

# APLICAÇÃO DE UM TESTE DE SALTOS COM PESOS CRESCENTES PARA AVALIAR A RELAÇÃO ENTRE FORÇA-VELOCIDADE E POTÊNCIA

Fernando Naclerio<sup>1</sup> fernando.naclerio@uem.es

Gabriel Rodríguez<sup>2</sup> gabriel.rodriguez@upm.es

Juan Carlos Colado<sup>3</sup> Juan.Colado@uv.es

doi:10.3900/fpj.7.5.295.p

Naclerio F, Rodríguez G, Colado JC. Aplicação de um teste de saltos com pesos crescentes para avaliar a relação entre força-velocidade e potência. *Fit Perf J.* 2008 set-out;7(5):295-300.

## RESUMO

**Introdução:** O objetivo do estudo foi analisar as diferenças entre as alturas ou potências produzidas em um teste de saltos com pesos crescentes utilizando diferentes porcentagens de uma Repetição Máxima (1RM), assim como identificar as zonas de pesos onde se alcançam as potências altas e aquelas onde não é possível saltar. **Materiais e Métodos:** 14 esportistas de diferentes especialidades realizaram um teste de saltos com pesos crescentes, determinando o nível de sobrecarga com base no valor de 1RM, medido previamente no exercício de agachamento com barra livre. **Resultados:** Os resultados obtidos indicaram que, ao saltar com porcentagens menores que 40%, se alcançam as maiores alturas e potências, sendo significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) das produzidas com porcentagens maiores que 60% da 1RM. Além disso, ao saltar com os pesos compreendidos entre 41%-50% e 51%-60% da 1RM, mesmo que não se observem diferenças significativas, se determinam perdas de potência superiores a 10% e 20%, respectivamente. **Discussão:** De acordo com estes resultados, ao realizar exercícios explosivos com diferentes porcentagens de peso, podem se distinguir três zonas de trabalho: Zona 1 ou de força explosiva (menor que 40% a 60%), Zona 2 ou de força média alta (maior que 60% a 90%) e Zona 3 ou de força máxima (maior que 90%).

## PALAVRAS-CHAVE

Força Muscular, Educação Física e Treinamento.

<sup>1</sup> Universidad Europea de Madrid - Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte - Departamento de Fundamentos de la Motricidad y Entrenamiento Deportivo - Madrid - Espanha

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Madrid - Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte - Madrid - Espanha

<sup>3</sup> Universidad de Valencia - Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte - Departamento de Educación Física y Deportiva - Valencia - Espanha

## APPLICATION OF A JUMP TEST WITH INCREASING WEIGHTS TO EVALUATE THE RELATION BETWEEN STRENGTH-SPEED AND POTENCY

### ABSTRACT

**Introduction:** The objective of this study was to analyze the differences between heights or potencies produced in a jump test using different percentages of a Maximum Repetition (1MR), as well as identifying weight zones where the high potencies and those where it is not possible to jump are reached. **Materials and Methods:** 14 athletes of different specialties accomplished a jump test with increasing weights, determining the overload level based on the value of 1MR, previously measured in the squat exercise with free bar. **Results:** The obtained results indicated that, when jumping with percentages under 40%, highest heights and potencies can be reached, being them significantly different ( $p < 0,05$ ) from the ones produced with percentages over 60% of 1MR. Moreover, when jumping with weights between 41% -50% and 51%-60% of 1MR, even if they do not observe significant differences, losses of potency superior to 10% and 20%, respectively are determined. **Discussion:** In accordance with these results, when accomplishing explosive exercises with different weight percentages, it is possible to distinguish three zones of work: Zone one or explosive strength (<40%-60%), Zone 2 or high average strength (<60 -90%) and Zone 3 or of maximum strength (>90%).

### KEYWORDS

Muscle Strength, Physical Education and Training.

