

JUMP TEST: COMPARAÇÃO DA PERFORMANCE PELO MÉTODO CLÁSSICO E ATRAVÉS DO FOOT SWITCH

Rafael Pereira¹ rafaelpereira@brjb.com.br

Lucas N. Pereira¹ lucasnovaes@globo.com

Andréa Thiebaut¹ andreathiebaut@gmail.com

Felipe Sampaio-Jorge² felipesjorge@gmail.com

Marco Machado¹ marcomachado1@gmail.com

doi:10.3900/fpj.8.2.73.p

Pereira R, Pereira LN, Thiebaut A, Sampaio-Jorge F, Machado M. Jump test: comparação da performance pelo método clássico e através do Foot Switch. Fit Perf J. 2009 mar-abr;8(2):73-8.

RESUMO

Introdução: A avaliação da força explosiva de membros inferiores através do *Jump Test* é prática comum no futebol. No entanto, a diversidade de metodologias empregadas para este fim pode conduzir a diferentes resultados. Este estudo objetivou comparar o desempenho do salto vertical obtido simultaneamente por duas diferentes metodologias (Delta entre traçados) e cálculo da altura a partir do tempo de voo obtido por um *Foot Switch*. **Materiais e Métodos:** 14 atletas de futebol (17 ± 1 anos) realizaram testes de contração isométrica voluntária máxima de extensão de joelho e *Jump Test*, sendo a altura do salto mensurada pelo método clássico (diferença entre traçados em uma parede) e com um *Foot Switch*. Para comparação entre o desempenho do *Jump Test* obtido pelos dois métodos utilizou-se o teste “t” de Student e para correlação entre os dados de pico de força isométrico e o pico de potência de membros inferiores utilizou-se a correlação de Pearson. **Resultados:** A altura do salto obtida pelo método de Delta entre traçados mostrou-se maior do que a altura pelo *Foot Switch* ($p < 0,05$), havendo o mesmo resultado para a potência de membros inferiores. A medida da potência de membros inferiores mensurado pelo *Foot Switch* demonstrou melhores coeficientes de correlação com a medida do pico de força de extensão de joelho dos membros dominante ($r^2 = 0,67$) e não dominante ($r^2 = 0,68$). **Discussão:** Os resultados fornecidos pelos testes de força explosiva realizados de forma clássica (Delta entre traçados) tendem a superestimar os valores quando comparados à avaliação utilizando análises do tempo de voo.

PALAVRAS-CHAVE

Força Muscular, Membros Inferiores, Futebol.

¹ Universidade Iguazu - UNIG - Laboratório de Fisiologia e Biocinética - Itaperuna - Brasil

² Institutos Superiores de Ensino do CENSA - ISECENSA - Laboratório de Análise do Movimento - Campos dos Goytacazes - Brasil

JUMP TEST: COMPARISON OF THE PERFORMANCE WITH THE CLASSIC METHOD AND THROUGH THE FOOT SWITCH**ABSTRACT**

Introduction: The evaluation of explosive force of lower limbs through the Jump Test is a common practice in soccer, but the diversity of methods for measure this variable may lead to distinct results. The aim of this study was to compare the performance of Jump Test obtained through classical method (difference among two tracing) and the time of flight through Foot Switch. **Materials and Methods:** 14 soccer players (17 ± 1 years) were submitted to measures of maximal isometric voluntary contraction of knee extension of dominant and non-dominant lower limb and to Jump Test, being the height of the jump measured through the following methods: classical method (Delta among tracing) and record of time of flight through the Foot Switch. In the statistical analysis we used Student "t" test to compare the performance of Jump Test obtained through the two methods, and correlations among peak power and peak of force of knee extension were calculated using the Pearson product moment correlation coefficient. **Results:** The height reached in the classical method was greater than Foot Switch ($p < 0.05$) and the same result was observed in peak power. The better correlation coefficients between peak power and peak force of lower limb was observed in data obtained through the Foot Switch. **Discussion:** The results of explosive force reached through the classical method of Jump Test (Delta among tracing) tends to overestimate the power of lower limbs when compared to data obtained to Foot Switch.

