

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА И ТУРИЗМА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ
НИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ
И СПОРТА РЕСПУБЛИКИ
БЕЛАРУСЬ**

Выпуск 7

Минск
БГУФК
2007

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНЫХ СОСТОЯНИЙ У СПОРТСМЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ "ВЕКТОР-4"

А.В. Шаров, канд. пед. наук, доцент,

БрГУ им. А.С. Пушкина;

Т.П. Юшкевич, д-р пед. наук, профессор, БГУФК

Среди множества определений функционального состояния организма применительно к проблемам спортивной тренировки наиболее практичен подход, основанный на представлениях теории адаптации и учения о гомеостазе. Для оценки состояния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в космической медицине получил применение анализ variability сердечного ритма. При определении состояния тренированности спортсмена предлагается использовать показатель активности регуляторных систем (ПАРС) в автоматизированном компьютерном обчете с помощью системы "Вектор-4". Такой подход позволяет своевременно оценить индивидуальные возможности организма спортсмена в процессе формирования долговременной адаптации к экстремальным воздействиям (соревнованиям), определять степень адаптации к тренировочным режимам, выявлять расстройства в функциональной деятельности организма уже на ранних этапах, когда феномены дизадаптации еще находятся в сфере управления и не затрагивают функциональные и структурные изменения. Предлагаемая технология управления состоянием спортсмена по показателям частоты сердечных сокращений позволяет осуществлять срочную, текущую и этапную коррекцию тренировочных программ.

Среди множества определений функционального состояния организма применительно к проблемам спортивной тренировки наиболее практичен подход, основанный на представлениях теории адаптации и учения о гомеостазе. Это обусловлено тем, что тренировочные воздействия вызывают целый ряд изменений в различных системах организма и его реакции на эти воздействия направлены, во-первых, на адаптацию к новым условиям деятельности, во-вторых, на сохранение межсистемного и внутрисистемного гомеостаза за счет включения соответствующих компенсаторных механизмов. Организм человека следует рассматривать как сложную динамическую систему, которая непрерывно приспосабливается к условиям окружающей среды путем изменения уровня функционирования отдельных систем и органов и соответствующего напряжения регуляторных механизмов. Как известно, при воздействии факторов, имеющих стрессовый характер, возникает общий адаптационный синдром [1], который рассматривается как неспецифический ответ организма и сопровождается напряжением регуляторных систем, направленным на мобилизацию функциональных резервов. В тех случаях, когда условия среды требуют от организма повышенных усилий, проявляется функциональное напряжение – умеренное, значительное или резко выраженное. Состояния функционального напряжения относят к так называемым донозологическим, которые являются пограничными между нормой и патологией. Они предшествуют развитию болезни и указывают на снижение адаптационных возможностей организма [2].

Для спортивной тренировки развитие учения о донозологических состояниях представляет большой научный и практический интерес. Особенно это важно при разработке принципов прогнозирования функциональных состояний спортсменов на разных этапах подготовки. Для распознавания различных градаций функционального состояния организма в зоне, пограничной между нормой и патологией, целесообразно использовать показатели, характеризующие реакции системы кровообращения [3]. Система кровообращения, наряду с нейро-эндокринной системой, играет существенную роль в процессах адаптации, что связано, прежде всего, с ее функцией транспорта питательных веществ и кислорода, основных источников энергии для клеток и тканей.

Энергетический механизм занимает ведущее место в процессах адаптации. Дефицит энергетического обеспечения клеток и тканей является пусковым сигналом, запускающим

Цель регуляторных приспособлений [1]. Переход от неустойчивого механизма кратковременной (срочной) адаптации к устойчивому механизму долговременной адаптации связан с усилением мощности клеточных систем синтеза белков и нуклеиновых кислот. Важную роль в регуляции деятельности сердца и сосудов, в их приспособлении к текущим потребностям организма, играет вегетативная нервная система. Для оценки состояния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в космической медицине применяется анализ variability сердечного ритма [3]. Этот достаточно простой и весьма информативный метод в настоящее время завоевал себе широкое признание как в нашей стране (система "Вектор-4"), так и за рубежом (система "Polar" [4]) при осуществлении постоянного мониторинга тренировочных занятий.

Отечественные специалисты применяют комплексную оценку variability ритма сердца. При этом по определенному набору показателей формируется заключение о степени напряжения регуляторных систем (показатель активности регуляторных систем – ПАРС). ПАРС был предложен в начале 80-х гг. как интегральный показатель, характеризующий не только суммарный эффект регуляции, но и состояние отдельных функций организма. При этом используются данные статистического автокорреляционного и спектрального анализа, а также данные вариационной пульсометрии [5].

