

ПОКАЗАТЕЛИ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СТОИМОСТИ ПРИ ДИАГНОСТИКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ТРЕНИРОВОЧНЫХ НАГРУЗОК РАЗЛИЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ В ЛЕГКОАТЛЕТИЧЕСКОМ БЕГЕ



КОРНИЕНКО

Татьяна Геннадьевна

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва

Соискатель кафедры биохимии и биоэнергетики спорта, магистр физической культуры

E-mail: e-mail: planeta_8888@list.ru, тел. 8-925-056-03-78

KORNIENKO Tatiana

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow

Post-graduate student of the Department of biochemistry and bio-energetics of sports, Sports Master of Physical Education.

E-mail: e-mail: planeta_8888@list.ru, тел. 8-925-056-03-78

Ключевые слова: вентиляционная стоимость упражнения; вентиляционный приход; вентиляционный долг; спортивная работоспособность; предельные нагрузки; аэробные и анаэробные возможности; уровень спортивных достижений.

Аннотация. На основе анализа динамики частоты сердечных сокращений и параметров внешнего дыхания во время работы и восстановления у высококвалифицированных спортсменов при выполнении ими предельных нагрузок с помощью современного оборудования были рассчитаны показатели вентиляционного прихода, вентиляционного долга и вентиляционного запроса упражнения. Установлено, что показатели вентиляционной стоимости упражнения близко воспроизводят изменения основных параметров кислородного запроса при мышечной работе предельной мощности и продолжительности и могут быть использованы в целях квантификации, а также нормирования физических нагрузок в спорте.

INDICATORS OF VENTILATING COST AT DIAGNOSTICS OF INFLUENCE OF MAXIMUM TRAINING LOADS OF THE VARIOUS ORIENTATION IN RUNNING

Keywords: ventilating cost of exercise, ventilating arrival, ventilating debt, sports working capacity, maximum loads, aerobic and anaerobic opportunities, level of sporting achievements.

Abstract. Anaerobic working capacity – one of the main factors defining results in running. Carrying out the special researches focused on studying of factors, athletes defining anaerobic working capacity, and also allowing to introduce necessary amendments by preparation of highly skilled athletes, is actual and is important for improvement of the modern theory and practice of track and field athletics run.

Введение. Прошедшее столетие в развитии рекордных достижений в беге сопровождалось концентрацией усилий, направленных на повышение роли фактора анаэробной работоспособности. По данным Дэвида Дила, одного из родоначальников биоэнергетических исследований в

беге, за последние 40 лет каких либо существенных изменений в показателях максимальной анаэробной работоспособности в беге не происходит [9, 10]. Адаптационные возможности в развитии этого качества у ведущих спортсменов мира уже исчерпаны. Дэвид Дил считает, что повышение

работоспособности в этом виде спорта в ближайшие 20-30 лет будет обусловлено за счет анаэробной работоспособности, вызванной применением более эффективных методов тренировки, а также дополнительных эргогенических средств и успешным использованием изменяющихся биоклиматических условий, изыскание более эффективных средств и методов развития анаэробной работоспособности. С этой точки зрения проведение специальных исследований, ориентированных на изучение факторов, определяющих анаэробную работоспособность легкоатлетов, и позволяющих вносить необходимые коррективы в процесс развития этих способностей при подготовке высококвалифицированных спортсменов, представляется вполне актуальным и имеющим важное значение для дальнейшего совершенствования современной теории и практики данного вида спорта.

Целью настоящего исследования явилось изучение динамических изменений показателей вентиляционной стоимости и тканевой спектроскопии в упражнениях разной мощности и предельной продолжительности у высококвалифицированных легкоатлетов-бегунов.

Методика и организация исследования. В исследовании приняло участие 25 спортсменов, из них 4 женщины, специализирующихся преимущественно в беге на средние и длинные дистанции, спортивная квалификация – от 1-го спортивного разряда до МСМК (табл. 1).

