

ARTIGO ORIGINAL (ORIGINAL INVESTIGATION)

RESPOSTAS DOS TREINAMENTOS AERÓBICO E DE FORÇA NO VO₂máx

AEROBIC AND STRENGTH TRAINING RESPONSES IN THE VO₂max

Sandro Fernandes da Silva^{1,2,3}, Cíntia Campolina Duarte Rocha^{1,2}, Pilar Sánchez Collado¹, José Antonio De Paz¹

¹ Universidad de León / León- España;

² Universidade Vale do Rio Verde (UNINCOR) / Pará de Minas - MG- Brasil;

³ Universidade de Itaúna / Itaúna-MG-Brasil.

Address for correspondence:

Sandro Fernandes da Silva

Endereço: R- Alagoas, nº 40. Bairro- São José.

Pará de Minas, MG.

CEP- 35660-119

sandrofs@uit.br / sfers@unileon.es

Submitted for publication: june 2007

Accepted for publication: november 2007

Resumo

SILVA, S. F.; ROCHA, C. C. D.; COLLADO, P. S.; PAZ, J. A. Respostas dos treinamentos aeróbico e de força no VO₂máx. Brazilian Journal of Biomotricity. v. 1, n. 4, p. 103-113, 2007. O treinamento de força produz melhoras no músculo esquelético como à hipertrofia muscular, já o treinamento aeróbico produz um aumento no numero e no tamanho das mitocôndrias. O objetivo foi verificar as respostas dos treinamentos aeróbico e de força nas variáveis aeróbicas. O estudo foi composto de 3 grupos. O Grupo Aeróbico (G1) que executou 6 semanas de treinamento de aeróbico, o Grupo Força (G2) que fez um programa de 6 semanas de treinamento de força e o Grupo Controle (GC). As avaliações do estudo ocorreram em dois momentos: antes do treinamento e na semana 6. Avaliamos o VO₂MAX, a potencia mecânica e o IErg. O G1 apresentou diferenças significativas em todas as variáveis analisadas, enquanto o G2 apresentou diferença significativa no VO₂MAX tanto absoluto como relativo. O estudo encontrou um aumento mais marcado nas prestações aeróbicas como resposta do treinamento aeróbico em relação ao de força.

Palavras Chaves: Treinamento Aeróbico, Treinamento de Força, Prestações Aeróbicas, Interferência Negativa.

Abstract

SILVA, S. F.; ROCHA, C. C. D.; COLLADO, P. S.; PAZ, J. A. Aerobic and strength training responses in the VO_{2max} . Brazilian Journal of Biomotricity. v. 1, n. 4, p. 103-113, 2007. The strength training produces improvements in the skeletal muscle as to the muscular hypertrophy, already the aerobic training produces an increase in the number and in the size of the mitochondria. The objective was verifying the answers of the aerobic training and of force in the aerobic variables. The study was composed of 3 groups. The Aerobic Group (G1) that performed 6 weeks of training of aerobic, the Strength Group (G2) that did a program of 6 strength training weeks and the Group Control (GC). The evaluations of the study occurred in 2 moments: before of the training and in the week 6. We evaluate the VO_{2MAX} , to mechanical power and the I_{Erg}. The G1 presented significant differences in all the variables analyzed, while the G2 presented significant difference in the VO_{2MAX} . The study found an increase more marked in the aerobic instalments as answer of the aerobic training regarding the of force.

Keywords: Aerobic training, Strength Training, Aerobic Instalments, Negative Interference.

Introdução

Por atividade física entende-se qualquer movimento corporal produzido pelos músculos esqueléticos que supõe um aumento significativo do consumo ou gasto energético. Por tanto a atividade física é uma conduta complexa que, ainda que resulte difícil medir, pode ser avaliada direta ou indiretamente segundo o gasto energético que produz: tarefas de casa e cotidianas, atividades laborais, condicionamento geral, prática de esportes, etc. (CASPERSEN et al., 1985).