KEYWORDS

Muscle Strength, Extremity, Lower, Soccer.

JUMP TEST: COMPARACIÓN DE LA PERFORMANCE POR EL MÉTODO CLÁSICO Y A TRAVÉS DEL FOOT SWITCH**RESUMEN**

Introducción: La evaluación de la fuerza explosiva de miembros inferiores a través del *Jump Test* es práctica común en el fútbol. Sin embargo, la diversidad de metodologías empleadas para este fin puede conducir a diferentes resultados. Este estudio tuvo objetivo de comparar el desempeño del salto vertical obtenido simultáneamente por dos diferentes metodologías (Delta entre trazados) y cálculo de la altura a partir del tiempo de vuelo obtenido por uno *Foot Switch*. **Materiales y Métodos:** 14 atletas de fútbol (17 ± 1 años) realizaron tests de contracción isométrica voluntaria máxima de extensión de rodilla y *Jump Test*, siendo la altura del salto mensurada por el método clásico (diferencia entre trazados en una pared) y con uno *Foot Switch*. Para comparación entre el desempeño del *Jump Test* obtenido por los dos métodos se utilizó el test "t" de Student y para correlación entre los datos de pico de fuerza isométrico y lo pico de potencia de miembros inferiores se utilizó la correlación de Pearson. **Resultados:** La altura del salto obtenida por el método de Delta entre trazados se mostró más grande que la altura por el *Foot Switch* ($p < 0,05$), habiendo el mismo resultado para la potencia de miembros inferiores. La medida de la potencia de miembros inferiores mensurado por el *Foot Switch* demostró mejores coeficientes de correlación con la medida del pico de fuerza de extensión de rodilla de los miembros dominante ($r^2=0,67$) y no dominante ($r^2=0,68$). **Discusión:** Los resultados suministrados por los tests de fuerza explosiva realizados de forma clásica (Delta entre trazados) tienden a sobrestimar los valores cuando comparados a la evaluación utilizando análisis del tiempo de vuelo.

PALABRAS CLAVE

Fuerza Muscular, Miembros Inferiores, Fútbol.

INTRODUÇÃO

A mensuração da força de membros inferiores representa uma importante ferramenta para avaliação da performance e acompanhamento do treinamento de atletas de diversas modalidades esportivas. Dentre os métodos aplicados para avaliação da força de membros inferiores, pode-se citar medidas estáticas, como o registro da força isométrica^{1,2}, e medidas realizadas através de métodos dinâmicos, como a dinamometria isocinética, o número de repetições máximas (RM), a medida alcançada em saltos horizontais (*hop test*) e o cálculo da potência obtido através da altura do salto vertical (*Jump Test*)^{2,3,4}.

A utilização de saltos verticais (*Jump Test*) é referenciada como um método muito comum de avaliação da força e potência muscular em diversas atividades esportivas, inclusive no futebol^{5,6,7,8}. No entanto, a diversidade de métodos e o número de variáveis intervinientes para realização deste teste pode influenciar nos resultados.

Estudos recentes têm se dedicado a investigar a influência de variáveis metodológicas na realização do *Jump Test*, sendo que a utilização de membros superiores, a realização de contramovimento e de passadas precedendo o salto, têm sido o foco de estudos recentes^{9,10,11,12}. No entanto, não foram encontrados estudos

que investiguem a influência da forma de mensuração do *Jump Test*, coletados simultaneamente, na medida da altura do salto.

Os trabalhos científicos que utilizam o *Jump Test* se baseiam em resultados obtidos através de sofisticados sistemas de aquisição de dados, como tapetes fotossensíveis e/ou barossensíveis^{3,5,6,12}, capazes de registrar o tempo de permanência no ar e, assim, inferir a altura alcançada no salto através da aplicação de cálculos previamente estipulados. No entanto, a realidade da maior parte das entidades esportivas no Brasil, principalmente no futebol, não viabiliza a utilização constante destes aparatos, sendo a avaliação da potência de membros inferiores realizada a partir de métodos mais simples, como a identificação da altura de um traçado de giz em uma parede, realizado durante o *Jump Test*, com o indivíduo ao lado da parede.