Каждый из спортсменов, принимавших участие в эксперименте, преодолел с соревновательной интенсивностью одну или две дистанции, в которых он специализируется. Всего в исследовании было использовано 5 различных отрезков – 200, 400, 600, 1000 и 2000 метров. Кроме того, все спортсмены прошли испытания по программе стандартных лабораторных тестов, выполнение которых обеспечивало комплексную оценку их аэробной и анаэробной работоспособности в критических режимах мышечной деятельности: в тесте «ступенчатого повышения нагрузки» для определения величины

максимального потребления кислорода и критической мощности [12, 13], в тесте «однократной предельной работы» (Вингейт тест) для определения анаэробной гликолитической емкости и мощности [5, 7, 10] и в тесте «максимальной анаэробной мощности» для определения алактатной анаэробной мощности [1, 11]. Газовые объемы и состав вдыхаемого воздуха измеряли с помощью мониторинжной системы «CORTEX» фирмы «MetaLayser», Германия. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) регистрировали с помощью пульсовых мониторов «Teem Polar», Финляндия. Измерение величины процентного содержания оксигемоглобина в работающих мышцах (StO₂) выполняли с помощью монитора насыщения тканей кислородом «InSpectra». Непрерывную регистрацию показателей уровня легочной вентиляции в течение 3-х минут до, во время работы и в течение 5 минут восстановительного периода выполняли в режиме каждого выдоха с использованием волюметра «SV3000», Россия. При проведении графоаналитических расчетов кривых динамики уровня легочной вентиляции во время работы и в период восстановления использовались стандартные пакеты компьютерных программ Statistica и Microsoft Excel [2].

Обсуждение результатов исследования. Общая картина динамики уровня легочной вентиляции при однократном выполнении спортсменом теста МАМ представлена на рис. 1. На данном графике продемонстрирован расчет показателей вентиляционной стоимости упражнения, адекватно отражающий изменения энергетического запроса выполняемой работы.

По оси ординат – уровень легочной вентиляции, л/мин; по оси абсцисс – время, мин. Заштрихованная область в период работы соответствует сумме «вентиляционного излишка работы» (ΔVEW), затухающая область под кривой восстановления соответствует величине «вентиляционного излишка восстановления» (ΔVER). Общая вентиляционная стоимость упражнения равна сумме: $\Sigma \Delta VE = \Delta VEW + \Delta VER$.

Таблица 1

Сводные данные группы испытуемых

	Мужчины (n=34)			Женщины (n=6)		
	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг
Среднее	20,2	179,1	66,4	20,0	170	56,1
Станд. откл.	3,4	6,8	5,6	2,4	0,4	0,8

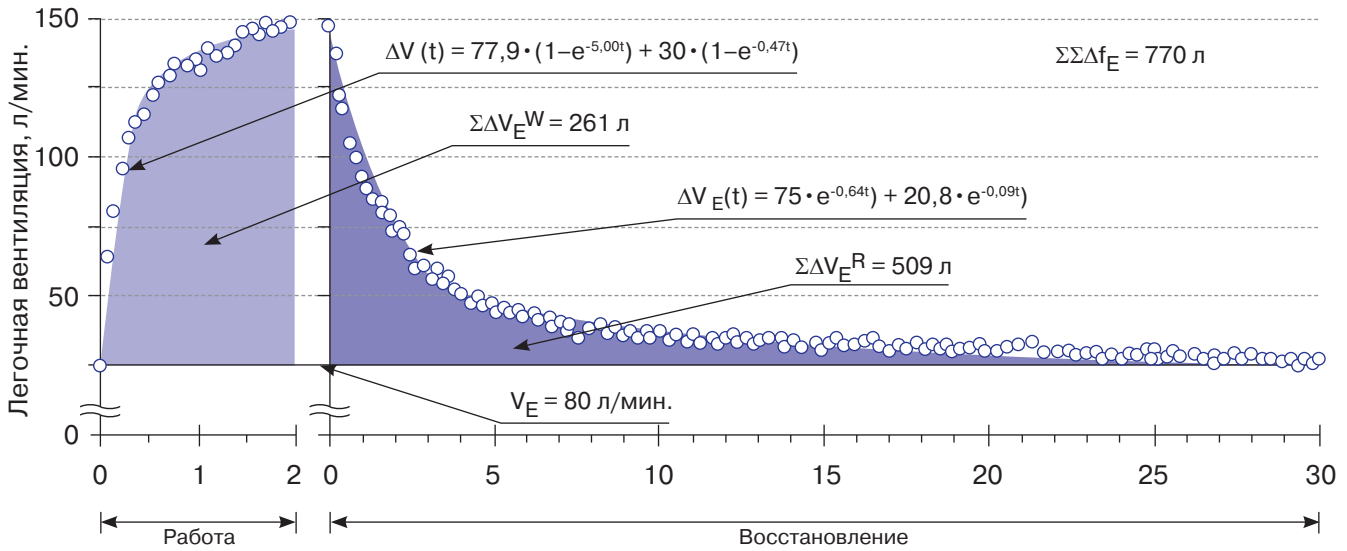


Рис. 1. Кривая изменения уровня легочной вентиляции во время работы и восстановления и расчет показателей вентиляционной стоимости упражнения

