DOI: 10.17117/na.2015.02.153

Поступило в редакцию: 19.02.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.02.153.pdf>

Тамбовцева Р.В.
**Метаболические состояния в ходе адаптационных
изменений при физических нагрузках
у конькобежцев и легкоатлетов**

Tambovseva R.V.
**Metabolic states during adaptation changes
at physical activities at skaters and athletes**

Изменение метаболических состояний при адаптационных изменениях после воздействия физических нагрузок описываются математической зависимостью «доза-эффект». Показателем полученного эффекта является прирост тренируемой функции за весь период наблюдения. Между тем, как доза воздействия данной физической нагрузки определяется интенсивностью энергетических затрат физического упражнения на время действия нагрузки. При этом выявляется, что абсолютные величины частоты сердечных сокращений, являющиеся теневой стороной энергообеспечения мышечной деятельности, имеют линейную зависимость от уровня выделения энергии в аэробном процессе лишь в ограниченной области физических нагрузок. Для определения разнообразных метаболических состояний 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

Ключевые слова: метаболические состояния, адаптация, молочная кислота

Change of metabolic states at adaptation changes after impact of physical activities are described by mathematical dependence "dose effect". An indicator of the gained effect is the gain of the trained function for the entire period of supervision. Meanwhile, as the dose of impact of this physical activity is defined by intensity of power expenses of physical exercise for the period of action of loading. In loading the spent exercise performance time, the general time of rest between repetitions of exercise and time of the recovery period which is connected with payment of fast fraction of an oxygen debt is summarized. Thus comes to light that absolute values of heart rate, being shady side of power supply of muscular activity, have linear dependence on the level of allocation of energy in aerobic process only in limited area of physical activities. For definition of various metabolic states actually to use the generalized pulse criteria: pulse a debt, the pulse sum of work, pulse cost of exercise which are removed at an assessment of kinetic data of heart rate in time physical activities and during restoration

Key words: metabolic states, adaptation, lactic acid

Тамбовцева Ритта Викторовна
Доктор биологических наук, профессор,
заведующая кафедрой
Российский Государственный Университет
физической культуры, спорта, молодежи и
туризма
г. Москва, ул. Сиреневый бульвар, 4

Tambovseva Ritta Victorovna
Doctor of Biological Sciences, Professor,
Head of Department
Russian State University of physical culture, sport,
youth and tourism
Moscow, Sirenevy Boulevard st., 4

Изменение метаболических состояний при адаптационных изменениях после воздействия физических нагрузок описываются математической зависимостью «доза-эффект». Показателем полученного эффекта является прирост тренируемой функции за весь период наблюдения. Между тем, как доза воздействия данной физической нагрузки определяется интенсивностью энергетических затрат физического упражнения на время действия нагрузки. В нагрузке суммируется затраченное время выполнения упражнения, общее время отдыха между повторами упражнения и время восстановительного периода, который связан с оплатой быстрой фракции кислородного долга. При этом выявляется, что абсолютные величины частоты сердечных сокращений, являющееся теневой стороной энергообеспечения мышечной деятельности, имеют линейную зависимость от уровня выделения энергии в аэробном процессе лишь в ограниченной области физических нагрузок. Для определения разнообразных метаболических состояний 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 все время 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 изменение метаболических состояний в ходе адаптационных процессов [1, 2].

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

В эксперименте приняли участие 30 спортсменов высокой квалификации, специализирующиеся в конькобежном спорте и в беге на средние дистанции. Испытуемые прошли испытания по программе стандартных лабораторных тестов, выполнение которых дало комплексную оценку работоспособности в аэробной и анаэробной зонах мощности. Спортсмены выполняли тест «ступенчатого повышения нагрузки» с целью определения величины МПК и критической мощности. В «Вингейт-тесте» определяли анаэробную гликолитическую мощность и емкость. В тесте «максимальной анаэробной мощности» определили показатель алактатной анаэробной производительности. Регистрацию частоты сердечных сокращений во время работы и в восстановительных период осуществляли с помощью монитора «Team Polar». Использовали специальную компьютерную программу для расчета значения O₂-прихода за время упражнения, величины кислородного долга и кислородного запроса и также параметры энергообразования в аэробных и анаэробных процессах. Статистическую обработку данных проводили в пакете Statgraf и Excel.

Результаты исследования. На рисунке 1(а) представлены показатели пульсовой стоимости упражнения. Показано, что суммарная пульсовая стоимость быстро нарастает в кратковременных упражнениях. Однако после отметки предельного времени, равного двум минутам, суммарная пульсовая сто-

имость резко снижает темпы своего прироста. В данном предельно временном диапазоне темпы прироста пульсовой стоимости упражнения определяются в основном изменениями пульсовой суммы работы. Между тем в диапазоне кратковременных упражнений изменение пульсовой стоимости упражнения в основном задаются колебаниями в значениях пульсовой суммы восстановления. На рисунке 1 (б) показаны изменения показателей уровня пульсовой стоимости упражнения в зависимости от предельного времени. Изменения уровня пульсовой стоимости определяется по преимуществу в изменении пульсовой суммы восстановления, который отражает вклад анаэробных источников в общую энергетику работы.

Данные зависимости достаточно близко показывают нам картину изменения показателей O_2 -прихода, O_2 -долга и кислородного запроса, зафиксированную в упражнениях с соответствующими значениями относительной мощности и предельной продолжительности (рис.1 в, г).

Рис. 1. Изменения 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 возрастание вместе с увеличением относительной мощности упражнения. Наиболее сильное влияние на динамику параметров 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 величины кислородного долга и пульсовой суммы восстановления.

Для наиболее точного установления соответствия показателей пульсовой стоимости упражнения значениям энергетических затрат была выведена регрессионная зависимость для данных показателей. На рисунке 2 показано, что показатели пульсовой стоимости изменяются в прямолинейной зависимости от соответствующих значений энергетических затрат упражнения. Выведенная регрессионная зависимость может быть использована для установления уровня энергетических затрат при известных значениях пульсовой стоимости упражнения. На основе этой зависимости можно с точностью оценить применяемые тренировочные нагрузки.

Рис. 2. Взаимосвязь показателей уровня O2-запроса и уровня пульсовой стоимости упражнения

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

По оси ординат слева – значения уровня O2 – запроса (л/мин). Справа – значения относительной мощности (ед. MMR).

Разная штриховка – это зоны нагрузок различного 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 представлена зависимость уровня накопления молочной кислоты в крови при выполнении физических нагрузок от значений относительной мощности упражнения и кислородного запроса.

По оси абсцисс внизу – значения уровня O2-запроса (л/мин); вверху – значения относительной мощности (ед. MMR).

По оси ординат – уровень накопления молочной кислоты (моль/мин)

Как показано на рисунке 3 граничные значения в скорости образования молочной кислоты для различных диапазонов физических нагрузок, различаются по направленности тренирующего воздействия. Однако использование данного метода на разных видах спорта показывает, что при квантификации нагрузок в различных видах спорта необходимо строго идентифицировать

значения пульсовой стоимости упражнений относительно экспериментально установленных значений показателей кислородного запроса или скорости образования молочной кислоты в критических режимах мышечных нагрузок.

Рис. 3. Взаимосвязь между показателями уровня накопления молочной кислоты в крови и уровня O₂ запроса упражнения

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

Выводы

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

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

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

Список литературы:

1. Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте. Москва: Советский спорт, 2013. 333 с.
2. Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. Биохимия мышечной деятельности. Киев: Олимпийская литература, 2011. 503 с.