.A. Glezer, N.P. Moskalenko, M.G. Glazer // Clinical medicine. 1995. No. 2. 52-54 p. (In Russian)
7. Treasurer V.P. Modern aspects of adaptation. Novosibirsk: Nauka, 1980. 190 p. (In Russian)
8. Mikhailova A.V. “Overexertion of the cardiovascular system in athletes”: monograph / A.V. Mikhailova, A.V. Smolensky //Moscow: Sport, 2019. 122 p. (In Russian)

9. Fursov, V.I. Variational pulsometry / Physical education and sports. 2021. 156 p. (In Russian)
10. Chashchin M.V. Occupational diseases in sports / M.V. Chashchin, R.V. Konstantinov. M.: Soviet sport, 2010. 176 p. (In Russian)

Поступила в редакцию 19.04.2024
Подписана в печать 27.06.2024

Original article
UDC 615.013 + 796.01
DOI: 10.47438/1999-3455_2024_2_389

POSSIBILITIES OF PERSONALIZED METHODS FOR ASSESSING ADAPTATION CAPABILITIES USING METHODS FOR DETERMINING RHYTHM VARIABILITY

Lyudmila L. Miller [1], Vladimir V. Grishin [2], Alexey E. Levenkov [3]

National State University of Physical Culture, Sports and Health named after P. F. Lesgaft [1, 2, 3]
St. Petersburg, Russia

[1] PhD in Medicine, Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Complex Rehabilitation
ph.: +7(812)714-69-81 e-mail: l.miller@lesgaft.spb.ru
ORCID 0000-0003-0049-690X

[2]PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Complex Rehabilitation
ph.: +7(812)714-69-81 e-mail: v.grishin@lesgaft.spb.ru
ORCID 0000-0002-3759-8611

[3] PhD of Biology, Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Complex Rehabilitation
ph.: +7(812)714-69-81 e-mail: a.levenkov@lesgaft.spb.ru
ORCID 0009-0001-8706-4212

Abstract. Contemporary sports science research is increasingly focused on identifying individual methods for assessing the adaptive abilities of high-level athletes during training cycles. One promising approach to addressing this issue is the application of variational pulse monitoring and active orthoprosthetics based on electrocardiography (ECG-orthoprosthetics). These methods serve as effective tools for the early diagnosis of stress cardiomyopathy, particularly relevant for athletes subjected to high levels of physical stress.

Variational pulse monitoring enables the evaluation of changes in heart rhythm and the autonomic nervous system, facilitating the detection of potential disruptions in the body's adaptation to physical exertion. ECG-orthoprosthetics complements this method by providing information on the heart's condition and its response to training stimuli. Together, these methods provide a more comprehensive understanding of the athlete's condition and enable measures to prevent cardiovascular complications.

Thus, the application of variational pulse monitoring and ECG-orthoprosthetics in contemporary sports research holds promise as a direction for early diagnosis and monitoring of the cardiovascular system's condition in high-level athletes. This can enhance the effectiveness of the training process and reduce the risk of cardiovascular complications, contributing to improved athletic performance and overall athlete health.

Keywords: sports, load, adaptation, pulsometry, rhythms, assessment methods, electrocardiography, pulsmetry, orthotest, overexertion.

Cite as: Miller, L. L., Grishin, V. V., Levenkov, A. E. (2024) Possibilities of personalized methods for assessing adaptation capabilities using methods for determining rhythm variability. Physical Culture and Health. (2), 389-392. (In Russ., abstract in Eng.). doi: 10.47438/1999-3455_2024_2_389.

Received 19.04.2024
Accepted 27.06.2024