Наиболее точные результаты показателей вентиляционной стоимости упражнения могут быть получены в стандартизированных лабораторных тестах на велоэргометре (тест «максимальной анаэробной мощности» – МАМ и «однократной предельной работы» – Вингейт тест). На рис. 2 представлена динамика уровня легочной вентиляции при выполнении спортсменом теста МАМ. Полученные данные о динамике вентиляционного ответа говорят о том, что

значение вентиляционного «излишка», характеризующего количество потребления кислорода, которое поступает в организм спортсмена при выполнении нагрузки, непрерывно возрастает от повторения к повторению. Размеры вентиляционного долга увеличиваются в период восстановления с каждым новым повторением упражнения. Наиболее высокие значения уровня легочной вентиляции, как правило, отмечаются в период 15-20 секунд после окончания

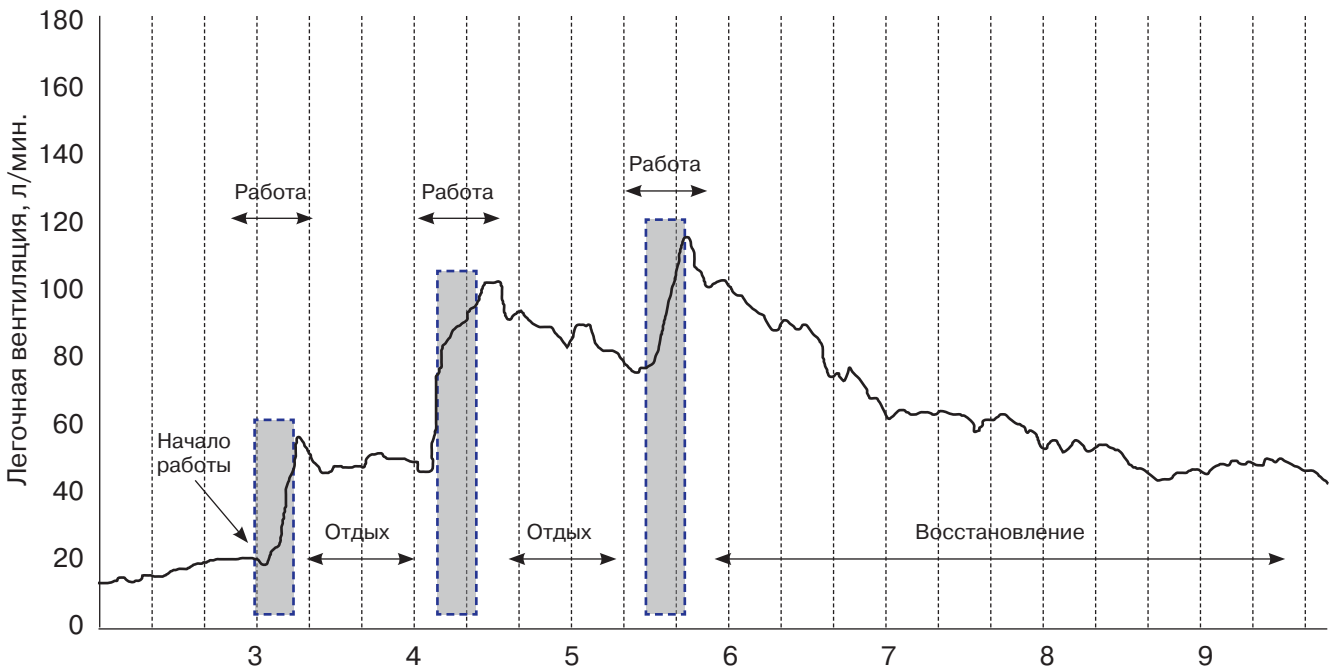


Рис. 2. Динамика показателей легочной вентиляции при выполнении лабораторных испытаний в тесте МАМ на велоэргометре

