

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТЫ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ-ЛЫЖНИКОВ В КОНЦЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА

Гатилова Г. Д.

Национальный университет физического воспитания и спорта в Украине

Аннотация. Рассмотрены индивидуальные особенности аэробной и анаэробной производительности организма спортсменов-лыжников, которые обеспечиваются проявлением функциональных возможностей системы дыхания и кровообращения. Оценка результатов обследования проводилась по двигательным проявлениям работоспособности, по сдвигам физиологических и биохимических показателей. В ходе прохождения ступенчато повышающейся нагрузки спортсмены показали разный потенциал реализации аэробных возможностей, что обусловлено индивидуальными особенностями их метаболического энергообеспечения. Были проанализированы результаты соревнований у спортсменов-лыжников с высоким уровнем реализации аэробного потенциала в условиях тестирующей нагрузки. Полученные данные могут быть положены в основу для разработки скорости развертывания анаэробных механизмов энергообеспечения и скорости выведения и утилизации молочной кислоты (лактата).

Ключевые слова: мощность работы, лактат, анаэробные и аэробные процессы, реализация аэробного потенциала.

Анотація. Гатилова Г. Д. Особливості метаболічного забезпечення фізичної роботи кваліфікованих спортсменів-лижників в кінці підготовчого періоду. Розглянуто індивідуальні особливості аеробної і анаеробної продуктивності організму спортсменів-лижників, які забезпечуються проявом функціональних можливостей системи дихання і кровообігу. Оцінка результатів обстеження проводилася за руховими проявами працездатності, за зрушеннями фізіологічних і біохімічних показників. У ході проходження ступінчасто зростаючого навантаження спортсмени показали різний потенціал реалізації аеробних можливостей, що обумовлено індивідуальними особливостями їх метаболічного енергозабезпечення. Були проаналізовані результати змагань спортсменів-лижників з високим рівнем реалізації аеробного потенціалу в умовах тестуючого навантаження. Отримані дані можуть бути покладені в основу для розробки швидкості розгортання анаеробних механізмів енергозабезпечення і швидкості виведення та утилізації молочної кислоти (лактату).

Ключові слова: потужність роботи, лактат, анаеробні і аеробні процеси, реалізації аеробного потенціалу.

Abstract. Gatilova G. Physical characteristics of metabolic maintenance of qualified athletes'-skiers at the end of the preparatory period. We consider the individual characteristics of aerobic and anaerobic performance of athletes, skiers, who provided a manifestation of system functionality breathing and circulation. Evaluation of the survey was conducted of motor manifestations of efficiency, in shifts of physiological and biochemical parameters. During the passage of a stepwise rising load capacity of athletes have shown a different implementation of aerobic capacity, due to their individual features of metabolic energy. Analyzed the results of competitions for skiers with a high level of aerobic capacity in the implementation of the conditions testing load. The data obtained can be used as a basis for developing mechanisms to speed the deployment of anaerobic energy supply and the rate of excretion and utilization of lactic acid (lactate).

Key words: power of, lactate, anaerobic and aerobic processes, the implementation of aerobic capacity.

Постановка проблемы. Высокие спортивные достижения спортсменов современности это результат действия многих факторов [1–4]. Особенно они связаны с характером метаболизма [2], который находится под генетическим контролем и взаимосвязан с развитием и спецификой нервно-мышечного аппарата, с особенностями вегетативного баланса, с индивидуально-типологическими характеристиками вышней нервной деятельности [4]. Другими хорошо известными факторами, влияющими на спортивные результаты, являются стабильность и эффективность тренировочного периода, предшествующего соревнованиям. Спортивный результат на соревновательных дистанциях различной продолжительности в определенной степени лимитируется уровнем развития механизмов энергообеспечения организма. Поэтому в практике спорта проводится контроль мощности, емкости и эффективности анаэробных и аэробных механизмов энергообеспечения в тренировочном процессе с использованием биохимических показате-

телей [6; 9; 10]. Считают, что значительные концентрации молочной кислоты в крови, после выполнения максимальной работы, свидетельствуют о более высоком уровне тренированности при хорошем спортивном результате или о большей метаболической емкости гликолиза, большей устойчивости его ферментов к смещению pH в кислую сторону [3–5; 7]. Таким образом, при интерпретации полученных данных относительно содержания лактата в крови следует учитывать ряд факторов: характер воздействующей нагрузки; её интенсивность и объём; этап подготовки; степень тренированности спортсмена и др. [7; 8]. Поэтому проведение исследований для определения особенностей проявления аэробной производительности по комплексу характеризующих ее показателей при выполнении физических нагрузок позволяет объективно подходить к выбору конкретных тренировочных воздействий по ее целенаправленному совершенствованию в процессе проведения подготовки квалифицированных спортсменов и открывает пути для разработки количественной оценки их функцио-

нальных возможностей.