Desta forma, este estudo objetivou comparar os resultados da altura do salto vertical obtidos, simultaneamente, por duas formas de mensuração. Ademais, buscou-se correlacionar os valores da potência de membros inferiores, calculadas a partir da altura do *Jump Test* nos dois tipos de registro, com medidas de força máxima de membros inferiores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Sujeitos

Quatorze atletas de futebol da categoria Sub-17, todos filiados ao mesmo clube de futebol da 2ª divisão do estado do Rio de Janeiro, em período de pré-temporada, aparentemente saudáveis e sem histórico de doenças osteomioarticulares de membros inferiores

nos últimos seis meses, participaram voluntariamente do estudo, conforme as normas de ética em pesquisas com humanos.

Procedimentos

Inicialmente, todos foram avaliados antropometricamente para obtenção da estatura, massa corporal total (MCT), massa corporal magra (MCM), perímetros, dobras cutâneas e percentual de gordura (%G).

Em seguida, os indivíduos foram submetidos a um teste de contração isométrica voluntária máxima de extensão de joelho a 70° de flexão (0°=extensão total de joelho), por 6s, com as pernas dominante e não-dominante selecionadas randomicamente.

Após a medida da força isométrica, os indivíduos executavam três saltos verticais (*Jump Test*) com intervalo de 1 min entre eles, sendo instruídos a saltar o mais alto possível, partindo de uma posição de agachamento com os joelhos fletidos a 90° e mãos apoiadas sobre a coxa. Os indivíduos saltavam ao lado de uma parede de 5m de altura, de modo a viabilizar o registro da altura do salto através do traçado com giz em uma parede e simultaneamente o registro do tempo de voo através do *Foot Switch* (Figura 1). Posteriormente foi calculada a altura do salto, como proposto por Bosco *et al.*¹³ (Equação 1) e utilizado por Sousa *et al.*¹⁴ e Da Silva *et al.*¹², para os dados coletados pelo *Foot Switch* e o delta entre o traçado realizado com o indivíduo ao lado da parede tendo o braço elevado e o traçado efetuado durante o salto, como proposto por Johnson & Nelson¹⁵, Marins & Giannichi¹⁶ e Carnaval¹⁷. Visando facilitar a apresentação e discussão dos resultados, este último método será aqui denominado de Delta entre traçados (DT).

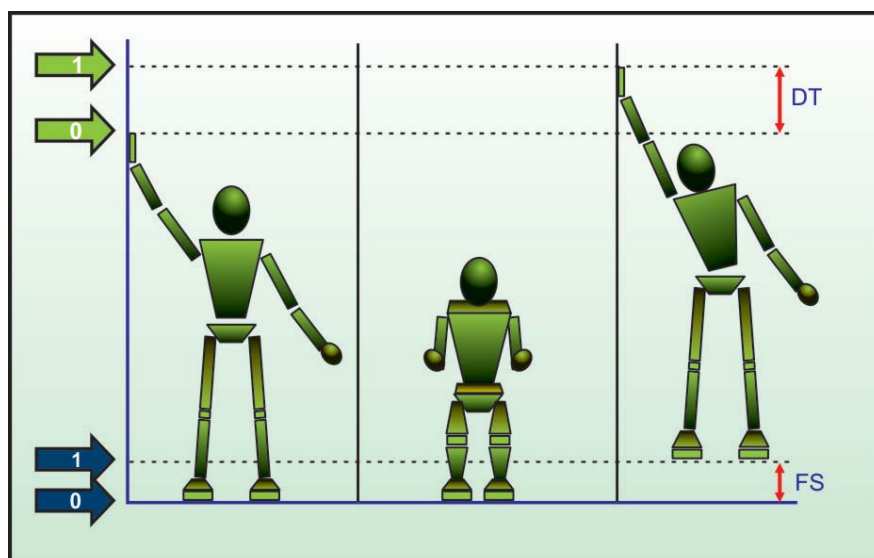


Figura 1 - Representação esquemática do possível fator de erro que leva ao valor superestimado da altura do salto

DT: valor obtido pelo delta traçado;
FS: valor estimado através do Foot Switch

$$\text{altura}[m] = \frac{1}{8}gt^2$$

(Equação 1)

onde: g é a aceleração da gravidade ($9,81\text{m.s}^{-2}$); e t é o tempo de permanência no ar.