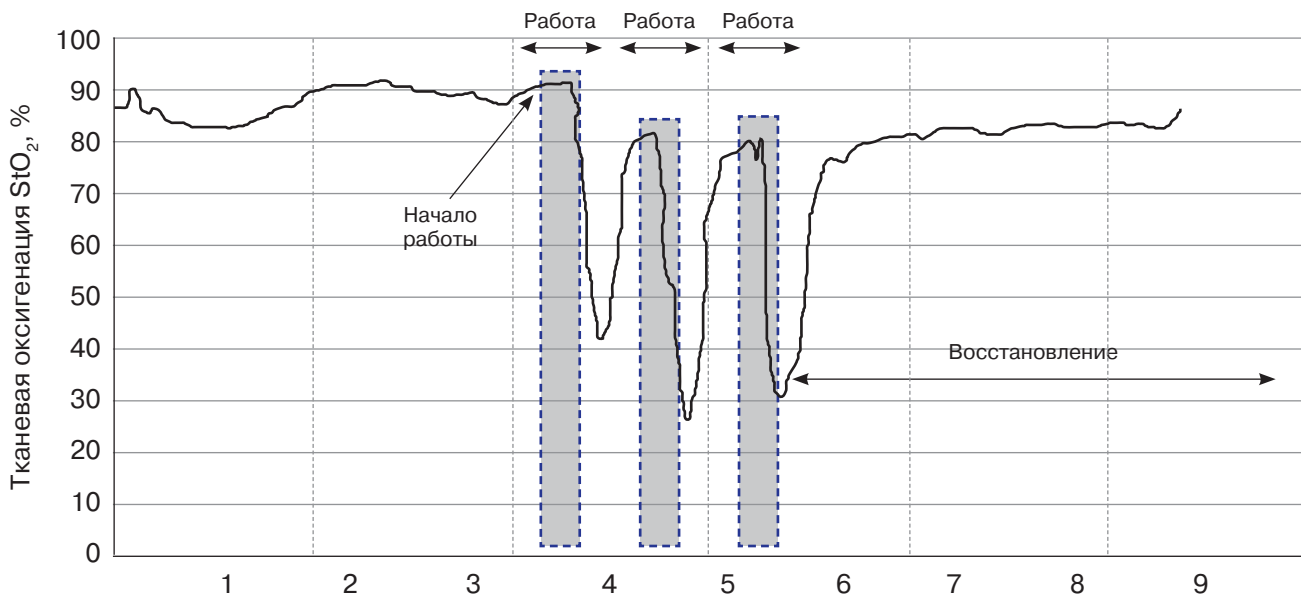


Рис. 3. Динамика показателей тканевой оксигенации при выполнении лабораторных испытаний в тесте МАМ на велоэргометре

упражнения. Это означает, что метаболические стимулы, связанные с поставкой кислорода в ткани, увеличиваются с каждым повторением, а суммарный кислородный долг при этом возрастает.

Динамика показателей тканевой утилизации кислорода в тесте МАМ представлена на рис. 3. Необходимо отметить, что динамика показателей кислородного насыщения точно отражает динамику утилизации кислорода во время

выполнения работы. Начало падения оксигенации в работающих мышцах отмечается в первые секунды выполнения упражнения, а восстановление данного показателя наблюдается сразу после завершения упражнения. Суммарное падение степени оксигенации строго отражает локальное повышение кислородной задолженности в работающих мышцах во время выполнения теста «максимальной анаэробной мощности» – МАМ.

