

VALIDAÇÃO DO TAPETE DE CONTATO NA MENSURAÇÃO DA ALTURA DO SALTO EM JOGADORES DE BASQUETE DE ELITE

VALIDITY OF CONTACT MAT FOR MEASURING JUMP HEIGHT IN ELITE BASKETBALL PLAYERS

Paulo Henrique Marchetti¹ e Fabio Luis Ceschini²

¹ Mestre em Educação Física, pela Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo - USP; professor da Universidade Nove de Julho - Uninove.

² Graduado em Educação Física, pelas Faculdades Metropolitanas Unidas - FMU; mestre em Nutrição, pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP/USP.

RESUMO

O tapete de contato tem sido utilizado em diversos estudos e possui grande aplicação prática no treinamento e no controle esportivo. Embora a plataforma de força seja considerada o “padrão ouro” na avaliação de certas variáveis dos saltos verticais, ela requer um ambiente de laboratório, assim como um alto custo para aquisição e manutenção. Consequentemente, os testes realizados no tapete de contato constituem uma boa alternativa para a avaliação de atletas na condição esportiva, quando, muitas vezes, o acesso a um laboratório se torna impossível e inacessível. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi mensurar os critérios de validade do tapete de contato (Ergojump Jump Pro 2.0-Brazil), comparando-se tais cálculos com os resultados do “padrão ouro” na plataforma de força. Quinze atletas de basquetebol de elite, categoria sub-21, foram submetidos a três tentativas do SCM no tapete de salto (Ergojump Jump Pro 2.0) e na plataforma de força (OR6-1000, AMTI). A altura do salto vertical foi calculada utilizando-se ambos os equipamentos. Os valores de média (\pm IDP) para a altura do SCM, medidos pela plataforma de força, foram 32.3 ± 5.1 cm e, para o tapete de contato, foram 32.44.5 cm. O teste t de Student pareado não apresentou diferenças significantes entre ambas as formas de mensuração ($p = 0.90$). O gráfico de Bland-Altman foi construído para fornecer uma interpretação visual aos dados. Portanto, o presente estudo sugere que os SCMs avaliados no tapete de contato apresentam confiáveis e consistentes medidas para a definição da altura de salto comparadas às obtidas por meio de plataformas de força, e que seu uso pode apresentar menor custo e praticidade.

Palavras-chave: salto com contramovimento, tapete de contato, salto vertical.

ABSTRACT

The contact mat has been utilized in some published studies and it has wide practical application in sports field. Although force platform is considered the gold standard to assess some variables of vertical jump, it requires a laboratory setting and high cost equipment. Consequently, the tests on a contact mat arise as a very important alternative for athletes evaluation in their “real world” for most trainers, for whom, many times, the laboratory tests are impossible and inaccessible. The goal of this study was to assess the validity of the contact mat to monitoring the countermovement vertical jump (CMJ) in elite sub-21 basketball players. Fifteen elite sub-21 Brazilian basketball players were submitted to three attempts of CMJ on a contact mat (Ergojump Jump Pro 2.0) and a force platform (OR6-1000, AMTI). The vertical jump height was calculated using both measurement devices. The mean (\pm ISD) vertical jump height given by the force platform was 32.3 ± 5.1 cm and by the contact mat was 32.44.5 cm. The paired t-test revealed no significant differences between both measurement devices ($p=0.90$). The Bland-Altman plots were constructed to give a visual interpretation of the data. The present findings suggest that CMJ on the contact mat provides a reliable and consistent measure of the jump height compared to the force platform. Therefore, the use of the contact mat could be a cheaper and a practical solution to analyze the vertical jump height.

Keywords: countermovement jump, mat contact, vertical jump.

I. INTRODUÇÃO

A utilização do teste de salto vertical é uma ferramenta importante para o monitoramento do treinamento físico em diversas modalidades esportivas, fornecendo informações fundamentais que podem ser utilizadas, principalmente, para verificar o controle e o incremento da aptidão muscular. Nos últimos anos, o teste de salto vertical vem sendo muito utilizado em diversas populações, em função de ser uma técnica simples e de fácil aplicação (MOIR *et al.*, 2004; CRONIN & CREWTHOR, 2004).

