



COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS DO MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA ENTRE HOMENS E MULHERES MEDIANTE CORREÇÃO ALOMÉTRICA

Jonathan Santos Galvão ¹Nilo Massaru Okuno ¹Ferdinando Oliveira Carvalho ¹Lucas Galvão Hasegawa Marcolino ¹Edilson Serpeloni Cyrino ¹Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi ^{1,2}Fábio Yuzo Nakamura ¹¹ Universidade Estadual de Londrina – Brasil² Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brasil

Resumo: O objetivo deste estudo foi comparar os parâmetros do modelo de potência crítica de homens e mulheres após a correção alométrica. A massa corporal (MC), massa corporal magra (MCM) e volume muscular de membros inferiores (VMMI) foram corrigidos pelos expoentes 0,67 e 0,75 quando a variável analisada foi a potência crítica (PC), e pelo expoente 1,0 para capacidade de trabalho anaeróbio (CTA). Foram detectadas diferenças significativas nas variáveis antropométricas e nos valores absolutos da PC e CTA, com os homens apresentando valores superiores às mulheres ($P < 0,01$). Somente a CTA corrigida pela MC, MCM e VMMI, não diferiu estatisticamente entre os sexos ($P > 0,05$). Entretanto, a PC relativa à MC, MCM e VMMI corrigidos pelos expoentes 0,67 e 0,75, demonstrou ser maior entre os homens. Nesse sentido, parece que a aptidão aeróbia é menos dependente das diferenças das dimensões corporais constatadas entre os gêneros quando comparada à aptidão anaeróbia.

Palavras-chave: potência crítica; capacidade de trabalho anaeróbio; correção alométrica; composição corporal.

COMPARASION OF CRITICAL POWER MODEL PARAMETERS BETWEEN MEN AND WOMEN BY ALLOMETRIC CORRECTION

Abstract: The purpose of this study was to compare critical power model parameters of men and women after allometric correction. The body mass (MC), lean body mass (MCM), and lower limbs muscle volume (VMMI) were corrected by 0.67 and 0.75 exponents when the variable analyzed was the critical power (PC), and by exponent 1.0 for anaerobic work capacity (CTA). Significantly differences were observed in anthropometric variables and in absolute values of PC and CTA, with the men showing greater values then women ($P < 0.01$). Only the CTA corrected for MC, MCM and VMMI did not differ statistically between the sexes ($P > 0.05$). However, the PC results divided by corrected MC, MCM and VMMI using 0.67 and 0.75 exponents showed higher values for men. In this sense, the aerobic fitness seems to be less dependent of genders' body dimensions differences than the anaerobic fitness.

Keywords: critical power; anaerobic work capacity; allometric scaling, body composition.

INTRODUÇÃO

Monod e Scherrer (1965) demonstraram a existência de uma relação hiperbólica entre a potência e o tempo até a exaustão. Segundo esses autores, o tempo até a exaustão seria inversamente proporcional à taxa na qual o trabalho é realizado. Quando esse modelo é aplicado em cicloergômetro, ele fornece estimativas de dois parâmetros: (a) a carga que pode ser mantida por um longo período de tempo sem fadiga, denominada potência crítica (PC), a qual é estabelecida pela assíntota da hipérbole no eixo da potência; (b) a quantidade total de trabalho que pode ser realizada acima da PC, denominada capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), a qual é determinada pelo grau de curvatura da hipérbole (MORITANI *et al*, 1981).

O significado fisiológico desses dois parâmetros tem sido objeto de muitas investigações, sendo a CTA considerada uma medida representativa de capacidade anaeróbia, pois ela se correlaciona com a máxima concentração de lactato sanguíneo e é equivalente ao déficit máximo acumulado de oxigênio (MAOD) (HILL, STEWARD e LANE, 1995; HILL e SMITH, 1994). Por sua vez, a PC tem sido associada a vários indicadores aeróbios, sendo um importante demarcador de transição entre os domínios intenso e severo de esforço e correspondendo ao máximo estado estável de variáveis como o lactado e o consumo de oxigênio (VO₂) (GAESSER e POOLE, 1996; POOLE *et al*, 1988).