Desde 1927 os fisiologistas do exercício associam os limites da resistência humana com a habilidade de consumir grandes volumes de oxigênio durante esforços máximos, Por isso o VO_{2max} é uma das medidas, mas comuns realizadas em laboratórios de Fisiologia do Exercício e de Medicina do Esporte, sendo geralmente aceito como a melhor medida do limite funcional do sistema cardiovascular central e periférico (GONZÁLEZ-ALONSO e CALBET, 2003) sendo comumente, interpretado como um índice de saúde cardiorrespiratória. Em razão disto o VO_{2max} é um parâmetro primordial em estudos experimentais desenhados para avaliar os efeitos do treinamento e destreinamento, exposição à altitude e poluição, o no uso de ajudas ergogênicas. Em definitiva o VO_{2max} se descreve como uma característica fisiológica básica (SILVA e OLIVEIRA, 2004).

Durante os últimos anos, o treinamento de força tem conhecido um grande desenvolvimento especialmente em razão dos notáveis avanços do treinamento. Hoje em dia se considera essencial na prática da maioria dos esportes, como necessidade de completar o treinamento como uma preparação física específica (BIRD et al., 2005).

A força se utiliza para frear uma resistência ou superá-la. Podemos definir a força, como a capacidade de produzir uma tensão intramuscular e pode manifestar-se de forma estática, quer dizer, sem deslocamento nem movimento aparente, como oposição a uma resistência o bem de forma dinâmica, neste caso com encurtamento (ações excêntricas) ou alongamento dos músculos (ações excêntricas) (KNUTGEN e KRAEMER, 1997).

Em suas manifestações essenciais, a força depende de diferentes fatores especialmente dois: a) Musculares: A seção transversal das fibras musculares, tipo de fibras e porcentagens de cada tipo de fibra; b) Nervosos: O número de unidades motoras recrutadas para a ação, sincronização da atividade dos músculos agonistas e relaxamento dos músculos antagonistas (BIRD et al., 2005).

O treinamento de força envolve exercícios intermitentes de curta duração usando altas cargas, resultando em uma hipertrofia muscular e em um aumento da força, como pouca ou nenhuma melhora no $VO_2\text{max}$ (CHROMIAK e MULVANEY, 1990).

Em razão do anteriormente comentado o trabalho visa avaliar as adaptações que o treinamento de força e aeróbico pode provocar na capacidade aeróbica máxima, já que as adaptações metabólicas que ocorrem no músculo esquelético geralmente não são compatíveis com um aumento do $VO_2\text{max}$ em resposta aos dois treinamentos propostos.

Metodologia

- Sujeitos: Participaram do estudo 33 jovens do sexo masculino estudantes do curso de Educação Física da Universidade de Itaúna, sendo que eles não eram praticantes de esportes de caráter competitivo. Cada sujeito foi informado sobre os riscos e benefícios do estudo, eles conheciam seu direito de retirar-se do estudo em qualquer momento, e posteriormente assinaram um consentimento livre e esclarecido aprovado pelo comitê de ética da Universidade de Itaúna. Os voluntários do estudo foram divididos em 3 grupos, sendo 11 em cada grupo, estes grupos foram denominados como Grupo Controle (GC), Grupo Aeróbico (G1) e Grupo Força (G2). As características físicas de cada um dos grupos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Características Físicas

Grupo	n	Idade (anos)	Altura (cm.)	Peso (Kg)	%G
GC	11	22, 27 ± 4,15	172,45 ± 5,83	72,34 ± 7,12	11,27 ± 4,83
G1	11	23,90 ± 2,53	175,86 ± 3,86	74,03 ± 5,80	12,33 ± 7,03
G2	11	21,54 ± 1,63	176,91 ± 5,78	73,72 ± 6,47	11,08 ± 2,98

- Avaliação: Em nosso estudo o $VO_2\max$ foi avaliado e estimado em 2 momentos, para apontar as diferenças que cada tipo de treinamento poderia ou não influir na capacidade aeróbica máxima.

