



Relação entre indicadores fisiológicos obtidos em teste ergoespiométrico em cicloergômetro de membros superiores e desempenho na canoagem

Fábio Yuzo Nakamura^{1,2,4}, Daniel Müller Hirai^{1,4}, Thiago Oliveira Borges¹, Alexandre Hideki Okano^{1,2}, Fernando Roberto De-Oliveira³ e Antonio Fernando Brunetto⁴

RESUMO

A avaliação de indicadores de aptidão aeróbia em canoístas revela características funcionais adquiridas por treinamento específico, podendo estar relacionadas ao desempenho competitivo. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar indicadores funcionais obtidos em teste ergoespiométrico de jovens canoístas, e verificar a relação destas variáveis com a *performance* em distâncias de 200, 500 e 1.000m. Foram avaliados 12 atletas do sexo masculino ($17,6 \pm 2,1$ anos; $175,7 \pm 2,5$ cm; $68,3 \pm 6,3$ kg) por meio de teste em cicloergômetro de membros superiores para determinação do consumo de oxigênio no limiar ventilatório 1 ($LV_1 - 1,8 \pm 0,4$ L/min), no limiar ventilatório 2 ($LV_2 - 2,9 \pm 0,4$ L/min) e $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ($3,5 \pm 0,4$ L/min). O teste tinha início com carga de 17W, com incrementos de 17W/min até a exaustão voluntária. Os atletas foram também submetidos a testes específicos em embarcação individual K-1 em um lago, objetivando alcançar os menores tempos nas distâncias referidas (tempos equivalentes a $47,6 \pm 4,3$, $122,0 \pm 9,0$ e $239,5 \pm 12,6$ s, respectivamente). Foi utilizado o teste de correlação de Spearman-Rank (*rs*), com nível de significância fixado em 5%. Observou-se correlação moderada entre LV_2 e tempo nos 1.000m ($rs = -0,685$), $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e tempo nos 500m ($rs = -0,699$) e $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e tempo nos 1.000m ($rs = -0,734$). Portanto, conclui-se que LV_2 e $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ obtidos em cicloergômetro de membros superiores, e expressos em termos absolutos, predizem o desempenho em provas de 500 e 1.000m de canoagem, podendo ser potencialmente empregados na avaliação de canoístas.

Palavras-chave: Limiares ventilatórios. Pico de consumo de oxigênio. Canoagem.

Keywords: Ventilatory thresholds. Oxygen uptake peak. Canoeing.

ABSTRACT

Relationship between physiological indicators obtained in ergospirometry test in cycle ergometer of upper extremities and performance in canoeing

Evaluation of aerobic fitness indicators in canoeers reveals functional characteristics acquired through specific training, which can be related to competitive performance. Thus, the aim of the present study was to evaluate functional evaluators obtained in ergospirometry test of young canoeers, as well as to verify the relationship of these variables with performance in 200, 500 and 1000 m distances. The sample consisted of 12 male athletes (17.6 ± 2.1 years; 175.7 ± 2.5 cm; 68.3 ± 6.3 kg) through a test in cycle ergometer of upper extremities for determination of oxygen uptake in the ventilatory threshold 1 ($VT_1 - 1.8 \pm 0.4$ L/min), in the ventilatory threshold 2 ($VT_2 - 2.9 \pm 0.4$ L/min) and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ (3.5 ± 0.4 L/min). The test began with a 17 W load, with 17 W/min increments until voluntary exhaustion. The athletes have been also submitted to specific tests in K-1 individual canoe in a lake, with the purpose to reach the lowest times in the referred distances (times equivalent to 47.6 ± 4.3 , 122.0 ± 9.0 and 239.5 ± 12.6 s, respectively). The Spearman-Rank correlation test was used (*rs*), with significance level set at 5%. Moderate correlation was observed between VT_2 and time in the 1000 m ($rs = -0.685$), $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ and time in the 500 m ($rs = -0.699$) and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ and time in the 1000 m ($rs = -0.734$). Therefore, it is concluded that VT_2 and $\dot{V}O_{2\text{peak}}$ obtained in cycle ergometer of upper extremities, and expressed in absolute terms, predict performance in 500 and 1000 m canoeing events and can be potentially applied in evaluation of canoeers.