Contudo, a PC e CTA podem ser influenciadas por questões fisiológicas relacionadas ao gênero, uma vez que estudos prévios constataram que as mulheres possuem os valores dessas variáveis estatisticamente inferiores aos homens (WEBER e SCHNEIDER, 2000; DAVIS *et al*, 2006). No entanto, essas diferenças poderiam ser atenuadas, ou até mesmo eliminadas, quando os parâmetros são expressos de forma relativa aos indicadores da dimensão corporal. Todavia, existem muitas controvérsias envolvendo a correção adequada desses valores, a serem considerados: a escolha das variáveis independentes (massa corporal ou massa muscular) e dependentes (parâmetros funcionais), bem como o método utilizado para corrigir os dados (divisão simples entre as variáveis, ajustes alométricos, ou ajustes log-lineares).

Essas considerações são importantes, pois afetam diretamente a interpretação dos resultados, especialmente nas comparações entre grupos e entre gêneros (BULBULIAN, JEONG e MURPHY, 1996; WEBER, CHIA e INBAR, 2006; SMITH, 1984). Nesse sentido, os ajustes alométricos parecem ser os mais adequados na normalização dos indicadores fisiológicos em relação ao tamanho corporal, permitindo eliminar os efeitos das diferentes dimensões corporais. A fórmula geral da função alométrica é dada pela equação 1.

$$Y = a \times X^b \quad (\text{Equação 1})$$

Onde Y = variável dependente, a = coeficiente de proporcionalidade, X = variável independente, b = expoente alométrico.

Embora esse tipo de correção já tenha sido aplicado para potência anaeróbia estabelecida no teste de Wingate e a outros indicadores aeróbios de homens e mulheres, até o momento ela ainda não foi aplicada aos parâmetros do modelo de potência crítica na comparação entre os gêneros (BULBULIAN, JEONG e MURPHY, 1996; WEBER, CHIA e INBAR, 2006; NEDER *et al*, 1999; CHAMARI *et al*, 2005; VANDERBURGH *et al*, 1998). Portanto, o objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros do modelo de potência crítica utilizando a equação não linear potência-tempo em homens e mulheres, para posteriormente compará-los por meio da correção alométrica adotando dois expoentes para a PC (0,67 e 0,75), e um para a CTA (1,0), corrigidos para o peso corporal (MC), massa corporal magra (MCM) e volume muscular de membros inferiores (VMMI).

MATERAIS E MÉTODOS

AMOSTRA E DESENHO EXPERIMENTAL

Dezesseis sujeitos, aparentemente saudáveis, participaram voluntariamente deste estudo. A amostra foi dividida em dois subgrupos formados por nove homens ($n = 9$) e sete mulheres ($n = 7$). Todos os participantes, após serem previamente esclarecidos sobre os propósitos da investigação e procedimentos aos quais seriam submetidos, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Local de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Os testes foram realizados em duas etapas: 1ª) dois testes de familiarização; 2ª) quatro testes preditivos. Os sujeitos foram instruídos a não ingerirem bebidas alcoólicas e cafeinadas, e a não realizarem exercícios vigorosos por pelo menos 24 h antes dos testes.

SESSÃO DE FAMILIARIZAÇÃO DOS TESTES

Para a adaptação ao ergômetro e ao tipo de esforço, foram realizados dois testes retangulares exaustivos em um cicloergômetro de frenagem mecânica (Monark®). Inicialmente, a altura do selim foi ajustada de acordo com o comprimento individual dos membros inferiores, alinhada na altura do trocânter maior do fêmur, quando o indivíduo permanecia em pé ao lado do cicloergômetro. Anteriormente aos testes, foi realizado um aquecimento no cicloergômetro durante cinco minutos apenas com a resistência inercial desse equipamento e um período de repouso, determinado pelo próprio sujeito. As cargas impostas nos testes foram escolhidas buscando induzir a exaustão em um período compreendido entre 2-15 min.

DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA CRÍTICA E DA CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO

Foram realizados quatro testes retangulares exaustivos, com o objetivo de estimar os parâmetros do modelo de potência crítica. Antes de cada teste, da mesma forma que nos testes de familiarização, foi realizado um aquecimento, no cicloergômetro, sem adição de carga por um período de cinco minutos. Após um período de recuperação, determinado pelo próprio sujeito, o teste foi iniciado. As cargas eram escolhidas individualmente de tal forma que os esforços tivessem duração entre 2-15 min.

Durante os testes, os sujeitos foram instruídos a manterem a velocidade de $\cong 28$ km/h e a exaustão foi considerada quando o indivíduo não conseguisse manter a velocidade pré-estabelecida por um período maior que cinco segundos. Não foram dadas informações sobre a expectativa das durações dos testes e a carga imposta aos sujeitos. Os testes eram separados por no mínimo 24 h de intervalo, para que o cansaço residual não afetasse a carga seguinte.

Os dados individuais de potência e do tempo até a exaustão foram ajustados a uma equação não-linear (equação 2), para a determinação da PC e da CTA. A opção pela equação 2 foi feita porque ela respeita o pressuposto matemático de alocação da potência como variável independente e do tempo como variável dependente (GASSER *et al*, 1995).

$$\text{Tempo (s)} = \frac{CTA}{P-PC} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde CTA = capacidade de trabalho anaeróbio, P = potência, PC = potência crítica.

ANTROPOMETRIA

A massa corporal total (MC) foi mensurada por meio de uma balança de leitura digital (Urano, modelo PSI80 A), com precisão de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 1 mm, de acordo com os procedimentos recomendados por Gordon, Chumlea e Roche (1988). A partir dessas medidas, foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da razão entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

A composição corporal foi estimada pela técnica de espessura de dobras cutâneas. Três medidas foram realizadas em cada ponto anatômico, em seqüência rotacional, ao lado direito do corpo, sendo utilizado o valor mediano. Para tanto, foram medidas as dobras cutâneas nos seguintes pontos anatômicos: abdominal, suprailíaca, axilar-média, subescapular, tricipital, bicipital, peitoral, perna medial e coxa. Tais medidas foram realizadas por um único avaliador experiente, com um adipômetro da marca Lange. O coeficiente de correlação intraclasse excedeu 0,95 para cada um dos pontos anatômicos com erro de medida de no máximo $\pm 1,0$ mm. O percentual de gordura corporal (% GC) foi calculado pela fórmula de Siri (1961), a partir da estimativa da densidade corporal determinada pelas seguintes equações propostas por Jackson e Pollock (1978) para homens e Jackson, Pollock e Ward (1980) para mulheres.

A massa gorda absoluta (MG) foi expressa pelo produto do peso corporal e do % GC, enquanto a MCM foi calculada pela subtração da MC pela MG. As circunferências da coxa e da panturrilha foram medidas com uma fita métrica metálica da marca Sanny, com precisão de 1 mm, na perna direita, conforme as técnicas descritas por Fuller *et al* (1999). As medidas foram feitas em duplicidade pelo mesmo avaliador e o coeficiente de correlação intraclasse excedeu 0,97 para cada um dos pontos anatômicos com erro máximo de medida de 0,5 cm. Na coxa, os locais foram determinados a partir do ponto mesofemural, entre o trocânter maior do fêmur e a borda superior da patela, o qual foi denominado de coxa B. Dez centímetros acima da coxa B, próximo ao trocânter maior do fêmur, foi determinada a coxa C e, 10 cm abaixo da coxa B próximo a borda superior da patela, foi determinada a coxa A. Na panturrilha, os locais foram determinados a partir do ponto mesotibialfibular, entre a borda inferior da patela e o espaço da articulação do tornozelo, o qual foi denominado de panturrilha B. A cinco centímetros acima da panturrilha, próxima à borda inferior da patela, foi determinada a panturrilha A e a 5 cm abaixo da panturrilha B, próxima à articulação do tornozelo, foi determinada a panturrilha C.

