

CONFIABILIDADE DAS AMOSTRAS DE SANGUE VENOSO ARTERIALIZADO

Fernando Augusto Monteiro Saboia POMPEU*
 Aluysio S. ADERALDO JUNIOR**
 Paulo Sérgio Chagas GOMES***

RESUMO

Amostras de sangue venoso coletadas do dorso da mão após o aquecimento vêm sendo empregadas como substitutas para as coletas arteriais. Objetivo: Determinar a eficiência e confiabilidade desta manobra durante o repouso e no esforço. Métodos: Coletou-se amostras venosas do dorso da mão e do lóbulo da orelha de 14 sujeitos (22 ± 3 anos; e $71,3 \pm 15,5$ kg) antes e após a imersão por 15 minutos em água a $41-43$ °C. Os dados foram tratados pela ANOVA com o teste *post hoc* de Tukey e análise de regressão para $P \leq 0,05$. O sangue arterializado apresentou redução significativa na $[Lac]$ ($-0,45 \pm 0,49$ mmol•l⁻¹), $[HCO_3]$ ($-1,04 \pm 2,76$ mmol•l⁻¹) e na P_{CO_2} ($-5,52 \pm 7,4$ mmHg) e elevação no pH ($0,040 \pm 0,044$), P_{O_2} ($30,3 \pm 26,2$ mmHg) e $\%S_{O_2}$ ($18,9 \pm 18,1$ %). Não houve diferença significativa para estas variáveis, exceto para a P_{O_2} , medidas em três diferentes momentos. As concentrações do lactato no sangue capilar do lóbulo da orelha e do sangue venoso arterializado não diferiram e apresentaram forte correlação ($r^2 = 0,95$) durante o esforço escalonado no ciclo ergômetro. Conclusão: O método do aquecimento da mão é útil e confiável para estudos do equilíbrio ácido-base, no repouso e no esforço.

UNITERMOS: Equilíbrio ácido-base; Lactato; Acidose; Bicarbonato padrão e esforço.

INTRODUÇÃO

Muitas vezes para a compreensão do desempenho humano, necessita-se complementar as informações oriundas dos testes ergoespirométricos, com dados sobre o equilíbrio ácido-base, concentrações hormonais e marcadores bioquímicos do metabolismo energético.

As coletas de amostras do sangue arterial são as melhores referências para tais estudos (Robergs, Moneta, Mitchell, Pascoe, Houmard & Costill, 1990; Schnabel, Kindermann, Schmitt, Biro & Stegmann, 1982; Yoshida, Takeuchi & Suda, 1982). Contudo a técnica da punção arterial envolve riscos e desconforto que tornam necessária a presença de um técnico experiente e de infra-estrutura para o atendimento

de urgências médicas.

Estudos de campo na área das ciências do esporte, vêm empregando técnicas menos cruentas em substituição as coletas arteriais, como as amostras de sangue capilar do lóbulo da orelha (Mader, 1991; Pompeu, Flegner, Santos & Gomes, 1997), e da polpa digital (McNaughton, Backx, Palmer & Strange, 1999), ou amostras venosas do dorso da mão após o aquecimento (Oyono-Enguelle, Garnier, Marbach, Heltz, Ott & Freund, 1989).

Este estudo portanto, teve como objetivo determinar a confiabilidade e eficiência do aquecimento da mão para arterialização de amostras venosas durante o repouso e esforço.

*Escola de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

** Hospital dos Servidores do Estado do Rio de Janeiro.

*** Programa de pós-graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho.

MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos adotados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética para Pesquisa com Humanos do Hospital dos Servidores do Estado – RJ. Após os esclarecimentos das dúvidas e assinatura do termo de consentimento, um técnico experiente canulou uma veia do dorso da mão de 14 voluntários hígidos (nove homens e cinco mulheres). Neste procedimento, empregou-se cateteres Jelco® (Johnson-Johnson, USA) de calibre 20 ou 22, ligado a um tubo *polifix*, por onde realizou-se coletas de 1 ml de sangue. Antes e após as coletas, lavou-se o cateter e o *polifix* com uma solução contendo 0,7 ml de heparina diluída em 500 ml de soro fisiológico. As seringas com as amostras foram estocadas na temperatura aproximada de 5 °C por até duas horas.

A mão foi aquecida por 15 minutos em imersão em água a 41-43 °C. Um aparato com resistência elétrica e um termômetro de mercúrio foram empregados para controlar o aquecimento da água.