Saltar é um movimento que requer alto grau de coordenação motora entre os segmentos superiores e inferiores. A força explosiva é considerada um fator dominante em muitos esportes, como o basquetebol, onde os atletas necessitam de grande aceleração para atingir a máxima velocidade, no menor tempo de movimento. A ação propulsiva dos membros inferiores durante o salto vertical tem sido considerada fundamental para a avaliação das características funcionais em sedentários e atletas (BOSCO & KOMI, 1979; MARKOVIC *et al.*, 2004).

Para avaliar os efeitos específicos de certas intervenções ou o monitoramento do treinamento, o salto com contramovimento (SCM) tem sido comumente utilizado (SLINDE *et al.*, 2008; STANGANELLI *et al.*, 2008; BALÈIUNAS *et al.*, 2006; ARTEAGA *et al.*, 2000; CRONIN & HANSEN, 2004; CRONIN & HANSEN, 2005; HENNESSY & KILTY, 2001; YOUNG, PRYOR & WILSON, 1995; YOUNG & ELLIOT, 2001). Entretanto, pela longa duração (aproximadamente 250 milissegundos) da contração excêntrica-concêntrica (ciclo alongamento-encurtamento – CAE), este tipo de salto é também conhecido como um evento que avalia o “CAE lento (HENNESSY & KILTY, 2001, SCHMIDTBLEICHER, 1992; YOUNG, PRYOR & WILSON, 1995; YOUNG & ELLIOT, 2001). Diversos protocolos e equipamentos têm sido utilizados para avaliar a *performance* durante o salto vertical, dentre eles o tapete de contato (ARTEAGA *et al.*, 2000; BOOHER *et al.*, 1993; YOUNG, PRYOR & WILSON, 1995, SLINDE *et al.*, 2008; STANGANELLI *et al.*, 2008). A utilização do tapete de contato permite avaliações e controle da *performance* dos saltos verticais com relativo baixo custo, portanto acessível para treinadores e pesquisadores, quando comparado com as plataformas de força, as quais são extensivamente utilizadas e consideradas o “padrão ouro” (*gold standard*) para medidas de força (CRONIN, McNAIR & MARSHALL, 2001).

Embora a plataforma de força seja considerada o “padrão ouro” para as medidas de algumas variáveis do SCM, estas requerem ajustes laboratoriais e de alto custo de equipamento. Dessa forma, os testes no tapete de contato constituem uma valiosa alternativa para a avaliação de atletas por seus treinadores.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi mensurar os critérios de validades do tapete de contato (Ergojump Jump Pro 2.0-Brazil), comparando-se tais cálculos com os resultados do “padrão ouro” na plataforma de força.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A plataforma de força e o tapete de contato são equipamentos comuns na avaliação e no controle do rendimento na maioria dos laboratórios e campos de pesquisa. Embora as avaliações em atletas utilizando-se o tapete de contato sejam mais acessíveis, a validade de certos tipos de equipamentos necessita ser considerada. Além de sua validade, deve-se considerar se os tipos de cálculos empregados na definição da altura de salto pelo *software* do tapete de contato apresentam similaridade com os resultados encontrados em formas mais sofisticadas de análise utilizadas pela plataforma de força. O tapete de contato (Ergojump Jump Pro 2.0-Brazil) tem sido frequentemente utilizado em diferentes experimentos; entretanto, sua validade não foi testada para jogadores de basquete.

2.1. Sujeitos

Quinze atletas de basquetebol de elite (categoria sub-21) participaram do estudo. As médias (± 1 desvio padrão) das características físicas dos sujeitos foram as seguintes: idade, 18 (± 1) anos; massa, 80 (± 12) kg; estatura, 194 (± 10) cm.