Цель работы: Определить эффективность применения системы автоматического подсчета показателей частоты сердечных сокращений для выявления ранних признаков переутомления у спортсменов – бегунов на средние и длинные дистанции.

Методика исследования. Практическая обработка данных спортсменов, выполняющих тренировочные нагрузки, проводилась с помощью программно-технического комплекса "Вектор" (производство УП "Медиор", г. Минск, 1997 г.). В состав комплекса входит комплект портативных микропроцессорных приборов с различными типами кардиодатчиков для тестирования и кардиомониторинга состояния спортсмена, персональный компьютер и программное обеспечение для обработки и документирования данных. Обновленная модель портативного прибора "Вектор-4" обеспечивает длительное (6–8 часов) непрерывное накопление кардиоинтервалограммы в оперативную память емкостью 64 кб. Прием осуществляется через поясной кардиодатчик типа "Cardio-puls-set", (производство "Kettler"), позволяющий интегрировать электрические сигналы ударов сердца. Конструкция этого датчика позволяет беспрепятственно фиксировать его под майкой обследуемого. Программное обеспечение системы "Вектор" функционирует в операционной среде MS "Windows-98" и выше. В итоговой таблице протокола функциональных проб отображаются следующие показатели:

- ЧСС_{ср.} – среднее значение частоты сердечных сокращений по совокупности измерений;
- $\Delta R-R$ – вариационный размах (разность между $R-R_{\max}$ и $R-R_{\min}$), отражает активность вагусной регуляции ритма сердца;
- AM_0 – амплитуда моды — число значений кардиоинтервалов, соответствующих моде и выраженное в процентах к общему числу кардиоинтервалов массива. Ее величина отражает активность симпатического канала регуляции ритма сердца и, соответственно, централизацию управления ритмом сердца;
- ИН – индекс напряжения (по Р.М. Баевскому) учитывает отношение между основными показателями ритма сердца и отражает степень напряжения централизации процессов регулирования сердечного ритма.

При увеличении симпатического тонуса, как правило, увеличивается амплитуда моды, уменьшается мода и $\Delta R-R$, что приводит к увеличению индекса напряжения. Усиление парасимпатического тонуса, наоборот, ведет к уменьшению амплитуды моды и $\Delta R-R$, а индекс напряжения уменьшается.

После окончания работы на 2–3-й минуте отдыха выделяется фрагмент со 100 кардиоинтервалами, по которым судят о характере работы. В интерпретации данных нами выбраны наиболее качественные показатели: название режима как отражение средней ЧСС окончания работы, ЧСС_{ср.} – средняя ЧСС выделенного фрагмента, AM_0 – напряжение

симпатического канала, $\Delta R-R$ – напряжение парасимпатического канала, ИН – общая напряженность работы.

Результаты исследований.

В условиях целостного организма каждый поведенческий акт как реакция на воздействие окружающей среды включает соматические, симпатические и парасимпатические компоненты. Практически каждый орган имеет двойную вегетативную иннервацию. Совместная симпатическая и парасимпатическая регуляция ряда функций носит реципрокный характер, т. е. повышение активности симпатической системы тормозит противоположные по эффекту парасимпатические влияния. Высшие вегетативные центры (гипоталамус и лимбическая система) совместно с корой больших полушарий мозга не только "определяют" вегетативный "профиль" индивидуума, уровень активности симпатической и парасимпатической систем. От них в значительной степени зависят эмоциональная жизнь человека, его поведение, работоспособность, память [6].

Очень важно определить физиологически значимые изменения ЧСС и вариабельности сердечного ритма, отражающие течение процесса адаптации организма спортсмена к условиям тренировки. Колебания показателей ЧСС и вариативности сердечного ритма являются чувствительным индикатором адаптационных возможностей системы регуляции кровообращения. Процесс адаптации протекает нормально в случае, если не выявляются признаки снижения функциональных резервов организма. Весьма наглядной и информативной является оценка функционального состояния по значениям ПАРС. Ухудшение функционального состояния организма характеризуется увеличением ПАРС. При проведении тренировок в пределах физиологической нормы величина ПАРС не превышает 2–3 баллов. Увеличение его до 4–5 баллов указывает на состояние напряженной адаптации и свидетельствует о недостаточной эффективности профилактических мероприятий. Дальнейшее увеличение данного показателя свидетельствует о неудовлетворительной адаптации организма спортсмена к выполняемой нагрузке (табл. 1.).

Таблица 1 – Функциональные значения механизмов адаптации в донозологической диагностике (по Р.М. Баевскому с соавт. [5]).

