

TAXA DE DECLÍNIO DO LACTATO SANGÜÍNEO APÓS EXERCÍCIO EM BICICLETA ERGOMÉTRICA EM INDIVÍDUOS TREINADOS EM ENDURANCE E EM NÃO TREINADOS

RATE OF DECLINE IN BLOOD LACTATE AFTER CYCLING EXERCISE IN ENDURANCE-TRAINED AND -UNTRAINED SUBJECTS

David R. Basset junior ¹
Peter W. Merrill ¹
Francis J. Nagle ¹
James C. Agre ¹
Renan M. F. Sampedro ²

¹ Laboratório de Biodinâmica da Universidade de Wisconsin-Madison.

² Laboratório de Pesquisa e Ensino do Movimento Humano - UFSM.

Resumo

O propósito deste estudo foi o de comparar a taxa de declínio do nível de lactato sangüíneo (La) em nove indivíduos treinados [(VO₂ max.) 65,5 ± 3,3 ml kg⁻¹ min⁻¹] e oito destreinados [(VO₂ max.) 42,2 ± 1,0 ml kg⁻¹ min⁻¹], todos do sexo masculino, durante recuperação passiva após um exercício com duração de 3 minutos. Todos os indivíduos, treinados e não treinados pedalarão a 85% e 80% do seu VO₂ max., respectivamente, de forma a produzir um pico similar de concentração de La sangüíneo. Vinte amostras de sangue venoso arterializado foram retiradas de uma veia da mão aquecida, durante 60 minutos de recuperação, e analisadas em um analisador automático de La. Os dados foram então ajustados em uma função biexponencial, a qual descrevia aproximadamente os dados observados (r = 0,97 - 0,98). Não foram encontradas diferenças no coeficiente que exprime a taxa de declínio do La sangüíneo para os grupos de indivíduos treinados e não treinados (0,0587 ± 0,0111 vs 0,0579 ± 0,0100, respectivamente). No entanto, pôde-se observar que os indivíduos treinados demonstraram um tempo menor para atingir o pico de La (p = 0,01), que pode ser um indicativo de um efluxo mais rápido de remo-

Abstract

The purpose of this study was to compare the rate of decline in blood lactate (La) levels in nine trained men [maximal O₂ consumption (VO₂ max.) 65.5 ± 3.3 ml kg⁻¹ min⁻¹] and eight untrained men (VO₂ max. 42.2 ± 2.8 ml kg⁻¹ min⁻¹) during passive recovery from a 3-min exercise bout. Trained and untrained subjects cycled at 85 and 80% VO₂ max., respectively, to produce similar peak blood La concentrations. Twenty samples of arterialized venous blood were drawn from a heated hand vein during 60 min of recovery and analyzed in an automated La analyzer. The data were then fitted to a biexponential function, which closely described the observed data (r = 0.97 - 0.98). There was no difference in the coefficient expressing the rate of decline in blood La for trained and untrained groups (0.0587 ± 0.0111 vs. 0.0579 ± 0.0100, respectively). However, trained subjects demonstrated a faster time-to-peak La (P = 0.01), indicative of a faster efflux of La from muscle to blood. Thus the rate of decline in blood La after exercise does not appear to be affected by training.

ção do La do músculo para o sangue. Assim sendo, a taxa de declínio do La sanguíneo após exercício, aparentemente não é afetada pelo treinamento. O declínio mais rápido relatado previamente em estudos com indivíduos treinados, pode ter ocorrido pelo uso de curvas lineares ao invés da biexponencial, para a análise dos dados.

Palavras Chaves: Cinética do lactato; recuperação; treinamento; quociente respiratório.

1. Introdução

Por muitos anos, investigadores têm se preocupado com os fatores que afetam a taxa de declínio do lactato sanguíneo (La) após exercícios intensos. Por exemplo, alguns demonstraram que as concentrações de lactato sanguíneo diminuem mais rapidamente se um exercício leve é executado durante a fase de recuperação (BELCASTRO & BONEN, 1975; BONEN & BELCASTRO, 1976; DAVIES et alii. 1970; GISOLFI et alii. 1966; HERMANSEN & STENSVOLD, 1972; McGRAIL, et alii. 1978; McMASTER et alii. 1989; NEWMAN et alii. 1937; RAMMAL & STROM, 1949). Durante as atividades de recuperação (30 - 70% VO₂ max.) o La é utilizado como um substrato para o metabolismo oxidativo, aumentando assim, a taxa de remoção do La do sistema circulatório.