A partir das circunferências da coxa e da panturrilha, e das DCCX e DCPM, foram calculados a área de secção-transversa do segmento utilizando a equação proposta por Fuller *et al* (1999), sendo a área de secção-transversa do tecido adiposo e muscular calculada pela equação de Tothill e Stewart (2002). Os volumes de coxa, panturrilha e o constituinte muscular foram calculados assumindo o cone truncado entre as posições de medida, e o VMMI foi determinado pela soma do volume muscular da coxa e panturrilha nos pontos A, B e C (FULLER *et al*, 1999; TOTHILL e STEWART, 2002).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram apresentados por média \pm desvio padrão. O teste de *Shapiro-Wilk* foi empregado na análise da distribuição dados, os quais apresentaram normalidade. O teste *t* de *Student* para amostras independentes foi utilizado para as comparações entre as características gerais, as estimativas antropométricas e os parâmetros fisiológicos corrigidos

alometricamente dos subgrupos. Todas as análises foram realizadas utilizando o *software* estatístico STATISTICA 5.1™, adotando o critério de significância em 5% ($P < 0,05$).

RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentadas as características físicas e antropométricas dos sujeitos. A MC dos homens foi significativamente maior do que a das mulheres ($P < 0,01$), bem como a estatura ($P < 0,01$), a MCM ($P < 0,001$), e o VMMI ($P < 0,01$). O %GC dos homens foi significativamente menor do que o encontrado nas mulheres ($P < 0,001$) assim como a MG ($P < 0,01$). No entanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada nos valores de IMC na comparação entre os sexos ($P > 0,05$).

Tabela 1 - Características físicas e antropométricas dos sujeitos investigados.

Variáveis	Homens (n = 9)	Mulheres (n = 7)	P
Idade (anos)	22,6 ± 2,82	22,0 ± 2,64	0,63
Peso (kg)	73,6 ± 6,64	59,8 ± 11,60	< 0,01
Estatura (m)	1,75 ± 0,06	1,65 ± 0,05	< 0,01
IMC (kg/m ²)	23,9 ± 1,69	21,8 ± 3,86	0,17
% de gordura	12,7 ± 4,14	25,2 ± 4,58	< 0,001
Massa Gorda (kg)	9,52 ± 3,71	15,47 ± 6,20	< 0,01
Massa corporal magra (kg)	64,16 ± 4,13	44,32 ± 5,79	< 0,001
Volume muscular dos membros inferiores (l)	4,13 ± 0,48	2,62 ± 0,64	< 0,01

As estimativas antropométricas de circunferência, área de secção-transversa muscular, volume muscular nos pontos A, B e C da coxa e da panturrilha de homens e mulheres são apresentados na tabela 2. Os valores da área de secção-transversa muscular e volume muscular, da coxa e panturrilha nos pontos A, B e C, das mulheres, foram significativamente inferiores quando comparado aos homens ($P < 0,001$), o que pode ser observado também na circunferência da coxa no ponto B ($P < 0,05$). Entretanto, nas circunferências da panturrilha no ponto A, B e C não houve diferenças significativas entre os sexos ($P > 0,05$), assim como na circunferência da coxa nos pontos A e B ($P > 0,05$).

Tabela 2 - Estimativas antropométricas de circunferências, áreas de secção-transversa muscular, e volumes muscular da coxa e panturrilha de homens e mulheres.

Variáveis	Homens (n = 9)	Mulheres (n = 7)	P
Coxa			
Circunferências (cm)			
em A	44,50 ± 3,31	40,54 ± 5,45	0,09
em B	53,66 ± 3,76	48,21 ± 5,32	< 0,05
em C	57,22 ± 4,01	54,54 ± 5,12	0,25
Área de secção transversa muscular (cm ²)			
em A	114,49 ± 16,28	66,72 ± 24,51	< 0,001
em B	178,57 ± 23,59	109,67 ± 30,70	< 0,001