Оценка в баллах	Оценка функционального состояния
1–2	Состояние удовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды. Достаточные функциональные возможности организма. Гомеостаз поддерживается в физиологических пределах.
3–4	Состояние напряжения адаптационных механизмов. Функциональные возможности организма не снижены. Гомеостаз поддерживается благодаря определенному напряжению регуляторных систем.
5–6	Состояние неудовлетворительной адаптации к условиям окружающей среды. Функциональные возможности организма снижены. Гомеостаз поддерживается благодаря значительному напряжению регуляторных систем.
7–8	Значительное снижение функциональных возможностей организма. Состояние дизадаптации с явлениями перенапряжения и истощения регуляторных систем. Гомеостаз поддерживается благодаря включению компенсаторных механизмов.
9–10	Резкое снижение функциональных возможностей организма. Гомеостаз нарушен. Срыв механизмов адаптации. Развитие патологических состояний (заболеваний). Структурные нарушения.

Анализ характеристики тренировочных нагрузок и периодов отдыха (всего около 2000 исследований) показывает, что основное их воздействие относится к диапазону ЧСС от 40 до 200 уд/мин. Частоту выше 200 уд/мин следует относить к гипермаксимальной, которая может вызывать острые и хронические патологические состояния. Поэтому на практике при превышении данного показателя на протяжении более 20 с рекомендуется прекращать

ренировку. ЧСС, приближенная к 40 уд/мин и ниже, соотносится с гипосимпатикой и может в ряде случаев свидетельствовать о преобладании неадекватной парасимпатической модуляции, которая отрицательно влияет на симпатическую, заглушая ее. Усредненный показатель разделения зон преобладания симпатической (возбуждающей) активности и парасимпатической находится на уровне ЧСС в 130 уд/мин и соотносится с зоной аэробного порога (АЭП).

Симпатическая модуляция – показатель AM_0 последовательно усиливает режимы, которые трактуются нами, как:

1. Максимальный: ЧСС – 200 уд/мин, AM_0 – 90–100 %, $\Delta R-R$ – 0,03–0,05 с, продолжительность воздействия (П) – <40 с, восстановление (В) – 5–7 суток >.

2. Анаэробный: ЧСС – 190 уд/мин, AM_0 – 85–95 %, $\Delta R-R$ – 0,05–0,07 с, П – по мощности механизма (М) – 20–60 с, по емкости механизма (Е) – 1–3 мин, В – 24–48 ч >.

3. Максимального потребления кислорода (МПК): ЧСС – 180 уд/мин, AM_0 – 75–85 %, $\Delta R-R$ – 0,06–0,10 с, П – (М) – 4–7 мин, (Е) – 7–15 мин, В – 24–48 ч.

4. Темповый (АнП): ЧСС – 170 уд/мин, AM_0 – 70–80 %, $\Delta R-R$ – 0,07–0,12 с, П – (М) – 10–20 мин, (Е) – 20–40 мин, В – 24–48 ч.

5. Пороговый (от АЭП до АнП): ЧСС – 130–170 уд/мин, AM_0 – 60–75 %, $\Delta R-R$ – 0,08–0,15 с, П – а) 30–60 м, б) 60–90 м, в) > 90 мин, В – 12–24 (48 ч).

6. Аэробный (на уровне АЭП): ЧСС – 130 уд/мин, AM_0 – 50–60 %, $\Delta R-R$ – 0,10–0,25 с, П – 1 час, В – 6–12 ч.

7. Умеренных нагрузок (ниже АЭП): ЧСС – 90–130 уд/мин, может выступать как дополнительное средство для усиления восстановительных процессов.

Парасимпатическая модуляция – показатель $\Delta R-R$, усиливает восстановительные процессы в период отдыха, которые можно распределить по следующим уровням:

1. Патологическое состояние: ЧСС – 90 уд/мин, $\Delta R-R$: релаксации (Р) – 0,10–0,15 с, отдыха (О) – 0,10–0,12 с.

2. Неудовлетворительное: ЧСС – 80 уд/мин, $\Delta R-R$: (Р) – 0,15–0,20 с, (О) – 0,12–0,15 с.

3. Удовлетворительное: ЧСС – 70 уд/мин, $\Delta R-R$: (Р) – 0,20–0,25 с, (О) – 0,15–0,18 с.

4. Хорошее: ЧСС – 60 уд/мин, $\Delta R-R$: (Р) – 0,25–0,30 с, (О) – 0,18–0,20 с.

5. Отличное: ЧСС – 50 уд/мин, $\Delta R-R$: (Р) – 0,30–0,50 с, (О) – 0,20–0,25 с.

6. Гипервосстановление: ЧСС – 40 уд/мин, $\Delta R-R$: (Р) 0,50 с, (О) – 0,25 с.

