

Análise da força e da resistência de preensão manual e as suas relações com variáveis antropométricas em escaladores esportivos

Analysis of strength and endurance handgrip and its relationship with anthropometric variables in rock climbers

BERTUZZI, R.C.M.; FRANCHINI, E.; KISS, M.A.P.D. Análise da força e da resistência de preensão manual e as suas relações com variáveis antropométricas em escaladores esportivos. **R. bras. Ci e Mov.** 2005; 13(1): 87-93.

RESUMO – Este estudo teve por objetivos verificar a força de preensão manual e o seu nível de associação com variáveis antropométricas em escaladores de elite (GEE = 10) e recreacionais (GER = 10). As variáveis de força de preensão manual analisadas foram: a força máxima voluntária da preensão manual absoluta (FMPM) e relativa à massa corporal total (FMPMrel), a preensão manual relativa durante 15 contrações (FMPM15-MCT) e o índice de fadiga (IF). O GEE apresentou valores superiores para FMPM e FMPMrel da mão dominante e menores valores para o IF em relação ao GER. Os dois grupos apresentaram assimetrias da FMPM, FMPMrel e IF entre os lados dominante e não dominante, porém com menor percentual da diferença da FMPMrel para o GEE (~2,5%). Entre as variáveis antropométricas, somente a circunferência do antebraço do lado dominante demonstrou moderada correlação com FMPM para GEE ($r = 0,74$). A curva da FMPM15-MCT foi similar entre os grupos, que apresentaram redução significativa a partir da sétima contração e estabilização a partir da nona. Assim, pode-se concluir que: a) capacidade de gerar e manter continuamente elevados valores da FMPMrel e a menor assimetria parecem ser importantes para o desempenho de escaladores; b) as medidas morfológicas não explicam a variação total da FMPM.

Palavras-chave – escalada esportiva, força de preensão manual, antropometria.

BERTUZZI, R.C.M.; FRANCHINI, E.; KISS, M.A.P.D. Analysis of strength and endurance handgrip and its relationship with anthropometric variables in rock climbers. **R. bras. Ci e Mov.** 2005; 13(1): 87-93.

Abstract – This study had as objective to verify the handgrip strength and its level of correlation with anthropometric variables in elite (GEE = 10) and recreational rock climbers (GER = 10). The handgrip strength variables analyzed were: absolute and relative maximal handgrip strength (FMPM and FMPMrel, respectively), relative handgrip strength in 15 repetitions (FMPM15-MCT) and the fatigue index (IF). The GEE presented higher values of FMPM e FMPMrel for the dominant hand and lower values of fatigue index compared to the GER. Both groups presented asymmetries of FMPM, FMPMrel and IF between sides, but with a lower percentage of difference of the FMPMrel in the GEE (~2.5%). Among the anthropometric variables only the forearm circumference of the dominant side presented moderate correlation with FMPM in the GEE ($r = 0.74$). The curve during the 15 repetitions was similar between groups, which presented a significant reduction from the seventh contraction compared to the first ones and stabilization from the ninth to the end. Thus, it can be conclude that: a) the ability to produce and sustain high values near the FMPMrel and the lower asymmetry seem to be important for performance rock climbers; b) the morphological measures do not explain the full variation in the FMPM.

Keywords – rock climbing, handgrip strength, anthropometry.

Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi ^{1,2}
Emerson Franchini ³
Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss ¹

¹ Laboratório de Desempenho Esportivo – EEFÉ – CENESP – USP.

² Universidade Ibirapuera – Curso de Educação Física.

³ Universidade Presbiteriana Mackenzie – Faculdade de Educação Física.

Endereço para Correspondência:
Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi
Rua: Clorindo de Oliveira Cajé, 91.
CEP: 05371-140
Butantã – São Paulo – SP.
E-mail: bertuzzi@usp.br

Recebimento: 27/04/2004
Aceite: 08/11/2004

Introdução

O aumento do número de adeptos das atividades de aventura praticadas na natureza parece ser decorrente da necessidade do homem em manter o contato com o meio ambiente, assim como da fuga de uma sociedade demasiadamente controlada e rotineira¹³.

Entre essas atividades, a escalada esportiva vem demonstrando um aumento expressivo no número de praticantes na última década¹². Esse aumento proporcionou, além do surgimento das competições internacionais, a elevação do nível de dificuldade das rotas atuais de escalada em rocha.