Também foram coletadas amostras de sangue por punção do lóbulo da orelha, segundo a técnica descrita por Shephard (1992). O lóbulo da orelha foi hiperemiado por meio de massagem com gaze umedecida com álcool iodado conforme Rodrigues, Banguells, Pons, Brobnic e Galilea (1992).

A concentração do lactato ($[Lac]$) foi analisada pelo método eletroenzimático (*YSI 1500 SPORT*® - USA). A pressão parcial do oxigênio (P_{O_2}), a pressão parcial do gás carbônico (P_{CO_2}), o pH e a inferência da concentração de bicarbonato padrão ($[HCO_3]$) e da saturação da hemoglobina ($\%S_{O_2}$) foram medidas por meio da gasometria por eletródios (*AVL – Compact III*® - USA).

Selecionou-se dois indivíduos do sexo masculino e dois do feminino para o teste no ciclo ergômetro de frenagem mecânica (*Monarch*® *Ind. Brasileira*), que foram submetidos ao protocolo escalonado de 50 Watts a cada cinco minutos até a exaustão. Nos últimos 30 segundos

de cada estágio realizou-se simultaneamente as coletas de sangue venoso arterializado e de sangue capilar. Com a finalidade de manter a arterialização do sangue venoso, a mão foi mantida imersa em água a 41-43 °C durante o esforço. O volume da amostra sangüínea foi de 1 ml, conforme o anteriormente descrito.

As medidas realizadas nas amostras de sangue coletadas antes e após o aquecimento foram confrontadas por meio da ANOVA e teste *post hoc* de Tukey. Este tratamento também foi empregado para a análise dos dados coletados em três momentos entremeados por uma semana. Utilizou-se a análise de regressão para estudar a relação entre a lactacidemia do sangue capilar e a do sangue venoso arterializado durante o esforço. O nível de significância aceito neste estudo foi de $P \leq 0,05$. Para análise dos dados empregou-se o *software SPSS for Windows*® versão 8.0 (SPSS Inc., USA).

RESULTADOS

Na TABELA 1 observa-se as características antropométricas do grupo e na TABELA 2, a redução significativa na $[Lac]$, $[HCO_3]$ e P_{CO_2} e elevação no pH , P_{O_2} e $\%S_{O_2}$ com o aquecimento da mão.

Não observou-se diferenças significativas entre as amostras de sangue arterializado coletadas durante o repouso em momentos distintos para o pH , P_{CO_2} , $\%S_{O_2}$, $[Lac]$, e $[HCO_3]$, havendo diferença significativa apenas para a P_{O_2} (TABELA 3).

Não houve diferença significativa entre as concentrações do lactato no sangue capilar ($2,19 \pm 1,55 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) e no sangue venoso arterializado ($2,26 \pm 1,42 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) durante o esforço. Observou-se forte correlação ($r = 0,97$) entre estas variáveis, estando os valores distribuídos próximo à linha de identidade ($b = 0,89$). O diagrama de dispersão é apresentado na FIGURA 1.

TABELA 1 Características antropométricas do grupo (n = 14).

Variáveis	Média (± DP)
Idade (anos)	22 ± 3
Massa corporal (kg)	71,3 ± 15,5
Estatura (cm)	172,0 ± 11,5
Gordura relativa (%)	17,7 ± 9,0
$\dot{V}O_2$ máx (l•min ⁻¹)	2,73 ± 0,92

Sendo: DP = Desvio Padrão.

TABELA 2 - Comparação entre variáveis medidas no sangue venoso e no sangue venoso arterializado em repouso (n = 14).

Variáveis	Venoso	Arterializado	diferença	r ²	EPE	a	b
[Lac] (mmol•l ⁻¹)	1,25 ± 0,49	0,82 ± 0,22	-0,45 ± 0,49**	0,70**	0,25	-0,002	0,796**
P _{CO2} (mmHg)	46,2 ± 6,8	40,7 ± 3,8	-5,52 ± 7,44**	0,07	7,25	33,528**	0,15
[HCO ₃] (mmol•l ⁻¹)	25,9 ± 2,6	24,0 ± 2,3	-1,04 ± 2,76**	0,37*	3,61	11,317	0,509*
pH	7,35 ± 0,06	7,39 ± 0,05	0,040 ± 0,044**	0,02	0,03	6,284**	0,150
P _{O2} (mmHg)	54,0 ± 17,1	84,3 ± 23,1	30,3 ± 26,2**	0,14	16,17	40,270*	0,524
%S _{O2} (%)	74,5 ± 19,1	93,5 ± 7,8	18,9 ± 18,1**	0,00	9,10	87,834**	0,008

Sendo: Diferença significativa para * $P \leq 0,05$ e ** $P \leq 0,01$; r² = Coeficiente de determinação; EPE = Erro Padrão da Estimativa; a = Intercepto e b = Coeficiente angular.

