УДК 612.01; 796

ПОКАЗАТЕЛЬ ПУЛЬСОВОЙ СТОИМОСТИ КАК КРИТЕРИЙ МЕТАБОЛИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Р.В. Тамбовцева
ФГБОУ ВО Российский государственный университет физической культуры спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия

Ключевые слова: метаболические состояния, показатель пульсовой стоимости, физическая нагрузка, частота сердечных сокращений.

Аннотация. Целью настоящего исследования явилось изучение пульсовых параметров и энергетической стоимости упражнений. В эксперименте участвовали высококвалифицированные спортсмены легкоатлеты и конькобежцы. Спортсмены выполняли стандартизированные лабораторные тесты. Использовали специальную компьютерную программу для расчета значения O_2-прихода за время упражнения, величины кислородного долга, кислородного запроса, параметры энергообразования в аэробных и анаэробных процессах. Показатели пульсовой стоимости достаточно точно воспроизводят основные зависимости от величин относительной мощности и предельной продолжительности работы, установленные для параметров кислородного запроса и энергетической стоимости упражнения, и позволяют с высокой точностью квантифицировать тренировочные нагрузки с учетом индивидуальных особенностей спортсмена.

PULSE VALUE PERFORMANCE AS A CRITERION OF METABOLIC STATES AT PHYSICAL LOADS AT HIGH QUALIFICATION COMPETITORS

R.V. Tambovtseva
The Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow, Russia

Key words: metabolic states, pulse value index, physical load, heart rate.

Annotation. The purpose of this study was to study the pulse parameters and the energy cost of the exercises. The experiment involved highly skilled athletes and skaters. Athletes performed standardized laboratory tests. A special computer program was used to calculate the value of the O2 arrival during the exercise, the oxygen debt, the oxygen demand, the parameters of energy production in aerobic and anaerobic processes. Pulse value indicators sufficiently accurately reproduce the main dependencies on the values of the relative power and the maximum operating

time set for the parameters of the oxygen request and the energy cost of the exercise, and allow the training loads to be quantified with high accuracy, taking into account the individual characteristics of the athlete.

Введение. Динамика метаболических состояний при адаптационных изменениях после применения физических нагрузок описываются математической зависимостью «доза-эффект» [1,2]. Показателем данного эффекта является прирост тренируемой функции за весь период наблюдения. Доза воздействия физической нагрузки определяется интенсивностью энергетических затрат физического упражнения на время действия нагрузки. Нагрузка определяется суммой затраченного времени выполнения упражнения, общего времени во время отдыха между повторами упражнения и временем восстановительного периода, связанным с оплатой быстрой фракции кислородного долга [3,4,5]. При этом, абсолютные величины частоты сердечных сокращений, которые являются теневой стороной энергообеспечения мышечной деятельности, имеют линейную зависимость от уровня выделения энергии в аэробном процессе лишь в ограниченной области физических нагрузок. Поэтому для определения разнообразных метаболических состояний при выполнении физических нагрузок, актуально использовать обобщенные пульсовые критерии: пульсовой долг, пульсовая сумма работы, пульсовая стоимость упражнения, которые выводятся при оценке кинетических данных частоты сердечных сокращений во время физических нагрузках и в период восстановления.

За весь период развития теоретической и практической части спортивной науки наиболее актуальным являлся вопрос взаимосвязи тренировочного процесса и адаптивных механизмов, происходящих в организме спортсмена на разных этапах тренировочного и соревновательных периодов, а также смена метаболических состояний в ходе адаптационных процессов [1,].

Целью настоящего исследования явилось изучение пульсовых параметров и энергетической стоимости упражнений для определения метаболических изменений при нормировании тренировочных и соревновательных нагрузок у спортсменов высокой квалификации.

Методы и организация исследования. В эксперименте приняли участие 28 спортсменов высокой квалификации, специализирующиеся в беге на средние дистанции и в конькобежном спорте. С испытуемых спортсменов было взято информированное согласие на участие в эксперименте. Испытуемые прошли испытания по программе стандартных лабораторных тестов, при котором производилась комплексная оценка работоспособности в аэробной и анаэробной зонах мощности. Спортсмены выполняли тест ступенчатого повышения нагрузки с целью определения величины

максимального потребления кислорода (МПК) и критической мощности. В Вингейт-тесте рассчитывали анаэробную гликолитическую мощность и емкость. В тесте «максимальной анаэробной мощности» определи величину алактатной анаэробной производительности. Частоту сердечных сокращений регистрировали во время работы и в восстановительном периоде с помощью монитора «Team Polar» . Также использовали специальную компьютерную программу для расчета значения O_2-прихода за время упражнения, величины кислородного долга, кислородного запроса, параметры энергообразования в аэробных и анаэробных процессах. Статистическую обработку результатов проводили в пакете Statgraf и Excel.