INTRODUÇÃO

Na maior parte das modalidades esportivas, a *performance* competitiva depende do desenvolvimento ótimo e/ou máximo de múltiplas capacidades físicas. Sendo assim, o aprimoramento morfofuncional do organismo, obtido a partir da imposição planejada de cargas de trabalho em longo prazo, tem como objetivo alcançar níveis de desempenho progressivamente superiores. Entretanto, a validade desse raciocínio se sustenta somente quando os estímulos de treinamento resultam em adaptações biológicas relevantes, ou específicas, para a modalidade esportiva em questão.

Diversos estudos têm-se concentrado em estabelecer relações entre indicadores morfofuncionais e o desempenho esportivo. O intuito é determinar fatores de predição, fisiológicos e morfológicos, de resultado competitivo, assim como discriminar variáveis que possam ser priorizadas e periodicamente avaliadas no treina-

1. Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento (GEAFIT), Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR.
2. Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício (GPEMENE), Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR.
3. Universidade Federal de Lavras – Lavras/MG.
4. Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiopulmonar (LFIP) – Universidade Estadual de Londrina – Londrina/PR.

Aceito em 26/4/07.

Endereço para correspondência: Fábio Yuzo Nakamura, Grupo de Estudo das Adaptações Fisiológicas ao Treinamento, Centro de Educação Física e Esporte, Universidade Estadual de Londrina, Rod. Celso Garcia Cid, km 380, Campus Universitário – 86051-990 – Londrina, PR, Brasil. Tels.: (43) 3371-4238/3328-7121. E-mail: fabioy_nakamura@yahoo.com.br

mento. Na canoagem, alguns estudos dessa natureza já foram conduzidos⁽¹⁻³⁾. No entanto, devido ao fato de as distâncias competitivas abrangerem percursos desde muito curtos (200m) até muito longos (42.000m), infere-se que há heterogeneidade nas variáveis fisiológicas de predição da *performance* em competição. Em outras palavras, competidores especialistas nas diferentes distâncias devem apresentar atributos fisiológicos e antropométricos diferenciados. Em nível mundial, atletas masculinos adultos realizam as provas de 200, 500 e 1.000m em aproximadamente 38, 95 e 205s, respectivamente.

Atualmente, entre os homens, as provas olímpicas de canoagem velocidade são de 500 e 1.000m. Nessas distâncias, estima-se que as contribuições percentuais do metabolismo aeróbio na transferência energética entre atletas das categorias cadete e júnior sejam de aproximadamente 60% e 80%, respectivamente, para tempos de $151,4 \pm 16,5$ s e $315,8 \pm 33,6$ s⁽⁴⁾. Dessa forma, é de se esperar que indicadores de aptidão aeróbia de membros superiores tenham participação significativa no desempenho nessas distâncias, tendo assim capacidade preditiva sobre os tempos destas provas.

Dentre as variáveis aeróbias comumente utilizadas em modelos de predição de *performance* e na avaliação de atletas, as mais utilizadas são o pico de consumo de oxigênio ($\dot{V}O_{2pico}$), os limiares de transição metabólica, a intensidade/carga máxima aeróbia, o $\dot{V}O_{2}$ submáximo (indicador de economia de movimento) e/ou índices de frequência cardíaca submáxima. Resta a necessidade de verificação da relação de pelo menos parte destas variáveis com a *performance* específica em canoagem.

Dessa forma, os objetivos deste estudo foram: (a) avaliar indicadores de aptidão aeróbia de jovens canoístas; e (b) verificar a relação destas variáveis (com e sem correção alométrica) com a *performance* em distâncias de 200, 500 e 1.000m.

MÉTODOS

Sujeitos

Fizeram parte da amostra 12 canoístas jovens ($17,6 \pm 2,1$ anos; $175,7 \pm 2,5$ cm; $68,3 \pm 6,3$ kg), com experiência competitiva de pelo menos um ano. Essa amostra contou com atletas que já haviam sido medalhistas em campeonatos nacionais de velocidade e maratona, nas categorias cadete e júnior, sendo que alguns já haviam participado também de competições internacionais. Todos os sujeitos, após leitura e assinatura de um termo de consentimento informado, tanto por parte do participante quanto do responsável, no caso de menores de 18 anos, foram submetidos a duas etapas de avaliação: (1) teste ergoespirométrico em cicloergômetro para membros superiores, (2) testes em um lago, compostos por esforços máximos em distâncias predeterminadas, percorridas em uma embarcação individual K-1 (5,20m de comprimento, 12kg de massa). Os atletas se encontravam em período de regeneração após competição principal de velocidade.