Vários autores sugeriram que a diminuição do La sanguíneo também é influenciada pelo estado de treinamento (BELCASTRO & BONEN, 1975; BONEN & BELCASTRO, 1976; FREUND & GENDRY, 1978; McGRAIL et alii. 1978). Em função do aumento da capacidade oxidativa observada com o treinamento de endurance, acredita-se que o treinamento é capaz de aumentar a habilidade do músculo esquelético de remover o La do sangue. Além do mais, estudos de infusão em animais, indicam que o treinamento aumenta a remoção do La durante exercícios em "steady-state" (DONOVAN & BROOKS, 1983; FREMINET, POYART et alii. 1975), e durante a hyperlactecemia de repouso (DONOVAN & PAGLIASSOTTI, 1989; DONOVAN & PAGLIASSOTTI, 1990).

Estudos humanos que examinaram os efeitos do treinamento na taxa de declínio do La

The faster decline previously reported for trained subjects may be due to the use of a linear rather than a biexponential curve fit.

Key Words: lactate kinetics; recovery; training; respiratory quotient.

sangüíneo encontraram resultados conflitantes. EVANS & CURETON (1983) não encontraram diferenças no desaparecimento do La durante a recuperação passiva, após exercício com cargas máximas. No entanto, BELCASTRO & BONEN (1975); BONEN & BELCASTRO (1976); MCGRAIL et alii. (1978) relataram que indivíduos treinados para endurance apresentavam um declínio significativamente mais rápido no La sangüíneo.

Alguns dos estudos que se preocuparam em examinar o treinamento e o desaparecimento do La sangüíneo, utilizaram regressões lineares para a análise dos dados (BELCASTRO & BONEN, 1975; BONEN & BELCASTRO, 1976; McGRAIL, et alii. 1978). Isto pode introduzir erro, porque os dados do La sangüíneo durante a recuperação são mais aproximados de uma equação biexponencial. Imediatamente após o exercício, o La sangüíneo aumenta a medida que ocorre o efluxo do músculo esquelético que estava previamente em atividade. Depois de 2 a 12 minutos, o nível de La sangüíneo atinge o seu pico máximo, e começa a diminuir exponencialmente (MARGARIA, et alii. 1933). Enquanto a regressão linear leva em consideração em torno de 80% da variância da concentração do La sangüíneo, a equação biexponencial aproxima-se de uma estimativa de 99% da variância na curva de evolução durante todo o período de recuperação (FREUND & ZOULOUMIAN, 1981).

No presente estudo examinou-se este problema em dois grupos de sujeitos, durante uma recuperação de 60 minutos após exercício em bicicleta ergométrica. Na tentativa de igualar o acúmulo de La, a carga de trabalho foi estabelecida a 85% do VO₂ max. para o grupo de indivíduos

treinados, e a 80% do VO₂ max. para o grupo dos não treinados. Os dados do La sangüíneo foram ajustados pelo uso de um modelo biexponencial (FREUND & ZOULOUMIAN, 1981a; FREUND, 1984; ZOULOUMIAN & FREUND, 1981a, 1981b), para comparar a constância das taxas que expressam o declínio do La sangüíneo para cada grupo.

2. Métodos

2.1. Sujeitos.

Participaram deste estudo dezessete indivíduos do sexo masculino (idades entre 18 e 35 anos). Antes do início do estudo foi obtido um consentimento com informações sobre o projeto, de todos os participantes. Nove dos indivíduos eram treinados aeróbicamente (VO₂ max. > 60 ml kg⁻¹ min⁻¹), enquanto os demais oito indivíduos, eram destreinados (VO₂ max. < 45 ml kg⁻¹ min⁻¹). O somatório das dobras cutâneas da perna, do abdômem e do peito foram determinadas pelo método de JACKSON & POLLOCK (1978). As características físicas dos indivíduos são apresentadas na Tabela 1.

2.2. Protocolo de Teste.

Inicialmente, cada um dos indivíduos realizou um teste gradual de tolerância, para determinar-se o VO₂ max., pedalando a 75 rpm em uma bicicleta ergométrica Monark equipada com fixadores para os pés. A frequência de trabalho foi acertada para 120 W para os dois primeiros minutos, e sofreu aumentos de 80 W a cada intervalo sucessivo de 2 minutos. O Consumo de Oxigênio (VO₂) foi monitorizado com a utilização de um

aparelho para medidas metabólicas da Beckmann (Metabolic cart), calibrado com gases de composição conhecida, através da técnica de avaliação com o uso de um micro-Scholander (SCHOLANDER, 1947).