Результаты исследования и их обсуждение. На рисунке 1(а) представлены параметры пульсовой стоимости упражнения. Показано, что суммарная пульсовая стоимость быстро увеличивается в кратковременных упражнениях. Между тем, после отметки предельного времени, равного двум минутам, суммарная пульсовая стоимость резко снижается. В этом предельном временном диапазоне темпы прироста пульсовой стоимости упражнения определяются в основном изменениями пульсовой суммы работы. Однако в диапазоне кратковременных упражнений изменение пульсовой стоимости упражнения в основном задаются колебаниями в значениях пульсовой суммы восстановления. На рисунке 1 (б) показаны кинетика показателей уровня пульсовой стоимости упражнения в зависимости от предельного времени. Динамика уровня пульсовой стоимости определяется по преимуществу в изменении пульсовой суммы восстановления, который отражает вклад анаэробных источников в общую энергетику работы.

Представленные зависимости достаточно близко показывают картину изменения показателей кислородного прихода, кислородного долга и кислородного запроса, зафиксированных в упражнениях с соответствующими значениями относительной мощности и предельной продолжительности (рис.1 в, г).

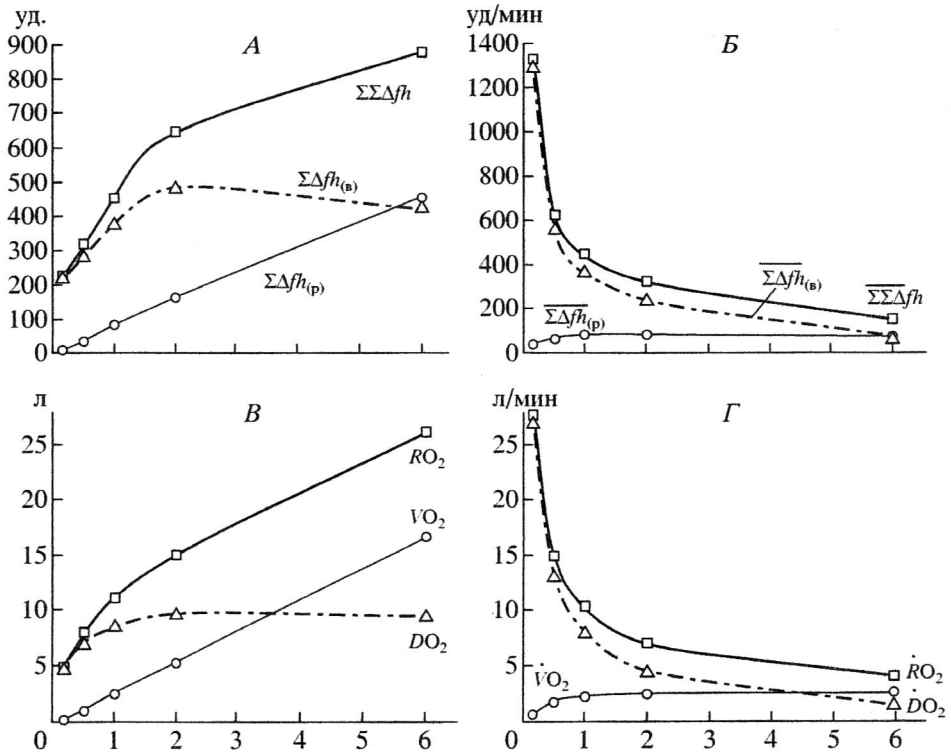


Рис.1. Динамика показателей в зависимости от предельного времени упражнения: *а* – пульсовой стоимости (уд.), *б* – уровня пульсовой стоимости (уд/мин), *в* – O_2 – запроса (л), *г* – уровня O_2 – запроса (л/мин)

По оси абсцисс – предельное время упражнения, минуты.