## APLICACIÓN DE UN TEST DE SALTOS CON PESOS CRECIENTES PARA EVALUAR LA RELACIÓN ENTRE FUERZA-VELOCIDAD Y POTENCIA

### RESUMEN

**Introducción:** El objetivo del estudio fue analizar las diferencias entre las alturas o potencias producidas en un test de saltos con pesos crecientes utilizando distintos porcentajes de 1 Repetición Máxima (RM), así como identificar las zonas de pesos donde se alcanzan las potencias altas y aquellas donde no es posible saltar. **Materiales y Métodos:** 14 deportistas de diferentes especialidades realizaron un test de saltos con pesos crecientes, determinando el nivel de sobrecarga en base al valor de 1RM, medido previamente en el ejercicio de sentadilla con barra libre. **Resultados:** Los resultados obtenidos indicaron que al saltar con porcentajes menos de 40% se logran las mayores alturas y potencias, siendo significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) de las producidas con porcentajes más grande que 60% de la 1RM. Además, al saltar con los pesos comprendidos entre el 41-50% y 51-60% de la 1RM, aunque no se observan diferencias significativas, sí se determinan pérdidas de potencia superiores a 10% y a 20% respectivamente. **Discusión:** De acuerdo con estos resultados, al realizar ejercicios explosivos con diferentes porcentajes de peso, pueden distinguirse tres zonas de trabajo: Zona 1 o de fuerza explosiva (menos de 40% al 60%), Zona 2 o de fuerza media alta (60% al 90%) y Zona 3 o de fuerza máxima (más grande que 90%).

### PALABRAS CLAVE

Fuerza Muscular, Educación y Entrenamiento Físico.

### INTRODUÇÃO

A capacidade de aplicar força à máxima velocidade possível determina os níveis de potência muscular, o qual é considerado como um indicador chave da intensidade de esforços físicos<sup>1,2</sup>. Este parâmetro, junto com a relação determinada entre a força e a velocidade, em diferentes exercícios, foi utilizado para descrever as características funcionais, bem como os efeitos dos treinamentos aplicados em diferentes atividades<sup>3,4</sup>.

Alguns autores aplicaram os testes de saltos verticais para avaliar a relação entre força, velocidade e potência, aplicando cargas externas de forma progressiva, determinadas de forma absoluta<sup>5,6</sup> ou com relação ao peso corporal<sup>7</sup>. Contudo, poucas vezes se estabeleceu este vínculo, considerando as sobrecargas com relação à porcentagem de 1RM. Kellis *et al.*<sup>8</sup> avaliaram um grupo

de estudantes homens que realizaram um teste progressivo em agachamento paralelo, aplicando pesos entre 10kg e 100kg, que posteriormente foram relacionados com 7% e 70% do valor de 1RM. Estes autores observaram que os valores mais altos de potência e velocidade eram atingidos entre 7% e 14% de 1RM, sendo estes significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) com relação aos produzidos com pesos superiores a 14%. Neste trabalho, calculou-se 1RM considerando somente a sobrecarga externa, sem incluir o peso corporal como parte da carga mobilizada. Este erro, ainda que não influísse nos cálculos da força (N) ou da potência (W) porque se utilizou uma plataforma dinamométrica, pode ter influenciado sobre as recomendações realizadas a respeito das porcentagens de importância onde se atingem os valores mais altos de potência. Portanto, isto deverá ser considerado quando

outros treinadores ou pesquisadores realizarem testes similares, porém utilizando outros tipos de tecnologia, como os transdutores de velocidade ou as plataformas de contato, onde a inclusão ou não do peso corporal pode afetar não só à relação percentual como também aos cálculos da potência mecânica<sup>9</sup>.

