



AJUSTES AGUDOS DA FREQUÊNCIA CARDÍACA E DA PREENSÃO MANUAL NA PRÁTICA DA ESCALADA ESPORTIVA INDOOR

Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi

Laboratório de Desempenho Esportivo da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo
Faculdade de Educação Física da Universidade Ibirapuera

Emerson Franchini

Grupo de Pesquisas em Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie

Maria Augusta Peduti Dal' Molin Kiss

Laboratório de Desempenho Esportivo da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Resumo: O presente estudo analisou a frequência cardíaca de pico (FC_{pico}), a preensão manual em repouso (FPM) e, logo após, a ascensão de uma rota ($FPM_{após}$) em sujeitos com distintos níveis de aptidão na escalada esportiva *indoor*. Seis escaladores de elite (GEE = 6) ascenderam uma rota fácil, uma moderada e uma difícil, enquanto sete escaladores recreacionais (GER = 7) escalaram somente a rota fácil. A FC_{pico} foi estatisticamente semelhante entre os grupos na rota fácil (GEE = 164 ± 14 bpm; GER = 168 ± 7 bpm). O GEE também não apresentou diferenças significantes entre a rota moderada (179 ± 8 bpm) e a difícil (182 ± 4 bpm; $p > 0,05$), mas ambas resultaram em maior FC_{pico} do que na rota fácil. A FPM foi diferente entre os grupos (GEE = $0,85 \pm 0,15$ kgf.kg⁻¹; GER = $0,70 \pm 0,10$ kgf.kg⁻¹, $p < 0,05$), ao passo que a $FPM_{após}$ não foi estatisticamente diferente entre as tarefas ($p > 0,05$). Esses dados indicam que a utilização do monitoramento da frequência cardíaca pode ser uma forma ineficaz para determinar a intensidade do exercício ou para estimar a demanda metabólica durante a prática desse esporte. Adicionalmente, a FPM parece exercer pouca influência no sucesso das ascensões de rotas de escalada esportiva *indoor* com intensidades consideradas submáximas.

Palavras-chave: escalada esportiva *indoor*; preensão manual; frequência cardíaca de pico.

HEART RATE AND HANDGRIP ACUTE ADJUSTMENTS DURING THE PRACTICE OF THE INDOOR ROCK CLIMBING

Abstract: The present study analysed the peak heart rate (HR_{peak}), the isometric hand grip during rest (IHG) and just after rock climbing (IHG_{after}) in subjects with different skill levels in indoor rock climbing. Six elite rock

climbers (GEE = 6) ascended an easy, a moderate and a difficult route, while seven recreational rock climbers (GER = 7) climbed only an easy route. The HR_{peak} was statistically similar between groups in the easy route (GEE = 164 ± 14 bpm; GER = 168 ± 7 bpm). The GEE also did not present significant differences between moderate (179 ± 8 bpm) and difficult routes (182 ± 4 bpm) ($p > 0,05$), but both resulted in higher HR_{peak} than in the easy route. The IHG was different between groups (GEE = $0,85 \pm 0,15$ kgf.kg⁻¹; GER = $0,70 \pm 0,10$ kgf.kg⁻¹, $p < 0,05$), while the IHG_{after} was not statistically different among the tasks ($p > 0,05$). These data indicate that heart rate monitoring might be an inefficient way to determine the exercise intensity or to estimate the metabolic demand during this sport. Additionally, the IHG seems to have little influence at the performance of indoor rock climbing with intensities considered submaximal.

Keywords: indoor rock climbing; handgrip; peak heart rate.

I. INTRODUÇÃO

A prática da escalada em pequenas falésias rochosas surgiu, provavelmente, por causa da necessidade de os alpinistas manterem-se fisicamente condicionados durante toda a temporada. Com o decorrer dos anos, essa modalidade ganhou adeptos exclusivos, fato que levou à construção de ginásios que permitiam a realização desse segmento do alpinismo independentemente das condições climáticas. No Brasil, foi adotada a terminologia escalada esportiva *indoor* para designar ascensões realizadas em rotas estruturadas nos muros artificiais (BERTUZZI e colaboradores, 2001).