Цель работы: изучить особенности метаболического обеспечения физической работы квалифицированных спортсменов-лыжников в конце подготовительного периода.

Работа выполнена в рамках госбюджетной темы Сводного плана НИР в сфере физической культуры и спорта на 2011–2015 г. 2.25 «Мониторинг процесса адаптации квалифицированных спортсменов с учетом их индивидуальных особенностей» (номер госрегистрации 0111U001732).

Методы и организация исследований. Исследования проведены на экспериментальной базе научно-исследовательского института Национального университета физического воспитания и спорта Украины. В лабораторных условиях в процессе этапного комплексного обследования (ЭКО) принимали участие ведущие спортсмены сборной команды Украины по лыжным гонкам (11 мужчин в возрасте 22–25 лет, спортивная квалификация МС и МСМК). Обследования проводили в конце подготовительного этапа общеподготовительного периода.

Использовались такие инструментальные **методы исследований:** биохимический анализ, эргометрия, газоанализ, пульсометрия, методы математической статистики.

При обследовании спортсменов использовался следующий комплекс диагностической аппаратуры: газоанализатор «Охуоп Pro» фирмы «Jeager» (Германия), беговой эргометр LE 500 фирмы «Jeager» (Германия), телеметрический анализатор частоты сердечных сокращений «Polar RS-800 G3» (Финляндия). Для определения концентрации лактата в крови использовали полуавтоматический фотометр фирмы «Dr. Lange-420» (Германия).

Программа исследований предусматривала выполнение спортсменами комплекса беговых тестирующих нагрузок, основной из которых было выполнение в режиме «до отказа» работы ступенчато возрастающей мощности (скорость бега – 10 км·ч⁻¹; мощность работы повышалась через каждые 2 мин путем увеличения угла наклона полотна тредбана на 2°). Время выполнения спортсменами работы находилось в пределах от 10 до 30 мин.

В процессе тестирования спортсменов исследовались показатели аэробной производительности по вентиляторным и газообменным реакциям функциональных проявлений системы дыхания в ответ на задаваемую тестирующую нагрузку. В данном сообщении представлены результаты проявления вентиляторных (V_E – минутный объем дыхания) и газообменных реакций ($RQ = VCO_{2max} / VO_{2max}$) системы выполнения спортсменами работы ступенчато возрастающей мощности (Load (W_{max}) – максимальная мощность работы), при которых происходит максимальная активация деятельности исследуемой системы.

Производился забор крови для определения концентрации лактата в крови сразу после окончания ступенчато повышающейся работы на 10-й секунде (La_{10}), и на 3-й минуте (La_3) восстановительного периода.

Соревнования спортсменов после лабораторных исследований проводили в конце подготовительного периода на лыжах-роллерах, поскольку это был летний период, и они находились на территории Украины.

Результаты исследований и их обсуждение.

При выполнении спортсменами ступенчато возрастающей работы в режиме «до отказа» в момент завершения происходит максимальная активация деятельности системы дыхания по показателям минутного объема дыхания и концентрации кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе [4]. Достижение высокого уровня спортивной работоспособности по мощности работы при этом зависит от величин достигаемых показателей. Анализ полученных результатов показывает, что спортсмены имеют высокий максимальный уровень аэробных возможностей $60,04 \pm 5,63$ мл·(мин·кг)⁻¹, при этом наблюдается (табл. 1):

- высокая активность анаэробных процессов в энергообеспечении ($La_{max} = 12,63 \pm 7,02$ ммоль·л⁻¹);
- неэкономичный тип дыхания – легочная вентиляция формируется за счет большего увеличения частоты дыхания ($59,00 \pm 10,82$ дв·мин⁻¹), чем дыхательный объем ($38,56 \pm 7,62$ мл·кг⁻¹), что требует дополнительной траты потребляемого кислорода на работу дыхательных мышц и кислородный эквивалент (EQO_2) находится в пограничной области физической работоспособности (см. табл. 1), как по среднему значению, так и в индивидуальных результатах (табл. 2);
- замедленное восстановление по ЧСС (см. табл. 1).

