

CLASSIFICAÇÃO DOS EXERCÍCIOS NO *JUMP FIT*® A PARTIR DA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL

Paulo Eduardo Schiehl, Mônica de Oliveira Melo, Thiago Corrêa Duarte, Gabriela Fischer,
Jefferson Fagundes Loss

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – ESEF – Porto Alegre – RS.

Resumo: O objetivo desse estudo foi classificar os exercícios executados sobre o minitrampolim *JUMP FIT*® a partir da força de reação vertical. Sessenta professores credenciados executaram 13 exercícios no minitrampolim instrumentado com 6 células de carga. Para avaliação dos dados foram selecionados 45 segundos de execução e 20 picos consecutivos de força e de taxa de aplicação foram anotados, normalizados pelo peso corporal do indivíduo. Para análise dos dados foram utilizados os testes estatísticos: teste *t* de *Student* para amostra pareadas, teste Anova *one way* e o *post hoc* Bonferroni ($p < 0,05$). Em relação ao pico de força sugere-se a seguinte classificação: grupo (1), inferior a 3x PC; grupo (2), 3 a 4x PC; grupo (3), acima de 4x PC. Em relação a taxa de aplicação de força: grupo (1) inferior a 20xPC/s; grupo (2), de 20 a 30x PC/s e grupo (3), acima de 50x PC/s.
Palavras-Chave: *JUMP FIT*®, força de reação do solo, taxa de aplicação de força.

Abstract: *The aim of this study was to classify the ground reaction forces in exercises performed in the mini springboard JUMP FIT®. Sixty work out teachers performed the exercises on a mini springboard instrumented with six loads cells. For the data evaluating 45 seconds of execution were selected, and 20 consecutive peaks forces and power loading rates were noted and normalized by body weight (BW) of each subject. The data analyses used the statistics' tests: Paired test t Student, anova one way and post hoc Bonferroni ($p < 0,05$). The following classification was suggested to the peaks forces: group(1), less than 3x BW; group (2), 3 to 4x BWPC; group (3), 4x or more BW. The power loading rate was classified: group (1) less than 20x BW/s; group (2), 20 to 30x BW/s and group (3), 50x or more BW/s.*

Key-words: *JUMP FIT*®, Ground Reaction Force, Loading rate.

INTRODUÇÃO

Desde seu surgimento no Brasil em 2001, a modalidade de ginástica *JUMP FIT*® tem sido alvo de um número crescente de adeptos. Dentre as razões pelas quais as pessoas aderem esse “programa de exercícios ritmados sob o minitrampolim elástico”, pode-se destacar: melhoria do condicionamento cardiorrespiratório, redução do percentual de gordura corporal e, redução do impacto, com subsequente diminuição do risco de lesões em relação a atividades terrestres [1,2,3].

Tem sido observado que a maioria dos autores tem focado seus estudos nas características fisiológicas do exercício, permitindo o uso dessas variáveis como critério para definir a intensidade do exercício de cada fase da aula. Tipicamente,

cada fase da aula é designada a enfatizar uma particular adaptação fisiológica. Por exemplo, melhoria do sistema cardiorrespiratório é estimulada durante intensidades mais altas controlada através de faixas de frequências cardíacas, VO_2 e outros parâmetros já estabelecidos [4]. No *JUMP FIT*® essa fase da aula é chamada de *cardio-training* é adequadamente intensificada através de variações na cadência e escolha de tipos exercícios de exercícios [1].

Paralelamente, chama atenção o fato de que impacto da força de reação do solo (FRS) não têm sido utilizado para a prescrição e progressão de programas de exercícios aeróbios [5], no sentido de que não se sabe o quanto o impacto oferecido por cada exercício está apropriado à adaptações fisiológicas esperadas em fases específicas da aula.

Informações como a de que o impacto da força de reação do solo (FRS) pode afetar de maneira negativa as estruturas do sistema músculo-esquelético [6,7] e que pode até mesmo gerar adaptações crônicas positivas no corpo humano, inclusive ser indicada no tratamento da osteoporose e osteopenia [8], são de extrema importância.