Os sistemas de classificação do nível de dificuldade das rotas de escalada esportiva foram desenvolvidos aleatoriamente; entretanto, os modelos mais utilizados nas publicações científicas são o sistema de Yosemite, dos Estados Unidos da América (SHEEL e colaboradores, 2003), e o sistema francês (MERMIER e colaboradores, 1997; MERMIER e colaboradores, 2000; BILLAT e colaboradores, 1995). Geralmente, esses sistemas utilizam números e letras em suas estruturas que permitem a ordenação das dificuldades das rotas. No caso da graduação brasileira, aplica-se uma escala numérica crescente que atualmente varia do 3° ao 11° grau, sendo a dificuldade intermediária entre os graus classificada por letras “a”, “b” e “c”, em que “b” indica uma dificuldade superior a “a” e inferior a “c”. Contudo, esses sistemas possuem pesos equivalentes que permitem a compreensão do nível de dificuldade independentemente do escolhido.

Dada a premência desses acontecimentos, ao final da década de 1980, surgiram as primeiras competições internacionais (BILLAT e colaboradores, 1995) e, concomitantemente, o interesse dos pesquisadores pela análise de variáveis morfológicas (BERTUZZI e colaboradores, 2001; WATTS e colaboradores, 1993) e funcionais (MERMIER e colaboradores, 1997; BOOTH e colaboradores, 1999; BILLAT e colaboradores, 1995) desses atletas.

No entanto, ainda não são totalmente compreendidas as questões que envolvem o comportamento dessas variáveis na escalada esportiva. Ao observarem o comportamento da frequência cardíaca de pico (FC_{pico}) de escaladores de elite durante a ascensão de uma rota fácil (7b – graduação brasileira), Booth e colaboradores (1999) obtiveram valores de 157 ± 10 bpm, que correspondiam a cerca de 83% da frequência cardíaca máxima prevista pela idade. Em outro estudo, Mermier e colaboradores (1997) obtiveram os seguintes valores da FC_{pico} : 142 ± 19 bpm, 155 ± 15 bpm e 163 ± 15 bpm durante a ascensão de uma rota fácil (4 grau – graduação brasileira), uma moderada (5c – graduação brasileira) e uma difícil (7a – graduação brasileira), respectivamente. Esses valores corresponderam aproximadamente a 74%, 81% e 84% da frequência cardíaca máxima prevista pela idade, respectivamente. Contudo, não é possível estabelecer uma conclusão acerca desses dados, já que

o comportamento dessa variável é dependente do nível de aptidão física dos sujeitos e da sobrecarga externa empregada (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003). Adicionalmente, os estudos de Booth e colaboradores (1999) e de Mermier e colaboradores (1997) utilizaram rotas com diferentes graus de dificuldades, porém com atribuições semelhantes em relação à sobrecarga imposta.

Sobre a força de preensão manual (FPM), Watts e colaboradores (1993) demonstraram não haver diferenças significativas entre os escaladores semifinalistas e finalistas de uma Etapa da Copa do Mundo de Escalada Esportiva *Indoor*, porém esses atletas apresentaram valores superiores quando se realizou a comparação com sujeitos sedentários.

Em concordância com esses achados, Grant e colaboradores (2003) também demonstraram que os escaladores possuem a FPM estatisticamente superior à de remadores e de atletas que utilizam principalmente membros inferiores em suas modalidades. Em contrapartida, até o presente momento, apenas um estudo reportou o comportamento dessa variável após a ascensão de uma rota de escalada esportiva *indoor* (WATTS e colaboradores, 2000).

Dessa forma, o presente estudo objetivou verificar as respostas da FC_{pico} e da FPM de escaladores de elite e recreacionais na ascensão de três rotas de escalada esportiva *indoor* com diferentes níveis de dificuldade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 SUJEITOS

Treze sujeitos aparentemente saudáveis participaram do estudo após a leitura, compreensão e assinatura do termo de consentimento informado, previamente aprovado pelo Comitê de Ética local. Os escaladores foram divididos em dois grupos de acordo com seu nível de aptidão na escalada esportiva *indoor*.

O grupo dos escaladores de elite (GEE) foi constituído por seis sujeitos que praticavam a modalidade esportiva há pelo menos quatro anos, com frequência semanal mínima de quatro dias e que já haviam realizado a ascensão de pelo menos uma rota difícil (equivalente ou superior a 8b).