Tabela 1: Valores de média aritmética (X) e desvio padrão (SD), segundo as características antropométricas dos atletas

Circunferências (cm)	Direita X \pm SD	Esquerda X \pm SD
Coxa	49,7 \pm 4,3	49,9 \pm 4,2
Perna	37,6 \pm 2,7	36,8 \pm 2,5
Dobras cutâneas (mm)	X \pm SD	
Tríceps	8,0 \pm 3,0	
Subescapular	11,0 \pm 3,0	
Peitoral	7,0 \pm 3,0	
Coxa	10,0 \pm 4,0	
Abdominal	13,0 \pm 6,0	
Supraespinal	9,0 \pm 5,0	

2.2. Procedimentos

Após um breve aquecimento, os participantes realizaram três saltos com contramovimento (SCMs) máximos, em intervalos de 15 segundos, em uma plataforma de força (OR6-1000, AMTI), e outros três saltos com contramovimento (SCMs) máximos em um tapete de contato, de forma aleatória. Os saltos verticais constituem parte integrante da preparação e da avaliação dos atletas; portanto, todos os participantes estavam familiarizados com a técnica e os procedimentos de controle.

Os participantes autosselecionaram suas amplitudes articulares durante os saltos, evitando possíveis alterações no padrão de coordenação. Para minimizar possíveis influências dos membros superiores durante os saltos, as mãos foram posicionadas de forma cruzada em frente ao peito, e os atletas se mantiveram sobre a plataforma de força/tapete de contato com os pés separados na linha do quadril. Desta forma, os participantes executaram um movimento para baixo de flexão de joelho, quadril e tornozelo, seguido de um rápido movimento para cima, buscando atingir a maior altura possível na vertical. Os desportistas avaliados mantiveram seus joelhos estendidos durante toda a fase aérea e foram orientados a iniciar e finalizar o SCM com ambos os pés sobre a área de contato da plataforma e do tapete. Três saltos máximos foram executados em cada equipamento, e os valores médios foram registrados como o resultado final⁸.

2.3. Análise dos dados

2.3.1. Salto com contramovimento no tapete de contato

Os dados foram adquiridos e analisados no tapete de contato (ErgoJump Jump Pro 2.0-Brazil) conectado a um computador. Um *timer* eletrônico foi conectado ao tapete e foi parado no momento da aterrissagem na área de contato. Um *software* específico calculou a altura do salto de acordo com o tempo de voo em cada tentativa.

2.3.2. Salto com contramovimento na plataforma de força

Os dados foram adquiridos por meio de uma plataforma de força (AMTI OR6-5) a uma frequência de aquisição de 300Hz e processados através de um programa escrito no *software* Matlab (Mathworks Inc., EUA). Antes da análise, as forças de reação do solo

verticais (FRSv) foram filtradas por um filtro passa-baixa com frequência de corte de 100Hz. Foi utilizada a seguinte fórmula para calcular a velocidade do centro de gravidade dos participantes durante o movimento:

$$\text{Velocidade do SCM (t)} = \int_0^t \frac{FRSv(t) - \text{Peso}}{\text{massa}} dt + v_0$$

O peso corporal foi dado em newtons, a massa em kg e v_0 é a velocidade do centro de gravidade do sujeito em $t = 0$ e é igual a zero, em função de o participante estar parado no início do movimento.

Foi calculada a potência utilizando-se a seguinte fórmula e definindo-se o pico de potência como o maior valor durante o movimento:

$$\text{Potência (Watts/kg)} = (\text{FRSv} + \text{peso}) \times \text{velocidade do SCM}$$

O pico de potência foi utilizado para determinar a velocidade de *takeoff* ($v_{takeoff}$) e utilizado para calcular a altura do salto, como segue abaixo (STEPHENS II et al., 2007):

$$\text{Altura do salto (cm)} = \frac{v_{takeoff}^2}{2g}$$

onde g é a aceleração da gravidade (9.8m/s^2).

Os sujeitos tomaram conhecimento dos procedimentos experimentais e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, antes de tomarem parte do experimento.