em C	206,96 ± 24,99	151,87 ± 32,05	< 0,001
Volume muscular (l)			
A para B	1,47 ± 0,20	0,88 ± 0,28	< 0,001
B para C	1,93 ± 0,24	1,31 ± 0,30	< 0,001
A para B + B para C	3,39 ± 0,43	2,19 ± 0,57	< 0,001
Panturrilha			
Circunferências			
em A	36,07 ± 2,94	33,97 ± 2,25	0,14
em B	36,65 ± 2,40	34,04 ± 2,95	0,07
em C	32,15 ± 2,88	29,98 ± 3,56	0,19
Área de secção transversa muscular (cm ²)			
em A	77,37 ± 11,54	47,11 ± 9,02	< 0,001
em B	80,27 ± 9,76	47,59 ± 11,52	< 0,001
em C	58,35 ± 10,39	31,71 ± 10,94	< 0,001
Volume muscular (l)			
A para B	0,39 ± 0,05	0,24 ± 0,05	< 0,001
B para C	0,35 ± 0,05	0,20 ± 0,05	< 0,001
A para B + B para C	0,74 ± 0,10	0,44 ± 0,10	< 0,001

As comparações dos parâmetros PC e CTA em valores absolutos de homens e mulheres são apresentadas na tabela 3. Os valores da PC e CTA dos homens foram estatisticamente superiores quando comparados com as mulheres ($P < 0,01$).

Tabela 3 - Comparação da potência crítica (PC) e capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) por meio da equação não linear potência – tempo de homens e mulheres.

Variáveis	Homens (n = 9)	Mulheres (n = 7)	P
PC (W)	196,6 ± 41,7	80,9 ± 16,6	< 0,001
CTA (J)	22366 ± 3229	15077 ± 6758	< 0,01

Na tabela 4, são apresentadas as comparações entre homens e mulheres nos parâmetros da PC e CTA, após as correções. Não houve diferenças significativas entre os sexos na CTA expressa de forma relativa à MC, MCM e VMMI ($P > 0,05$), com expoente de 1,0. Entretanto, na PC expressa de forma relativa à MC, MCM e VMMI com os expoentes 0,67 e 0,75, foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,01$).

Tabela 4 - Correção alométrica da MC, MCM e VMMI utilizando os expoentes 0,67 e 0,75 para a PC, e CTA 1,0 em homens e mulheres.

Função alométrica (Y/X)	Homens (n = 9)	Mulheres (n = 7)	P
(PC/MC) W/kg ^{0,67}	11,14 ± 2,77	5,24 ± 1,01	< 0,001
(PC/MCM) W/kg ^{0,67}	12,14 ± 2,70	6,38 ± 1,22	< 0,001
(PC/VMMI) W/l ^{0,67}	76,48 ± 16,90	43,26 ± 10,46	< 0,001
(PC/MC) W/kg ^{0,75}	7,91 ± 2,01	3,78 ± 0,74	< 0,001
(PC/MCM) W/kg ^{0,75}	8,71 ± 1,95	4,71 ± 0,91	< 0,001
(PC/VMMI) W/l ^{0,75}	68,35 ± 15,34	40,21 ± 10,27	< 0,001
(CTA/MC) J/kg ¹	306,82 ± 57,77	252,45 ± 105,01	0,20
(CTA/MCM) J/kg ¹	350,61 ± 59,24	336,02 ± 132,61	0,77
(CTA/VMMI) J/l ¹	5491,38 ± 1074,58	5625,49 ± 1903,79	0,86

DISCUSSÃO

Diversos estudos têm procurado caracterizar os indicadores de capacidades aeróbia e anaeróbia de homens e mulheres, e em populações com diferentes tamanhos corporais utilizando correções alométricas (WEBER, CHIA e INBAR, 2006; NEVILL, RAMSBOTTON e WILLIAMS, 1992; NEDER *et al*, 1999; CHAMARI *et al*, 2005; VANDERBURGH *et al*, 1998; TOLFREY *et al*, 2006). Nesse sentido, o presente estudo analisou a influência de dois expoentes alométricos para a PC, e um para a CTA, mediante medidas antropométricas e de composição corporal de homens e mulheres.

Diferenças nas estimativas antropométricas entre os sexos foram identificadas neste estudo, tanto de coxa quanto de panturrilha, com os homens apresentando valores superiores aos das mulheres. Apesar de haver um consenso na literatura das limitações da técnica antropométrica empregada no presente estudo como, por exemplo, superestimar áreas musculares e subestimar tecido adiposo, ela possui uma boa aplicabilidade e confiabilidade em indivíduos não-obesos, levando em consideração alguns aspectos, tais como: habilidade do avaliador, tipo de adipômetro, características dos sujeitos e a equação de predição utilizada para estimar a gordura corporal (HEYWARD e STOLARCZYK, 2000).