Это указывает на то, что индивидуальные особенности реализации аэробной мощности определяются характером тренировочных процессов спортсменов и, вероятно, индивидуальным типом физиологической реактивности [5].

В ходе теста у спортсменов высокий уровень работоспособности сочетался с высоким индивидуальным максимальным уровнем аэробных возможностей по VO_{2max} .

При выполнении ступенчато повышающейся нагрузки «до отказа» у спортсменов 1 и 3 отмечается высокий по группе уровень мощности дыхательной системы (V_E), которая сочетается с экономным типом дыхания, т.е. достаточно высокий объем дыхания (V_T) и сниженная частота дыхания (f_T) (см. табл. 2). Высокая эффективность газообмена в легких за счет увеличения глубины дыхания в условиях физической работы и некоторого урежения дыхания, что не требует дополнительной траты потребляемого O_2 на работу дыхательных мышц (см. табл. 2).

Хорошая реактивность сердечно-сосудистой системы ($ЧСС_{max}$) сочетается с высокой эффективностью сердечного цикла (O_2/HR).

Высокий уровень активности анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении работы (см. табл. 3) сочетается с хорошей скоростью утилизации лактата. Необходимо обратить внимание на сниженную эффективность метаболических процессов в энергообеспечении работы – сниженный прирост мощности нагрузки относительно концентрации лактата в крови, т.е. меньший уровень мощности нагрузки, достигается за счет большего уровня активности анаэробных механизмов в энергообеспечении (не экономно).

У спортсменов при высоком уровне общей физической работоспособности и максимальном уровне потребления O_2 , а также эффективности деятель-

ности сердечно-сосудистой системы отмечается сниженное восстановление и экономичность. Необходимо увеличивать эффективность метаболических процессов за счет снижения доли участия анаэробных процессов в энергообеспечении.

У спортсменов со сниженным уровнем работоспособности преобладает высокая эффективность метаболических процессов в энергообеспечении нагрузки (W_{\max}/La_{\max}) (см. табл. 2, 3), в основном, в сочетании с низкой активностью аэробных возможностей ($VO_{2\max}/кг$). Хотя у спортсмена под номером 8 в ходе теста снижение физической работоспособности (удельная мощность – $4,97 \text{ Вт}\cdot\text{кг}^{-1}$) сочетается с хорошим индивидуальным максимальным уровнем аэробных возможностей ($VO_{2\max}/кг=60,1 \text{ мл}\cdot\text{мин}\cdot\text{кг}^{-1}$).

При выполнении ступенчато повышающейся нагрузки «до отказа», практически у всех спортсменов отмечается высокий индивидуальный уровень мощности дыхательной системы (V_E), которая сочетается с неэкономным типом дыхания (сниженный дыхательный объем (V_T) и высокой частотой дыханий (f_T), что может ограничивать аэробные возможности организма спортсмена. Кроме того, при подобном типе дыхания некоторая часть потребляемого кислорода идет на обеспечение работы дыхательных мышц (а не скелетных мышц, участвующих в работе) и выполнение физической работы проходит в более напряженных условиях. Сниженный уровень активности анаэробных гликолитических процессов в энергообеспечении нагрузки и выше среднего уровень эффективности метаболических процессов в энергообеспечении работы сочетается с хорошим уровнем утилизации лактата. В данном случае, в первую очередь, необходимо повысить экономичность функционирования и долю участия анаэробных процессов в энергообеспечении работы.

Следует обратить внимание и на спортсмена под номером 9. В ходе теста спортсменом продемонстрирован сниженный общий уровень функциональной подготовленности (максимальная механическая мощность бега составила 284 Вт ($4,73 \text{ Вт}\cdot\text{кг}^{-1}$) – 8-й результат по группе из 11-ти), который сочетается с высоким индивидуальным максимальным уровнем аэробных возможностей ($VO_{2\max}/кг=68,7 \text{ мл}\cdot\text{мин}\cdot\text{кг}^{-1}$ – 1-й результат по группе).