De acordo com Viitasalo<sup>10</sup>, o teste de saltos verticais utilizando uma plataforma de contato, onde a velocidade de deslocamento angular se estime pela metade do tempo de vôo, para depois calcular a altura do salto, enquanto a força se estima pelo peso total mobilizado (peso corporal mais a sobrecarga externa, em kg), constitui uma metodologia fiável para analisar a funcionalidade dos extensores das pernas. Apesar disso, ainda que em diversos estudos se tenham padronizados os procedimentos para realizar este teste<sup>11</sup>, o mesmo nunca se efetuou considerando o nível de sobrecarga com relação ao valor de 1RM, nem controlando a classe de deslocamento angular para que sejam iguais nos saltos e no agachamento (que indica o nível de 1RM ou 100%). Devido a isto, é possível que muitos resultados ou indicações com respeito ao nível da sobrecarga elegida para o treinamento não se adequem ao rendimento real de cada sujeito. Portanto, este estudo pretendeu analisar as diferenças entre as alturas ou potências produzidas em um teste de saltos com pesos, utilizando diferentes porcentagens de 1RM obtidas em um exercício onde se respeitem os mesmos ângulos e gêneros de trabalho. Como segundo objetivo, também se pretendeu identificar as zonas ou porcentagens de importância onde se atinjam as potências mais altas, diferenciando-as daquelas onde se observe uma queda importante ou nas quais não é possível saltar.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Aprovação do estudo

Aprovado pela Comissão de Pesquisa Adjunta do Departamento de Fundamentos da Motricidade e Treinamento Esportivo da *Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad Europea de Madrid* sob nº 025/7.

### Amostra

Foram avaliados 14 homens ( $28,7 \pm 3,5$  anos,  $177,9 \pm 9,6$ cm e  $76,35 \pm 7,3$ kg), voluntários, que realizavam diferentes atividades esportivas: oito aspirantes ao Corpo de Bombeiros da Comunidade de Madri, dois jogadores de basquete de nível regional, dois esquiadores de *slalom* de nível Nacional, um competidor de aeróbica de nível Nacional e um judoca de nível internacional. Todos os sujeitos declararam: não estar tomando ne-

nhuma substância considerada *doping* durante os seis meses anteriores ao estudo; estar treinando sistematicamente a força; e utilizar o agachamento como exercício habitual.

### Protocolo de medição

Os sujeitos realizaram o último treinamento 48h antes de começar o estudo, que consistiu em duas avaliações separadas por 48h, durante as quais não se realizou nenhum tipo de treinamento físico.

No 1º dia se determinou o peso corporal (em jejum) e a estatura. Posteriormente, os sujeitos tomaram seu café da manhã habitual e regressaram ao laboratório para efetuar o teste de 1RM no exercício de agachamento com barra livre (SBL). Este teste foi realizado segundo a metodologia descrita por Baechle *et al.*<sup>12</sup>, executando a SBL com a técnica de apoio alto da barra, mantendo o tronco o mais reto possível e flexionando os joelhos até atingir uma flexão de 90°, desde onde se investia a direção de movimento até recobrar a posição inicial<sup>13</sup>. Utilizou-se um goniômetro para determinar o ângulo de flexão dos joelhos e, em seguida, se colocou um banco para delimitar o deslocamento que devia realizar cada sujeito ao final da fase de descanso, onde os glúteos deviam tocar levemente a superfície superior do banco. Um avaliador indicava aos sujeitos o momento em que estes deviam deter o descanso e iniciar a fase de ascensão. O nível de 1RM, em kg totais, foi determinado pela soma do peso externo mobilizado e 90% do peso corporal de cada sujeito<sup>9,14</sup>.

No 2º dia foi realizado um teste de saltos com pesos crescentes (TSC), utilizando uma plataforma de contato (Globus, Itália) e seguindo um protocolo similar ao descrito por Viitasalo<sup>10</sup>, porém estabelecendo o nível de sobrecarga com base na porcentagem de 1RM, determinado previamente em SBL. Desta maneira, salvo no primeiro salto, que se realizava sem sobrecarga externa, já que a porcentagem estava determinada pela relação entre o peso corporal e 1RM, nos demais saltos o nível de sobrecarga devia estar compreendido dentro das seguintes categorias percentuais: 41% a 50% no 2º salto; 51% a 60% no 3º; 61% a 70% no 4º; 71% a 80% no 5º; 81% a 90% no 6º; e mais de 90% no 7º. Ainda que, por ideal, o TSC compreendesse a realização de sete saltos, o teste se detinha quando os sujeitos não podiam descolar os pés da plataforma, isto é, se não se media a fase de vôo. O salto foi com contra-movimento (CMJ), seguindo a técnica descrita por Komi & Bosco<sup>15</sup>, ainda que, como no exercício de SBL e para guardar a maior similitude com este exercício, controlou-se a fase de descanso e grau de flexão de joelhos até 90°, colocando-se um banco que delimitasse e obrigasse