Por causa da proeminência desses desdobramentos, alguns estudos foram desenvolvidos com o intuito de observar o comportamento de variáveis fisiológicas^{3,5,6} e as adaptações morfológicas oriundas da modalidade esportiva em questão^{2,17}.

Billat et al.³ (1995) observaram que durante a ascensão de uma rota com dificuldade elevada, os escaladores permaneceram cerca de um terço do tempo total com os grupos musculares responsáveis pela flexão dos dedos em contração isométrica. Esse fato pode elucidar parcialmente os resultados do estudo de Watts et al.¹⁷ (1993), no qual se verificou que os atletas do gênero feminino possuíam elevados valores da força de preensão manual quando comparados com valores populacionais.

No entanto, ainda não são conclusivas as informações sobre a relevância da força máxima voluntária da preensão manual (FMPM) para o desempenho dos escaladores esportivos. Diferentemente do estudo supracitado de Watts et al.¹⁷ (1993), Ferguson e Brown⁷ (1997) observaram que a FMPM de um grupo de escaladores de elite não era estatisticamente diferente de um grupo de indivíduos sedentários ($p > 0,05$). Contudo, as rotas esportivas possuem em média trinta metros de extensão e com solicitações musculares distintas entre os lados dominante e não dominante dos membros superiores. Logo, a assimetria entre os lados e a capacidade de manutenção das preensões manuais próxima do valor máximo pode ser mais importante que a FMPM isoladamente. Além disso, até o presente momento nenhum

estudo verificou o nível de associação dessas variáveis com as adaptações morfológicas dos antebraços promovidas por esse esporte².

Dessa forma, o presente estudo teve por objetivos verificar o comportamento das seguintes variáveis em escaladores com diferentes níveis de aptidão: a) a FMPM e a capacidade de manutenção da preensão manual durante 15 contrações máximas voluntárias consecutivas (FMPM15-MCT); b) as assimetrias entre o lado dominante e não dominante da FMPM e das FMPM15-MCT; c) o nível de associação de variáveis morfológicas com a FMPM e com as FMPM15-MCT.

Metodologia

Sujeitos

Vinte sujeitos aparentemente saudáveis participaram do estudo após a leitura, compreensão e assinatura do termo de consentimento informado que foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética local. Foi solicitado aos escaladores que não realizassem exercícios físicos em um período anterior a 48 horas do experimento. Os escaladores foram divididos em dois grupos de acordo com o seu desempenho na escalada esportiva.

O grupo dos escaladores de elite (GEE) foi constituído por dez sujeitos que praticavam a modalidade esportiva há pelo menos quatro anos, com frequência semanal mínima de quatro dias e que já haviam realizado ascensões de rotas com dificuldade elevada (equivalente ou superior a 8b).

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

Medidas antropométricas

Os equipamentos utilizados para obter os dados foram devidamente aferidos antes da realização desse trabalho. A massa corporal total (MCT) foi medida com uma balança mecânica portátil e a estatura com uma fita métrica metálica fixada à parede.

Os perímetros foram verificados em quatro pontos anatômicos por meio de uma fita métrica de fibra de vidro com rebobinação automática. As medidas foram realizadas nas maiores circunferências dos braços direito e esquerdo fletidos e nas maiores circunferências dos antebraços direito e esquerdo relaxados, conforme padronização sugerida pela *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK)¹⁶.

Preensão Manual

Para a mensuração da força voluntária da preensão manual foi utilizado um dinamômetro hidráulico que permitia o ajuste individual (modelo Jamar®, Lafayette Instrument Company, Indiana, EUA). As medidas foram realizadas nas mãos dominante e não dominante com os sujeitos na posição ortostática, mantendo-se os braços estendidos e pronados sem apoiar o equipamento no corpo. A FMPM foi estabelecida pelo maior valor gerado nas três tentativas iniciais. Foi considerado como lado dominante aquele que o sujeito utilizava para realizar a maioria de suas tarefas cotidianas.

Os valores da FMPM foram expressos de forma absoluta e relativa a MCT ($FMPM_{rel}$). A $FMPM_{15-MCT}$ foi estabelecida por meio de 15 contrações máximas realizadas consecutivamente apenas na mão dominante, as quais foram expressas de forma relativa a MCT. A escolha de 15 repetições deu-se em virtude das rotas de escalada possuírem cerca de trinta movimentos na sua extensão total, pois ao assumir similaridade de utilização dos lados esse seria o número aproximado de contrações imposto ao lado dominante.