Teste ergoespirométrico de membros superiores

O teste de esforço progressivo foi conduzido em cicloergômetro com resistência mecânica *Monark*[®], adaptado para o exercício de membros superiores. O cicloergômetro foi fixado sobre uma mesa. Os pedais foram substituídos por manoplas que permitiam o ajuste das mãos sobre elas. O indivíduo avaliado era acomodado sobre uma cadeira comum, localizada posteriormente ao cicloergômetro. Essa configuração permitia que a porção mais distal do ciclo de pedalada fosse alcançada com o braço aproximadamente paralelo ao plano do solo, com o cotovelo praticamente estendido. Um odômetro digital foi instalado e colocado no campo de visão do indivíduo avaliado, para que a velocidade pudesse ser controlada.

As variáveis ventilatórias foram determinadas com a utilização de um aparelho *VO2000*[®] (*Aerosport Inc.*). O equipamento para

análise de trocas gasosas foi calibrado antes de cada teste de esforço. A calibração foi feita a partir de amostra de gás ambiente (20,9% de O_2 e 0,04% de CO_2) e a partir de amostra proveniente de um cilindro com concentração conhecida de O_2 (17%) e de CO_2 (5%). Além disso, o fluxo de gases para o aparelho foi calibrado a partir de uma seringa de três litros, conforme padronização do fabricante. O aparelho foi ajustado de forma a realizar as análises dos gases expirados a cada dez segundos. A temperatura do laboratório foi mantida entre 20-21°C.

Antes do início do teste, o participante permanecia sentado por três minutos, para mensuração das variáveis ventilatórias de repouso. Depois disso, pedalava por mais três minutos sem resistência externa. Sem pausa, o teste de esforço progressivo era conduzido com carga inicial de 17W, com incrementos de carga de 17W por minuto, até a exaustão voluntária. A velocidade de rotação do pedal foi fixada em 68 rotações por minuto. Havia incentivo verbal por parte dos investigadores. A média dos valores de $\dot{V}O_2$ alcançados nas últimas três medidas prévias à exaustão foi considerada como sendo o $\dot{V}O_{2pico}$.

Os limiares ventilatórios foram calculados segundo os critérios preconizados por Wasserman⁽⁵⁾ e Simon *et al.*⁽⁶⁾. O consumo de oxigênio no limiar ventilatório 1 (LV_1) foi determinado a partir do aumento do equivalente ventilatório de O_2 ($\dot{V}E/\dot{V}O_2$) sem aumento concomitante do equivalente ventilatório de CO_2 ($\dot{V}E/\dot{V}CO_2$). O consumo de oxigênio no limiar ventilatório 2 (LV_2) foi determinado a partir do aumento do $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$. As determinações foram feitas por análise visual dos dados ventilatórios, plotados graficamente, sendo registradas mediante consenso de três avaliadores experientes.

Testes de canoagem velocidade

Os testes de canoagem velocidade foram realizados dentro de um período de duas semanas, que compreendeu o teste ergoespirométrico de membros superiores. Previamente a todos os testes no caiaque havia um breve aquecimento em que os participantes percorriam 1.000m em ritmo escolhido livremente. Após descanso de aproximadamente cinco minutos, eles eram alinhados na largada da distância a ser percorrida no dia. As distâncias foram de 200, 500 e 1.000m, demarcadas dentro de um lago. Os testes foram realizados em dias diferentes, e procurou-se realizá-los no mesmo período do dia e com as características climáticas semelhantes (preferencialmente sem vento forte a favor ou contra a trajetória das embarcações). A seqüência foi aleatória. Era solicitado que, ao sinal do avaliador, o atleta realizasse um tiro à máxima velocidade para a respectiva distância. Os atletas foram avaliados em grupos para estimular a competição e motivá-los a tentar o melhor desempenho possível. O tempo foi registrado com um cronômetro manual com precisão de segundos.

Tratamento estatístico

Foi feita estatística descritiva para apresentação dos dados resultados (média \pm desvio-padrão) para as variáveis em estudo. As relações entre os indicadores fisiológicos obtidos no teste ergoespirométrico e o desempenho nas diferentes distâncias na canoagem foram verificadas por correlação de Spearman-Rank (*rs*), devido as características não paramétricas de distribuição de parte das variáveis. O nível de significância adotado para considerar as correlações significantes foi de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os resultados obtidos pelos atletas no teste progressivo de esforço realizado no cicloergômetro de membros superiores. Observaram-se valores relativamente elevados de $\dot{V}O_{2pico}$, bem como dos limiares ventilatórios, tanto em termos absolutos, quanto em termos relativos à massa corporal.