O Pico de Potência alcançado durante o salto vertical foi estimado através da fórmula desenvolvida por Sayers *et al.*³ (Equação 2), a partir do valor da altura do salto, obtida simultaneamente por ambos os métodos de registro, e a massa corporal do indivíduo.

$$\text{PeakPower} = 60,7 \times (\text{altura}[cm]) + 45,3 \times (\text{MCT}[kg]) - 2055$$

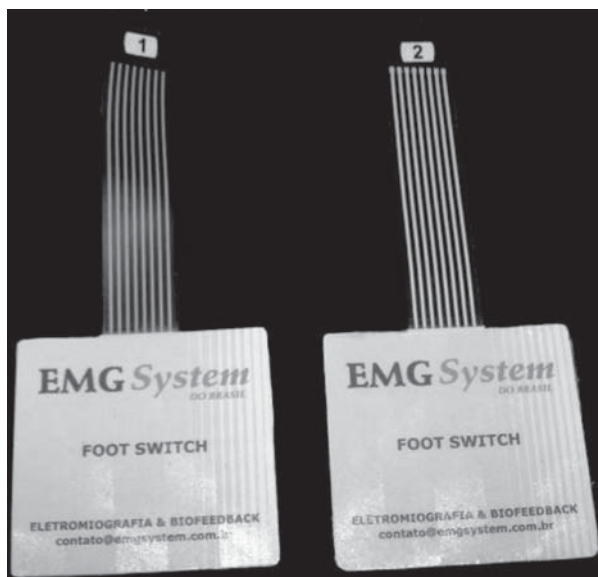
(Equação 2)

onde: MCT corresponde à massa corporal total

Os perímetros foram obtidos com trena (Sanny, Brasil), a estatura e a massa corporal total com balança R110 (Welmy, Brasil) e as dobras cutâneas com adipômetro científico (Cerscof, Brasil).

Para coleta do tempo de voo durante o *Jump Test* foram utilizados dois *Foot Switch* (EMG System, Brasil) (Figura 2), que corresponde a um par de sensores de pressão que foram acoplados na face plantar do antepé e do retopé dos indivíduos. Todos os participantes realizaram o *Jump Test* calçando meias antiderrapantes. O *Foot Switch* foi conectado ao sistema de aquisição de dados EMG800C (EMG System, Brasil) e os dados armazenados através do software de aquisição WindaqXL. Foi utilizada uma taxa de amostragem de 2kHz, o que permite a análise do tempo de voo a cada $5 \times 10^{-4}\text{s}$.

Figura 2 - *Foot Switch* utilizado para coleta dos dados



Para quantificação da altura do salto, através do traçado de giz na parede, foi utilizada uma trena métrica de 5m com precisão de 0,05m.

Para quantificação da força foi utilizado um transdutor de força de tração-compressão (EMG System, Brasil), sendo a força gerada simultaneamente registrada através do sistema de aquisição de dados EMG800C (EMG System, Brasil) que forneceu o pico de força (PF) gerado durante 6s de contração isométrica voluntária máxima. O transdutor de força foi acoplado a uma cadeira extensora ajustável às características antropométricas individuais, conforme previamente utilizado e descrito em Rossi *et al.*¹⁸.

As análises do tempo de voo e do PF obtidos durante a CIVM foram realizadas separadamente, através do software Origin7.0®.

Análise estatística

Os resultados foram apresentados em valores de média, desvio padrão e coeficiente de variação (desvio padrão/média). Posteriormente, aplicou-se o teste de *Liliefors* para verificar a distribuição dos mesmos. Devido à natureza da distribuição encontrada (Gaussiana), optou-se na estatística inferencial por empregar o teste “t” de *Student* para comparação entre as médias da altura e do pico de potência do *Jump Test*, obtidas pelos dois métodos propostos, e a correlação de *Pearson* para avaliar a relação entre as variáveis *pico de potência* obtido entre os dois métodos e o *pico de força isométrico* dos membros dominante e não-dominante.