Acredita-se que o conhecimento a cerca da magnitude da força de FRS em cada exercício da aula, possa subsidiar a elaboração de aulas do programa JUMP FIT®. Assim o objetivo desse estudo é classificar os exercícios do JUMP FIT® a partir de parâmetros relativos de pico de força e taxa de aplicação da FRS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra deste estudo foi do tipo intencional, extraída da população de professores credenciados e licenciados da modalidade JUMP FIT® no estado do Rio Grande do Sul. Participaram sessenta professores de ambos os sexos, com mínimo de 6 meses de experiência na modalidade JUMP FIT®, idade de $(28,5 \pm 5,9)$ anos, estatura corporal de (170 ± 8) cm, massa corporal $(62,9 \pm 9,8)$ kg. Para a aquisição dos dados da força de reação do solo o minitrampolim foi instrumentado com 6 células de carga de 250 kg, posicionadas sob os pés de apoio [2] (Figura 1).

As células de carga da marca HBM, modelo PW 10 D1, foram ligadas a um microcomputador Pentium III, 900 Mhz, através de um condicionador de sinais e um conversor analógico-digital de 16 bits (Computer-boards), com uma taxa de amostragem de 500 Hz. Os valores obtidos

dos exercícios foram coletados, tratados e analisados nos softwares SAD32, Matlab e Excel.



Figura 1: JUMP FIT® instrumentado com 6 células de carga.

Os exercícios são classificados, segundo o programa JUMP FIT®, em pertencentes a Família I (*Tcha-Tcha*, Corrida simples, Pré-corrida, *Hop* simples, *Sprint*, Elevação de Joelhos simples, Femoral simples e Galope duplo), executados com transferência constante de peso de um pé para o outro, ou Família II (Básico, Polichinelo duplo, Polisapato simples, Canguru duplo e *Twist* duplo) executados com o apoio simultâneo de ambos os pés. A descrição de cada exercício pode ser encontrada na literatura [9].

Os professores de JUMP FIT® foram orientados a executar os movimentos da mesma forma como realizam a atividade em sala de aula, iniciando sempre os movimentos com a perna esquerda conforme recomendações do programa JUMP FIT® ritmados por um cd com velocidade de 140 bpm [9]. Os exercícios foram executados durante o tempo necessário para que o indivíduo considere que a atividade tenha alcançado um ciclo estável de repetições. Durante este ciclo estável foram selecionados 45 segundos de execução e os valores correspondentes a 20 picos consecutivos de

força foram anotados, normalizados pelo peso corporal do indivíduo. Para isso, três situações foram estabelecidas: (1) quando os exercícios executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo não apresentaram diferença significativa a mediana de cada indivíduo representativa de 10 picos da esquerda e de 10 picos da direita foi agrupada resultando em 20 picos consecutivos; (2) quando os exercícios executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo apresentaram diferença significativa entre os 10 picos da direita e os 10 picos da esquerda, mais dez ciclos foram computados, de modo que cada mediana representasse 20 picos de força para cada lado; (3) no caso de exercícios que são executados com a simultaneidade dos membros inferiores, como por exemplo dois saltos menores (saltitos) e dois saltos maiores (saltos) realizados para a direita e esquerda, caracterizando 4 picos em cada ciclo, foram computados um número de ciclos suficientes para que cada mediana representasse 20 picos consecutivos.

A taxa de aplicação de força foi calculada nas mesmas execuções utilizadas para determinação do pico de força, através da razão entre o valor máximo de força (também normalizado) e intervalo de tempo entre o início da força e o pico de força vertical.

Para comparação entre as médias das variáveis do lado direito e do lado esquerdo, nos diferentes exercícios, foi utilizado o teste t de Student para amostra pareadas. Anova one way foi utilizada para comparação entre os exercícios e para localizar as diferenças usou-se o *post hoc* Bonferroni. O software utilizado para análise foi o SPSS, versão 11, e o nível de significância adotado foi $p < 0,05$.

RESULTADOS

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios de pico de força e taxa de aplicação da força e respectivos desvios padrão, para cada um dos exercícios analisados.

Tabela 1- Pico de força dos exercícios do *JUMP FIT*®.