O grupo dos escaladores recreacionais (GER) foi constituído por sete sujeitos que praticavam essa modalidade há pelo menos um ano, com frequência mínima de duas vezes por semana e que já haviam realizado uma rota de dificuldade moderada (mínimo 5c e máximo 7a).

2.2 VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS E FORÇA DE PREENSÃO MANUAL

Após o procedimento utilizado para a inclusão na amostra, os sujeitos deslocaram-se até o laboratório para que fossem realizadas as mensurações das variáveis morfológicas e da força de preensão manual. A estatura foi medida por meio de um antropômetro de madeira com precisão de 1 cm, ao passo que a massa corporal total foi mensurada por uma balança eletrônica da marca Filizola® (São Paulo, Brasil), com precisão de 100 g.

Para as situações que necessitaram de mensuração da força de preensão manual, foi utilizado um dinamômetro hidráulico modelo Jamar da marca *Lafayette Instrument Company*® (Indiana, Estados Unidos), ajustado individualmente para os escaladores. As medidas foram realizadas somente na mão dominante, tanto em repouso (FPM) como logo após a escalada ($FPM_{após}$). Foi considerada como mão dominante aquela que o avaliado utilizava para realizar a maioria das suas tarefas cotidianas.

Durante as medidas, os sujeitos permaneceram na posição ortostática, mantendo os braços estendidos e pronados sem apoiar o equipamento no corpo. Todos os valores foram expressos de forma relativa à massa corporal total, pois ela também influencia na sobrecarga imposta aos músculos flexores dos dedos durante a escalada (WATTS e colaboradores, 1993).

2.3 ROTAS DE ESCALADA ESPORTIVA INDOOR

Em uma ocasião separada, os indivíduos realizaram as ascensões num ginásio de escalada esportiva *indoor*. Todos os escaladores tinham conhecimento prévio das rotas utilizadas neste estudo, sendo consideradas de intensidade submáximas em virtude do nível de habilidade dos escaladores.

Com o intuito de manter a integridade física dos sujeitos, a segurança foi realizada com uma corda vinda do ponto mais alto do muro, impossibilitando que eles tivessem grandes quedas (sistema top rope). Para todos os procedimentos que envolveram o ato de escalar, os sujeitos utilizaram equipamentos devidamente homologados pelos órgãos competentes e seguiram as normas de segurança estabelecidas pelo ginásio.

Antecedendo as ascensões, os escaladores fizeram uma sessão leve de alongamentos seguida por um breve aquecimento geral e específico. Em virtude de seu nível de aptidão no esporte em questão, o GER ascendeu apenas uma rota fácil (6c), ao passo que o GEE escalou além da rota fácil, uma moderada (7c) e uma difícil (8c). A ordem das ascensões do GEE foi estabelecida aleatoriamente, com um intervalo que poderia ser de 10 minutos de descanso passivo entre elas ou até que a frequência cardíaca dos sujeitos retornasse aos valores de repouso.

Durante a escalada, a frequência cardíaca foi monitorada por meio de um freqüencímetro da marca Polar® (*Vantage NV, Electro Oy, Finlândia*), que permitiu a passagem dos dados diretamente para o computador. O maior valor da frequência cardíaca obtida nos instantes finais das rotas foi utilizado como indicativo da frequência cardíaca de pico (FC_{pico}).

2.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram expressos em médias e desvios padrão. Foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes para comparar as variáveis morfológicas, idade, FPM, $FPM_{após}$ e FC_{pico} entre os grupos. As respostas da $FPM_{após}$ e FC_{pico} do GEE nas diferentes rotas foram comparadas pela análise de variância ANOVA a um fator (rota), e, quando houve diferenças nas variáveis, elas foram detectadas pelo teste post hoc de Tukey. Para todas as análises, adotou-se o nível de significância de $p < 0,05$.

2.5 RESULTADOS

Os grupos não diferiram significativamente em relação à idade, massa corporal total e estatura (Tabela I).

Tabela I
Idade cronológica e variáveis antropométricas

	Grupo de elite (n = 6)	Grupo recreacional (n = 7)
Idade (anos)	20 ± 4	24 ± 3
Massa corporal total (kg)	62,4 ± 3,3	64,0 ± 7,2
Estatura (cm)	174 ± 4	170 ± 7

Fonte: Elaborada pelos autores.