В широком диапазоне изменений относительной мощности показатели уровня кислородного запроса и уровня пульсовой стоимости показывают линейное увеличение вместе с ростом относительной мощности упражнения. Наиболее значимое влияние на динамику показателей уровня кислородного запроса и пульсовой стоимости упражнений при увеличении относительной мощности оказывают сдвиги, происходящих в сфере анаэробного обмена веществ и энергии. Это отражается в значениях показателей кислородного долга и пульсовой суммы восстановления.

Для наиболее точного установления соответствия показателей пульсовой стоимости упражнения значениям энергетических затрат была выведена регрессионная зависимость для этих величин. Показано, что показатели пульсовой стоимости изменяются в прямолинейной зависимости от соответствующих значений энергетических затрат упражнения (рис. 2). Выведенную регрессионную зависимость можно использовать для установления уровня энергетических затрат при известных значениях пульсовой стоимости упражнения. Эта зависимость наиболее точно поможет оценить применяемые тренировочные нагрузки.

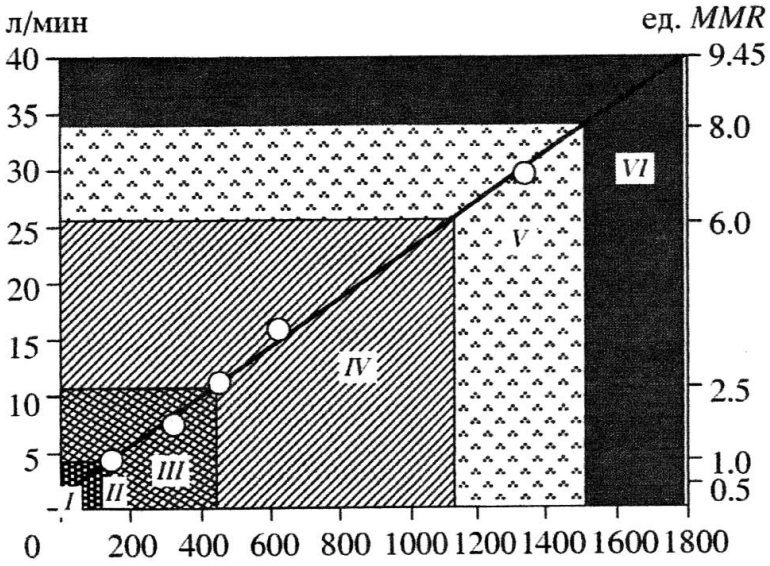


Рис.2. Взаимосвязь показателей уровня кислородного запроса и уровня пульсовой стоимости упражнения

По оси абсцисс – значения уровня пульсовой стоимости упражнения, уд/мин.

По оси ординат слева – значения уровня O_2 – запроса (л/мин). Справа – значения относительной мощности (ед. MMR).

Разная штриховка – это зоны нагрузок физиологического воздействия: I – преимущественно аэробного воздействия; II – смешанная аэробно-анаэробная; III – смешанная аэробно-анаэробная; IV – гликолитическая анаэробная; V – смешанная алактатно-гликолитическая; VI – алактатная анаэробная.

На рисунке 3 показана зависимость уровня накопления молочной кислоты в крови при выполнении физических нагрузок от значений относительной мощности упражнения и кислородного запроса.

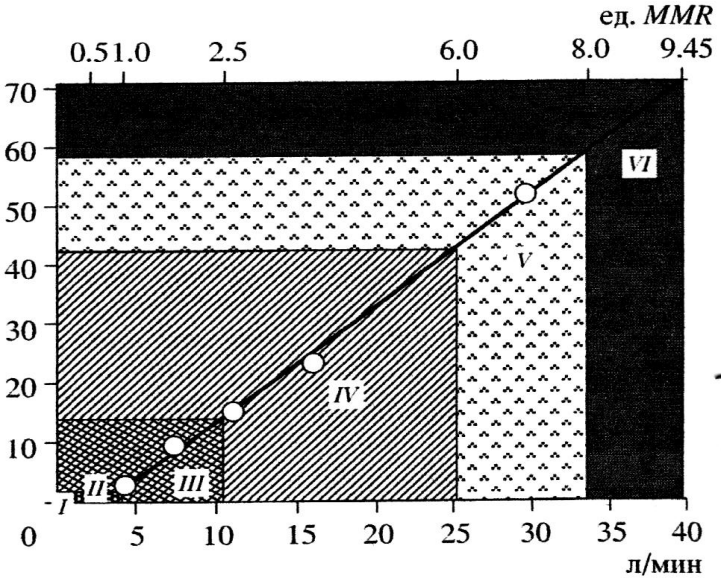


Рис.3. Взаимосвязь между показателями уровня накопления лактата в крови и уровня кислородного запроса упражнения

По оси абсцисс внизу – значения уровня O_2-запроса (л/мин); вверху – значения относительной мощности (ед.MMR).