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativas entre os exercícios ($P < 0,05$).

| Exercícios | Pico de força (xPC) |
|-----------------------------|---------------------|
| <i>Sprint</i> | 2,10 (0,3) a |
| Pré-corrida | 2,30 (0,4) ab |
| Corrida simples | 2,40 (0,4) b |
| <i>Tcha-tcha</i> | 2,61 (0,5) bc |
| <i>Hop</i> simples | 2,80 (0,4) c |
| Galope duplo | 3,26 (0,4) d |
| Elevação de joelhos simples | 3,53 (0,6) d |
| Femoral simples | 4,30 (0,7) e |
| Canguru duplo | 4,32 (0,5) e |
| <i>Twist</i> duplo | 4,38 (0,5) e |
| Polisapato simples | 4,40 (0,5) e |
| Polichinelo duplo | 4,52 (0,5) e |
| Básico | 4,54 (0,5) e |

Tabela 2- Taxa de aplicação de força dos exercícios do *JUMP FIT*®.

Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativas entre os exercícios ($P < 0,05$).

| Exercícios | Taxa de aplicação de força (xPC/s) |
|---------------------|------------------------------------|
| Pré-corrida | 16,3 (3,9) a |
| Corrida simples | 17,8 (4,1) a |
| <i>Tcha-tcha</i> | 20,32 (5,1) ab |
| <i>Hop</i> simples | 23,4 (4,5) bc |
| <i>Sprint</i> | 23,4 (5,9) bc |
| Galope duplo | 27,7 (6,0) c |
| Elevação de joelhos | 34,0 (8,8) d |
| Canguru duplo | 46,37 (8,9) e |
| <i>Twist</i> duplo | 47,5 (7,7) e |
| Polisapato simples | 49,9 (9,3) e |
| Femoral simples | 51,5 (14,7) e |
| Básico | 50,5 (10,9) e |
| Polichinelo duplo | 51,3 (0,3) e |

DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi classificar a força de reação vertical dos exercícios executados no JUMP FIT®. Um estudo analisou o impacto da FRS da Ginástica Aeróbica, através de plataforma de força e revelou valores de pico de força de 1,2 x PC nos movimentos classificados como baixo impacto [10]. Tais movimentos englobam exercícios onde um dos pés mantém contato com o solo, como elevação de joelho e marcha [11]. Já, outra pesquisa encontrou valores de pico de força de FRS para a marcha entre 1,09 x PC e 1,12 x PC [12]. No mesmo estudo, movimentos classificados como alto impacto e que possuem uma fase de vô mostraram valores de pico de força de 3,5 x PC (saltitamentos, chutes altos e polichinelos) e 4,8 x PC (saltos) [10, 13]. Ainda, outros pesquisadores concluíram que a FRS para movimentos do *STEP training* são semelhantes ao andar rápido ou ao trote lento apresentando valores inferiores a 2 x PC [14, 15,16]

Quando comparados os resultados acima com os resultados do presente estudo, observa-se que os valores de pico de força encontrados em cada grupo de exercícios foram superiores aos valores de FRS reportados na literatura em outras modalidades (Tabela 1). Isso pode ser explicado pela diferente estratégia de aterrissagem entre a tela elástica do JUMP FIT® e o piso duro. Como a técnica de aterrissagem consiste em saltar e empurrar a tela elástica com toda superfície plantar [9], isso poderia influenciar em altos valores de pico de força vertical, embora tenha sido reportado que a absorção de impacto no JUMP FIT® é de até 56% em relação ao piso duro [2].

A taxa de aplicação tem sido considerada como um melhor indicador de absorção de carga

mecânica do que o pico de força de impacto [17, 18]. Tem sido documentado que em relação ao piso duro a taxa de aplicação de força em exercícios realizados sobre o minitrampolim apresenta-se 80% menor [19]. Ao comparar a taxa de aplicação de força encontrada nos exercícios investigados com dados da literatura, como por exemplo na corrida de 5 m/s, onde valores de 113 xPC/s foram obtidos [20], constatou-se que os mesmos são sempre inferiores.

Ao analisar os dados da Tabela 2, o que se observa é que os valores mais baixos de taxa de aplicação de força são obtidos exclusivamente pelos exercícios da Família I. Pode-se inferir que realizar exercícios com transferência entre um pé e outro ou com simultaneidade de ambos influencia na magnitude da taxa de aplicação de força em magnitudes extremas. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo recente realizado com seis professores do programa de ginástica JUMP FIT®, onde exercícios da Família I apresentam tanto pico de força como valores de taxa de aplicação de força menores do que os da Família II [19]. Em posições intermediárias da Tabela 2 encontram-se tanto exercícios de uma como de outra Família, levando a crer que modular intensidades de cada fase da aula com base apenas no critério de pertencer a Família I ou II é insuficiente.