TABELA 1
Descrição dos indicadores aeróbios obtidos pelos canoístas em teste progressivo em cicloergômetro de membros superiores. Os resultados estão apresentados como média ± desvio-padrão.

	LV ₁	LV ₂	VO ₂ pico
VO ₂ (L/min)	1,8 ± 0,4	2,9 ± 0,4	3,5 ± 0,4
VO ₂ (ml/kg/min)	26,5 ± 6,5	42,0 ± 6,2	51,9 ± 5,6
VO ₂ (%VO ₂ pico)	51,7 ± 14,4	81,2 ± 11,8	-

Na figura 1, está representada a divisão funcional dos domínios de esforço de acordo com critérios adaptados de Gaesser e Poole⁽⁷⁾. Os limiares ventilatórios e o VO₂pico estão expressos em termos relativos à massa corporal. Assumiu-se o VO₂pico como limite superior do domínio severo, e LV₁ e LV₂ como pontos de transição entre os domínios moderado e intenso, e intenso e severo, respectivamente.

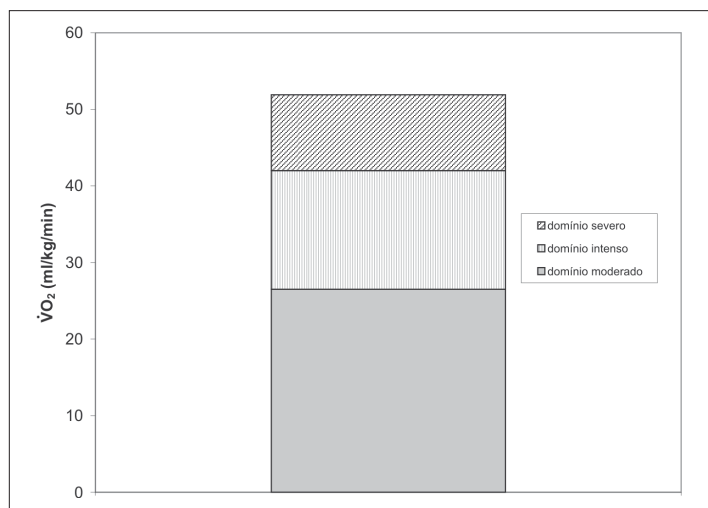


Figura 1 – Domínios de esforço do grupo de canoístas de acordo com os critérios adaptados de Gaesser e Poole⁽⁷⁾. As transições e o limite superior são demarcados fisiologicamente pela média de VO₂ do grupo nos limiares ventilatórios e pelo VO₂pico.

Na tabela 2, estão apresentadas as durações médias dos esforços máximos realizados nas distâncias de 200, 500 e 1.000m.

TABELA 2
Tempos obtidos nos testes máximos de velocidade pelos canoístas. Os resultados estão apresentados como média ± desvio-padrão.

	200m	500m	1.000m
Tempo (s)	47,6 ± 4,3	122,0 ± 9,0	269,5 ± 12,6

Na tabela 3 estão apresentadas as correlações entre os indicadores de capacidade (LV₁ e LV₂) e a potência (VO₂pico) aeróbia, obtidos no teste ergoespirométrico, e os tempos registrados nos tiros de 200, 500 e 1.000. As variáveis do teste ergoespirométrico são apresentadas em termos absolutos.

TABELA 3
Matriz de correlações Spearman-Rank (rs) dos indicadores aeróbios (em L/min) obtidos pelos atletas em teste progressivo em cicloergômetro de membros superiores e as durações (T) dos testes máximos realizados nas distâncias de 200, 500 e 1.000m na canoagem

	LV ₁	LV ₂	VO ₂ pico
T200m (s)	-0,106	-0,460	-0,517
T500m (s)	0,014	-0,367	-0,699*
T1.000m (s)	-0,483	-0,685*	-0,734*

* P < 0,05

Observou-se que LV₁ não se correlaciona de forma significativa com nenhum dos indicadores específicos de performance. Por outro lado, LV₂ correlacionou-se moderadamente com o tempo nos 1.000m, enquanto que o VO₂pico apresentou correlações negativas moderadas com o tempo das simulações das provas de 500 e 1.000m. Correlações não significantes foram observadas quando os valores dos indicadores aeróbios foram expressos em termos relativos à massa corporal (dados não apresentados).