O valor da FC_{pico} na rota fácil não foi estatisticamente diferente entre o GEE e o GER (Tabela I). Contudo, as respostas da FC_{pico} do GEE diferiram entre as rotas ($F_{2,10} = 19,6; p = 0,0004$). Tanto na rota difícil quanto na moderada, a FC_{pico} foi superior quando comparada à da rota fácil ($p = 0,011$ e $p = 0,0004$, respectivamente), porém entre a rota moderada e a difícil houve apenas uma tendência à diferença ($p = 0,067$) (Tabela 2).

Tabela 2

Resposta da frequência cardíaca e da força de prensão manual do GEE (n = 6) nas diferentes rotas de escalada.

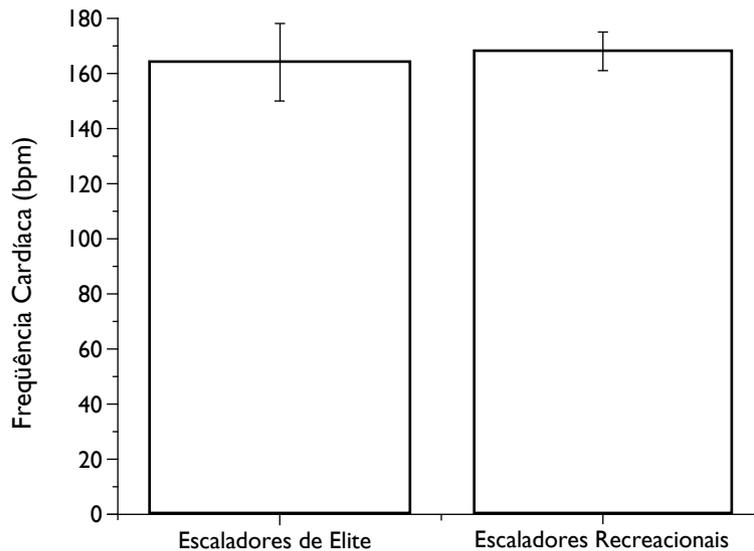
	Rota fácil	Rota moderada	Rota difícil
FC _{pico} (bpm)	164 ± 14	179 ± 8*	182 ± 4*
FPM _{após} (kgf.kg ⁻¹)	0,96 ± 0,07	0,91 ± 0,09	0,92 ± 0,19

* Estatisticamente diferente da rota fácil (p < 0,05).

Fonte: Elaborada pelos autores.

Gráfico I

Resposta da frequência cardíaca de pico (FC_{pico}) do grupo de escaladores de elite (n = 6) e recreacionais (n = 7) na rota fácil. Os valores não são estatisticamente diferentes (p > 0,05)



Em relação à prensão manual, o GEE ($0,85 \pm 0,15 \text{ kgf.kg}^{-1}$) apresentou valores significativamente mais elevados ($t = 2,7$; $gl = 11$; $p = 0,021$) que o GER ($0,70 \pm 0,10 \text{ kgf.kg}^{-1}$). Após a ascensão da rota fácil, o GEE ($0,96 \pm 0,07 \text{ kgf.kg}^{-1}$) e o GER ($0,75 \pm 0,07 \text{ kgf.kg}^{-1}$) não apresentaram diferenças significantes entre a FPM_{após} e a FPM, mas foi mantida a superioridade do GEE em relação ao GER ($t = 6,0$; $gl = 11$; $p < 0,001$). Nas demais rotas, o GEE não apresentou diferenças significantes da FPM_{após} entre a ascensão da rota fácil, da moderada e da difícil ($F_{3,15} = 0,99$; $p = 0,42$) (Tabela 2).

2.6 DISCUSSÃO

Classicamente, o monitoramento da frequência cardíaca é utilizado para a estimativa do consumo de oxigênio no controle e na prescrição de exercícios físicos (KARVONEN; VUORIMAA, 1988). Durante a transição do estado de repouso para o de exercícios de baixa intensidade, o aumento da frequência cardíaca comumente é dado pela diminuição da participação do sistema parassimpático (ACTHEN; JEUKENDRUP, 2003). Quando comparado a seus congêneres sedentários, os atletas praticantes de esportes de longa duração tendem a apresentar menores valores da frequência cardíaca em exercícios submáximos com cargas absolutas. Provavelmente, essa diferença ocorre porque, além do controle autônomo oriundo do sistema nervoso central (ACTHEN; JEUKENDRUP, 2003), o treinamento físico também é capaz de alterar o controle intrínseco da frequência cardíaca (NEGRÃO e colaboradores, 1992).