As diferenças nos valores absolutos identificados nos parâmetros anaeróbios e aeróbios do modelo de potência crítica, com os homens apresentando valores superiores às mulheres, corroboram os achados prévios de outras investigações (WEBER e SCHNEIDER, 2000; DAVIS *et al*, 2006). Bulbulian, Jeong e Murphy (1996) detectaram diferenças nas estimativas dos compartimentos aeróbio e anaeróbio entre homens e mulheres, sendo essa diferença de aproximadamente 15% e 38%, respectivamente. Em outro estudo, Neder *et al* (1999) verificaram o comportamento da potência aeróbia máxima e do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) mediante a idade cronológica de homens e mulheres não-atletas. Entre os principais resultados, constatou-se que os valores absolutos da força de perna, da massa muscular da perna e do VO_{2max} dos homens diminuíram com o aumento da idade. Além disso, essas variáveis foram maiores nos homens quando comparados às mulheres.

Vale ressaltar que outros estudos investigaram o VO_{2max} mediante a correção alométrica utilizando vários expoentes em diferentes populações, entre eles: homens e mulheres não-atletas de diferentes faixas etárias, adolescentes e adultos jovens praticantes de futebol do gênero masculino, homens e mulheres jovens fisicamente ativos, e crianças e adultos jovens do gênero masculino. Esses estudos têm indicado que, se os dados forem expressos apropriadamente pela correção alométrica,

permitem interpretação correta da variável analisada nessas populações (NEDER *et al*, 1999; CHAMARI *et al*, 2005; VANDERBURH *et al*, 1998; TOLFREY *et al*, 2006).

A correção PC por meio da MC, MCM e VMMI adotando-se os expoentes 0,67 e 0,75 manteve a diferença estatisticamente significativa em homens e mulheres ($P < 0,01$). Davis *et al* (2006) verificaram que a resposta do VO_{2max} , mediante análise de covariância e tendo como a co-variável a MCM, tanto no modelo linear quanto no não-linear foi maior em homens do que em mulheres. Esses resultados não podem ser explicados pelo nível de atividade física, pois os participantes eram todos sedentários. Um possível fator para explicar essas diferenças no VO_{2max} pode ser a maior capacidade de transporte de oxigênio no sangue arterial pelos homens quando comparados às mulheres (DAVIS *et al*, 2006). Por outro lado, apesar de não terem sido feitas correções alométricas na PC no estudo de Bulbulian, Jeong e Murphy (1996), quando os dados de PC foram relativizados à MC houve apenas uma tendência de diferença entre os gêneros ($P < 0,09$). No entanto, essa comparação não foi feita utilizando os expoentes 0,67 e 0,75.

Outro aspecto que chama a atenção é que a grande maioria das pesquisas disponíveis na literatura sobre a capacidade anaeróbia de homens e mulheres tem utilizado variáveis independentes semelhantes às do presente estudo, envolvendo correção por meio de valores relativos à MC, volume da coxa e MCM (BULBULIAN, JEONG e MURPHY, 1996; HILL e SMITH, 1993; MURPHY, PATTON e FREDERICK, 1986). Nos estudos de Hill e Smith (1996) e Murphy, Patton e Frederick (1986), os valores corrigidos relativos à MC ainda foram superiores nos homens quando comparados às mulheres. No entanto, Bulbulian, Jeong e Murphy (1996) não encontraram diferenças entre os homens e as mulheres na capacidade anaeróbia quando os dados foram ajustados à MC. Esse resultado vai de encontro ao do presente estudo, na qual o parâmetro anaeróbio, após ter sido corrigido pela MC, MCM e VMMI em homens e mulheres, não diferiu estatisticamente ($P > 0,05$).