Os procedimentos para a realização e determinação da capacidade aeróbica foi o seguinte: Os avaliados chegavam ao laboratório e descansavam durante 5 minutos em uma maca, para a obtenção da frequência cardíaca em repouso, ao final de este tempo, começavam a pedalar com uma frequência de 60 rpm sem carga durante 8 minutos, em seguida por mais 4 minutos continuavam pedalando com a mesma frequência, mas com uma carga de 25 watts. Ao final deste aquecimento os sujeitos descansavam mais 2 minutos e começavam o teste para identificar e estimar o $VO_2\max$ através do protocolo proposto por Astrand y Rodahl (1987). O protocolo é progressivo, realizado em cicloergometro da marca MAX®, com incrementos de resistência progressiva que vão de 0 a 7 Kpm. A frequência de pedaladas foi de 60 rpm e aumentos de 50 watts a cada 3 minutos, o teste foi executado até o esgotamento dos sujeitos. O $VO_2\max$ é expresso em $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ e a equação para estimar o VO_2 : $VO_2\max = (watts \times 12 + 300) / peso \text{ corporal}$, Watts carga máxima al final do teste.

As avaliações foram realizadas em 2 momentos do estudo, sendo a primeira antes de começar os treinamentos (momento 1), a segunda no final de 6 semanas de treinamento (momento 2).

- Treinamento: O Grupo Aeróbico (G1) executou 6 semanas de treinamento aeróbico. O Grupo Força (G2) realizou 6 semanas de treinamento de força. As intensidades e duração de cada um dos programas de treinamento estão descritos nas tabelas 2 e 3.

Para a análise estatística foi utilizado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, para verificação da distribuição da amostra. Além de utilizarmos o teste estatístico ANOVA de um fator para comprovação estatística com a utilização do teste estatístico *Post-Hoc* de Turkey, para verificar as diferenças entre os grupos e os momentos. Na análise em cada um dos grupos foi utilizado o Teste T para amostras pareadas, sendo que para comprovar a diferença significativa foi utilizado $p \leq 0,05$.

Tabela 2 - Programação do Treinamento Aeróbico

Semanas	Nº de Sessões	Tempo de Duração (minutos)	Intensidade FC	Intensidade VO ₂ max.
0-2	10	45-60 minutos	60-70%	50-60%
2-4	10	45-60 minutos	70-80%	60-70%
4-6	10	45-60 minutos	80-90%	70-80%

Tabela 3 - Programação do Treinamento de Força

Semanas	Nº de Sessões	Nº de Series	Intensidade de Trabalho (% 1RM)	Intervalo de Descanso
0-2	10	4 x 12	60-70%	60 segundos
2-4	10	4 x 10	70-80%	90 segundos
4-6	10	4 x 8	80-90%	120 segundos