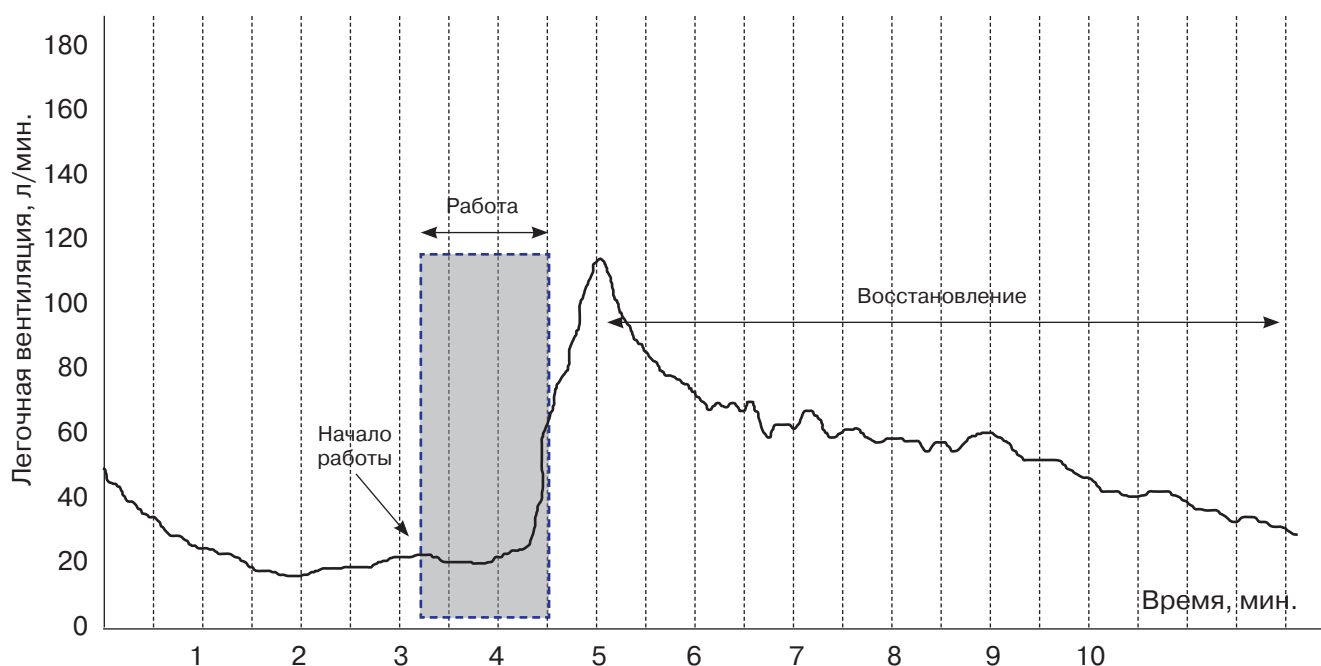


Рис. 4. Динамика показателей легочной вентиляции при выполнении лабораторных испытаний в тесте «Wingate» на велоэргометре