TABELA 3 Confiabilidade da arterialização do sangue venoso durante o repouso em três momentos (n = 10).

Variáveis	1º momento	2º momento	3º momento	ICC
[Lac] (mmol•l ⁻¹)	0,91 ± 0,21	0,84 ± 0,26	0,73 ± 0,22	0,89
P _{CO2} (mmHg)	41,6 ± 4,2	40,3 ± 4,6	39,8 ± 4,0	0,96
[HCO ₃] (mmol•l ⁻¹)	23,8 ± 2,4	23,7 ± 2,4	25,2 ± 2,7	0,91
pH	7,37 ± 0,06	7,38 ± 0,04	7,43 ± 0,02	0,62
P _{O2} (mmHg)*	69,6 ± 24,1	81,6 ± 12,3	102,2 ± 24,7	0,51
%S _{O2} (%)	88,0 ± 12,3	95,0 ± 2,7	97,6 ± 1,1	0,63

Sendo: Diferença significativa para $P \leq *0,05$ e ** 0,01 e ICC = Coeficiente de correlação intraclassa.

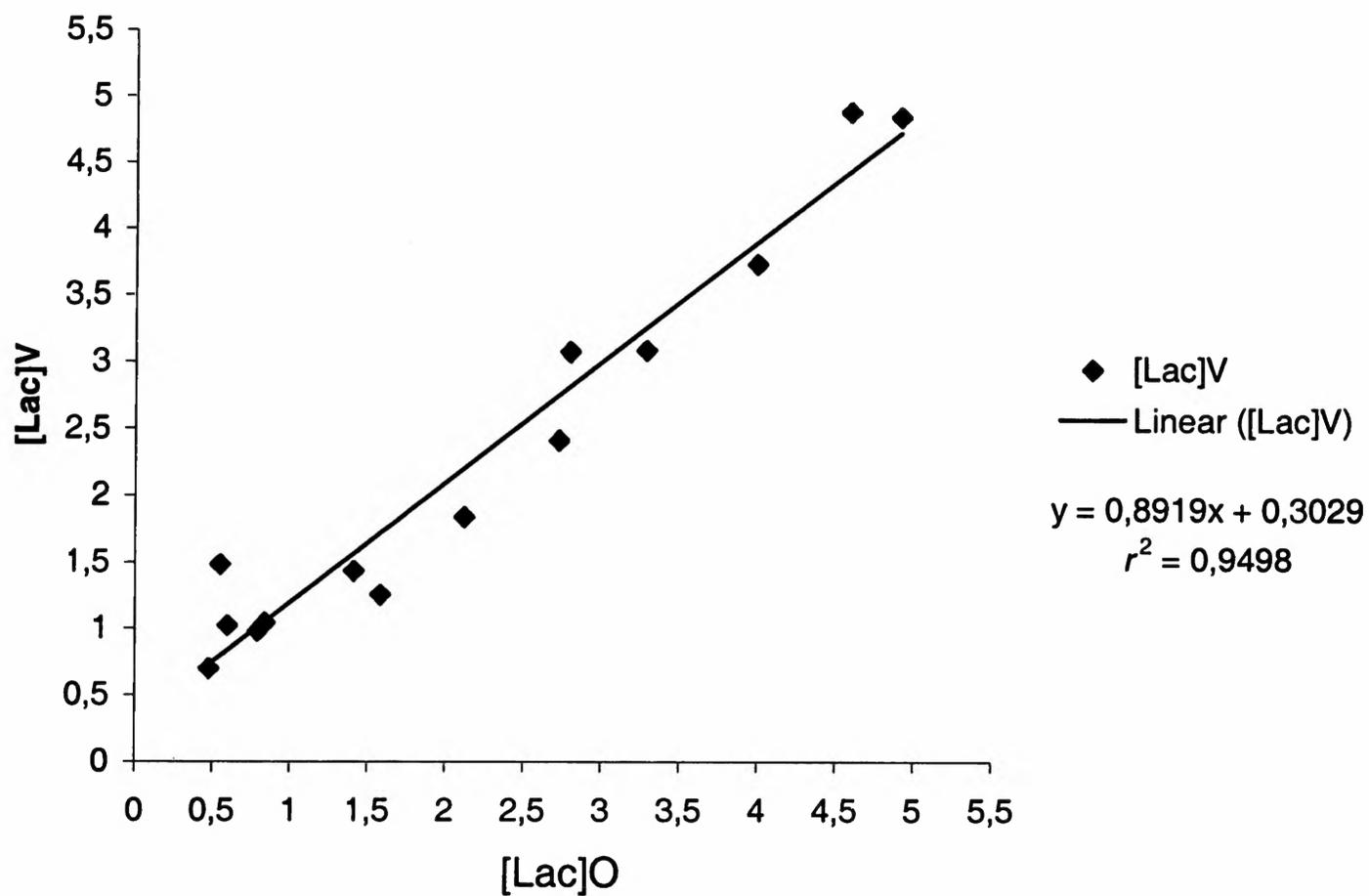


FIGURA 1 - Relação entre a concentração do lactato em $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ obtida de amostras do lóbulo da orelha [Lac]O e do sangue venoso arterializado [Lac]V.

DISCUSSÃO

Havison e Galloon (1985) sugeriram que as veias dos dorsos das mãos podem ser o melhor sítio para coleta de sangue arterializado, pois estas drenam um território de baixo metabolismo e são facilmente dilatadas pelo calor. Os autores observaram 13 indivíduos, submetidos a coletas venosas e arteriais. A mão foi aquecida por meio de uma almofada elétrica e as amostras foram coletadas em repouso ou durante a anestesia para uma cirurgia. Na primeira situação, coletou-se amostras com e sem obstrução venosa e na segunda, com a mão fria, com obstrução venosa e sem obstrução venosa. As seringas com as amostras foram colocadas em uma mistura de água com gelo e analisadas 3,5 horas após as coletas. As medidas repetidas apresentaram coeficiente de variação de 1,5 %. Observou-se que os 48 pontos no diagrama de dispersão, para a relação entre as amostras arteriais e arterializadas, acumulavam-se próximos à linha de identidade. Não foi observada diferença maior que 2 mmHg para P_{CO_2} . Os autores concluíram que a P_{CO_2} pode ser idêntica, ou muito próxima a do sangue arterial quando: a) coleta-se sangue do dorso da mão; b) a mão é aquecida à temperatura igual o superior a central; c) não há estase ou obstrução venosa, e d) a P_{CO_2} não é inferior a 20 mmHg.