O índice de fadiga foi calculado para comparar as assimetrias entre o lado dominante e não dominante da $FMPM_{15-MCT}$ e para analisar o seu nível de associação com os perímetros dos antebraços. Esse índice foi expresso em percentual da $FMPM_{rel}$ conforme a equação 1. O cálculo desse índice foi semelhante ao índice de fadiga utilizado para o teste anaeróbico de Wingate^{1,9}.

$$IF = \left(\frac{FMPM_{rel} - \text{Menor valor de uma das últimas 3 contrações}}{FMPM_{rel}} \right) \times 100$$

Tabela 1 – Idade cronológica e medidas antropométricas.

Variável	GEE (n = 10)	GER (n = 10)
Idade (anos)	24 ± 6	28 ± 6
Massa corporal total (kg)	64,9 ± 3,4	68,7 ± 6,3
Estatura (cm)	174 ± 4	173 ± 8
Circunferência do antebraço dominante (cm)	26,6 ± 1,2	26,5 ± 0,9
Circunferência do antebraço não dominante (cm)	26,5 ± 1,4	26,0 ± 1,0
Circunferência do braço dominante fletido (cm)	30,5 ± 2,1	30,2 ± 1,2
Circunferência do braço não dominante fletido (cm)	29,9 ± 2,3	30,0 ± 1,0

Tabela 2 – Força máxima voluntária da preensão manual absoluta (FMPM), relativa a massa corporal total ($FMPM_{rel}$) e o índice de fadiga (IF) nas mãos dominante e não dominante.

	GEE (n = 10)		GER (n = 10)	
	Dominante	Não Dominante	Dominante	Não Dominante
FMPM (kgf) ^{a,b}	52,4 ± 7,5	50,7 ± 8,1	46,5 ± 7,2	41,9 ± 5,6
$FMPM_{rel}$ (kgf·kg ⁻¹) ^{a,b}	0,80 ± 0,09	0,78 ± 0,10	0,68 ± 0,08	0,61 ± 0,08
IF (%) ^c	19,6 ± 9,5	23,7 ± 6,9	29,3 ± 7,6	20,1 ± 10,9

a = diferença significativa entre os lados dominante e não dominante (p < 0,05);

b = diferença significativa entre o GEE e o GER (p < 0,05);

c = diferença significativa somente para o lado dominante entre o GEE e o GER (p < 0,05).

Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio do programa computadorizado Pacote Estatístico para Ciências Sociais 10.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA) e apresentados como médias \pm desvios padrão. Para comparar os grupos quanto às medidas antropométricas foi utilizado o teste “t” de Student para amostras independentes. Para comparar os grupos e os lados dominante e não dominante quanto a FMPM, $FMPM_{rel}$ e o IF foi utilizada uma análise de variância a dois fatores (grupo e lado) com medidas repetidas no fator lado, seguida por teste de Tukey. Para analisar o comportamento das 15 preensões manuais consecutivas entre os grupos, foi utilizada uma análise de variância a dois fatores (repetição e grupo) com medidas repetidas no fator repetição, seguida por teste de Bonferroni.

O nível de associação das medidas antropométricas (circunferências dos antebraços) com as variáveis funcionais (FMPM rel, FMPM e IF) dos grupos foi analisado mediante o coeficiente de correlação de Pearson. Para todos procedimentos estatísticos foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