Resultados

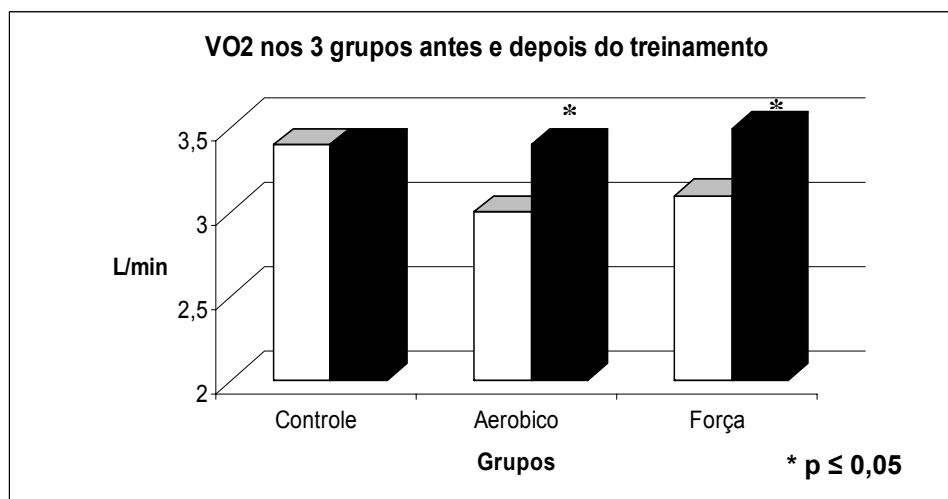
Os valores encontrados no teste ergométrico para identificar o VO₂max e suas respectivas variáveis como o VO₂max relativo (ml.kg⁻¹.min⁻¹), o VO₂max absoluto (L.min⁻¹), a potencia mecânica (watts) e o índice ergométrico (W/Kg), estão descritos na tabela 4.

O G1 (Grupo Aeróbico) apresentou diferenças significativas em todas as variáveis analisadas. Enquanto o G2 (Grupo Força) apresentou diferença significativa no VO₂max tanto no relativo como no absoluto. O GC (Grupo Controle) e não apresentou diferenças significativas nas variáveis estudadas.

Tabela 4 - Variáveis Analisadas no teste Ergométrico

Grupos	GC		G1		G2	
	1	2	1	2	1	2
VO ₂ Relativo (ml/kg ⁻¹ /min ⁻¹)	53,34±2,95	53,75±2,61	47,86±7,84	54,09±6,19 ^a	50,84±5,91	56,76±6,03 ^e
VO ₂ Absoluto (L/min ⁻¹)	3,41±0,34	3,42±0,34	3,08±0,46	3,46±0,36 ^b	3,19±0,52	3,57±0,49 ^f
Potencia (Watts)	236,36±43,1	236,36±43,1	231,81±38,7	263,36±30, ^o	236,36±45,2	250,00±31,6
IErg (W.Kg ⁻¹)	3,66±0,40	3,68±0,39	3,60±0,65	4,11±0,50 ^d	3,75±0,47	4,00±0,62

- a - Diferença** estatisticamente significativa dentro do grupo G1 entre os Momentos 1-2 $p \leq 0,05$;
b - Diferença estatisticamente significativa dentro do grupo G1 entre os Momentos 1-2 $p \leq 0,05$;
c - Diferença estatisticamente significativa dentro do grupo G1 entre os Momentos 1-2 $p \leq 0,05$;
d - Diferença estatisticamente significativa dentro do grupo G1 entre os Momentos 1-2 $p \leq 0,05$;
e - Diferença estatisticamente significativa dentro do grupo G2 entre os Momentos 1-2 $p \leq 0,05$;
f - Diferença estatisticamente significativa dentro do grupo G2 entre os Momentos 1-2 $p \leq 0,05$