По оси ординат – концентрация молочной кислоты (моль/мин)

Показано, что граничные значения в скорости образования молочной кислоты для различных физических нагрузок, отличаются по направленности тренирующего воздействия. Однако применение этого метода на разных видах спорта показывает, что при квантификации нагрузок в различных видах спорта необходимо строго идентифицировать параметры пульсовой стоимости упражнений относительно экспериментально установленных значений показателей кислородного запроса или скорости образования молочной кислоты в критических режимах мышечных нагрузок.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что параметры пульсовой стоимости упражнения могут быть использованы для количественного анализа и нормирования тренировочных и соревновательных нагрузок, используемые при подготовке спортсменов высокой квалификации.

Заключение. Показатели пульсовой стоимости достаточно точно воспроизводят основные зависимости от величин относительной мощности и предельной продолжительности работы, установленные для параметров кислородного запроса и энергетической стоимости упражнения.

Расчет пульсовой стоимости упражнения позволяет с высокой точностью квантифицировать тренировочные нагрузки с учетом индивидуальных особенностей спортсмена.

При нормировании тренировочных и соревновательных нагрузок с использованием показателей пульсовой стоимости упражнений необходимо учитывать индивидуальные различия, связанные с характером специализации в определенном режиме выполнения избранных тренировочных нагрузок.

Список литературы

1. Бреслав И.С. Дыхание и мышечная активность человека в спорте / Н.И. Волков, Р.В. Тамбовцева.- М.: Советский спорт, 2013. - 333 с.
2. Волков Н.И. Метаболические состояния у спортсменов при напряженной мышечной деятельности переменного характера / Р.В. Тамбовцева, Р.В. Юриков // Физиология человека. – 2012. – Т38, №4. – С.1-9.
3. Волков Н.И. Показатели вентиляционной стоимости и респираторного ответа в критических режимах мышечной деятельности у спортсменов, специализирующихся в беге на средние и длинные дистанции / Н.И. Волков, Т.Г. Корниенко, Р.В. Тамбовцева // Физиология человека. – 2014. – Т40. - №4. – С.1-7.

4. Тамбовцева Р.В. Метаболические эффекты анаэробной функции при кратковременных повторных нагрузках / Ю.Л. Войтенко, Е.В. Плетнева // Теория и практика физической культуры. – 2015. - №.12. – С.31-34.
5. Тамбовцева Р.В. Метаболические эффекты анаэробной функции при кратковременных повторных нагрузках / Р.В. Тамбовцева // Теория и практика физической культуры. – 2015. - №12. – С.31-34.

References

1. Breslav I.S. Breathing and muscular activity of a person in sports / N.I. Volkov, R.V. Tambovtseva .- Moscow: Soviet Sport, 2013. - 333 p.
2. Volkov N.I. Metabolic conditions in athletes with intense muscular activity of a variable nature / R.V. Tambovtseva, R.V. Yurikov // Physiology of man. - 2012. - T38, №4. - C.1-9.
3. Volkov N.I. Values of ventilation cost and respiratory response in critical modes of muscular activity in athletes specializing in running for medium and long distances / N.I. Volkov, T.G. Kornienko, R.V. Tambovtseva // Physiology of man. - 2014. - T40. - № 4. - C.1-7.
4. Tambovtseva R.V. Metabolic effects of anaerobic function during short-term repeated loads / Yu.L. Voitenko, E.V. Pletneva // Theory and practice of physical culture. - 2015. - №.12. - P.31-34.
5. Tambovtseva R.V. Metabolic effects of anaerobic function during short-term repeated loads / R.V. Tambovtseva // Theory and practice of physical culture. - 2015. - № 12. - P.31-34.

Сведения об авторах: Ритта Викторовна Тамбовцева – доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биохимии и биоэнергетики спорта им. Н.И. Волкова Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, ritta7@mail.ru