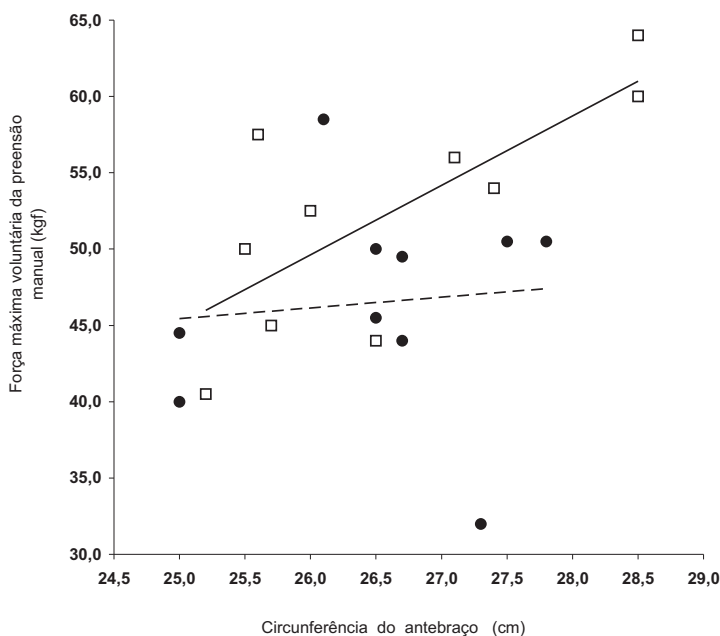
Resultados

Os grupos não apresentaram diferenças entre a idade cronológica e as medidas antropométricas (tabela 1).

A tabela 2 apresenta os resultados encontrados entre os valores de FMPM, $FMPM_{rel}$ e o IF nas mãos dominante e não dominante nos dois grupos estudados.

Quanto à FMPM, foi constatado efeito do fator lado de execução ($F_{1,18} = 11,27$; $p = 0,004$) com superioridade para o lado dominante e efeito do fator grupo ($F_{1,18} = 5,71$; $p = 0,028$), com superioridade para o GEE. Entretanto, não houve efeito de interação entre os fatores ($F_{1,18} = 2,39$; $p = 0,140$). Para a $FMPM_{rel}$ também foi observado efeito do fator lado de execução ($F_{1,18} = 11,82$; $p = 0,003$) com superioridade para o lado dominante e efeito do fator grupo ($F_{1,18} = 16,42$; $p = 0,001$) com valores mais elevados para o GEE. Do mesmo modo que para a $FMPM_{rel}$, não houve efeito de interação entre os fatores ($F_{1,18} = 2,64$; $p = 0,122$).

Figura 1 – Nível de associação entre a força máxima voluntária da preensão manual e a circunferência do antebraço dominante



□ representa os valores gerados pelo grupo de escaladores de elite ($r = 0,74$);

● representa os valores gerados pelo grupo de escaladores recreacionais ($r = 0,09$).

Para o IF, não foi constatado efeito do lado dominante ($F_{1,18} = 1,47$; $p = 0,242$), assim como efeito do grupo ($F_{1,18} = 1,15$; $p = 0,298$). Porém, foi observado efeito de interação entre os fatores lado dominante e grupo ($F_{1,18} = 6,75$; $p = 0,018$). O teste de Tukey indicou que o IF do GEE com a mão dominante era menor ($p = 0,050$) do que o do GER.

A circunferência do antebraço apresentou correlação moderada com FMPM do lado dominante para o GEE ($r = 0,74$), mas não para o GER ($r = 0,09$) (figura 1) ou quando ambos foram agrupados ($r = 0,44$). A circunferência do antebraço não apresentou correlação significativa com o IF para GEE ($r = -0,54$), GER ($r = 0,23$) ou ambos agrupados ($r = -0,24$).

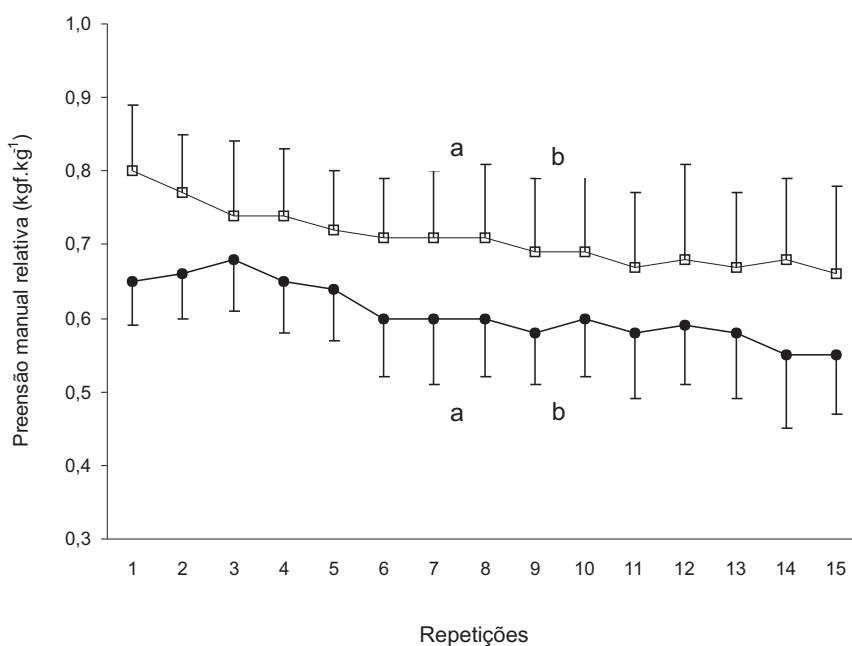
Para a FMPM15-MCT foi observado efeito do fator grupo ($F_{1,18} = 8,11$; $p = 0,011$), com valores superiores para o GEE em relação ao GER. Também foi constatado efeito do fator número da contração ($F_{1,252} = 16,67$; $p = 0,000$).