os sujeitos a respeitar esta categoria de deslocamento durante a fase de descanso do CMJ. Igualmente ao teste de SBL, um avaliador indicava o momento em que os sujeitos deviam inverter a direção do movimento. A altura do salto foi calculada segundo a metodologia proposta por Komi & Bosco<sup>15</sup>, onde, a partir do tempo de voo (TV) medido pela plataforma de contato, se estimava a velocidade inicial do momento da descolagem ( $V_i$ ) e, posteriormente, se calculava a altura do salto por meio da fórmula  $V_i^2/2xg$ . O pico de potência foi calculado pela fórmula proposta por Sayers *et al.*<sup>16</sup>, onde a potência de pico (em Watts) =  $60,7 \times (\text{altura do salto em cm}) + 43,5$  (peso corporal em kg) - 2055.

**Análise estatística**

Foram calculados os valores médios (M) e de desvio padrão (DP) para todas as variáveis determinadas no teste de 1RM e no teste de saltos com pesos. Aplicou-se o teste de Friedman para determinar as diferenças entre a altura ou as potências determinadas com cada um das porcentagens avaliadas, enquanto nas correspondentes comparações posteriores se utilizou o teste de Tukey. A potência estatística na avaliação compreendeu uma classe de 0,85-1,00. Os cálculos estatísticos foram realizados utilizando-se o programa SPSS, para Windows versão 15,0.

**RESULTADOS**

A Tabela 1 descreve os resultados dos 14 sujeitos avaliados, bem como a M e o DP das variáveis biométricas, o nível de 1RM em agachamento e o quociente entre o peso corporal e 1RM: PC/1RM. Quatro sujeitos foram excluídos da análise estatística, já que o valor de

40% de 1RM representava para eles uma carga inferior a seu próprio peso corporal e, portanto, não puderam ser avaliados nesta classe percentual (<40%), ainda que sim no resto. Em consequência, a análise estatística foi efetuada somente com os 10 sujeitos que completaram todos os tratamentos.

A Tabela 2 e a Figura 2 mostram M e DP das alturas e potências atingidas no TSC.

O teste de Friedman mostrou que a porcentagem de 1RM afeta significativamente a altura ( $\chi^2(5)=50,000$ ;  $p<,001$ ) e a potência ( $\chi^2(5)=50,000$ ;  $p<,001$ ) de cada salto. As comparações *post-hoc*, mediante o teste de Tukey, mostraram que as alturas e as potências médias atingidas com pesos superiores a 60% de 1RM (61%-70%, 71%-80% e 81%-90% de 1RM) são significativamente inferiores em relação às produzidas com menos de 40% de 1RM ( $p<0,05$ ). Assim mesmo, as alturas e as potências médias encontradas com categorias compreendidas entre 71% e 80% e de 81% a 90% de 1RM foram significativamente inferiores com respeito às atingidas ao saltar entre 41% e 50% de 1RM ( $p<0,05$ ). Por outro lado, a altura e a potência atingidas entre 81% e 90% foram significativamente mais baixas do que as atingidas com o valor determinado entre 51% e 60% ( $p<0,05$ ). Por último, nenhum sujeito foi capaz de saltar com pesos maiores de 90% de 1RM.

A potência pico descreve uma curva descendente, similar à da altura, e ainda que não se observem diferenças significativas entre as primeiras três classes percentuais ( $p>0,05$ ), já com a 2ª classe (41% a 50%) se produz uma queda maior de 10% e com a 3ª classe (51% a 60%) uma perda superior a 20% com relação à máxima potência atingida com valor menor que 40% de 1RM.