Em ambos os testes foram adotados o nível de significância de 0,05, sendo todos os procedimentos estatísticos realizados em BioEstat 4.0®.

RESULTADOS

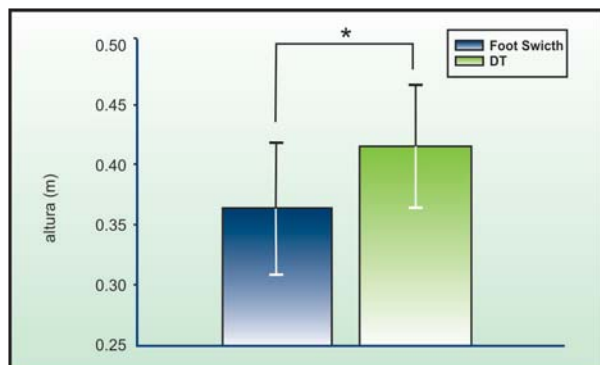
O grupo estudado apresentou as características morfo-funcionais medidas uniformes, como pode ser observado na Tabela 1. Os sujeitos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao

Tabela 1 - Características dos sujeitos

	média ± dp	CV
idade (anos)	17 ± 1	0,04
estatura (cm)	177 ± 6	0,03
MCT (kg)	69,8 ± 8,9	0,12
MCM (kg)	62,3 ± 6,5	0,12
coxa direita (cm)	54,0 ± 4,5	0,08
coxa esquerda (cm)	54,0 ± 4,4	0,08
PF dominante (N.m ⁻¹)	784,5 ± 173,2	0,22
PF não-dominante (N.m ⁻¹)	787,3 ± 161,9	0,21

dp: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; PF=pico de força

Figura 3 - Média \pm dp da altura do salto (m), obtido simultaneamente pelo método de Delta entre traçados (DT) e pelo Foot Switch



* diferença significativa $p < 0,05$

pico de força isométrico entre os membros dominante e não-dominante ($p > 0,05$).

A medida da altura do salto estimada pelo *Foot Switch* ($0,36 \pm 0,05$ m) apresentou-se menor que a medida obtida pelo Delta entre traçados (DT) ($0,41 \pm 0,05$ m) ($p < 0,05$) (Figura 3).

O pico de potência em membros inferiores, estimado a partir da altura do salto vertical, demonstrou diferença entre a medida efetuada pelo *Foot Switch* (3247 ± 474 W) e pelo Delta entre traçados (DT) (3544 ± 535 W) ($p < 0,05$) (Figura 4).

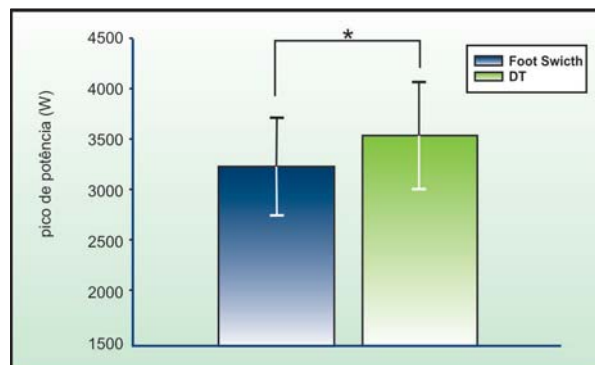
O resultado da análise correlacional entre a potência de membros inferiores, obtida pelo *Foot Switch* e pelo Delta entre traçados (DT), com o pico de força dos membros inferiores dominante e não-dominante, é apresentado na Tabela 2.

DISCUSSÃO

As variáveis intervenientes do *Jump Test* têm sido foco de estudos recentes^{12,19}. No entanto, não foram identificados estudos que comparem os resultados do *Jump Test* por diferentes métodos de mensuração da altura do salto, obtidos simultaneamente, e relacionem os resultados destes testes com a capacidade de produção de força máxima.