O teste de Bonferroni indicou que a força gerada na contração 1 era superior às observadas nas contrações de 7 a 15 e que as contrações 9, 11, 12, 13, 14 e 15 não eram superiores a nenhum outro valor, indicando que independentemente do grupo houve uma redução a partir da sétima repetição sem alterações significativas após a nona contração (figura 2).

Discussão

O principal achado desse estudo é que além da força máxima voluntária da preensão manual, a capacidade de gerar continuamente elevadas tensões com os músculos flexores dos dedos é uma variável importante para o desempenho dos escaladores. Até o presente momento, temos conhecimento de trabalhos que observaram as diferenças apenas da FMPM ou da $FMPM_{rel}$ dos praticantes da escalada esportiva^{10,11}. Contudo, como previamente

Figura 2 – Comportamento das quinze preensões manuais relativas à massa corporal total.



□ representa os valores gerados pelo grupo de escaladores de elite;

● representa os valores gerados pelo grupo de escaladores recreacionais; ambos os grupos apresentaram redução significativa a partir da sétima repetição (a) e estabilização do declínio a partir da nona repetição (b) ($p < 0,05$).

apresentado, a maioria dessas investigações não levou em consideração que durante a prática desse esporte, cerca de um terço do tempo total os atletas permanecem realizando contrações isométricas com os músculos flexores dos dedos³. Além disso, a curva da FMPM_{15-MCT} foi visualmente semelhante entre os grupos, com redução estatisticamente significativa a partir da sétima contração e com estabilização da redução a partir da nona contração. Esse comportamento pode indicar que, guardadas as respectivas proporções, os mecanismos responsáveis pela fadiga muscular aguda⁸ atuam significativamente a partir da sétima contração voluntária máxima, independentemente do nível de aptidão dos escaladores (figura 2).

Entretanto, ainda não são conclusivas as informações existentes na literatura científica sobre a relevância da FMPM para o sucesso na escalada. Ferguson e Brown⁷ (1997) não observaram diferenças significativas dos valores da FMPM em escaladores de elite e recreacionais. Nessa ocasião os autores não mensuraram a MCT dos sujeitos que, de certa forma, poderia intervir em seus resultados caso essas variáveis fossem analisadas em conjunto, uma vez que na escalada a FMPM sustenta grande parte da MCT do praticante. Em virtude da relação entre essas duas variáveis, alguns trabalhos têm analisado o comportamento da FMPM de forma relativa a MCT^{10,11}. O estudo de Watts et al.¹⁷ (1993) demonstrou que os atletas participantes de uma etapa da Copa do Mundo de Escalada possuíam elevados valores FMPM_{rel} quando comparados com valores populacionais. Porém, os resultados não diferiam entre os semifinalistas e finalistas do gênero masculino. Semelhantemente aos nossos resultados, Grant et al.¹⁰ (1996) demonstraram que o GEE possuía valores superiores da FMPM_{rel} quando comparados com GER e o grupo controle, corroborando a importância dessa variável para o sucesso na escalada esportiva.

O IF, FMPM e a FMPM_{rel} dos GEE e GER demonstraram ser assimétricos entre os lados dominante e não dominante, sendo esse comportamento comum em outras populações⁴. Apesar dessa similaridade entre os grupos, o percentual das diferenças da FMPM_{rel} e do IF do GEE foram menores ($\cong 2,5\%$ e $\cong 4,1\%$) que a do GER ($\cong 10,3\%$ e $\cong 9,2\%$). Essa característica do GEE

possivelmente contribui de forma positiva para o seu desempenho, pois geralmente as rotas de escalada esportiva não são uniformes em relação ao nível da intensidade imposta aos lados analisados.