No outro dia, os sujeitos foram submetidos a um teste em bicicleta de 3 minutos de duração, com uma carga de intensidade moderadamente estressante. A frequência de trabalho foi acertada para aproximadamente 80% do VO₂ max. dos indivíduos destreinados e 85% do VO₂ max. para os indivíduos treinados através de fórmulas padronizadas para a predição de VO₂ (ACSM, 1980). O VO₂ foi medido conforme descrito anteriormente.

2.3. Amostras sangüíneas.

Amostras sangüíneas arterializadas foram retiradas de uma veia, antes do teste, imediatamente após o exercício e em intervalos de 1,5 a 6 minutos, durante 60 minutos de recuperação. FORSTER, et alii. (1972) demonstraram que a concentração de La do sangue venoso arterializado é aproximadamente idêntica à que é encontrada em sangue arterial. Um catéter teflon de 22 mm. foi inserido em uma veia superficial da mão, utilizando-se ainda uma solução de soro salinico heparinizado fluindo no cateter para evitar a coagulação do sangue (1000 U/200 ml). Antes da coleta das amostras, a mão inteira foi aquecida por 10 minutos, de forma a fazer a temperatura da pele atingir entre 41-43 °C.

A manutenção da temperatura foi obtida com a utilização de uma luva convencional de aquecimento elétrico. O espaço morto do catéter e da válvula foram lavados com a retirada de 1,5 ml

TABELA 1. Características Fisiológicas da Amostra (Média ± D.P.)

	Treinados (n=9)	Destreinados (n=8)
Idade (anos)	26,4 ± 1,8	24,8 ± 0,5
Altura (cm)	182 ± 2	183 ± 3
Peso (kg)	72,3 ± 1,5	88,7 ± 5,4*
Somatório dobras cut. (mm)	22,8 ± 4,0	68,0 ± 18,9*
Vo ₂ max ml • kg ⁻¹ • min ⁻¹	65,5 ± 1,1	42,2 ± 1,0*

* Diferenças significantes (p < 0,05).

de sangue em uma seringa. Uma amostra de sangue de 0,5 ml era retirada em uma outra seringa, e 150µl foram imediatamente colocados em um tubo contendo sodium-fluoride (um antiglicolítico) e cetrimonium bromide (uma lisina de ação celular) e agitado. A amostra de 150µl foi então analisada para a medida de La, em um tempo de 1 a 4 minutos.

2.4. Análise do La.

As concentrações de La sanguíneo foram determinadas com a utilização de um analisador de La (modelo 23L, Yellow Springs Instruments, Yellow Springs, OH). O analisador foi calibrado com La padronizado a 0 mM e 5 mM. A linearidade da amplitude de operação foi verificada com um La padrão de 15 mM. O analisador automático de La demonstrou um coeficiente de correlação de 0,997, quando comparado com o método fotoenzimático da desidrogenase láctica-NAD (YELLOW SPRINGS INSTRUMENT CO., 1989).

2.5. Procedimentos de Ajuste da Curva.

As curvas de concentração do La sanguíneo durante a recuperação foram ajustadas a uma equação biexponencial. FREUND & ZOULOUMIAN (1981); FREUND et alii. (1984); ZOULOUMIAN & FREUND (1981a; 1981b), propuseram um modelo de dois compartimentos para representar as alterações do La sanguíneo durante a recuperação. Um compartimento representa a atividade anterior do músculo esquelético, enquanto o outro representa o espaço remanescente, através do qual ocorre a difusão do La. A concentração do La sanguíneo é expressa pela equação biexponencial:

$$La(t) = A_1(1 - e^{-y_1 t}) + A_2(1 - e^{-y_2 t}) + La(0) \quad (1)$$

onde $La(t)$ é a concentração de La em qualquer tempo t ; $La(0)$ é a concentração de La no final do exercício, e A_1 e A_2 (mM) são as amplitudes das funções exponenciais ajustadas (FREUND & ZOULOUMIAN, 1981a, 1981b); ZOULOUMIAN & FREUND (1981a; 1981b). O parâmetro y_1 (min^{-1}) nesta equação é a taxa constante que provavelmente expressa a efetividade da redistribuição do La do

músculo para o sangue; y_2 (min^{-1}) é a taxa constante que é influenciada por fatores que afetam a taxa de declínio no La sanguíneo (FREUND e ZOULOUMIAN, 1981b).