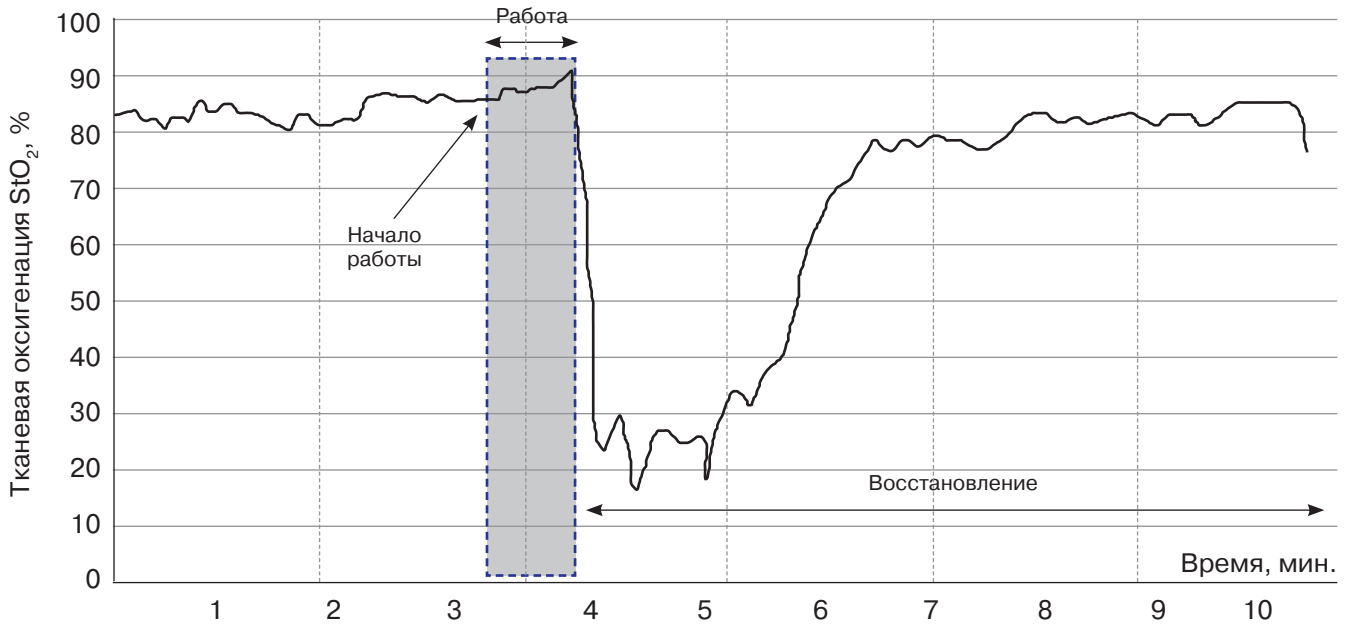


Рис. 5. Динамика показателей тканевой оксигенации при выполнении лабораторных испытаний в тесте «Wingate» на велоэргометре

Наиболее разительные изменения видны в параметрах вентиляционной стоимости анаэробной нагрузки в тесте «однократной предельной работы» – («Wingate test»), рис. 4. Величины вентиляционного долга заметно выше, чем в тесте МАМ. Выполнение данного теста характеризуется

повышением гликолиза и накопления молочной кислоты в работающих мышцах, что приводит к замедлению процессов в период «срочного» восстановления, охватывающего первые пять минут после завершения работы (в целях оплаты «алактатного» кислородного долга).