O valor médio de altura obtido no *Jump Test* pelo *Foot Switch* foi compatível com os valores médios obtidos por Sousa et al.¹⁴ e Hespanhol et al.²⁰, que avaliaram, através do *Jump Test*, a força explosiva de futebolistas de categorias Sub-17 e Sub-20, respectivamente. Os

Figura 4 - Média \pm desvio padrão do pico de potência (W) obtido simultaneamente pelo método de Delta entre traçados (DT) e pelo Foot Switch



* diferença significativa $p < 0,05$

sujeitos destes estudos apresentam idades equivalentes à amostra do presente trabalho. O valor médio obtido pelo método DT foi superior ao valor encontrado nos estudos citados, em que os autores utilizaram o sistema *ErgoJump* e o sistema denominado tapete de contato *Jump Test*, respectivamente, que identificam o tempo que o indivíduo permanece no ar, como o efetuado pelo *Foot Switch*.

A mensuração simultânea da altura do salto pelos dois métodos indica que a medida dada pelo método DT tende a superestimar a altura do salto, se comparado com a medida pelo *Foot Switch*, o que pode ser justificado pela dependência da utilização dos membros superiores e do tronco para aquisição dos dados no primeiro método. O traçado pré-salto, realizado com o indivíduo em posição ortostática e lateralmente à parede, pode não apreciar toda a envergadura, ou ainda a envergadura alcançada quando somada a movimentação de outras articulações (Figura 4). Ou seja, movimentos realizados pela coluna vertebral, somados aos da cintura escapular e ombros, podem aumentar o delta. A análise cinemática do salto, nas circunstâncias propostas no método DT, poderia esclarecer esta possibilidade, sendo indicado novos estudos que explorem este questionamento. No entanto, a menor precisão na medida pela trena também pode influenciar o resultado, já que, com o *Foot Switch*, contempla-se uma análise de tempo de voo com precisão temporal de $0,0005$ s (5×10^{-4} s).

A relação entre o desempenho do *Jump Test*, aplicada para avaliação da potência de membros inferiores e a capacidade de produção de força, é

Tabela 2 - Correlação entre as variáveis pico de força (PF) dos membros inferiores (dominante e não-dominante) e pico de potência (PP)

	PF - perna dominante		PF - perna não-dominante	
	R ²	p	R ²	p
PP - <i>Foot Switch</i>	0,67	0,009*	0,68	0,007*
PP - DT	0,60	0,023*	0,65	0,012*

* correlação significativa ao nível de significância de $p < 0,05$

relatada na literatura^{2,6}. Neste estudo foi observada uma correlação moderada (0,60-0,68) entre as medidas de potência, obtida a partir da altura do salto vertical e do pico de força, sendo os melhores coeficientes de correlação identificados entre as medidas de potência calculada com a altura do salto pelo *Foot Switch*.

No futebol, a força muscular representa uma importante valência física, sendo requisitada em tarefas críticas, como corridas curtas, conversões, acelerações e desacelerações, divididas, marcações, dribles e saltos^{6,21,22,23,24}. Desta forma, a correta identificação da capacidade de produção de força em atletas de futebol, principalmente a força máxima, e gerada em curtos intervalos de tempo, pode ajudar na prescrição e acompanhamento de treinamento e ainda na estratificação de riscos de lesão⁸.

Mediante um menor custo para aplicação, os testes de força explosiva, realizados de forma clássica, são largamente utilizados por treinadores e preparadores físicos. No entanto, os resultados obtidos neste estudo apontam para o fato de que esta metodologia pode superestimar a altura do salto, já que envolve a realização de movimentos com os membros superiores, de modo a depender não apenas da potência gerada pelos membros inferiores, mas também da coordenação de membros superiores e do tronco, no momento do traçado que definirá o delta calculado para a altura do salto.