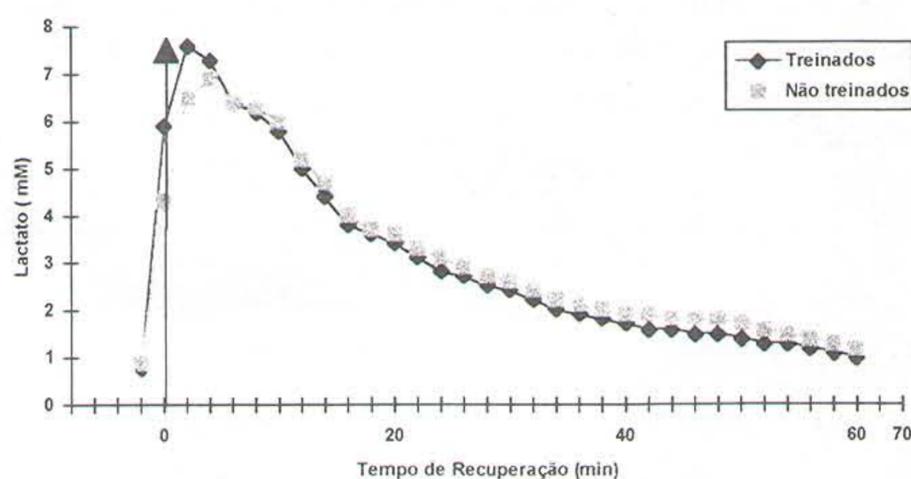
2.6. Estatística.

As diferenças entre os grupos nos parâmetros das curvas biexponenciais dos indivíduos treinados e não treinados foram analisadas através do teste t de Student para amostras independentes ($P < 0,05$). A percentagem da variância explicada pelo uso do ajuste da curva exponencial foi determinada através da correlação entre as concentrações de La sanguíneo observado e previsto para cada momento e ajustado pelo coeficiente de correlação do produto-momento de Pearson. As diferenças entre os grupos para atingir o pico de La foram analisadas pelo teste t de Student para amostras independentes ($P < 0,05$).

3. Resultados

As concentrações de La sanguíneo durante os 60 minutos de recuperação (Médias) são mostradas na Figura 1. O pico na concentração de La ocorreu a $2,8 \pm 0,4$ minutos após o exercício para os indivíduos treinados, e a $3,8 \pm 0,4$ minutos após o exercício para os não treinados. Esta diferença foi estatisticamente significativa ($P < .05$).

Figura 1. Lactato sanguíneo em indivíduos treinados e não treinados antes e após 3 min de exercício em bicicleta ergométrica (Médias)



As concentrações de La sanguíneo durante a recuperação foram ajustadas a uma equação biexponencial, da qual, os parâmetros são apresen-

TABELA 2. Características dos Ajustes na Curva Biexponencial para o Lactato Sangüíneo Arterializado em Curvas de Recuperação Individual (Média \pm D.P).

	A ₁ , mM	y ₁ , min ⁻¹	A ₂ , mM	y ₂ , min ⁻¹	La(0), mM	W(W)
Não Treinados	4,97 \pm 0,50	0.563 \pm 0,10	-8,59 \pm 0,43	0,0579 \pm 0,004	4,53 \pm 0,36	221 \pm 15
Treinados	3,93 \pm 0,72	0,785 \pm 0,11	- 8,93 \pm 0,84	0,0587 \pm 0,004	5,63 \pm 0,42	314* \pm 10