**Tabela 1 - Valores medidos em cada sujeito, média (M) e desvio padrão (DP) nas variáveis biométricas e SBL**

sujeitos	idade	peso corporal (kg)	estatura (cm)	1RM (kg)	PC/1RM
1	25	78,7	180,8	208,7	0,38
2	22	74	172,6	184	0,40
3	32	77	163,5	200	0,39
4	32	84	181	199	0,42
5	27	66,5	169	196,5	0,34
6	31	68	174	168	0,40
7	32	91	187	201	0,45
8	30	83	189	203	0,41
9	28	75	171,9	230	0,33
10	24	84,5	192,4	201,5	0,42
11	25	75	193,5	230	0,33
12	31	74	168	248	0,30
13	33	71,5	178,5	179	0,40
14	30	66,7	170	170,7	0,39
M	28,71	76,35	177,94	201,39	0,38
DP	3,54	7,27	9,62	22,80	0,04

**Tabela 2 - Média (M) e desvio padrão (DP) dos resultados obtidos no teste de saltos com pesos crescentes**

% 1RM	n	altura (cm)		potência (W)	
		M	DP	M	DP
≤ 40%	10	39,6	4,9	3630,6	352,1
41-50%	10	29,6	3,9	3032,6	328,7
51-60%	10	24,5	3,0	2725,9	202,3
61-70%	10	17,8	2,8	2317,0	249,3
71-80%	10	8,8	2,7	1767,8	242,0
81-90%	10	1,95	2,5	661,7	714,0

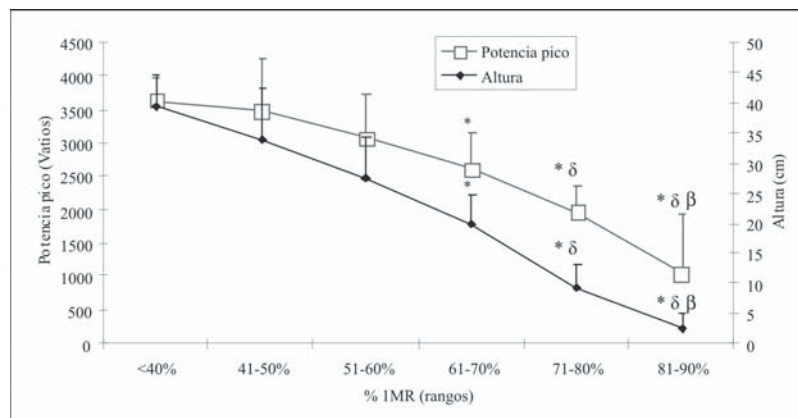
## DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo indicam que, ao saltar com porcentagens de peso baixas (menor que 40%), a altura e a potência atingida são significativamente mais altas com relação aos produzidos com porcentagens médias ou altas (maiores que 60%). Por outro lado, apesar de não se observar diferenças significativas, o pico de potência cai mais de 10% ao saltar com sobrecargas maiores de 40% de 1RM, caindo mais de 20% ao fazê-lo com pesos compreendidos entre 51% e 60% de 1RM. Este comportamento é similar, ainda que algo mais atenuado, com relação ao observado na altura, o qual mostra uma queda mais pronunciada. As similitudes observadas entre a altura e a potência dos saltos são esperadas, já que ambos os parâmetros foram calculados aplicando fórmulas indiretas. No caso da potência, a fórmula de Sayers *et al.*<sup>16</sup>, ao introduzir o peso total mobilizado como segundo fator, permite uma queda menos pronunciada da potência, permitindo compensar relativamente a perda da altura à medida que avança o teste e o peso se incrementa.

Estes resultados são similares aos mencionados por Viitasalo<sup>10</sup>, onde, utilizando a mesma metodologia, se descreve três trabalhos realizados com estudantes, saltadores e jogadores de vôlei que realizaram o teste de saltos verticais em diferentes momentos (antes e depois dos treinamentos e momentos diferentes da temporada). Em todos os casos, a relação entre força e velocidade mostrou uma curva descendente, inclusive refletindo as modificações de especificidade induzidas pelos treinamentos aplicados em cada caso. Além