Os dados do presente trabalho permitem concluir que os testes de força explosiva, realizados de forma clássica, tendem a superestimar os valores quando comparados à avaliação que utilizou análises com uso de *Foot Switch*. Portanto, quando o objetivo for avaliação de valores absolutos e das performances reais, recomenda-se utilização de aparatos de maior precisão, como o uso de *Foot Switch*, uma vez que os dados obtidos por este método apresentaram coeficientes de correlação maiores com o pico de força de extensão de joelho em relação ao método clássico.

REFERÊNCIAS

1. Aagaard P, Simonsen E, Andersen J, Magnusson P, Dyhre-Poulsen, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*. 2002;93:1318-26.
2. McGuigan MR, Winchester JB. The relationship between isometric and dynamic strength in college football players. *J Sports Sci Med*. 2008;7:101-5.
3. Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT. Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*. 1999;31(4):572-7.
4. D'Alessandro RL, Silveira EAP, Anjos MTS, Silva AA, Fonseca ST. Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, hop test, em atletas de voleibol. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11:271-5.
5. Souza J. Variáveis antropométricas, metabólicas e neuromotoras de jogadores de futebol das categorias mirim, infantil, juvenil e júnior e em relação à posição de jogo: um estudo comparativo. *Rev Trein Des*. 1999;4(3):43-8.
6. Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. 2004;38:285-8.
7. Guglielmo LGA, Greco CC, Denadai BS. Relação da potência aeróbica máxima e da força muscular com a economia de corrida em atletas de endurance. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11:53-6.
8. Mangus BC, Takahashi M, Mercer JA, Holcomb WR, Mcwhorter JW, Sanchez R. Investigation of vertical jump performance after completing heavy squat exercises *J Strength Cond Res*. 2006;20:597-600.
9. Lees A, Vanrenterghem J, De Clercq D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *J Biomech*. 2004;37:1929-40.
10. Hasson CJ, Dugan EL, Doyle TL, Humphries B, Newton RU. Neuromechanical strategies employed to increase jump height during the initiation of the squat jump. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004;14:515-21.
11. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement Jump Tests. *J Strength Cond Res*. 2004;18:551-5.
12. Da Silva KR, Magalhães J, Garcia MAC. Desempenho do salto vertical sob diferentes condições de execução. *Arquivos em Movimento*. 2005;1:17-24.
13. Bosco C, Luhtanen P, Komi P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol*. 1983;50:273-82.
14. Sousa P, Garganta J, Garganta R. Estatuto posicional, força explosiva dos membros inferiores e velocidade imprimida à bola no remate em Futebol. Um estudo com jovens praticantes do escalão sub-17. *Rev Port Ciênc Desporto*. 2003;3:27-35.
15. Johnson BL, Nelson JK. Practical measurement for evaluation in physical education. Minneapolis: Burgess; 1979.
16. Marins JCB, Giannichi RS. Avaliação e prescrição de atividade física: guia prático. 3ª ed. Rio de Janeiro: Shape; 2003.
17. Carnaval PE. Medidas e avaliação em ciências do esporte. 5ª ed. Rio de Janeiro: Sprint; 2002.
18. Rossi LP, Pereira R, Brandalize M, De Paula-Júnior AR. Efeito agudo do alongamento estático na atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral e vasto lateral. *Ter Man*. 2007;5(21):219-23.
19. Dommire ZJ, Challis JH. The influence of squat depth on maximal vertical jump performance. *J Sports Sci*. 2007;25:193-200.
20. Hespanhol JE, Maria TS, Neto LGS, Arruda M, Prates J. Mudanças no desempenho da força explosiva após oito semanas de preparação com futebolistas da categoria sub-20. *Movimento & Percepção*. 2006;6:82-94.
21. Reilly T, Thomas V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football matchplay. *J Hum Mov Stud*. 1976;2(1):87-97.
22. Withers RT. Match analyses of Australian professional soccer players. *J Hum Mov Stud*. 1982;8:159-76.
23. Bangsbo J, Nørregaard L, Thorsøe F. Activity profile of competition soccer. *Can J Sport Sci*. 1991;16:110-6.
24. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer. *J Sports Med*. 2005;35:501-36.

Recebido: 05/04/08 - Aceito: 13/11/08