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo descrever o perfil de aptidão aeróbia de canoístas de nível nacional, em sua maior parte atletas das categorias cadete e júnior, por meio dos limiares de transição metabólica detectados pelas respostas ventilatórias, e pelo VO₂pico, e utilizá-los na predição do desempenho específico em provas de velocidade.

Os limiares metabólicos são tradicionalmente considerados indicadores de capacidade aeróbia, por se correlacionarem com o desempenho de longa duração. Em termos relativos ao VO₂pico, os valores de LV₁ e LV₂ da amostra estudada foram de aproximadamente 50% e 80%. Esses são percentuais típicos encontrados em não atletas^(6,8). Entretanto, em atletas de canoagem é possível encontrar o LV₁ em torno de 85% do VO₂pico, em caiaque-ergômetro⁽⁹⁻¹⁰⁾. Curiosamente, quando avaliados em cicloergômetro para membros inferiores, esses canoístas apresentam redução de cerca de 10% nesse percentual, mostrando a influência da especificidade adaptativa na avaliação dos efeitos do treinamento. A discrepância entre os resultados alcançados pelos atletas de nossa amostra com relação aos estudados por Bunc e Heller⁽⁹⁾ e Bunc *et al.*⁽¹⁰⁾ pode ser creditada ao número reduzido de anos de treinamento dos atletas do presente estudo (3,1 ± 1,9 anos). Em longo prazo, poderia haver equiparação dos indicadores de capacidade aeróbia. Além disso, outros fatores como idade e nível competitivo devem ser considerados. Questões metodológicas também podem ser cogitadas, uma vez que Bunc e Heller⁽⁹⁾ e Bunc *et al.*⁽¹⁰⁾ utilizaram protocolos de teste com carga inicial relativamente alta, e a quebra da linearidade da relação entre ventilação pulmonar e VO₂ como critério de determinação do LV₁. Não se pode descartar a possibilidade de que a metodologia de Bunc e Heller⁽⁹⁾ e Bunc *et al.*⁽¹⁰⁾ tenha gerado estimativa de LV₂, e não de LV₁. Os protocolos começavam em torno de 40-60% da potência gerada em um minuto de esforço máximo, que poderiam já estar em cargas superiores ao LV₁, fazendo com que a quebra da ventilação pulmonar correspondesse ao LV₂. Isso praticamente igualaria os atletas estudados por nós aos reportados pelo referido autor. Reforça nossa suspeita o fato de Fry e Morton⁽²⁾ terem encontrado LV₁ a 58% do VO₂pico em atletas selecionados em seu país.

Os atletas estudados por Bunc e Heller⁽⁹⁾ eram mais velhos e apresentavam alto nível competitivo dentro do continente europeu. Interessante notar que o VO₂pico (51,9ml/kg/min) do grupo de homens avaliados por Bunc e Heller⁽⁹⁾ era igual ao do grupo por nós estudado. Entretanto, por serem maiores e mais pesados, os atletas de Bunc e Heller⁽⁹⁾ alcançaram níveis superiores de VO₂pico em L/min. Não se tem conhecimento de estudos prévios que tenham medido o LV₂ em atletas de canoagem. No entanto, pode-se especular que padrão similar ao do LV₁ seria encontrado. Dessa forma, é provável que a melhora percentual dos limiares ventilatórios demande alguns anos para se manifestar integralmente.

O VO₂pico relativo à massa corporal alcançado pelos canoístas (51,9 ± 5,6ml/kg/min) pode ser considerado alto, já que comparativamente foi superior a valores reportados em indivíduos jovens, em sua maioria não atletas, que realizaram teste máximo em cicloergômetro para membros inferiores (46,7 ± 8,5ml/kg/min), em estudo anterior conduzido pelo nosso grupo⁽¹¹⁾. Além da maior massa muscular mobilizada pelo segmento inferior do corpo em exercício máximo, que já justificaria uma ampla vantagem das per-

nas na captação de oxigênio, há o fator agravante de que a condutância de O_2 nos membros superiores é menor do que nos membros inferiores, a qual pode ser creditada a fatores como heterogeneidade na distribuição de fluxo sanguíneo para os diferentes músculos, ou porções funcionais do mesmo músculo, tempos de trânsito médio nos capilares diferenciados, bem como áreas de difusão diferentes⁽¹²⁾.