Collis e Maverson (1967) também estudaram a possibilidade de substituir o sangue arterial pelo sangue venoso do dorso mão. Estes autores aqueceram a mão por imersão até o punho em água à 45 °C por cinco minutos. Posteriormente, a punção venosa foi feita sem compressão ou oclusão. Simultaneamente realizou-se coletas de 5 ml a cada dois minutos da artéria radial e da veia do dorso da mão. Os parâmetros de pH , P_{CO_2} , e P_{O_2} foram medidos por meio do eletródio de Clark, calibrado antes de cada leitura. Os resultados obtidos foram para o pH a diferença de $0,0052 \pm 0,0075$ ($n = 23$, $EPE = 0,015$) e para a P_{CO_2} a diferença de $0,76 \pm 0,81$ mmHg ($n = 23$, $EPE = 2,53$). Estes autores recomendaram o método para P_{CO_2} e pH esperando-se a margem de erro de 2 mmHg e 0,015 respectivamente. Porém, estes condenaram o método para estimar a P_{O_2} , uma vez que não observaram correlação significativa e igualdade entre as médias dos valores medidos diretamente e indiretamente. No estudo atual observou-se uma fraca confiabilidade para este parâmetro (P_{O_2}), o que ratifica as conclusões do estudo de Collis e Maverson (1967).

Foster, Dempsey, Thonson, Vidruk e Dopico (1972) estudaram a precisão da estimativa de parâmetros arteriais através do sangue venoso arterializado em condições normais de repouso, no

esforço submáximo, esforço máximo e, inalando-se gás carbônico sob variado nível de hipoxia. Para tal, os autores canularam a artéria braquial e uma veia do dorso da mão de 13 adultos jovens masculinos, sendo cinco hígidos e sete portadores de dispnéia de esforço. A mão foi aquecida a 41-43 °C por 10 minutos. A gasometria foi realizada pela técnica de eletródios, sendo as amostras coletadas do repouso ao esforço máximo em diferentes situações de inalação de misturas gasosas. As diferenças observadas foram para a P_{CO_2} de 1,07 mmHg ($n = 84$, $r = 0,95$, $EPE = 1,42$, $y = 1,27 + 1,01x$); pH de 0,005 ($n = 82$, $r = 0,98$; $EPE = 0,008$, $y = 0,86 + 1,041x$) e $[Lac]$ de 1,01 mg% ($n = 42$, $r = 0,92$, $EPE = 3,27$, $y = 0,01 + 0,95x$). Os autores concluíram que estudos do equilíbrio ácido-base podem ser adequadamente caracterizados pelo sangue arterializado.