**Gráfico 1** - VO₂max Absoluto nos 3 grupos comparação entre os testes

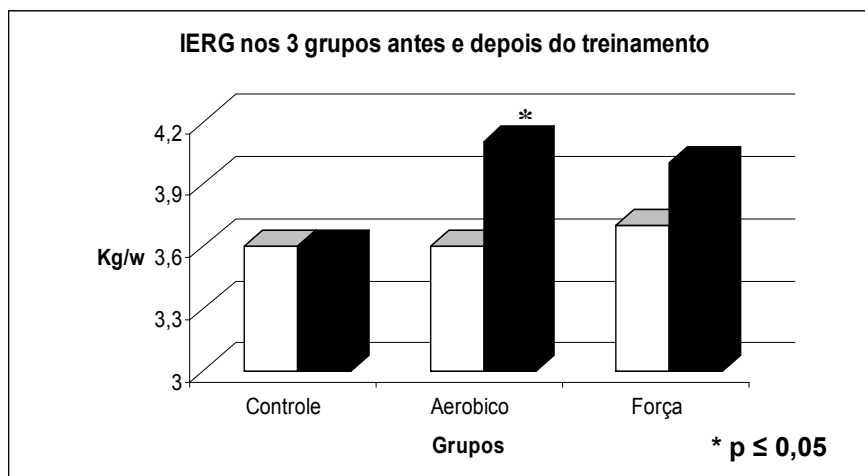


Gráfico 2 - IERG nos 3 grupos comparação entre os testes

Discussão

O $VO_2\text{max}$ reflete o limite da capacidade aeróbica no transporte e utilização do oxigênio em todo o corpo. Além de ser um parâmetro extensamente utilizado que evidencia a interação dos sistemas nervosos, cardiopulmonar e metabólico (DAY et al., 2003). No gráfico 1 demonstramos os valores do $VO_2\text{max}$ Absoluto em todos os grupos durante as 6 semanas do estudo.

Ao comparar nossos resultados com outros estudos observamos que são claramente inferiores aos achados por Bentley et al. (2001) ($4,85 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$), Mújika e Padilla (2001) ($5,01 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$) ambos em ciclistas profissionais. Mostrando que nossos sujeitos estão por debaixo dos valores de esportistas altamente treinados já que a capacidade aeróbica é fundamental para o bom desempenho em esportes de resistência como é o caso do ciclismo. Lucía et al. (1998; 2002), dizem que o índice ergométrico (Ierg) é uma variável mais importante que a potencia mecânica para determinar a eficiência de durante o teste ergométrico. Outros estudos também apontam a grande diferença que existe entre os resultados que encontrados com os de ciclistas profissionais (CHICHARRO et al., 1999; BENTLEY et al., 2001; CLEUZIOU et al., 2005). Mas esta grande diferença além do nível de treinamento e o conhecimento e experiência no ergômetro (ASHE et al., 2003), as diferenças nos protocolos também podem explicar estas discrepâncias.

Quando comparamos com valores de estudos realizados com populações não treinados observamos que nossos sujeitos possuem uma boa condição aeróbica, como vemos ao contrastá-los com os estudos de Kohler e Boutellier (2004) em que encontraram um $VO_2\text{max}$ de $2,39 \text{ L}\cdot\text{min}$.

Quando relativizamos o $VO_2\text{max}$ com respeito à massa corporal, quer dizer, em termos relativos (tabela 4), notamos que as diferenças se mantiveram com os grupos treinados, já que os sujeitos do estudo de Bentley et al., (2001) alcançaram $62,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, em quanto os nossos grupos experimentais apresentaram uma media de $50,68 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, que elucida que mesmo em

termos relativos nossos sujeitos possuem uma baixa condição aeróbica com respeito a sujeitos altamente treinados.

Depois de seis semanas de treinamento aeróbico observamos incrementos significativos (ao redor de 12%) em todas as variáveis estudadas (VO_2 max Absoluto e Relativo, potencia mecânica e do índice ergométrico) no Grupo Aeróbico (G1). Estes achados coincidem com o que afirmam Holloszy e Coyle (1984), de que o treinamento aeróbico provoca um aumento na capacidade de gerar potencia mecânica em uma prova ergométrica máxima. Bell et al., (2000) comentam que o treinamento aeróbico produz câmbios na atividade metabólica das enzimas presentes no metabolismo aeróbico. Calbet (1998) afirma que o treinamento aeróbico produz adaptações, como o aumento do numero de mitocôndrias, o que faz exista um aumento no VO_2 e na potencia produzida, mas este aumento ocorre também em função da intensidade, frequência e tempo de treinamento. Lucia et al., (2000) explicam que o treinamento de endurance, se traduz em um cambio nas adaptações musculares que ocorre no recrutamento das unidades motoras. Dressendorfer et al. (2002) e Stoler et al. (2005) afirmam que um treinamento aeróbico com intensidades entre 60-80% do VO_2 max estimula o desenvolvimento das adaptações de este treinamento, como ocorreu com o G1.