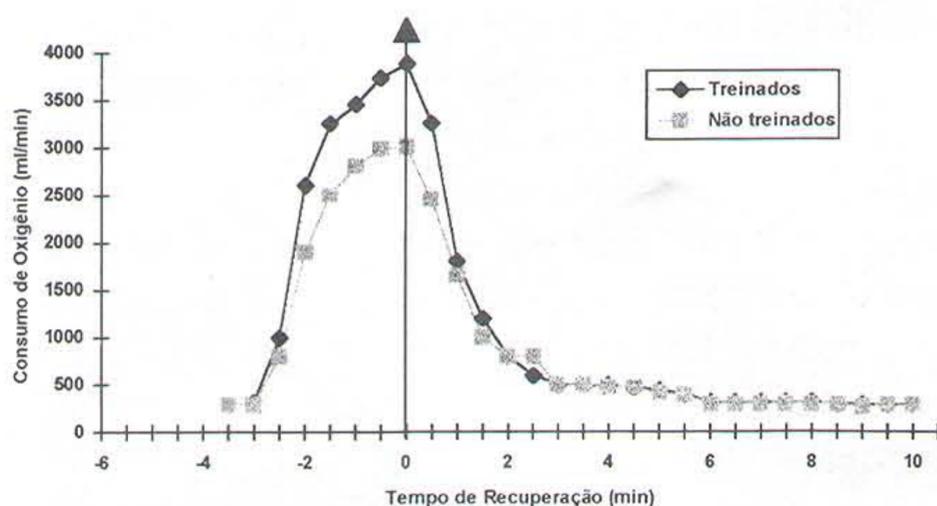
Valores são médias desvio padrão.

* significativamente diferente dos não treinados ($P < 0,05$)

tados na Tabela 2. O ajuste matemático da curva contribuiu com 94% da variância observada para os indivíduos treinados, e com 95% para os não treinados. A taxa constante que exprime a taxa de declínio do La sangüíneo, (y_2) não foi estatisticamente diferente ($P > 0,05$) entre os dois grupos. A metade dos tempos para a segunda taxa constante (y_2) foram $12,21 \pm 0,87$ (SE) e $12,24 \pm 0,68$ minutos para os grupos de treinados e não-treinados, respectivamente.

As curvas médias para o consumo de oxigênio durante e após o exercício são apresentadas na Figura 2. O VO₂ médio durante os 30 segundos finais da carga de exercício de 3 minutos foi em média de $4,0 \pm 0,32$ (SD) L/min. para os sujeitos treinados e de $2,98 \pm 0,49$ L/min. para os não treinados. Isto representou 84,5 e 79,6% do VO₂max para treinados e destreinados, respectivamente. Em ambos os grupos, o consumo de oxigênio retornou ao nível de repouso (0,30 L/min) em torno do 5º minuto de recuperação.

Figura 2. Consumo de oxigênio em indivíduos treinados e não treinados, antes, durante e após três minutos de exercício em bicicleta ergométrica.



4. Discussão

Vários investigadores sugeriram que os indivíduos treinados para endurance exibem uma maior velocidade de declínio do La sangüíneo, em função de uma aumentada capacidade oxidativa dos músculos esqueléticos (BELCASTRO & BONEN, 1975; BONEN & BELCASTRO, 1976; GLADDEN, 1989). Entretanto, no presente estudo o declínio do La sangüíneo não foi afetado pelo estado de treinamento. Durante os 60 minutos da recuperação, o declínio do La sangüíneo foi aproximadamente idêntico em dois grupos com largas diferenças nos níveis de condicionamento físico ($65,5$ vs. $42,2 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$).

EVANS & CURETON (1983) conduziram um estudo com um treinamento de 6 semanas e examinaram o desaparecimento do La sangüíneo durante 30 minutos de recuperação passiva, após exercício máximo. Usando uma curva logarítmica para ajustar os dados, eles não encontraram efeitos do treinamento sobre a taxa de declínio do La sangüíneo. No entanto, embora o aumento médio em VO₂max. (15%) tenha sido típico para estudos longitudinais de treinamento, este talvez não tenha sido suficientemente grande para mostrar diferenças no desaparecimento do La sangüíneo.

BELCASTRO & BONEN (1975) e BONEN & BELCASTRO (1976) examinaram o desaparecimento do La sangüíneo em sujeitos treinados e não treinados durante os primeiros 20-30 minutos da recuperação. Eles relataram que a taxa de declínio do La sangüíneo foi significativamente maior nos corredores treinados (2,40% / min) do que nos não treinados (2,08% / min). A discrepância entre este estudo e o anteriormente menciona-

do ocorreu em função da escolha dos métodos usados para analisar os dados. Usando-se neste estudo o processo da regressão linear durante os 30 minutos da recuperação, teria-se uma diferença na taxa de declínio nos indivíduos treinados (2,49% / min) vs. os não treinados (2,16% / min). Um dos fatores que contribuíram para isto foi a diferença nos níveis de La sangüíneo durante os primeiros 5 minutos da recuperação.