McLoughlin, Popham, Linton, Bruce e Brand (1992) repetiram o estudo acima empregando oito sujeitos que foram submetidos ao esforço no ciclo ergômetro com incrementos de 20 Watts por minuto. Canulou-se a artéria braquial do lado não dominante e distalmente outra cânula foi inserida em uma veia do dorso da mão. A mão foi aquecida por imersão em água a 44 °C por no mínimo 10 minutos. Os autores realizaram a coleta de sangue simultaneamente nos dois sítios a cada 20 segundos de esforço. As amostras de 7 ml foram estocadas anaerobiamente no gelo por duas horas antes da análise. As concentrações de lactato e piruvato foram medidas pelo método fluorimétrico. A concentração do potássio foi medida pelo método do fotômetro de chama. O pH , P_{CO_2} e P_{O_2} foram quantificados pela técnica de eletródios e a

epinefrina foi quantificada por cromatografia líquida de alta performance. As diferenças observadas foram para o pH de $0,001 \pm 0,016$ ($n = 114$, $r = 0,99$, $EPE = 0,017$, $y = 0,205 + 0,972x$); para o P_{CO_2} de $-0,4 \pm 2,9$ mmHg ($n = 114$, $r = 0,97$, $EPE = 3,00$, $y = 0,80 + 0,99x$) e observou-se também uma forte correlação para a concentração de potássio ($n = 114$, $r = 0,99$, $EPE = 0,20$, $y = 0,24 + 0,93x$); de $[Lac]$ ($n = 114$, $r = 0,99$, $EPE = 0,90$, $y = -0,11 + 1,01x$); de piruvato ($n = 112$, $r = 0,99$, $EPE = 0,037$, $y = 0,002 + 1,02x$) e de epinefrina ($n = 90$, $r = 0,98$, $EPE = 0,65$, $y = 0,01 + 1,01x$). Os autores observaram que 94 a 98% da variação no sangue arterializado é explicada pelo sangue arterial e que a P_{O_2} não pode ser predita por este método. Também concluíram que o sangue arterializado pode ser usado para obter-se acuradas predições do pH , P_{CO_2} , concentração de potássio, lactato, piruvato e de epinefrina durante condições sem "steady state" em testes escalonados. Para muitos propósitos pode ser assumido o valor do sangue arterializado como o mesmo do arterial.

Apesar das evidências favoráveis à técnica do aquecimento da mão para arterilização das amostras, Linderman, Fahey, Lauten, Booker, Bird, Delmar, Musselman, Lewis e Kirk (1990) não conseguiram reproduzir os resultados dos estudos relatados acima.

No entanto, o estudo atual pode concluir que o método de aquecimento da mão para se arterializar o sangue venoso é útil e confiável para análise do equilíbrio ácido-base, no repouso e no esforço

ABSTRACT

RELIABILITY OF ARTERIALIZED VENOUS BLOOD SAMPLES

The venous blood samples collected from the hand and from the ear lobule after heating have been used as a substitute of the arterial blood samples. Objective: The aim of this study was to determine the efficiency and reliability of this method during rest and exercise. Methods: The venous blood samples were collected ($n = 14$, 22 ± 3 yr., 71.3 ± 15.5 kg) on the back of the hand before and after immersion in warm water (41-43° C). ANOVA and Tukey *post hoc* test ($P \leq 0.05$) were used for statistical analysis. Results: The arterialized blood samples were significantly lower on the $[Lac]$ (-0.45 ± 0.49 mmol•l⁻¹); $[HCO_3]$ ($-1.04 \pm 2,76$ mmol•l⁻¹) and PCO_2 (-5.51 ± 7.4 mmHg) in contrast an increment on the pH (0.040 ± 0.044), PO_2 (30.3 ± 26.2 mmHg) and $\%SO_2$ ($18.9 \pm 18.1\%$) was perceived. No differences were found among the variables, except for PO_2 , when measured in three different moments. The lactate concentration in ear lobule capillary blood samples did not differ of the arterialized blood samples, and showed strong correlation ($r^2 = 0.95$)

during progressive exercise on cycle ergometer. Conclusion: The heating hand technique for arterialized blood samples was useful and reliable to study acid-base balance during rest and effort.