Estima-se que indivíduos pertencentes a grupos atléticos que treinam os membros superiores primariamente ou secundariamente para suas provas (ginástica, natação, lutas e iatismo) apresentam $\dot{V}O_{2pico}$ em exercícios com braços de 40,1 a 41,6ml/kg/min⁽¹³⁾. Portanto, os canoístas deste estudo encontram-se em um nível superior comparados com atletas das outras modalidades. Em geral, a relação entre $\dot{V}O_{2pico}$ dos braços para as pernas encontra-se entre 0,82 e 0,90 nessas amostras populacionais. Infelizmente, neste trabalho, essa relação não foi calculada. Entre sedentários jovens, o $\dot{V}O_{2pico}$ de membros superiores oscila em torno de 30,4ml/kg/min⁽¹³⁾ a 34,2ml/kg/min⁽¹⁴⁾, sugerindo que os canoístas apresentam grande adaptação das funções cardiorrespiratórias frente aos estímulos de treinamento para membros superiores.

Os canoístas deste estudo apresentaram $\dot{V}O_{2pico}$ equivalente a cerca de 88% dos valores reportados por Fry e Morton⁽²⁾ em atletas australianos de alto nível ($59,2 \pm 7,1$ ml/kg/min) e aproximadamente 89% dos valores obtidos por Tesch⁽¹⁵⁾ em canoístas da seleção sueca na década de 80 do século passado ($58,4 \pm 3,1$ ml/kg/min). Por outro lado, os canoístas pertencentes à nossa amostra obtiveram níveis de potência aeróbia similares a canoístas de nível internacional ($52,6 \pm 4,9$ ml/kg/min), pertencentes à seleção britânica e que competiam na distância de 200m⁽³⁾. Por fim, foram superiores a atletas australianas de alto nível ($44,8 \pm 6,0$ ml/kg/min), estudadas por Bishop⁽¹⁾. Ressalta-se que em todos os estudos citados, os atletas foram avaliados em caiaque-ergômetro, o que potencialmente confere vantagem a eles em relação aos canoístas deste estudo devido à especificidade dos movimentos. Nos movimentos realizados em cicloergômetro para membros superiores, as musculaturas do tronco, costas e abdômen não são mobilizadas tão intensamente quanto na simulação dos gestos da canoagem.

Correlações significantes entre metodologias diversas para se estimar as transições metabólicas, ou limiares, $\dot{V}O_{2pico}$, e o desempenho na canoagem velocidade e nas provas mais longas têm sido reportadas por outros autores. Fry e Morton⁽²⁾, por exemplo, mostraram correlações significantes entre LV_1 e o desempenho em provas de 500 a 42.000m ($r = -0,48$ a $-0,72$). Valores semelhantes foram encontrados entre o $\dot{V}O_{2pico}$ expresso em termos absolutos e os tempos nas referidas distâncias ($r = -0,56$ a $-0,80$). Resultados similares foram encontrados por Bishop⁽¹⁾ com relação ao desempenho em 500m de atletas do sexo feminino. Interessantemente, essas variáveis aeróbias explicam precariamente o desempenho em 200m, sendo esta melhor predita por variáveis obtidas em testes anaeróbios⁽⁹⁾. Funções relacionadas à força muscular instantânea e trabalho muscular em testes de 60s também parecem ter capacidade de predição da *performance* em distâncias entre 500 e 42.000m⁽²⁾.

Acreditamos que a ausência de significância das correlações entre as medidas relativas à massa corporal de LV_1 , LV_2 e $\dot{V}O_{2pico}$ e o desempenho deva-se ao fato de que na canoagem o efeito negativo da massa corporal sobre o deslocamento seja atenuado pelo fato de a embarcação ser sustentada sobre superfície da água. Nessa situação, a capacidade absoluta de captação e utilização de oxigênio, tanto nos limiares quanto no esforço máximo, parecem ser mais relevantes.