O Grupo Força (G2) apresentou aumentos em torno de 9% nas variáveis analisadas (VO_2 max Absoluto e Relativo, potencia mecânica e do índice ergométrico), mas estes incrementos foram significativos no VO_2 max absoluto e relativo, mostrando que o treinamento de força pode não interferir negativamente e inclusive auxiliar no desenvolvimento aeróbico. Nossos resultados são similares aos descritos por Leveritt et al. (2003), que dizem que o treinamento de força pode não ajudar no acréscimo de variáveis aeróbicas. Os resultados que encontramos nos fazem pensar nas mesmas duvidas relatada por Tesch (1988) que diz que, ainda existem muitas controvérsias se o treinamento de força influi ou não na atividade metabólica das enzimas musculares. Dúvidas estas que Abernethy et al. (1994), afirmam não existir, confirmando que ocorre uma diminuição das enzimas especificas marcadoras da atividade contrátil do metabolismo aeróbico. Calbet et al. (1998), demonstram que o treinamento de força afeta a manutenção ou desenvolvimento do VO_2 , depois de seis semanas de treinamento de força. Nosso estudo encontrou que o treinamento de força pode ser suficiente para manter e incluso aumentar as prestações aeróbicas analisadas ao menos em sujeitos não treinados.

Conclusão

Com os resultados alcançados em nosso estudo concluímos que o treinamento aeróbico produz um incremento mais rápido e marcado no VO_2 max e em outras variáveis analisadas como a potencia mecânica e o índice ergométrico (IErg) do que o treinamento de força.

Nosso grupo de estudo recomenda ainda a analise de mais variáveis como as enzimas marcadoras do metabolismo aeróbico para verificar se existe ou não a

diminuição das mesmas e a influencia dos treinamentos sobre estas enzimas. Recomendamos ainda a inclusão de um programa de treinamento cruzado para confirmar a existência ou não da interferência negativa do treinamento de força sobre o aeróbico e do treinamento aeróbico sobre o de força.

Referências

ABERNETHY, P. J.; QUIGLEY, B. M. Concurrent strength and endurance training of the elbow extensors. *J. Strength Cond. Res.*, v. 7, p. 234-240, 1993.

ASHE, M. C.; SCROOP, G. C.; FRISKEN, P. I.; AMERY, C. A.; WILKINS, M. A.; KHANI, K. M. Body position affects performance in untrained cyclists. *Br. J. Sports Med*, v. 37, p. 441-444, 2003.

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. *Fisiología del trabajo físico: bases fisiológicas del ejercicio*. 2ª ed. Buenos Aires:Editorial Panamericana, 1986.

BELL, G. J.; SYROTUIK, D.; MARTIN, T. P.; BURNHAM, R. M.; QUINNEY, H. A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 81, p. 418-427, 2000.

BENTLEY, D.; MCNAUGHTON, L. R.; BATTERHAM, A. M. Prolonged stage duration during incremental cycle exercise: effects on the lactate threshold and onset of blood lactate accumulation. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 85, p. 351-357, 2001.

BIRD, S. P.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. A review of the acute programme variables. *Sports Med*, v. 35, n. 10, p. 841-851, 2005.

CALBET, J. A. L. Factores determinantes de la resistencia cardiorrespiratoria: Papel del aparato respiratorio. *Arch. Med. Deporte*, v. 63, p. 47-58, 1998.

CALBET, J. A. L.; DORADO GARCÍA, C.; SANCHIS MOYSI, J.; CORTADELLAS IZQUIERDO, J.; FERRAGUT FIOL, C. Mejora de la eficiencia energética en ciclismo con el entrenamiento de fuerza. *Arch. Med. Deporte*, v. 63, p. 17-22, 1998.