UNITERMS: Acid-base balance; Lactate; Acidosis; Bicarbonate standard and effort.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLLIS, J.M.; MAVERSON, M.A. Arterialized venous blood: a comparison of pH, PCO₂ and oxygen saturation with that of arterial blood. *British Journal of Anaesthesia*, Oxford, v.39, p.883-6, 1967.
- FOSTER, H.V.; DEMPSEY, J.A.; THONSON, J.; VIDRUK, E.; DOPICO, G.A. Estimation of arterial PO₂, PCO₂, pH and lactate from arterialized venous blood. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.32, p.134-7, 1972.
- HAVISON, E.M.; GALLOON, S. Venous blood as an alternative to arterial blood for the measurement of carbon dioxide tensions. *British Journal of Anaesthesia*, Oxford, v.37, p.13-8, 1985.
- LINDERMAN, J.; FAHEY, T.D.; LAUTEN, G.; BOOKER, A.S.; BIRD, D.; DELMAR, B.; MUSSELMAN, J.; LEWIS, S.; KIRK, L.A. A comparison of blood gases and acid-base measurements in arterial, arterialized venous, and venous blood during short-term maximal exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.61, p.294-301, 1990.
- McLOUGHLIN, P.; POPHAM, P.; LINTON, R.A.F.; BRUCE, R.C.H.; BRAND, D.M. Use of arterialized venous blood sampling during incremental exercise test. *Journal of Applied Physiology*, Bethesda, v.73, p.937-40, 1992.
- McNAUGHTON, L.; BACKX, K.; PALMER, G.; STRANGE, N. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.80, p.333-6, 1999.
- MADER, A. Evaluation of endurance performance of marathon runners and the critical analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, Turin, v.31, p.1-19, 1991.
- OYONO-ENGUELLE, S.; GARNIER, M.; MARBACH, J.; HELTZ, A.; OTT, C.; FREUND, H. Comparison of arterial and venous blood lactate kinetics after short exercise. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.10, p.16-24, 1989.
- POMPEU, F.A.M.S.; FLEGNER, A.J.; SANTOS, M.N.; GOMES, P.S.C. Predição do desempenho na corrida de 5.000 m por meio de testes no laboratório e no campo, para corredores de fundo. *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, v.11, p.78-89, 1997.
- ROBERGS, R. A.; MONETA, J. C.; MITCHELL, J. B.; PASCOE, D. D.; HOUMARD, J.; COSTILL, D.L. Blood lactate threshold differences between arterialized and venous blood. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.11, p.446-51, 1990.
- RODRIGUES, F.A.; BANGUELLS, M.; PONS, V.; BROBNIC, F.; GALILEA, P.A. A comparative study of blood lactate analytic methods. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.13, p.462-6, 1992.
- SCHNABEL, A.; KINDERMANN, W.; SCHMITT, W.M.; BIRO, A.; STEGMANN, H. Hormonal and metabolic consequences of prolonged running at the individual anaerobic threshold. *International Journal of Sports Medicine*, Stuttgart, v.3, p.163-8, 1982.
- SHEPHARD, R.J. Muscular endurance and blood lactate. In: SHEPHARD, R.J.; ASTRAND, P.O. (Eds.). *Endurance in sport*. Oxford: Blackwell Scientific, 1992. p.215-25.
- YOSHIDA, T.; TAKEUCHI, T.; SUDA, Y. Arterial versus venous blood lactate increase in the forearm during exercise. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.50, p.87-93, 1982.

NOTA

Apoio da Fundação Universitária José Bonifácio (FUJB/UFRJ).

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Marcos Henrique Manzoni e sua equipe da Clínica da Dor Hospital dos Servidores do Estado/RJ, pela colaboração nos procedimentos aqui adotados, e à Associação dos Amigos do Centro de Estudos e Aperfeiçoamento do HSE (AACEA-HSE) pelo apoio recebido.

Recebido para publicação em: 30 maio 2001

Revisado em: 01 abr. 2002

Aceito em: 26 abr. 2002

ENDEREÇO: Fernando A.M.S. Pompeu

Depto. de Biociências da Atividade Física – EEFD/UFRJ

Av. Brigadeiro Trompowsk, s/n Ilha do Fundão

29141-590 Rio de Janeiro RJ BRASIL

e-mail: pompeu_fernando@hotmail.com