Для всех уровней амплитуда моды, как отражение симпатических влияний, находится в пределах 20–50 % при релаксации и 30–60 % при отдыхе, с небольшой тенденцией снижения. Превышение вариативности говорит о неадекватности парасимпатических влияний.

Обсуждение. Анализируя методику тренировки в видах спорта с преимущественным проявлением выносливости, С.М. Гордон [7] отмечает, что она строилась на педагогических принципах закономерного соотношения между различными упражнениями и возникающими эффектами от их применения. Очевидный прагматизм такого подхода выразился в конечном итоге, как определяется некоторыми авторами [8, 9], методологическим застоем в теории спортивной тренировки.

Ю.В. Верхошанский [8] высказал предположение, что универсальной системы тренировки не может существовать из-за многих методических разногласий (различных подходов) в объяснении феноменов тренированности. В современном исполнении педагогическая методика тренировки практически отработала все имеющиеся варианты как в организации, так и в выборе средств и методов [8, 9]. Потенциальный резерв может быть найден в нетрадиционных методиках и возможностях оптимального управления функциональным развитием организма [10]. Основным системным подходом методики тренировки можно считать возможности управления в этапном, текущем и срочном мониторинге коррекционных воздействий предложенных программ. В этом плане использование симпатических и парасимпатических влияний на ход адаптационного процесса может быть тем фактором, который существенно дополнит сложившуюся систему спортивной тренировки.

Современная система тренировки ориентирована на показатели средней частоты сердечных сокращений. Функциональный рост определяется по уменьшению показателя ЧСС в покое и в ответ на стандартную нагрузку. Простейший ход текущего мониторинга приводит к следующим рекомендациям. Если утром после пробуждения ЧСС у спортсмена снижается или остается на уровне предыдущих дней, то тренировка проводится по намеченному плану. При повышении ЧСС на 5 уд/мин рекомендуется снижать объем работы на 30–50 %, а при повышении на 10 уд/мин планируется день отдыха. Такой подход часто отмечает уже хронические явления перетренированности. Поэтому сейчас требуются более совершенные методы ранней диагностики данных состояний по показателям вариационной пульсометрии [11].

Заключение.

Использование современных методик кардиоуправления по показателям симпатического и парасимпатического состояния управляющих систем организма позволяет более эффективно строить тренировочный процесс в видах спорта с проявлением выносливости. Применение такой методики особенно важно и актуально для:

- оценки индивидуальных возможностей организма спортсмена оптимально формировать долговременную адаптацию к экстремальным воздействиям (сильным тренировочным нагрузкам и соревнованиям);
- определения степени адаптации организма спортсмена к различным режимам тренировочных нагрузок;
- выявления расстройств механизма адаптации уже на ранних этапах, когда феномены дизадаптации еще находятся в сфере управления и не затрагивают функциональные и структурные изменения в организме;
- внесения срочных, текущих и этапных коррекций в тренировочные программы и планы с целью индивидуализации процесса тренировки.

Список использованных источников

1. Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме / Г. Селье. – М.: Медгиз, 1960. – 260 с.
2. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
3. Парин, В.В., Достижения и проблемы современной космической кардиологии / В.В. Парин, Р.М. Баевский, О.Г. Газенко // Кардиология. – 1965. – № 5. – С. 3–12.
4. Polar Precision Performance™ Software for Windows(R) Version 2 / User's Guide. GBR 187070.E. 5-th Ed. – 1999. – 150 p.
5. Баевский, Р.М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Медицина, 1984. – 225 с.
6. Жемайтите, Д.И. Вегетативная регуляция синусового ритма сердца у здоровых и больных / Д.И. Жемайтите // Анализ сердечного ритма. – Вильнюс, 1982. – С. 22–32.
7. Гордон, С.М. Тренировка в циклических видах спорта на основе закономерных соотношений между тренировочными упражнениями и их эффектом: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / С.М. Гордон. – М., 1988. – 48 с.
8. Верхошанский, Ю.В. Актуальные проблемы современной теории и методики спортивной тренировки / Ю.В. Верхошанский // Теория и практика физической культуры. – 1993. – № 8. – С. 21–28.
9. Селуянов, В.Н. Развитие теории физической подготовки спортсменов в 1960–1990 гг. / В.Н. Селуянов // Теория и практика физической культуры. – 1995. – № 1. – С. 49–54.
10. Платонов, В.Н. Подготовка квалифицированных спортсменов / В.Н. Платонов. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 286 с.
11. Дембо, А.Г. Спортивная кардиология: Руководство для врачей / А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский. – Л.: Высшая школа, 1990. – 352 с.