3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram submetidas ao teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade dos dados. Devido à característica paramétrica das variáveis avaliadas, as mesmas foram descritas por meio da média aritmética e do desvio padrão. O teste t de Student pareado foi utilizado para observar diferenças entre as medidas da altura dos saltos (tapete de contato x plataforma de força). A validade e a reprodutibilidade do tapete de contato foram avaliadas pela comparação da altura do salto no tapete de contato com um critério (altura do salto mesurado na plataforma de força), utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson. A verificação da concordância foi realizada

por intermédio da análise do gráfico de Bland-Altman. Um nível de significância (α) de 0,05 foi utilizado para todos os testes estatísticos.

4. RESULTADOS

A análise da distribuição dos dados pelo teste Kolmogorov-Smirnov demonstrou que as variáveis quantitativas apresentaram distribuição normal ($p = 0,20$). A média da altura do SCM, utilizando-se a plataforma de força, foi de 32.3 ± 5.1 cm e, para o tapete de contato, foi de $32.44.5$ cm, sendo que não houve diferença estatística significativa entre as médias dos dois métodos ($p = 0.90$). Segundo a Figura 1, os dados demonstraram boa concordância, em função de apenas um dado estar acima de $1,96$ SD em relação à média do grupo. O gráfico de Bland-Altman foi construído para uma interpretação visual dos dados (Figura 1).

Tabela II: Coeficiente de correlação de Pearson para a validade e a reprodutibilidade

	r	p
Validade (tapete de contato – plataforma de força)	0,88	0,0001
Reprodutibilidade (tapete de contato)	0,87	0,0001
Reprodutibilidade (plataforma de força)	0,93	0,0001

5. DISCUSSÃO

Este trabalho investigou a validade do salto vertical, utilizando-se a plataforma de força como “padrão ouro” e o tapete de contato. Estudos (CRONIN & CREWETHER, 2004; YOUNG, PRYOR & WILSON, 1995) têm utilizado este tapete de contato (Ergojump Jump Pro 2.0-Brazil) para avaliar a *performance* muscular; entretanto, não foram encontrados trabalhos que tenham