При выполнении ступенчато повышающейся нагрузки «до отказа» отмечается несколько сниженный уровень мощности дыхательной системы ($V_{E\max}=145 \text{ л}\cdot\text{мин}^{-1}$) и соответственно неэкономичный тип дыхания при удовлетворительной эффективности легочной вентиляции.

Хорошая реактивность сердечно-сосудистой системы ($ЧСС_{\max}=196 \text{ уд}\cdot\text{мин}^{-1}$) сочетается с несколько сниженной эффективностью сердечного цикла (VO_2 -пульс составляет $21 \text{ мл}\cdot\text{уд}\cdot\text{мин}^{-1}$) (см. табл. 2).

Повышенный уровень активности анаэробных гликолитических процессов энергообеспечения ($La_3=11 \text{ ммоль}\cdot\text{л}^{-1}$) (см. табл. 3) сочетается с низкой скоростью утилизации лактата в восстановительном периоде, т. е. скорость выхода лактата в кровь выше, чем скорость его утилизации мышцами. Необходимо обратить внимание на сниженную эффективность метаболических процессов в энергообеспечении работы – сниженный прирост мощности нагрузки относительно концентрации лактата в крови ($W_{\max}/La_{\max}=25,82 \text{ Вт}\cdot\text{ммоль}^{-1}\cdot\text{л}$),

т. е. меньший уровень мощности нагрузки достигается за счет большего уровня активности анаэробных механизмов в энергообеспечении (не экономно). Спортсмен развивает низкую мощность нагрузки в сочетании с хорошим уровнем мобилизации функциональных возможностей организма как аэробных, так и анаэробных. В целом, работоспособность и экономичность функционирования снижены, однако следует отметить, что имеются резервы для прироста специальной работоспособности. Необходимо снижать вклад анаэробных процессов в энергообеспечение работы, повышать эффективность метаболических процессов.

Взаимосвязь реализации аэробного потенциала с показателями, характеризующими активность аэробных процессов (рис. 1), в основном положительная и только отрицательная для величин, характеризующих утилизацию лактата (ΔHLa) и эффективность метаболических процессов (W_{\max}/La_{\max}). Это можно объяснить тем, что уменьшаются возможности дыхательного ресинтеза АТФ и увеличивается удельный вес гликолиза. Нарушение баланса ресинтеза АТФ привело к угнетению адаптивных биохимических процессов, что может сказаться на результатах соревновательной деятельности спортсменов [5; 8; 9]. Поэтому в дальнейшем были проанализированы результаты соревнований у спортсменов-лыжников с высоким уровнем реализации аэробного потенциала в условиях тестирующей нагрузки.

Результаты соревнований показали, что спортсмены-лыжники в основном так и не смогли показать свой лучший результат на длинных дистанциях, что, вероятнее всего, связано со сниженной эффективностью метаболического обеспечения и, возможно, преждевременной интенсификацией тренировочного процесса (увеличением доли тренировочной нагрузки) скоростно-силовой направленности (табл. 4).

Выводы:

1. Выявленная взаимосвязь реализации аэробного потенциала с показателями, характеризующими активность аэробных процессов дает возможность определять необходимый для спортсмена уровень подготовленности к тренировочному процессу при физической нагрузке максимальной мощности.

2. Практически все спортсмены имеют высокий уровень максимальной аэробной способности со сниженной эффективностью метаболических процессов в энергообеспечении работы, высокий процент активности анаэробных механизмов энергообеспечения и неэкономичный тип дыхания, что связано с тренировочным процессом скоростно-силовой направленности, а совершенствование уровня проявления вентиляторных и газообменных реакций системы дыхания при физической нагрузке должно проводиться с использованием тренировочных воздействий различной двигательной направленности.

Дальнейшие перспективы исследований. Планируется в дальнейшем с помощью биохимических показателей и показателей газоанализа вносить своевременную коррекцию в тренировочный процесс для повышения работоспособности спортсменов в зависимости от направленности тренировочного процесса, с учетом индивидуальных резервов и возможностей организма для достижения высоких спортивных результатов и сохранения здоровья спортсменов.