Pressupondo, com base neste experimento transversal, que o GEE possuía maior aptidão nesse esporte que o GER, pode-se assumir que a menor frequência cardíaca, geralmente observada em sujeitos treinados durante a execução de exercícios de baixa intensidade, não se repete na escalada esportiva *indoor* (Tabela 1).

Billat e colaboradores (1995) verificaram que, durante as ascensões de rotas esportivas, os sujeitos permaneceram aproximadamente um terço do tempo total com os membros superiores em contração isométrica. Adicionalmente, Mermier e colaboradores (1997) descreveram que os escaladores comumente permanecem com os braços acima do nível do coração durante uma boa parte do tempo de escalada. A combinação desses fatores pode ter contribuído para essa similaridade da FC_{pico} independentemente do nível de aptidão apresentado pelos grupos, pois em tarefas nas quais se utilizam os membros superiores a resistência periférica é maior quando comparada com os membros inferiores, o que conseqüentemente induz à elevação da frequência cardíaca, no intuito de manter a oferta adequada de sangue para esses grupos musculares.

A resposta da FC_{pico} do GEE foi desproporcional ao aumento da intensidade das rotas utilizadas nesse estudo. A FC_{pico} obtida na rota fácil foi estatisticamente menor que nas rotas moderada e difícil. Porém, ao contrário desse achado, Mermier e colaboradores (1997) verificaram que a FC_{pico} aumentou de acordo com o incremento da dificuldade das rotas. Uma possível explicação para a desigualdade entre esses resultados é a diferença no nível de dificuldade das rotas adotadas, pois no trabalho de Mermier e colaboradores (1997) elas eram sensivelmente mais fáceis (4º grau, 5c e 7a) que as escolhidas para o presente estudo (6c, 7c e 8c).

Possivelmente, o tempo que os escaladores permaneceram em isometria com os membros superiores na rota que consideramos como moderada (7c) era semelhante ao da rota difícil (8c), apesar da diferença entre elas ser de um grau de dificuldade. Contudo, essa suposição deve ser vista com cautela, pois o tempo de ação isométrica não foi mensurado no presente estudo. Além disso, é preciso considerar que a classificação das rotas segue uma escala ordinal e não uma escala contínua, o que pode indicar que o aumento da dificuldade de uma rota para outra não é linear. Independentemente dos fatores que levam a resposta não-linear entre a frequência cardíaca e a intensidade das rotas, os resultados deste trabalho indicam que a utilização dessa variável fisiológica pode ser uma forma ineficaz de controle da intensidade durante a escalada esportiva *indoor*, assim como para a estimativa da demanda metabólica nesse esporte.

Semelhantemente a outros estudos que utilizaram grupos com distintos níveis de aptidão na escalada esportiva (GRANT e colaboradores, 1996; GRANT e colaboradores, 2001, GRANT e colaboradores, 2003), o GEE apresentou valores estatisticamente superiores da FPM quando comparados aos do GER. Alguns pesquisadores têm assumido que a FPM é uma variável importante para o sucesso nesse esporte (GRANT e colaboradores, 1996; GRANT e colaboradores, 2003; WATTS e colaboradores, 1993), pois, durante sua prática os músculos, flexores dos dedos contribuem para a sustentação da massa corporal total dos escaladores. Em contrapartida, a $FPM_{após}$ tanto do GEE como do GER não foi estatisticamente diferente quando comparada à situação de repouso com suas respectivas rotas. Esse comportamento pode indicar que nas situações reais da escalada esportiva *indoor* a participação da força de preensão manual é menor do que se foi considerado pelos estudos que analisaram essa variável apenas em repouso.

Em outro trabalho científico, no qual se objetivou verificar a influência do tipo de recuperação (ativa *versus* passiva) no restabelecimento da força de preensão manual (WATTS e colaboradores, 2000), um dos grupos desse estudo também não apresentou redução significativa da $FPM_{após}$ subseqüentemente à ascensão de uma rota difícil (8b – graduação brasileira). No entanto, nessa ocasião, os pesquisadores apenas descreveram esse comportamento.

Dessa forma, esses resultados indicam que, em rotas com intensidades consideradas como submáximas para os grupos estudados, a FPM analisada isoladamente não é suficiente para predizer o desempenho nesse esporte.