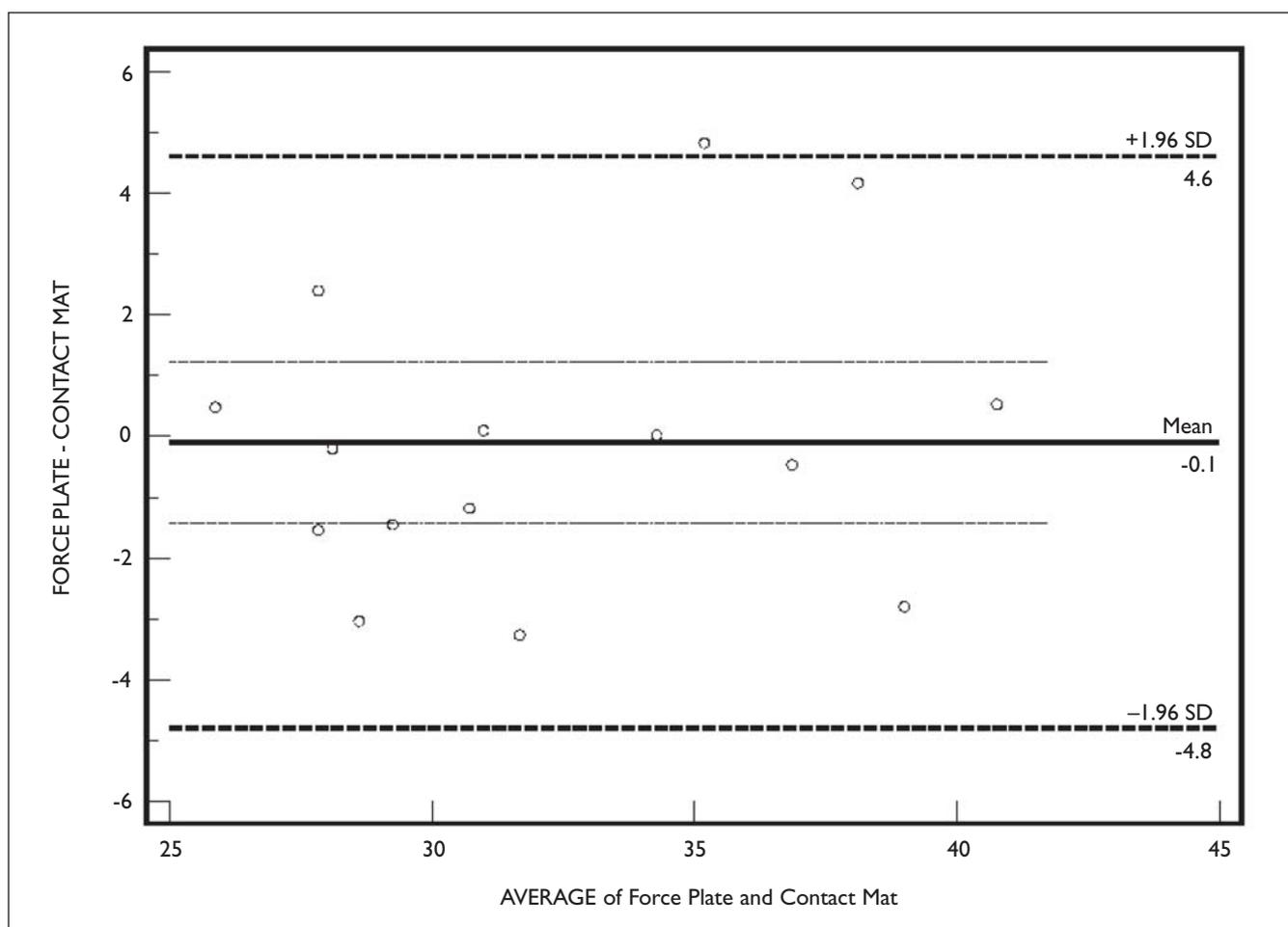


Figura 1: Gráfico de Bland-Altman para as medidas da altura do salto com contramovimento, mensurada no tapete de contato e na plataforma de força

investigado a validade deste tapete de contato em atletas de basquetebol, assim como comparado os resultados produzidos por seus cálculos. A consistência interna e a confiabilidade absoluta do SCM têm sido demonstradas com este equipamento em atletas brasileiros de alto nível, em diferentes momentos da temporada esportiva (MOREIRA *et al.*, 2006).

Os resultados apresentados demonstraram que a validação apresentou correlação significativa entre os dois métodos ($r = 0,88 - p < 0,001$). Desta forma, o tapete de contato pode ser considerado um instrumento capaz de ser utilizado em jogadores de basquetebol para avaliar a *performance* muscular por meio do salto vertical.

Esses resultados são extremamente importantes em função de proporcionar aos preparadores físicos e profissionais de Educação Física, que trabalham com a modalidade de basquetebol, uma metodologia para avaliar a *performance* muscular de baixo custo operacional, de fácil aplicação e que pode ser utilizada com

grande quantidade de atletas, devido ao fato de os resultados serem gerados de forma rápida, sem a necessidade de ajustes laboratoriais (ARTEAGA *et al.*, 2000; BOOHER *et al.*, 1993).

6. CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que os SCMs avaliados no tapete de contato apresentam confiáveis e consistentes medidas para a definição da altura de salto comparadas às obtidas em plataformas de força, assim como os cálculos utilizados na avaliação da mesma variável apresentam similaridade em relação aos utilizados durante a análise na plataforma de força. Além disso, trata-se de uma opção mais barata e prática na solução de problemas diários de treinamento.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos professores Dr. Alexandre Moreira e Dr. Marcos Duarte.

REFERÊNCIAS

ARTEAGA, Ortiz Rafael; DORADO, Cecilia; CHAVARREN, Javier & CALBET, José Antonio L. Reliability of jumping performance in active men and women under different stretch loading conditions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 40, n. 1, p. 26-34, 2000.