Рис. 1. Изменение величины взаимосвязи РАП (%) с максимальными показателями газоанализа (n=11; r>0,553 при p>0,05)

Таблица 1

Реакция кардиореспираторной системы квалифицированных спортсменов-лыжников на выполнение нагрузки ступенчато повышающейся мощности, $\bar{X} \pm m$

Показатель		Значение
Реализация аэробного потенциала, ($VO_{2max}/кг$ (реальная)/ $VO_{2max}/кг$ (модель), %	РАП	82,38±9,49
Максимальная мощность работы на 1 кг массы тела, Вт·кг ⁻¹	W_{max}/M	4,89±0,31
Объем максимального потребления кислорода на 1 кг массы тела, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	$VO_{2max}/кг$	60,04±5,63
Объем максимального выделения углекислого газа на кг массы тела, мл·мин ⁻¹ ·кг ⁻¹	$VCO_{2max}/кг$	65,77±7,69
Максимальный уровень легочной вентиляции, л·мин ⁻¹	V_{Emax}	156,82±24,57
Кислородный эквивалент, у. е.	EQO_{2max}	35,53±3,87
Дыхательный объем, мл·кг ⁻¹	V_{Tmax}	38,56±7,62
Частота дыхания, дв.·мин ⁻¹	f_{Tmax}	59,00±10,82
Кислородный пульс, мл·уд. ⁻¹	$VO_2/ЧСС$	22,03±2,62
Дыхательный коэффициент	RQ_{max} нагруз.	1,09±0,04
	RQ_{max} востанов.	1,17±0,10
Частота сердечных сокращений макс., уд.·мин ⁻¹	$ЧСС_{нагруз.}$	192,63±5,92
	$ЧСС_{max}$ вост.	134,3±10,1
Максимальная концентрация лактата в крови, ммоль·л ⁻¹	La_{max}	12,63± 7,02
Соотношение максимальной мощности нагрузки и максимальной концентрации лактата в крови, Вт·ммоль ⁻¹ ·л	W_{max}/La_{max}	32,20±14,84

Литература:

1. Астранд П. О. Факторы, обуславливающие выносливость спортсмена / П. О. Астранд // Журнал Спортивной Медицины. – 1994. – № 1. – С. 43–58.
2. Лисенко О. М. Проявления энергетичних можливостей кваліфікованих спортсменів, зумовлене індивідуальними особливостями їх фізіологічної реактивності / О. М. Лисенко // Фізіологічний журнал. – 1998. – Т. 44., № 3. – С. 270–271.
3. Лисенко О. М. Особливості мобілізації анаеробних механізмів енергозабезпечення при виконанні максимальних фізичних навантажень у спортсменів з різною спрямованістю процесу довгострокової адаптації / О. М. Лисенко // Доповіді Національної академії наук України, 2000. – № 8. – С. 195–198.
4. Лысенко Е. Н. Ключевые направления оценки реализации функциональных возможностей спортсменов в процессе спортивной подготовки / Е. Н. Лысенко // Наука в олимпийском спорте, 2006. – № 2. – С. 70–77.

Таблиця 2
 Індивідуальні особливості метаболічного забезпечення максимального рівня реакції кардіореспіраторної системи на навантаження ступенчато підвищуючоїся потужності