Embora as possíveis correções alométricas utilizadas nos valores absolutos da PC e CTA na tentativa de explicar as diferenças sexuais ainda não estejam claramente estabelecidas (BULBULIAN, JEONG e MURPHY, 1996; HILL e SMITH, 1993; MURPHY, PATTON e FREDERICK, 1986), acredita-se que a escolha das variáveis dependentes e independentes, o método para corrigir os valores absolutos ou até mesmo fatores como idade, estatura, massa corporal, maturação, envelhecimento e nível de atividade física, entre homens e mulheres, devam ser analisadas mais criteriosamente na tentativa de explicação desse fenômeno (SMITH, 1984; NEVILL, RAMSBOTTON e WILLIAMS, 1992).

Os expoentes alométricos de 0,67 e 0,75 são os mais citados na literatura científica (NEVILL, 1994; JARIC, MIRKOV e MARKOVIC, 2005). O expoente 0,67 tem sido recomendado por muitos autores em testes que envolvem potência muscular, fornecendo bons ajustes pela massa corporal (JARIC, MIRKOV e MARKOVIC, 2005). Vanderburgh *et al* (1998) utilizou o expoente 0,67 para corrigir a potência aeróbia pela massa corporal em teste de 10 min no cicloergômetro. Entretanto, o expoente que melhor ajustou as diferenças sexuais na potência aeróbia foi de 0,66. Por outro lado, vários estudos têm reportado expoentes estimados maiores que 0,67, e geralmente próximo ao expoente 0,75, identificado por Kleiber para taxa metabólica basal (NEVILL, 1994).

Uma das limitações do presente estudo foi a desconsideração do glúteo no cálculo do VMMI, uma vez que estudos anteriores têm demonstrado uma importante participação desse grupamento muscular no desempenho em cicloergômetro, e que posteriormente podem influenciar no cálculo alométrico utilizando os parâmetros estimados pelo modelo (BULBULIAN, JEONG e MURPHY, 1996). Apesar disso, este trabalho teve conotação exploratória para futuros estudos utilizando métodos e equipamentos mais precisos para a determinação dos diferentes componentes corporais, como absorptometria radiológica de dupla energia ou imagem de ressonância magnética.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que homens apresentam valores da PC e CTA superiores às mulheres quando apresentados em valores absolutos. Após as correções alométricas, dividindo a CTA pela MC, MCM e VMMI, elevados ao expoente 1,0, foi verificado que o valor do parâmetro é semelhante em ambos os sexos. Apesar disso, para a PC relativizada por essas mesmas variáveis e corrigidas alometricamente, utilizando-se os expoentes 0,67 e 0,75, foi observado que os valores foram maiores nos homens quando comparado às mulheres. Nesse sentido, parece que a aptidão aeróbia é menos dependente das diferenças corporais constatadas entre os gêneros quando comparada à aptidão anaeróbia.

REFERÊNCIAS

- ASTRAND, P.-O.; RODAHL, K. **Textbook of work physiology**. 3 ed. New York: McGraw-Hill, 1986.
- BULBULIAN, R.; JEONG, J.-W.; MURPHY, M. Comparison of anaerobic components of the Wingate and critical power tests in males and females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, p.1336-1341, 1996.
- CHAMARI, K.; MOUSSA-CHAMARI, I.; BOUSSAÏDI, L.; HACHANA, Y.; KAOUECH, F.; WISLOFF, U. Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, p.97-101, 2005.
- DAVIS, J.A.; WILSON, L.D.; CAIOZZO, V.J.; STORER, T.W.; PHAM, P.H. Maximal oxygen uptake at the same fat-free mass is greater in men than women. **Clinical Physiology Functional Imaging**, v.26, p.61-66, 2006.
- FULLER, N.J.; HARDINGHAM, C.R.; GRAVES, M.; SCREATON, N.; DIXON, A.K.; WARD, L.C.; ELIA, M. Predicting composition of leg sections with anthropometry and bioelectrical impedance analysis, using magnetic resonance imaging as reference. **Clinical Science**, v.96, p.647-657, 1999.
- GAESSER, G.A.; CARNEVALE, T.J.; GARFINKEL, A.; WALTER, D.O.; WOMACK, C.J. Estimation of critical power with nonlinear and linear models. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, p.1430-1438, 1995.
- GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, p.35-70, 1996.
- GORDON, C.C.; CHUMLEA, W.C.; ROCHE, A.F. Stature, recumbent length, and weight. In: LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988:3-8.
- HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. São Paulo: Manole, 2000.
- HILL, D.W.; SMITH, J.C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.34, p.23-37, 1994.
- HILL, D.W.; SMITH, J.C. Gender difference in anaerobic capacity: role of aerobic contribution. **British Journal of Sports Medicine**, v.27, p.45-48, 1993.
- HILL, D.W.; STEWARD, R.P.; JR, LANE C.J. Application of the critical power concept to young swimmers. **Pediatric Exercise Science**, v.7, p.281-293, 1995.
- JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **The British Journal Nutrition**, v.40, p.497-504, 1978.
- JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.12, p.175-181, 1980.