disso, nos estudos de Viitasalo<sup>10</sup>, a sobrecarga foi aplicada de forma absoluta, não se estabelecendo nenhuma relação com o valor de 1RM. Do mesmo modo, Gorostiaga *et al.*<sup>17</sup> aplicaram um teste similar com pesos compreendidos entre 10kg e 70kg, para avaliar as adaptações de um grupo de jogadores de futebol a um programa de treinamento de força explosiva. Estes autores indicam que o teste constitui uma metodologia válida para refletir a orientação das cargas de treinamento, já que, ao final de 11 semanas, os sujeitos manifestaram um incremento significativo somente na altura atingida ao saltar com seu próprio peso e com 10kg, 20kg e 30kg. Neste caso, também não se relacionou o nível das cargas aplicadas com os valores de 1RM e, portanto, não é possível estabelecer que a porcentagem de peso produza estas melhoras.

Os resultados do presente estudo coincidem com as indicações de Verkhoshansky<sup>18</sup>, quando sugere que nos gestos desportivos, ao mobilizar com a maior velocidade possível cargas superiores a 40% da força máxima, a eficiência do gesto depende progressivamente da força absoluta, enquanto abaixo desta porcentagem se incrementa a influência da velocidade e a técnica de movimento. Além disso, se consideram os resultados dos estudos de Cronin *et al.*<sup>19</sup> e Newton *et al.*<sup>20</sup>, os quais avaliaram os níveis de força, velocidade e potência produzidas em exercícios de ritmo inferior e superior, executados com diferentes regimes de ação muscular. É de destacar que, com pesos superiores a 60%, se produz uma perda significativa da velocidade e um alongamento dos tempos de tensão du-



**Figura 1 - Valores médios e DP da altura e a potência calculadas nas diferentes porcentagens avaliadas em cada salto**

\*  $p < 0,05$  referentes à altura ou a potência atingida com menos de 40%  
 $\delta p < 0,05$  referentes às alturas ou potências produzidas entre 41% e 50%  
 $\beta p < 0,05$  referentes às alturas ou potências produzidas entre 51% e 60%

rante a fase concêntrica, resultando, evidentemente, além dos aspectos técnicos, que a variável que mais limita a eficiência do salto é a relação entre seu peso corporal e a força máxima. Desta maneira, a força máxima constitui uma capacidade que limita o rendimento específico, o qual só poderá se expressar adequadamente quando o peso corporal ou 90% deste representem sobrecargas inferiores a 40% de 1RM.

Finalmente, se pode destacar que, ao realizar saltos com pesos crescentes, as alturas e potências maiores se conseguem com os pesos mais baixos (de 40% a 60% de 1RM) e à medida que o peso se incrementa (maior que 60%) os níveis de força necessários para mobilizar a carga vão sendo significativamente mais elevados e se precisa mais tempo para consegui-los. Deste modo, o gesto se faz mais lento e se reduz a altura e a potência produzida. Por outro lado, com pesos muito altos (maior que 90% de 1RM) se perde a capacidade de saltar ou realizar uma ação balística. De acordo com isto, ao fazer exercícios mobilizando pesos com a maior velocidade possível, numa ampla categoria de pesos, (de 30% a 100% de 1RM), a interação entre força, velocidade e potência permite identificar três zonas: (a) Zona 1: integrada por pesos baixos (de 30% a 60%), onde predomina a velocidade ou explosividade; (b) Zona 2: integrada por pesos médios (de 60% a 90%), onde predomina a força, mas ainda se conserva a possibilidade de realizar gestos balísticos; e (c) Zona 3: integrada por pesos máximos (maior que 90%), onde não é possível realizar gestos balísticos e predomina a força máxima.