Tanto a magnitude das forças envolvidas quanto a taxa de aplicação destas forças são importantes quando avaliados os riscos de lesão sobre as estruturas no corpo, porém atuam de forma diferenciada. Se a força é aplicada com altas taxas é mais provável que estruturas como os ligamentos e tendões sejam afetados, enquanto ossos possuem maior tendência a serem lesados quando a taxa de aplicação de força é baixa.

Ensaio mecânico realizado *in situ* para avaliar a capacidade máxima das estruturas, demonstram que forças aplicadas “rapidamente” tendem a romper ligamentos e tendões, enquanto forças que são acrescidas gradualmente levam a avulsão óssea [21]. Embora os esforços associados aos exercícios analisados estejam muito aquém dos valores necessários para ruptura destes tecidos, microlesões podem ocorrer em atividades cíclicas, mesmo em situações envolvendo baixas cargas [22]. A magnitude das forças de impacto por sua vez, é o fator fundamental para caracterizar lesões nas cartilagens articulares, principalmente quando combinada com reduzidas áreas de contato entre os ossos adjacentes [23].

Apesar das médias de alguns exercícios serem diferentes estatisticamente entre si, estas diferenças não necessariamente representam alguma significância biológica ou relevância clínica. Quando comparados, por exemplo, o pico de força do exercício *sprint* com corrida simples, e deste último com o *hop* simples, observam-se diferenças de 0,3 e 0,4 x PC, respectivamente. São diferenças estatísticas, mas não há dados na literatura de que diferenças desta ordem representem adaptações importantes nas estruturas músculo-esqueléticas.

Tendo em vista o acima exposto e as diferenças estatísticas detectadas, sugere-se uma classificação associada ao pico de força e outra associada a taxa de aplicação de força. Com relação ao pico de força os exercícios podem ser classificados em três grupos. Grupo 1, constituído pelos exercícios que obtiveram valores de pico de força inferior a 3 x PC (*sprint*, pré-corrida, corrida simples, *tcha-tcha* e *hop* simples). Grupo 2, composto pelos exercícios com valores de pico de força entre 3 a 4 x PC (*galope* duplo e elevação de

joelhos). Grupo 3, englobando os exercícios que alcançaram valores pico de força acima de 4 x PC (femoral simples, canguru duplo, *twist* duplo, polisapato simples, polichinelo duplo e básico).

Com relação a taxa de aplicação de força, os exercícios também podem ser classificados em três grupos. Grupo 1, composto pelos exercícios que obtiveram valores inferiores a 20 xPC/s (pré-corrida e corrida simples). Grupo 2, incluindo os exercícios que obtiveram valores de entre 20 e 40 xPC/s (*tcha-tcha*, *hop* simples, *sprint*, galope duplo e elevação de joelhos). Grupo 3, composto pelos exercícios com valores acima de 40 x PC/s (canguru duplo, *twist* duplo, polisapato simples, femoral simples, Básico e Polichinelo duplo).

Assim, os resultados fornecidos por esse estudo possibilitam uma prescrição de exercícios mais acertada, uma vez que descrevem o comportamento de cada exercício com base em dois componentes do impacto da FRS. Porém, associar conhecimentos a cerca dos efeitos de cada um desses componentes nas estruturas músculo-esqueléticas com o objetivos pretendidos em cada fase da aula, parece ser o ponto chave para o sucesso de qualquer programa de exercícios. Para isso, é necessário o desenvolvimento de mais estudos que utilizem esse tipo de classificação do impacto para a modulação da intensidade das aulas e que avaliem seus efeitos no corpo humano.

AGRADECIMENTOS

American Medical do Brasil Ltda e FIT-PRO

REFERÊNCIAS

- [1] Furtado E, Simão R, Lemos A. Análise do consumo de oxigênio, frequência cardíaca e dispêndio energético, durante as aulas do JUMP FIT® *Rev. Bras. Med.* 2004, 10(5): 371-375.