- JARIC, S.; MIRKOV, D.; MARKOVIC, G. Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, p.467-474, 2005.
- MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, v.8, p.329-338, 1965.
- MORITANI, T.; NAGATA, A.; DEVRIES, H.A.; MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, v.24, p. 339-350, 1981.
- MURPHY, M.M.; PATTON, J.F.; FREDERICK, F.A. Comparative anaerobic power of men and women. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**; v.57, p.636-641, 1986.
- NEDER, J.A.; NERY, L.E.; SILVA, A.C.; ANDREONI, S.; WHIPP, B.J. Maximal aerobic power and leg muscle mass and strength related to age in non-athletic males and females. **European Journal of Applied Physiology**, v.79, p.522-530, 1999.
- NEVILL, A.; RAMSBOTTON, R.; WILLIAMS, C. Scaling physiological measurements for individuals of different body size. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.65, p.110-117, 1992.
- NEVILL, A. The need to scale for differences in body size and mass: an explanation of Kleiber's 0.75 mass exponent. **Journal of Applied Physiology**, v.77, p.2870-2873, 1994.
- POOLE, D.C.; WARD, S.A.; GARDNER, G.W.; WHIPP, B.J. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics**, v.31, p.1265-1279, 1988.
- SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In: BROZEK, J.; HANSCHERL, A. **Techniques for measuring body composition**. Washington D. C.: National Academy of Science, 1961:223-224.
- SLAUGHTER, M.H. Influence of maturation on relationship of skinfolds to body density: a cross-sectional study. **Human Biology**, v.56, p.681-689, 1984.
- SMITH, R.J. Allometric scaling in comparative biology: problems of concept and method. **The American Journal of Physiology**, v.15, p.152-160, 1984.
- TOLFREY, K.; BARKER, A.; THOM, J.M.; MORSE, C.I.; NARICI, M.V.; BATTERHAM, A.M. Scaling of maximal oxygen uptake by lower leg muscle volume in boys and men. **Journal of Applied Physiology**, v.100, p.1851-1856, 2006.
- TOTHILL, P.; STEWART, A.D. Estimation of thigh muscle and adipose tissue volume using magnetic resonance imaging and anthropometry. **Journal of Sports Sciences**, v.20, p.563-576, 2002.
- VANDEBURGH, P.; DANIELS, G.; CROWDER, T.A.; LACHOWETZ, T.; ELLIOT, R. The 10-min cycle ergometer test: a body mass adjusted test of maximal aerobic power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.12, p.12-17, 1998.
- WEBER, C.L.; CHIA, M.; INBAR, O. Gender differences in anaerobic power of the arms and legs – a scaling issue. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.38, p.129-137, 2006.
- WEBER, C.L.; SCHNEIDER, D.A. Maximal accumulated oxygen deficit expressed relative to the active muscle mass for cycling in untrained male and female subjects. **European Journal Applied Physiology**, v.82, p.255-261, 2000.

Contatos

Universidade Estadual de Londrina

Fone: (43) 3371-4144

Endereço: Rod. Celso Garcia Cid, km 380 - Campus Universitário - CEP 86051-990 – Londrina, PR - Brasil

E-mail: fabioy_nakamura@yahoo.com.br

Tramitação

Recebido em: 01/12/07

Aceito em: 13/03/08