3. CONCLUSÕES

Durante a prática da escalada esportiva *indoor*, a resposta da frequência cardíaca em decorrência da intensidade do esforço e do nível de aptidão física do praticante não é similar à observada na realização de tarefas cíclicas com intensidades baixa e moderada. Adicionalmente, a força de preensão manual não é reduzida drasticamente após as ascensões das rotas que representam intensidades submáximas para os grupos estudados, podendo indicar que outras variáveis talvez apresentem maior contribuição para o sucesso nessas situações (BERTUZZI e colaboradores, 2002).

REFERÊNCIAS

- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, v. 33, n. 7, p. 517-537, 2003.
- BERTUZZI, R. C. M.; GAGLIARDI, J. F.L.; FRANCHINI, E.; KISS, M. A. P. D. Características antropométricas e desempenho motor de escaladores esportivos brasileiros de elite e intermediários que praticam predominantemente a modalidade *indoor*. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 9, n. 1, p. 7-12, 2001.
- BERTUZZI, R. C. M.; FRANCHINI, E; KISS, M. A. P. D. Análise temporal de uma rota de competição na escalada esportiva *indoor*: implicações práticas. *Anais. XXV Simpósio Internacional de Ciências do Esporte*. São Paulo, 2002, p. 138.
- BILLAT, L.V.; PALLEJA, P.; CHARLAIX, T.; RIZZARD, P.; JANEL, N. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. *Journal Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 35, p. 20-24, 1995.
- BOOTH, J.; MARINO, F.; HILL, C.; GWINN, T. Energy cost of sport rock climbing in elite performers. *British Journal Sports Medicine*, v. 33, p. 14-18, 1999.
- GRANT, S; HYNES, V.; WHITTAKER, A.; AITCHISON, T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. *Journal of Sports Sciences*, v. 14, p. 301-309, 1996.
- GRANT, S.; HASLER, T; DAVIES, C.; AITCHISON, T. C; WILSON, J.; WHITTAKER, A. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. *Journal of Sports Sciences*, v. 19, p. 499-505, 2001.
- GRANT, S.; SHIELDS, C.; FITZPATRICK, V.; MING LOH, W.; WHITAKER, A.; WATT, I.; KAY, J. W. Climbing-specific finger endurance: a comparative study of intermediate rock climbers, rowers and aerobically trained individuals. *Journal of Sports Sciences*, v. 21, p. 621-630, 2003.
- KARVONEN, J.; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities: practical application. *Sports Medicine*, v. 5, p. 303-312, 1988.
- MERMIER, C. M.; ROBERGS, R. A.; McMINN, S. M.; HEYWARD, V. H. Energy expenditure and physiological responses during rock climbing. *British Journal Sports Medicine*, v. 31, p. 224-228, 1997.
- MERMIER, C. M.; JANNOT, J. M.; PARKER, D. L.; SWAN, J. G. Physiological and anthropometric determinants of sport climbing performance. *British Journal Sports Medicine*, v. 34, p. 359-366, 2000.
- NEGRÃO, C. E.; MOREIRA, E. D.; SANTOS, M. C.; FARAH, V. M.; KRIEGER, E. M. Vagal function impairment after exercise training. *Journal of Applied Physiology*, v. 72, n. 5, p. 1749-53, 1992.
- SHEEL, A. W.; SEDDON, N.; KNIGHT, A.; MCKENZIE, D. C.; WARBURTON, D. E. R. Physiological responses to indoor rock-climbing and their relationship to maximal cycle ergometry. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 35, n. 7, p. 1225-1231, 2003.
- WATTS, P. B.; MARTIN, D. T.; DURTSCHI, S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive rock climbers. *Journal Sports Science*, v. 11, p. 113-117, 1993.
- WATTS, P. B.; DAGGET, M.; GALLAGHER, P.; WILKINS, B. Metabolic responses during sport rock climbing and the effects of active versus passive recovery. *International Journal of Sports Medicine*, v. 21; p. 185-190, 2000.

Contatos

Universidade Ibirapuera
Curso de Educação Física
Av. Jamaris, 59 – Moema
São Paulo – SP
04078-000
E-mail: bertuzzi@usp.br

Tramitação

Recebido em agosto/2004
Aprovado em outubro/2004