- [2] Schiehl PE & Loss JF. Impacto no JUMP FIT® *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica*; 2003. p. 307-310.
- [3] Edin JB, Gerberich SG, Leon AS, Macnally C, Serfass R, Shaw G, Moy J, Casal D. Analisis of the training. Effects of minitrampolim rebounding on phisical fitness, body composition, and blood lipids. *J. Cardiopulm. Rehabil.* 1990, 10: 401- 408.
- [4] Astrand P, Rodahl K, Dahl HA, Ströme SB. *Tratado de Fisiologia do Trabalho: Bases Fisiológicas do Exercício*. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- [5] Smith JF, Bishop PA, Ellis L, Cornely MD, Mnsfield ER. Exercise intensity increased by addition of handheld weights to rebounding exercise. *J. Cardiopulm. Rehabil.* 1995, 15(1): 34-8.
- [6] Özgüven HN, Berme N. An experimental and analytical study of impact forces during human jumping. *J. Biomech.* 1988, 21(12):1061-1066.
- [7] Richie DH, Kelso SF, & Bellucci PA. Aerobic dance injuries: a retrospective study of snstructors and participants. *J. Sports. Med .Phys. Fitness.*1993, 33(4): 359-366.
- [8] Rubin C, Turner AS, Bain S, Mallinckrodt C, Mcleod K. Low mechanical signals strengthen long bones. *Nature* 2001, 412 (9): 603-604.
- [9] Conti C. Planilha de informações JUMP FIT®. material fornecido para professores credenciados junto à JUMP FIT® 2002, São Paulo.
- [10] Avia Athletic Footwear. Ginástica aeróbica: cinemática e lesão. *Sprint* 1992, 9 (61): 25-27.
- [11] Michaud TJ, Rodrigues-Zayas J, Armstrong C HM. Ground reaction forces in high impact and low impact aerobic dance. *J. Sports. Med .Phys. Fitness.*1993, 33(4): 359-366.
- [12] Ribeiro JK, Mota CB, Comportamento da força de reação do solo durante a realização da marcha na ginástica de academia. *Revista Brasileira de Biomecânica Brazilian Journal of Biomechanics* 2003, 49-55.
- [13] Santos MA. *Manual de ginástica de academia*. Rio de Janeiro: Sprint, 1994.
- [14] Zebas EJ & Klausner JM. Impact forces of three steps aerobics lunge variations at three cadences. *International Symposium on Biomechanics in Sports*; 1996. p.168.
- [15] Wieczorek SA, Duarte M, Amadio AC. Estudo da força de reação do solo no movimento básico do step. *Rev. Paul. Educ. Fís.* 1997, 11(2): 103-15.
- [16] Dyson RJ, Farrington TA. Ground reaction forces during step aerobics. *J. Human. Mov. Stud.* 1995a, (29): 89-98.
- [17] Dixon SJ, Collop AC, Batt ME. Surface effects on ground reaction forces and lower extremity kinematics in running. *Med. Sci .Sports. Exerc.* 2000, 32(11): 1919-1926.
- [18] De Wit B, De Clercq, Lenoir M. The effect of varying midsole hardness on impact forces and foot motion during foot contact in running. *J. Appl. Biomech.* 1995, 11: 395-405.
- [19] Schiehl PE, Ferrer RM, Tartaruga LAP, Loss JF. Forças de reação vertical nos exercícios de JUMP FIT®. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Biomecânica*; 2005. Textos completos em CD-ROOM.
- [20] Miller DI. Ground Reaction Forces In Distance Running. In Cavanagh P. *Biomechanics of distance running*. Illinois: Human Kinetics, 1990.
- [21] Whiting WC, Zernicke RF. *Biomecânica da lesão musculoesquelética*. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2001.
- [22] Nordin M, Frankel VH. *Basic Biomechanical of the Musculoskeletal System*. 2° Ed. Lea & Febiger Philadelphia: London, 1989
- [23] Nigg BM, Herzog W. *Biomechanics of the Musculo-skeletal System*. 2° Ed. Jonh Wiley & Sons: England, 1999

e-mail:

pschiehl@ibest.com.br
jefferson.loss@ufrgs.