Os níveis mais elevados de La sangüíneo durante o início da recuperação e a diminuição do tempo para atingir o pico de La no grupo de indivíduos treinados sugere uma redistribuição mais rápida do La do músculo para o sangue. Uma das razões para este fato pode ter sido um aumento na densidade capilar nos sujeitos treinados. TESCH & WRIGHT (1983) em indivíduos com uma média de 364 capilares/mm² demonstraram um tempo mais rápido para atingir o pico de La do que indivíduos com uma média de 156 capilares/mm².

Uma outra variável influenciando o efluxo do La do músculo esquelético é o nível do fluxo sangüíneo (GRAHAM, et alii. 1976). Devido ao fato de que os indivíduos treinados no presente estudo exercitaram-se a uma taxa de trabalho maior do que os indivíduos não treinados (315 vs. 221 W), o trabalho cardíaco e o fluxo sangüíneo das pernas podem ter sido mais altos neste grupo de indivíduos treinados (ROWELL, 1986). Um aumento no fluxo sangüíneo pode ter contribuído para um equilíbrio mais rápido entre o músculo esquelético e a circulação central (GRAHAM, et alii. 1976).

No presente estudo, não foram encontradas diferenças nos valores de y_2 entre os sujeitos treinados e não treinados. Interpreta-se isto como uma evidência de que a taxa de declínio do La sangüíneo não é afetada pelo treinamento. Outros fatores que são conhecidos para aumentar o declínio do La sangüíneo (como a recuperação ativa) resultam em um aumento significativo no y_2 . FREUND & ZOULOUMIAN (1981a) mostraram que na recuperação ativa, y_2 é igual a $0,0854 \pm 0,041$ (SD) min comparado com $0,0511 \pm 0,013$ min⁻¹ para a recuperação passiva.

Os resultados deste estudo conflitam com os de OYONO-ENGUELLE et alii. (1990). Eles

relataram que indivíduos treinados apresentavam valores mais altos de y_2 do que indivíduos destreinados e visualizavam isso como uma evidência da aumentada capacidade de remover o La. No entanto, suas conclusões foram baseadas em uma série de exercícios a 300 watts, na qual todos os indivíduos se exercitaram na mesma intensidade absoluta. A amplitude da carga de trabalho relativa (76 - 122% VO₂ max.) resultou em baixos níveis de La sangüíneo para os indivíduos treinados (3 vs. 8 mM). Seus grupos mostraram previamente que os valores de y_2 são inversamente correlacionados com a intensidade da carga anterior (FREUND et alii. 1986). Desta forma, a diferença no y_2 pode resultar da discrepância nas taxas relativas de trabalho e as diferenças resultantes no La sangüíneo ao invés da diferente capacidade de remover o La.

O efeito do treinamento de endurance na remoção do La merece consideração, porque a remoção aumentada pode contribuir para um rápido declínio no La sangüíneo. Estudos de ressonância nesta área tem sido realizados com La marcado isotopicamente (DONOVAN & BROOKS, 1983; et alii. 1975). Em geral, estes estudos com animais têm encontrado uma melhorada eficiência na remoção do La sob condições de taxas metabólicas elevadas. De qualquer maneira, SAHLIN (1987) argumentou que os métodos de ressonância empregados nestes estudos não são precisos em função do rápido equilíbrio que ocorre entre o La e o piruvato. WOLFE, et alii. (1988) confirmaram que este tipo de equilíbrio ocorre e causa uma diluição do marcador radioativo, levando-os a concluir que o método na realidade é mais indicativo da modificação do piruvato do que do La.

Em função das críticas do método de infusão do La [¹⁴C], DONOVAN & PAGLIASSOTTI (1989, 1990) recentemente realizaram experimentos com uma medida independente de ressonância no desaparecimento do La. Eles injetaram La exógeno "frio" em ratos em repouso até que novos níveis de "steady-state" do La sangüíneo fosse atingido. Em concentrações sangüíneas de La maiores que 1,0 mM, o treinamento produziu um aumento de duas vezes na remoção do La (DONOVAN & PAGLIASSOTTI (1989, 1990).

Estes experimentos demonstraram que o treinamento melhora a remoção do La em condições de hyperlactacemia de repouso em ratos.