Спортсмен №	РАП, %	W _{max} /кг, Вт·кг ⁻¹	VO _{2max} /кг, мл·мін ⁻¹ ·кг ⁻¹	VCO _{2max} /кг, мл·мін ⁻¹ ·кг ⁻¹	RQ _{нагруз.} , у. е.	RQ _{востр.} у. е.	V _{Еmax} ² л·мін ⁻¹	V _{Тmax} ² мл·кг ⁻¹	f _{Тmax} ² дв.·мін ⁻¹	EQO _{2max} ² у. е.	ЧСС _{max} уд.·мін ⁻¹	VO _{2max} /ЧСС _{max} мл·уд ⁻¹
	93,8	5,22↑	67,0↑	75,51	1,13	1,29	172↑	54,68↑	44↓	34,8	194	24,9↑
2	93,1	4,85	59,5	66,35	1,08	1,12	195	34,54↓	71↑	40,4	194	24,5↑
3	92,9	5,22	59,8	67,57	1,13	1,28	157	56,0↑	40,65	36,5	196	21,1↓
4	92,5	5,48	65,2↑	73,34	1,12	1,26	192	39,63↓	61↑	36,0	195	26,4↑
5	84,6	4,56	60,4↑	67,57	1,07	1,27	150	34,19↓	61↑	30,8	184	23,6↑
6	82,4	4,93	58,1	62,63	1,09	1,2	141	34,67↓	56↑	30,6	182	23,2↑
7	76,3	4,76	58,1	63,33	1,07	1,09	139↓	47,85	43	34,5	192	20,3↓
8	76,1	4,97	60,1↑	66,30	1,1	1,16	164↑	31,72↓	81↑	40,4	204	19,5↓
9	72,5	4,73↓	68,7↑	72,82	1,06	1,10	145↓	40,57↓	60↑	33,7	196	21↓
10	72,3	4,54↓	55,0↓	60,34	1,08	1,08	161	38,39↓	62↑	42,3	200	18,4↓
11	69,7	4,78	48,5↓	47,46	1,12	1,26	109↓	27,28↓	54↑	30,4	185	19,4↓

Таблиця 3

Концентрация лактата в крови при выполнении квалифицированными спортсменами-лыжниками нагрузки ступенчато повышающейся мощности

Спортсмен №	La _{10'}	La _{3'}	ΔHLа	W _{max} /La _{max} , Вт·ммоль ⁻¹ ·л
1	18,4	13,5	-4,9	20,43↓
2	13,7	13,1	-0,6	26,72
3	14,2	4,05	-10,15	25,35
4	15,1	13,1	-2,0	28,68
5	7,7	5,26	-2,44	42,60
6	27,9	16,45	-11,45	12,90↓
7	17,1	10,2	-6,9	18,65↓
8	6,59	6,03	-0,56	48,25
9	5,08	11,0	+5,92	25,82↓
10	14,88	13,88	-1,0	20,43
11	8,33	4,85	-3,48	42,50

Примечание: La_{10'}, La_{3'} – концентрация лактата в крови на десятой секунде и третьей минуте восстановительного периода соответственно, ммоль·л⁻¹; ΔHLа – показатель утилизации лактата, (La_{10'} – La_{3'}).

Таблиця 4

Связь показателя реализации аэробного потенциала (РАП, %) с результатами прохождения спортсменами дистанций различной протяженности на лыжах-роллерах, с

Спортсмен №	РАП, %	Соревновательная дистанция, м							
		200		400		3500		8000	
		результат	место	результат	место	результат	место	результат	место
1	93,8	8,0	1	7,02	6	8,32	1	4,60	10
2	93,1	8,0	1	7,27	2	8,32	1	4,74	6
3	92,9	7,69	5	7,14	4	8,16	4	4,70	7
4	92,5	7,69	5	7,02	16	8,24	3	4,82	3
5	84,6	7,69	5	6,89	11	8,06	9	3,70	29
6	82,4	8,0	1	7,02	6	8,30	2	4,57	12
7	76,3	7,69	5	7,14	4	7,79	16	4,76	4
8	76,1	7,41	12	6,77	13	8,12	8	4,66	8
9	72,5	7,14	19	6,53	19	8,16	4	4,34	12
10	72,3	7,40	18	6,67	12	8,24	3	4,30	13
11	69,7	7,41	12	6,47	22	7,69	5	4,64	9

5. Мищенко В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. Е. Виноградов. – К. : Науковий світ, 2007. – 350 с.

6. Михайлов С. С. Спортивная биохимия / С. С. Михайлов. – М. : Советский спорт, 2004. – 220 с.

7. Павлов С. Е. Адаптация / С. Е. Павлов. – М. : Паруса, 2000. – 282 с.

8. Слимейкер Р. Серьезные тренировки для спортсменов на выносливость / Р. Слимейкер, Р. Браунинг. – Мурманск : Тулома, 2007. – 233 с.

9. Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость / П. Янсен. – Мурманск : Тулома, 2006. – 160 с.

10. Donovan C. . Endurance training affects lactate clearance, not lactate production / C. M. Donovan, G. A. Brooks // Am. J. Physiol. – 1983. – № 244. – С. 83–92.