CASPERSEN, C. J.; POWELL, K. E.; CHRISTENSON, G. M. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep.* v. 100, n. 2, p. 126-131, 1985.

CHICHARRO, J. L.; CARVAJAL, A.; PARDO, J.; PÉREZ, M.; LUCIA, A. Physiological parameters determined of OBLA vs. A fixed heart rate of 175 beats .min⁻¹ in an incremental test performed by amateur and professional cyclists. *Japanese J. Physiol.* v. 49, p. 63-69, 1999.

CHROMIAK, J. A.; MULVANEY, D. R. A review: the effects of combined strength and endurance training on strength development. *J. Appl. Sport Sci. Res.* v. 4, p. 55-60, 1990.

CLEUZIQU, C.; PERREY, S.; LECOQ, A. M.; CANDAU, R.; COURTEIX, D.; OBERT, P. Oxygen uptake kinetics during moderate and heavy intensity exercise in humans: The influence of hypoxia and training status. *Int. Journal Sports Med.* v. 26, n. 5, p. 356-362, 2005.

DAY, J. R.; ROSSITER, H. B.; COATS, E. M.; SKASICK, H.; WHIPP, B. J. The maximally attainable VO_2 during exercise in humans: the peak vs maximum issue. *J. Appl. Physiol.* v. 95, p. 1901-1907, 2003.

DRESSENDORFER, R. H.; PETERSEN, S. R.; MOSS-LOVSHIN, S. E.; HANNON, J. L.; LEE, S. F.; BELL, G. J. Performance enhancement with maintenance of resting immune status after intensified cycle training. *Clin. J. Sports Med.* v. 12, n. 5, p. 301-307, 2002.

GÓNZALEZ-ALONSO, J.; CALBET, J. A. L. Reductions in systemic and skeletal blood flow and oxygen delivery limit maximal aerobic capacity in humans. *Circulation*, v. 107, p. 824-830, 2003.

HOLLOSZY, J. O.; COYLE, E. F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J. Appl. Physiol.* v. 56, p. 831-838, 1984.

KNUTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. Terminology and measurements in exercise performance. *J. Appl. Sports Sci. Res.* v. 1, p. 1-10. 1997.

KOHLER, G.; BOUTELLIER, U. Glycogen reduction in non-exercising muscle depends on blood lactate concentration. *Eur. J. Appl. Physiol.* v. 92, n. 4-5, p. 548-554, 2004.

LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J.; BARRY, B.; LOGAN, P. Concurrent strength and endurance training: the influence of dependent variable selection. *J. Strength Cond. Res.* v. 17, n. 3, p. 503-508, 2003.

LUCIA, A.; PARDO, J.; DURÁNTEZ, A.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J. L. Physiological differences between professional and elite road cyclists. *Int. J. Sports Med.* v. 19, p. 342-348, 1998.

LUCIA, A.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J. L. The slow component of VO_2 in professional cyclists. *Br. J. Sports Med.* v. 34, p. 367-374, 2000.

LUCIA, A.; HOYOS, J.; SANTALLA, A.; PEREZ, M.; CHICHARRO, J. L. Kinetics of VO_2 in professional cyclists. *Med. Sci. Sports Exerc.* v. 34, n. 2, p. 320-325, 2002.

MÜJKA, I., PADILLA, S. Physiological and performance characteristics of male professional road cyclists. *Sports Med.* v. 31, n. 7, p. 479-487, 2001.

SILVA, A. E. L.; OLIVEIRA, F. R. Consumo de oxigênio durante o exercício físico: Aspectos temporais e ajustes de curvas. *Rev. Bras. Cine. Des. Hum.* v. 6, n. 2, p. 73-82, 2004.

STOLER, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* v. 35, n. 6, p. 501-536 2005.

TESCH, P. Skeletal muscle adaptations consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* v. 20, p. S132-S134, 1988.