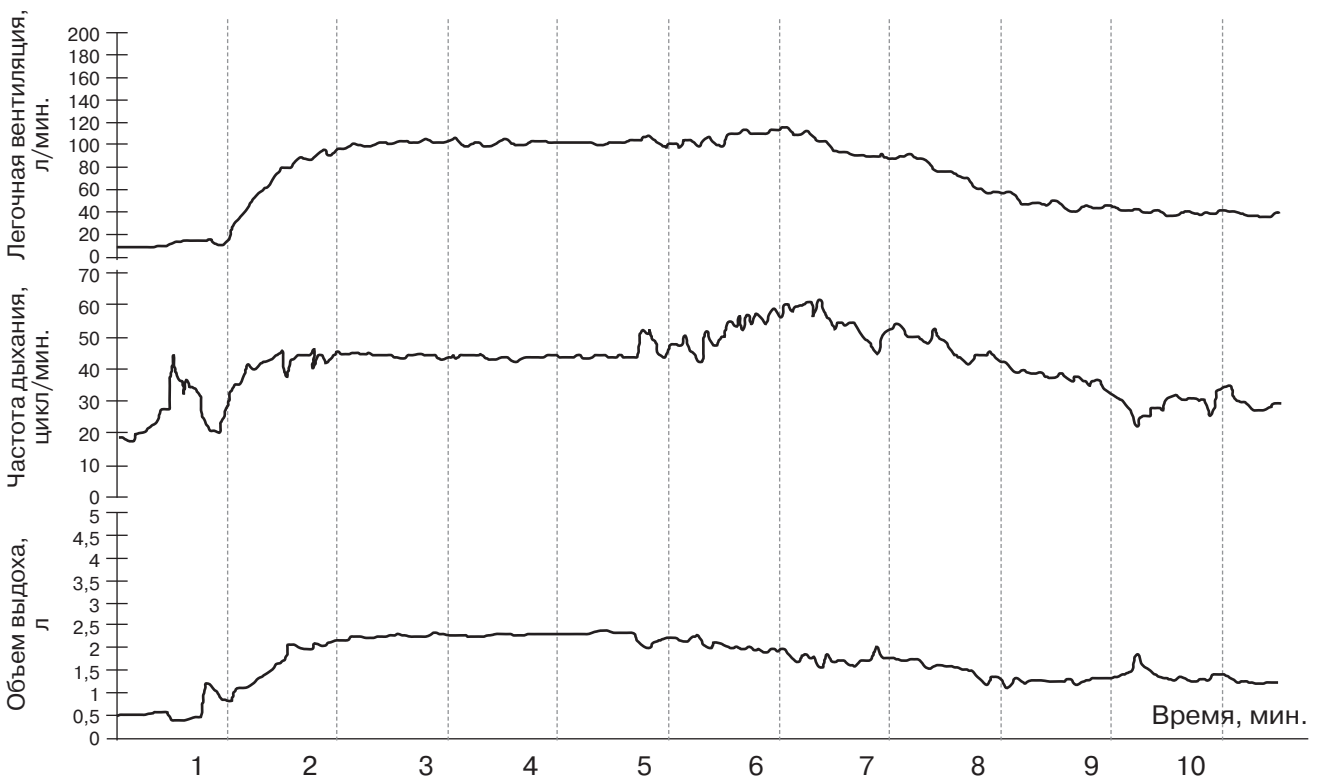


Рис. 6. Кинетика уровня легочной вентиляции, частоты дыхания и объема выдоха у высококвалифицированной спортсменки – МСМК в беге на 2 км

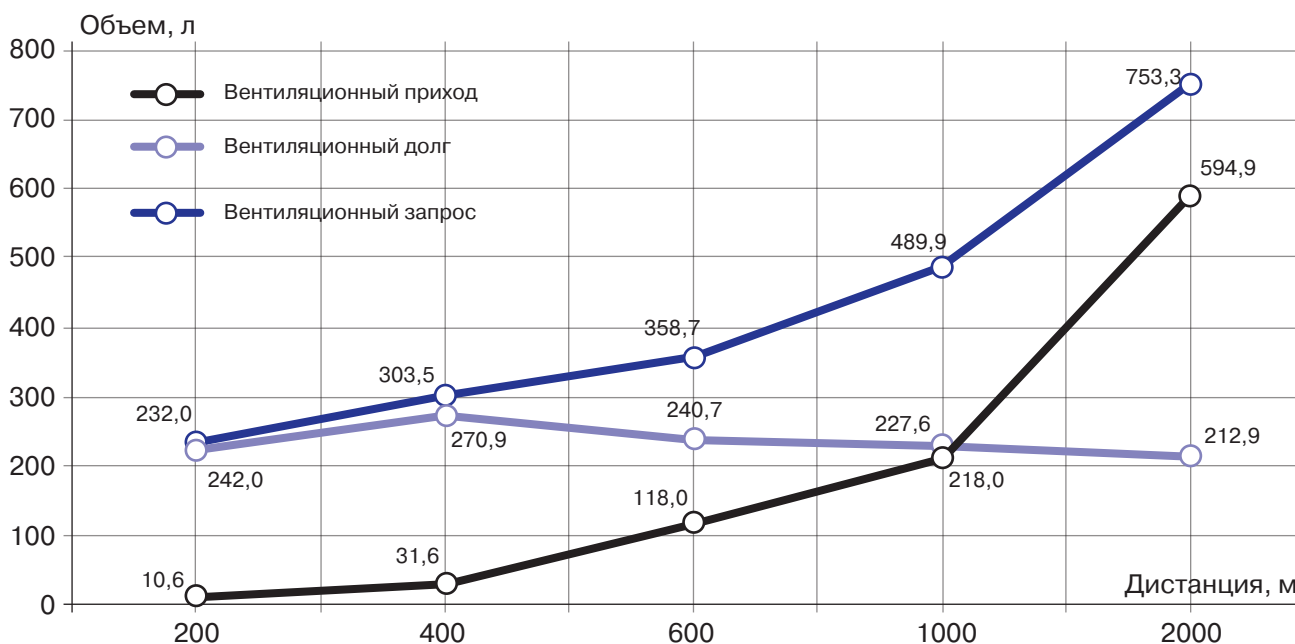


Рис. 7. Динамика показателей вентиляционной стоимости упражнения у высококвалифицированных бегунов на дистанциях от 200 до 2000 м

Картина, подтверждающая вышеотмеченные сдвиги в показателях уровня легочной вентиляции, наблюдается и в процессе насыщения тканей кислородом при выполнении того же «Wingate» теста на велоэргометре, рис. 5. Отмечается относительно быстрое восстановление тканевой оксигенации в пределах первых 2-х минут после окончания упражнения и достаточно быстрая ее стабилизация до исходного уровня в последующие три минуты восстановления.