Nas distâncias investigadas neste estudo, há provavelmente uma participação integrada da capacidade anaeróbia e potência aeróbia, sendo maior a influência da primeira nos 200m, ambas massivas nos 500m e provavelmente maior da segunda nos 1.000m. Apesar da predominância aeróbia nos 1.000m, nesta distância, o fator limitante principal deve ser a capacidade de supor-

tar altos níveis de lactato muscular, pois nesta faixa trabalha-se próximo ao $\dot{V}O_{2pico}$, conseqüentemente, acima do LV_2 , o que provocaria um aumento progressivo das concentrações de lactato, e conseqüente fadiga provocada pelos efeitos deletérios da queda do pH no aparato contrátil.

Uma limitação do presente estudo reside na ausência de outras medidas fisiológicas (capacidade anaeróbia, força), bem como antropométricas, que poderiam ser obtidas em laboratório com o objetivo de melhorar as predições de desempenho na canoagem velocidade, para amostras similares à analisada neste trabalho. Isso auxiliaria na proposição de equações preditivas mais complexas, com múltiplas variáveis de entrada. As correlações apresentadas neste estudo, entre LV_2 e $\dot{V}O_{2pico}$ e desempenho, não permitem que esses indicadores sejam utilizados como determinantes únicos dos tempos nas provas de canoagem velocidade. Portanto, outras investigações devem ser conduzidas com a inclusão de outras variáveis de predição, bem como análise da sensibilidade das medidas aos efeitos longitudinais do treinamento.

CONCLUSÕES

Conclui-se que indicadores da função aeróbia obtidos em cicloergômetro de membros superiores podem prever o desempenho em provas de velocidade da canoagem. O LV_2 apresentou correlação de $-0,685$ com a *performance* em 1.000m, e o $\dot{V}O_{2pico}$ correlacionou-se tanto com o desempenho em 500m ($rs = -0,699$) quanto em 1.000 ($rs = -0,734$). Dessa forma, ambos constituem indicadores fisiológicos que podem ser potencialmente empregados na avaliação de canoístas. Cabe ressaltar que as medidas relativas à massa corporal não apresentaram as mesmas propriedades preditivas.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Bishop D. Physiological predictors of flat-water kayak performance in women. Eur J Appl Physiol. 2000;82:91-7.
2. Fry RD, Morton AR. Physiological and kinanthropometric attributes of elite flat-water kayakers. Med Sci Sports Exerc. 1991;23:1297-301.
3. van Someren KA, Palmer GS. Prediction of 200-m sprint kayaking performance. Can J Appl Physiol. 2003;28:505-17.
4. Nakamura FY, Borges TO, Sales OR, Cyrino ES, Kokubun E. Estimativa do custo energético e contribuição das diferentes vias metabólicas na canoagem de velocidade. Rev Bras Med Esporte. 2004;10:70-7.
5. Wasserman K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. Am Rev Res Dis. 1984;129:S35-S40.
6. Simon J, Young JL, Gutin B, Blood DK, Case RB. Lactate accumulation relative to the anaerobic and respiratory compensation thresholds. J Appl Physiol. 1983; 54:13-7.
7. Gaesser GA, Poole D. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. Exerc Sport Sci Rev. 1996;24:35-70.
8. Brunetto AF, Silva BM, Roseguini BT, Hirai DM, Guedes DP. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. Rev Bras Med Esporte. 2005;11:22-7.
9. Bunc V, Heller J. Ventilatory threshold and work efficiency on a bicycle and paddling ergometer in top canoeists. J Sports Med Phys Fitness. 1991;31:376-9.
10. Bunc V, Heller J, Leso J, Sprynarová S, Zdanowicz R. Ventilatory threshold in various groups of highly trained athletes. Int J Sports Med. 1987;8:275-80.
11. Nakamura FY, Brunetto AF, Hirai DM, Roseguini BT, Kokubun E. O limiar de esforço percebido (LEP) corresponde à potência crítica e a um indicador de máximo estado estável de consumo de oxigênio. Rev Bras Med Esporte. 2005;11: 197-202.
12. Calbet JAL, Holmberg H-C, Rosdahl H, van Hall G, Jensen-Urstad M, Saltin B. Why do arms extract less oxygen than legs during exercise? Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2005;289:1448-58.
13. Seals DR, Mullin JP. $\dot{V}O_{2max}$ in variable type of exercise among well-trained upper body athletes. Res Q Exerc Sport. 1982;53:58-63.
14. Washburn RA, Seals DR. Peak oxygen uptake during arm cranking for men and women. J Appl Physiol. 1984;56:954-7.
15. Tesch PA. Physiological characteristics of elite kayak paddlers. Can J Appl Sport Sci. 1983;8:87-91.