Com exceção da circunferência do antebraço dominante do GEE, nenhuma das demais variáveis morfológicas estudadas entre os grupos apresentou correlação significativa com a FMPM, FMPM_{rel} ou com IF (figura 1). Por dedução, isso indicaria que as adaptações neurais podem exercer maior influência nessas variáveis funcionais que as adaptações hipertroficas¹⁴. Contudo, essa relação causal deve ser vista com cautela, pois a técnica utilizada no presente estudo determina apenas um ponto anatômico para representar as adaptações morfológicas em virtude da escalada, mas existem evidências de que a hipertrofia muscular pode ocorrer em diferentes localizações dependendo do grupo muscular¹⁶.

Conclusões

O desempenho dos escaladores esportivos está associado com a FMPM independentemente de ser expressa de forma absoluta ou relativa à massa corporal total. Além disso, a capacidade de gerar elevada tensão continuamente com os músculos flexores dos dedos e o menor percentual de diferença entre os lados dominante e não dominante também são importantes para o desempenho nesse esporte. Todavia, são necessárias mais investigações para se compreender quais são os mecanismos relacionados aos ajustes crônicos dessas variáveis funcionais em virtude da prática da escalada esportiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos os escaladores participantes do estudo e aos profissionais do Ginásio 90 Graus de Escalada Esportiva pelo incentivo e apoio técnico prestado.

Referências Bibliográficas

1. BAR-OR O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. **Sports Med.** 1987; 4:381-394.
2. BERTUZZI RCM, GAGLIARDI JFL, FRANCHINI E, KISS MAPDM. 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.** 2001; 9(1):7-12.
3. BILLAT V, PALLEJA P, CHARLAIX T, RIZZARDO P, JANEL N. Energy specificity of rock climbing and aerobic capacity in competitive sport rock climbers. **Sports Med Phys Fitness.** 1995; 35:20-24.
4. BOHANNON RW. Grip strength: a summary of studies comparing dominant and nondominant limb measurements. **Percept Mot Skills.** 2003; 96:728-730.
5. BOOTH J, MARINO F, HILL C, GWINN T. Energy cost of sport rock climbing in elite performers. **Br J Sports Med.** 1999; 33:14-18.
6. BUTTING CJ, LITTLE MJ, TOLSON H, JESSUP G. Physical fitness and eustress in the adventure activities of rock climbing and rappelling. **J Sports Med.** 1986; 26:11-19.
7. FERGUSON RA, BROWN M. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. **Eur J Appl Physiol.** 1997; 76:174-180.
8. FITTS R.H. Cellular mechanisms of fatigue muscle. **Physiol Rev.** 1994; 74 (1) : 49-93.
9. FRANCHINI E. Teste anaeróbio de Wingate: conceitos e aplicação. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte.** 2002; 1 (1):11-27.
10. GRANT S, HYNES V, WHITTAKER A, AITCHISON T. Anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of elite and recreational climbers. **J Sports Sci.** 1996; 14:301-309.
11. GRANT S, HASLER T, DAVIES C, AITCHISON TC, WILSON J. A comparison of the anthropometric, strength, endurance and flexibility characteristics of female elite and recreational climbers and non-climbers. **J Sports Sci.** 2001; 19:499-505.
12. KLAUSER A, BODNER G, FRAUSCHER F, GABL M, NEDDEN DZ. Finger injuries in extreme rock climbers: assessment of high-resolution ultrasonography. **Am J Sports Med.** 1999; 27(6):733-737.
13. MIRANDA J, LACASA E, MURO I. Actividades físicas en la naturaleza: un objeto a investigar. Dimensiones científicas. **Apunts.** 1995; 41:53-69.
14. MORITANI MAT, deVRIES H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **Am J Sports Med.** 1979; 58(3):115-130.
15. NARICI, H. et al. Human quadriceps cross-sectional area, torque and neural activation during 6 months strength training. **Acta Physiol Scand.** 1996; 187:175-186.
16. NORTON K, OLDS T. **Antropométrica.** 1ª ed., Rosário: Argentina, Biosystem, 1996.
17. WATTS PB, MARTIN DT, DURTSCHI S. Anthropometric profiles of elite male and female competitive rock climbers. **J Sports Sci.** 1993; 11:113-117.