Анализ полученных результатов полевых испытаний показал, что при выполнении спринтерских дистанций (200 м) все показатели внешнего дыхания (объем выдоха, частота дыхания и легочная вентиляция) оставались на неизменном уровне приблизительно на протяжении 30 секунд, после чего отмечался синхронный подъем данных величин. Максимальные значения были зарегистрированы к концу 2-й минуты восстановления. Максимум значения ЧСС составил всего 169 уд/мин, а максимум легочной вентиляции 110 л/мин. Максимальная величина вентиляционного долга у одного из испытуемых, специализировавшихся в спринтерских дисциплинах, достигла 350 литров. В то же время в беге на 1000 и 2000 метров у некоторых спортсменов была отмечена «поразительная» динамика паттернов дыхания, рис. 6. Сравнение всех 3-х графиков, представленных на данном рисунке, показывают, что в первую очередь рост уровня легочной вентиляции

обеспечивается за счет увеличения объема выдоха (максимум достигается через одну минуту после старта), а потом уже за счет возрастания частоты дыхания.

Наибольшая величина вентиляционного долга зафиксирована на дистанции 400 метров, рис. 7. На более длинных дистанциях вклад процессов анаэробного метаболизма, отражающегося в показателях вентиляционного долга, постепенно снижается. Показатели вентиляционной стоимости работы после непродолжительного лаг периода на дистанциях 200 и 400 метров линейно возрастают параллельно с увеличением показателей суммарной вентиляционной стоимости упражнения.

Выводы

1. Показатели вентиляционной стоимости упражнения с большой точностью воспроизводят основные зависимости от параметров относительной мощности и предельной продолжительности работы.

2. Одновременная регистрация показателей вентиляционной стоимости и тканевой спектроскопии при выполнении упражнений предельной анаэробной мощности на велоэргометре позволяют получить точную количественную оценку и нормативы для физических нагрузок различного физиологического воздействия, требующих от спортсменов проявления анаэробной работоспособности.

3. По результатам проведенных полевых испытаний излишек вентиляции за время работы после небольшой задержки на коротких дистанциях (200 и 400 м) при дальнейшем увеличении дистанции линейно возрастает параллельно с показателями суммарной вентиляционной стоимости упражнения.

4. При нормировании тренировочных нагрузок по показателям вентиляционной стоимости упражнения следует учитывать индивидуальные различия, связанные с характером специализации в определенном режиме избранных физических нагрузок различного физиологического воздействия.

Литература

1. Алтухов Н.Д. Оценка уровня порога анаэробного обмена у спортсменов при выполнении напряженной мышечной деятельности в лаборатории и естественных условиях по показателям параметров внешнего дыхания / Н.Д. Алтухов, Н.И. Волков // Теория и практика физ. культуры: журнал в журнале. – 2008. – № 11. – С. 51-54.
2. Боровиков В.П. Statistica – Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М., 1997.
3. Волков Н.И. Кислородный запрос и вентиляционная стоимость мышечной работы / Н.И. Волков, Н.Д. Алтухов, С.В. Козырь // Вопросы экспериментальной и клинической физиологии дыхания: сб. науч. тр. – Тверь: Твер. гос. ун -т, 2007. – С. 64-73.
4. Волков Н.И. Кислородный запрос и энергетическая стоимость напряженно мышечной деятельности / Н.И. Волков, И.А. Савелев // Физиология человека: М. – Т. 28, №1/2012. – С. 61-93.
5. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity / Bar-Or O. // Sports Med. – 1994. – V.35. – P. 381.
6. Billat V. Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1.500-m run / V. Billat, L. Hammard, J.P. Koralsztein, R.H. Morton // J. Appl. Physiol. – 2009. – № 107. – P. 478-487.
7. Bosquet L. Anaerobic running capacity determined from a 3-parameter systems model: relationship with other anaerobic indices and with running performance in the 800-m run / L. Bosquet, P.R. Pellhors, A. Duchene, J. Dupont, R. Leger // Int. J. Sports Med. – 2007. – № 28. – P. 495-500.
8. Bret C. Differences in lactate exchange and removal abilities in athletes specialised in different track running (100 to 1500 m) / C. Bret, L. Messonnier // Int. J. Sports med. – 2003. – № 24. – P. 108-113.
9. Dill D.B. The economy of muscular exercise / D.B. Dill // Physiol. Rev. – 1936. – V. 16. – P. 263-291.
10. Dill D.B. A longitudinal study of 16 champion runners / D.B. Dill // Int. J. Sports Med. – 1967. – V. 7. – P. 4-27.