Sintetizando umas possíveis aplicações práticas, deve-se ressaltar que os resultados deste estudo nos permitem recomendar que o teste de saltos com pesos seja aplicado para avaliar as modificações que se produzem nas Zonas 1 e 2, (de 30% a 90% de 1RM), determinando a sobrecarga com base no nível de 1RM, incluindo o peso corporal, ou 90% deste como parte da resistência mobilizada. Além disso, deve-se considerar que a Zona 1 (força explosiva) pode se dividir em duas subzonas: (a) pesos baixos (menor que 40%), onde se atingem os valores de potência mais elevados; e (b) pesos médios (de 40% a 60%), onde, enquanto as potências produzidas são muito elevadas, já se determina uma perda superior a 10%, que se associa a um alongamento do tempo de tensão e recrutamento progressivo de fibras lentas para poder completar o gesto<sup>21</sup>. Devido a isto, para avaliar os efeitos do treinamento de saltos sobre o rendimento de força explosiva, seria suficiente avaliar a relação força-velocidade determinada só na Zona 1 (30% a 60%) e considerar que uma melhora na subzona de pesos baixos (menor que 40%) indica uma predominância da velocidade ou da potência, enquanto uma melhora na subzona dos pesos altos (de 40% a 60%) indica um domínio da força.

## REFERÊNCIAS

1. Cronin J, Sleivert G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Med.* 2005;35(3):213-34.
2. Graham J. Periodization research and example application. *Strength Cond J.* 2002;4(6):52-70.
3. Baker, D. A series of studies on the training of high intensity muscle power in rugby league football player. *J Strength Cond Res.* 2001;15(2):198-209.
4. Naclerio F, Forte D, Colado JC, Benavent JY, Chulvi I. Analysis of the force and power produced in the squat over 52 weeks training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(5):S293.
5. Hakkinen K, Alen M, Komi PV. Neuromuscular, anaerobic, and aerobic performance characteristics of elite power athletes. *Eur J Appl Physiol.* 1984;53:97-105.
6. Rahmani A, Viale F, Dalleau G, Lacour JR. Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(3):227-32.
7. Bosco C, Viitasalo JT, Komi PV, Luhtanen P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle exercise. *Acta Physiol Scand.* 1982;114(4):557-65.
8. Kellis E, Arambatzis F, Papadopoulos C. Effects of load on ground reaction force and lower limb kinematics during concentric squats. *J Sports Sci.* 2005;23(10):1045-55.
9. Cormie P, McBride JM, McCaulley GO. The influence of body mass on calculation of power during lower body resistance exercise. *J Strength Cond Res.* 2007;21(4):1042-9.
10. Viitasalo JT. Measurement of force-velocity characteristics for sportsmen in field conditions. In: Winter DA, Normal RW, Wells RP, Hayes KC, Palta A, editores. *Biomechanics. IX-A.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1985.
11. Sale GD. Testing strength and power. Chapter 3. In: *Physiological testing of high performance athlete.* MacDougal JC, Wenger HA, Green HJ. Champaign, IL: Human Kinetics; 1991.
12. Baechle TR, Earle RW, Wathen D. Resistance training. Chapter 18. In: *Essential of strength training and conditioning (NSCA).* Baechle TR, Earle RW, editores. Champaign, IL: Human Kinetics; 2000.
13. Catirasano A, Moss RF, Pellingeer TK, Woondruf K, Lewis VC, Booth W, *et al.* The effect of weighted squat depth on EMG activity of four superficial skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(5):56.
14. Dugan EL, Doyle TLA, Humphries B, Hasson CJ, Newton RU. Determining the optimal load for jump squat: a review of methods and calculations. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):668-74.
15. Komi PV, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 1978;10(4):261-5.
16. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman, PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equation. *Med Sci Sports Exerc.* 1999;31(4):572-7.
17. Gorostiaga EM, Izquierdo M, Ruesta M, Iribarren I, Gonzalez-Badillo JJ, Ibañez J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91:698-707.
18. Verkoshansky YV. Componenti e struttura dell'impegno esplosivo di forza. *Rivista di cultura sportiva.* 1996;(34):15-21.
19. Cronin J, McNair PJ, Marchall RN. Lunge performance and its determination. *J Sports Sci.* 2003;21:49-57.
20. Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ, Wilson GJ, Kraemer WJ, Häkkinen K. Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75(4):333-42.
21. Hori N, Newton RU, Nosaka K. Weightlifting exercise enhance athletic performance that requires high-load speed. *J Strength Cond Res.* 2005;27(4):505.

Recebido: 17/04/2008 – Aceito: 03/08/2008