BALĪŪNAS, Mindaugas; STONKUS, Stanislovas; ABRANTES, Catarina & SAMPAIO, Jaime. Long term effects of different training modalities on power, speed, skill, and anaerobic capacity in young basketball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 5, p. 163-170, 2006.

BOOHER, Laurie D.; HENCH, Karla M.; WORRELL, Teddy W. & STIKELEATHER, Jill. Reliability of three single-leg hop tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 2, n. 3, p. 165-170, 1993.

BOSCO, Carmelo & KOMI, Paavo V. Potentiation of the mechanical behavior of the human skeletal muscle through prestretching. *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 106, n. 4, p. 467-472, 1979.

CRONIN, John B. & CREWETHER, Blair. Training volume and strength and power development. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 7, n. 2, p. 144-155, 2004.

CRONIN, John B. & HANSEN, Keir T. Strength and power predictors of sports speed. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 19, n. 2, p. 349-357, 2005.

CRONIN, John B.; HING, Raewyn D. & McNAIR, Peter J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 18, n. 3, p. 590-593, 2004.

CRONIN, John B.; McNAIR, Peter J. & MARSHALL, Robert N. Magnitude and decay of stretch-induced enhancement of power output. *European Journal of Applied Physiology*, v. 84, n. 6, p. 575-581, 2001.

HENNESSY, Liam & KILTY, James. Relationship of the stretchshortening cycle to sprint performance in trained female athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 15, n. 15, p. 326-331, 2001.

MARKOVIC, Goran; DIZDAR, Dražan; JUKIC, Igor & CARDINALE, Marco. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 18, n. 3, p. 551-555, 2004.

MOIR, Gavin; BUTTON, Chris; GLAISTER, Mark & STONE, Michael H. Influence of familiarization on the reliability of vertical jump and acceleration sprinting

REFERÊNCIAS

- performance in physically active men. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 18, n. 2, p. 276-280, 2004.
- MOREIRA, Alexandre; OKANO, Alexandre Hideki; RONQUE, Enio Ricardo Vaz; SOUZA, Marcel de & OLIVEIRA, Paulo Roberto de. Reprodutibilidade dos testes de salto vertical e salto horizontal triplo consecutivo em diferentes etapas da preparação de basquetebolistas de alto rendimento. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 8, n. 4, p. 66-72, Florianópolis, 2006.
- SCHMIDTBLEICHER, Diertmar. Training for power events. In: KOMI, Paavo V. (Ed.). *Strength and power in sport*. Oxford: Blackwell Scientific, 1992. p. 381-395.
- SLINDE, Frode; SUBER, Cathrine; SUBER, Louise.; EDWÉN, Cecilia E. & SVANTESSON, Ulla. Test-retest reliability of three different countermovement jumping tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 22, n. 2, p. 640-644, 2008.
- STANGANELLI, Luiz Cláudio R.; DOURADO, Antonio Carlos; ONCKEN, Percy; MANÇAN, Sérgio & COSTA, Silvano Cesar da. Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 World Championship. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 22, n. 3, p. 741-749, 2008.
- STEPHENS II, Thomas M.; LAWSON, Brooke R.; DEVOE, Dale E. & REISER II, Raoul F. Gender and bilateral differences in single-leg countermovement jump performance with comparison to a double-leg jump. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 23, n. 3, p. 190-202, 2007.
- YOUNG, Warren B. & ELLIOT, Simon. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, v. 72, n. 3, p. 273-279, 2001.
- YOUNG, Warren B.; PRYOR, John & WILSON, Greg. Effect of instructions on characteristics of countermovement and drop jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 9, n. 4, p. 232-236, 1995.

Endereço para correspondência:

Paulo Henrique Marchetti. Escola de Educação Física e Esporte da USP.
Av. Prof. Mello de Moraes, n. 65 - Cidade Universitária - São Paulo - Brasil - CEP 05508-30. E-mail: phm@usp.br.