A relação dos achados deste estudo com aqueles de DONOVAN & PAGLIASSOTTI (1989,1990) não são ainda explicados. Ambos os estudos se aproximaram do estado de repouso; no presente estudo, o VO₂ retornou aos níveis de repouso mais ou menos no 5º minuto da recuperação. Em adição, com relação a diferenças específicas, a principal distinção entre os experimentos foi que DONOVAN & PAGLIASSOTTI (1989,1990) usaram infusão intravenosa contínua, enquanto no presente estudo foi empregado uma carga breve de exercício que representou uma injeção intramuscular "volumosa". Embora a infusão contínua e as técnicas de dose simples sejam ambas usadas como fontes de informação sobre taxas de remoção de substâncias, este estudo foi limitado pelo fato de que a "dose" de La formado no compartimento muscular era desconhecida. Por isso uma medida direta da taxa de remoção do La não foi obtida.

Apesar disto, o presente estudo demonstrou que a diminuição da taxa de La sangüíneo após exercício é similar em seres humanos treinados e destreinados. Estudos anteriores indicando uma taxa de declínio mais rápida para os indivíduos treinados (BELCASTRO & BONEN, 1975; BONEN & BELCASTRO, 1976) podem ter resultado pelo uso da curva de ajustamento linear, ao invés da biexponencial. Em função disto, estes estudos não devem ser vistos necessariamente como evidências da melhoria da remoção do La em função do treinamento.

Apêndice

Os parâmetros da função biexponencial foram determinados pela análise de regressão não linear dos últimos quadrados, usando o pacote estatístico BMDP (JENRICH, 1985) no sistema operacional VAX/VMS. Em função da equação apresentada abaixo não existir no pacote, as funções e suas derivações foram especificadas em linhas de Linguagem de Controle BMDP.

$$LA(t) = P1(1 - EXP(-P2t)) + P3(1 - EXP(-P4t)) + P5$$

$$/FUN \quad DF1 = 1 - EXP(-P2 * TIME).$$

$$DF2 = P1 * TIME * EXP(-P2 * TIME).$$

$$DF3 = 1 - EXP(-P4 * TIME).$$

$$DF4 = P3 * TIME * EXP(-P4 * TIME).$$

$$DF5 = 1.$$

$$F = P1 * DF1 + P3 * DF3 + P5.$$

onde P1, P2, P3, P4 e P5 são nomes dados para os parâmetros; DF1, DF2, DF3, DF4 e DF5 são nomes dados para as derivadas, e F representa a função (isto é, concentração de La sangüíneo em um tempo t).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Guidelines for Graded Exercise Testing and Prescription** (2nd. ed.). Philadelphia, Pa: Lea & Febiger, 1980.
- BELCASTRO, A. N., & BONEN, A. Lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.39, p.932-936, 1975.
- BONEN, A., & BELCASTRO, A. N. Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**. v.8, p. 176- 178, 1976.
- DAVIES, C. T.M. et alii. The rate of lactic acid removal in relation to different baselines of recovery exercise. **Int. Z. Angew Physiol. Einschl.** v.28, p. 155-161, 1970.
- DODD, S. et alii. Blood lactate disappearance at various intensities of recovery exercise. **Journal of Applied Physiology**. v. 57, p.1462-1465, 1984.
- DONOVAN, C. M. & BROOKS, G. A. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. **American Journal of Physiology**. 244 (Endocrinology and Metabolism) v.7, E83-E89, 1983.

- DONOVAN, C. M. & PAGLIASOTTI, M. J. Endurance training enhances lactate clearance during hyperlactatemia. **American Journal of Physiology. (Endocrinology and Metabolism, 20):E782-E789, 1989.**
- DONOVAN, C. M. & PAGLIASOTTI, M. J. Enhanced efficiency of lactate removal after endurance training. **Journal of Applied Physiology.** v.68, p.1053-1058, 1990.
- EVANS, B. W. & CURETON, K. J. Effect of physical conditioning on blood lactate disappearance after supramaximal exercise. **British Journal of Sports Medicine.** v.17,p.40-45, 1983.
- FORSTER, H. V. et alii. Estimation of arterial PO₂, PCO₂, pH, and lactate from arterialized venous blood. **Journal of Applied Physiology.** v.32, p.134-137, 1972.
- FREMINET, A. et alii. Effect of physical training on the rates of lactate turnover and oxidation in rats. In: **Metabolic Adaptations to Prolonged Physical Exercise**, edited by H. HOWALD & J.R. PORTMANS. Basel: Birkhauser, 1975.
- FREUND, H. & GENDRY, P. Lactate kinetics after short strenuous exercise in man. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.39, p.123-135, 1978.
- FREUND, H., et alii. Work rate-dependent lactate kinetics after exercise in humans. **Journal of Applied Physiology.** v.61, p.932-939, 1986.
- FREUND, H. & ZOULOUMIAN, P. Lactate after exercise in man I. Evolution kinetics in arterial blood. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.46 p.121-133, 1981a.
- FREUND, H. & ZOULOUMIAN, P. Lactate after exercise in man. IV Physiological observations and model predictions. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v. 46, p.161-176, 1981b.
- FREUND, H.; et alii.. Lactate kinetics after maximal exercise in man. **Medicine and Sports Sciences.** v.17,p.9-24, 1984.
- GISOLFI, C. et alii. Effects of aerobic work performed during recovery from exhausting work. **Journal of Applied Physiology.** v.21, p.1767-1772, 1966.
- GLADDEN, L.B. Lactate uptake by skeletal muscle. **Exercise Sport Science Review** v.17.p.115-155, 1989.
- GRAHAM, T. E. et alii.. Metabolic intermediates and lactate diffusion in active dog skeletal muscle. **American Journal of Physiology.** v.231, p.766-771, 1976.
- HERMANSEN, L. & STENSVOLD, I. Production and removal of lactate during exercise in man. **Acta Physiologica Scandinavica.** v.86,p.191-201, 1972.
- JACKSON, A. S., & POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition.** v.40.p. 497-504, 1978.
- JENRICH, R. Nonlinear regression. In **BMDP Statistical Software Manual**, Ed. W. J Dixon. Berkeley, Ca.: University of California Press, p. 290-304, 1985.
- MARGARIA, R. et alii. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal of Physiology.** v.106,p. 689-715, 1933.
- MCGRAIL, J. C. et alii. Dependence of lactate removal on muscle metabolism in man. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.39, p. 89-97, 1978.
- MCMASTER, W. C. et alii. Enhancement of lactate recovery by continuous sub-maximal swimming. **Journal of Swimming Research.** v.5,p.19-21, 1989.
- NEWMAN, E. V. et alii. The rate of lactic acid removal in exercise. **American Journal of Physiology.** v.11, n.8, p.456-462, 1937.
- OYONO-ENGUELLE, S. et alii. Lactate removal ability and graded exercise humans. **Journal of Applied Physiology.** v.68, p. 905-911, 1990.
- RAMMAL, K. & STROM, G. The rate of lactate utilization in man during work and at rest. **Acta**

Physiologica Scandinavica. v.17p. 452-456, 1949.

ROWELL, L. B. **Human Circulation: Regulation During Physical Stress.** New York. N.Y.: Oxford University Press, 1986.

SAHLIN, K. Lactate production cannot be measured with tracer techniques (Letter). **American Journal of Physiology** 252 (Endocrinology and Metabolism v.15 E439-E440, 1987.

SCHOLANDER, P. F. Analyzer for accurate estimation of respiratory gases in one half cubic centimeter samples. **Journal of Biology and Chemistry.** v.167, p.235-250, 1947.

TESCH, P. A. & WRIGHT, J. E. Recovery from short term exercise: its relation to capillary supply and blood lactate concentration. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.** v.52, p. 98-103, 1983.

WOLFE, R. R. et alii. Evaluation of the isotopic equilibrium between lactate and pyruvate. **American Journal of Physiology.** 254 (Endocrinology and Metabolism, v.17. E532-E535, 1988.

YELLOW SPRINGS INSTRUMENTS CO. **Lactate Analyzer Instruction Manual** (model 23LYSI). Yellow Springs, Oh.: YSI, 1989.

ZOULOUMIAN, P. & FREUND, H. Lactate after exercise in man. II. Mathematical model. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.**v.46 p. 135-147, 1981a.

ZOULOUMIAN, P. & FREUND, H. Lactate after exercise in man. II. Mathematica model. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology** v.46, p. 149-160, 1981b.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

**Centro de Educação Física e Desportos
Universidade de Santa Maria-Campus Universitário-
Camobi C.E.P.97.119 900**