

FORÇAS DE REAÇÃO VERTICAL NOS EXERCÍCIOS DE *JUMP FIT*.

Paulo Eduardo Schiehl¹, Rafael Marques Ferrer², Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga¹, Jefferson Fagundes Loss¹.

¹UFRGS/Escola Superior de Educação Física – Laboratório de Pesquisa do Exercício, Porto Alegre – RS; ²UFSM/ Centro de Educação Física e Desportos, Santa Maria – RS.

Abstract: The research purpose is comparing the powers of vertical reaction among different exercises in the mini springboard Jump fit. Six works out teacher with six months of experience performed the exercises on a mini springboard instrumented with six cells positioned loads under support feet. There was an evaluation of the most power value and power loading rate in each exercise. The exercises in mini spring show value peak forces similar that finded in atividades at ground, variety 1,79 a 4,65 times the body weight. The loading rate show values inferiors numbers of a run slow velocity, variety between 11,07 and 54,70 times the body weght for seconds. The greatest advantage of exercises on mini spring seems to be a low loading rate with moderate values of maximum force.

Key-Words: Vertical Ground Reaction Force, Jump Fit and Loading Rate.

Introdução

O aumento da popularidade da ginástica desde o início dos anos 70 tem também aumentado a atenção da literatura referente à ocorrência de lesões decorrentes desta prática [1,2].

As lesões nos membros inferiores ocorrem nesta atividade devido principalmente ao uso excessivo (“overuse”) e aos altos valores de força de impacto originários do contato inicial (15 à 30 ms) do pé com o solo [3]

Segundo Nigg (1986), o impacto pode ser definido como “forças que resultam da colisão de dois objetos, e são aquelas cujo valor máximo é alcançado antes de 50 milissegundos (ms) após o primeiro contato entre os objetos”. A partir desta definição, é possível notar que o “impacto” depende além da magnitude da força, do tempo que esta força demora para atingir o valor máximo (pico de força).

Dentre as modalidades da ginástica, o *Jump Fit* se caracteriza como uma atividade física realizada sobre um minitrampolim. Apesar das características de salto desta atividade, poucas informações acerca das cargas mecânicas têm sido obtidas referentes a esta modalidade.

No estudo de Schiehl e Loss [4] foram observadas os primeiras evidências acerca da carga mecânica no *Jump Fit*, apresentando valores de pico da força de impacto entre 1,25 à 4,50 vezes o peso corporal (xPC). Apesar da característica exploratória do estudo devido a utilização de um sujeito, pode-se verificar que o tipo de

exercício nesta modalidade é um fator influenciador na determinação deste parâmetro.

Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar as forças de reação vertical entre diferentes exercícios no minitrampolim.

Materiais e Métodos

Seis professores de Educação Física, de ambos os sexos, com mínimo de 6 meses de experiência na modalidade *Jump Fit*, idade média de (30,8 ± 5,9) anos, estatura corporal média de (175 ± 8) cm, massa corporal (70,3 ± 7,7) kg foram orientados a executar os movimentos da mesma forma como realizam a atividade em sala de aula. Salienta-se que os professores são treinados a executar os exercícios sobre o *Jump Fit* com uma altura máxima de 10cm conforme recomendações do programa *Jump Fit* [5].

O minitrampolim foi instrumentado com 6 células de carga posicionadas sob os pés de apoio (Figura 1). As células de carga da marca Alfa, modelo GL/200, estavam ligadas a um microcomputador Pentium III, 900 Mhz, através de um condicionador de sinais e um conversor analógico-digital de 16 bits (*Computerboards*), com uma taxa de amostragem de 500 Hz. O equipamento foi calibrado antes das execuções dos exercícios. Os valores obtidos dos exercícios no *Jump Fit* foram analisados nos softwares SAD32 e Matlab.



Figura 1: *Jump Fit* instrumentado com 6 células de carga.

Os exercícios desenvolvidos foram divididos em dois grupos, a Família I, que são aqueles executados

com transferência constante de peso de um pé para outro: *step touch*, pré-corrída, corrída, tcha-tcha, elevação de joelho, galope duplo, femoral simples, *hop* simples, *cowboy* baixo, *cowboy* alto (Quadro 1); e Família II, movimentos realizados com apoio simultâneo de ambos os pés sobre a lona: polichinelo simples, polichinelo duplo, polisapato simples, canguru duplo, polisapato duplo, *twist* duplo (Quadro 2). Os valores correspondentes aos movimentos dos exercícios foram executados durante o tempo necessário para que o indivíduo considerasse que a atividade tivesse alcançado um ciclo estável de repetições. Durante este ciclo estável foram selecionados 15 segundos de execução e os valores correspondentes aos 15 maiores picos de força foram considerados, normalizados pelo peso corporal do indivíduo. 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.

Os valores de pico de força e taxa de aplicação de força para cada exercício foram obtidos da média de todas as 90 execuções (15 execuções de 6 indivíduos). Além da estatística descritiva da média e desvio-padrão, utilizou-se o teste Anova *one way* 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 $p < 0.05$.

Quadro 1 – Definição dos exercícios da Família I

Step- Touch: movimento de alternância latero-lateral, que parte da posição de pés paralelos em afastamento médio.

Femoral: movimento de alternância latero-lateral, que parte da posição de pés paralelos em afastamento médio. Este compulsório é similar ao Step- touch, porém um dos pés estará no ar em função da flexão dos joelhos de uma perna, aproximando o respectivo calcanhar do glúteo.

Tcha- Tcha: movimento de alternância latero-lateral, que parte da posição de pés paralelos em afastamento médio, executado através de um pequeno saltito, popularmente denominado de 1,2,3.

Cowboy: movimento de alternância antero-posterior, que parte da posição de pés paralelos em afastamento médio. Através de um pequeno saltito um dos calcanhares toca a parte dianteira da lona, enquanto o outro permanece na posição inicial. Tanto o pé dianteiro como o pé de trás (apoio), estarão em pequena abdução.

Elevação de Joelhos: pernas paralelas em afastamento médio, uma das mãos na cintura, enquanto a outra mão toca o joelho oposto. Será executado um pequeno saltito, e a trajetória de elevação dos joelhos é diagonal em direção ao cotovelo contrário.

Pré-corrída: movimento de transferência de peso, onde os pés estarão paralelos em afastamento médio, similar

a corrída. Um dos pés estará totalmente em contato com a lona, e apenas a parte anterior do outro pé perderá contato com a superfície.

Corrída: movimento de transferência de peso, onde os pés estarão paralelos em afastamento médio, representa uma corrída estacionária sobre o *Jump*. Neste movimento, os pés perderão o contato com a lona. Os joelhos são elevados 45 graus. Toda superfície do pé deverá fazer contato com a lona.

Hop: movimento de transferência de peso, onde os pés estarão paralelos em afastamento médio, representa uma corrída estacionária sobre o *Jump*. Neste movimento, os pés perderão o contato com a lona. Os calcanhares são elevados 90 graus. Toda superfície do pé deverá fazer contato com a lona.

Galope: movimento de transferência de peso, onde os pés estarão paralelos em afastamento médio, representa uma corrída estacionária sobre o *Jump*. Neste movimento, os pés perderão o contato com a lona. Os joelhos são elevados 90 graus. Toda superfície do pé deverá fazer contato com a lona.

Quadro 2 – Definição dos exercícios da Família II

Polichinelo: tronco ligeiramente inclinado à frente, pés paralelos em afastamento médio, joelhos semi-flexionados, executando o movimento de aproximar e afastar as pernas entre si. Os dois pés aterrissam sobre o *Jump*, com apoio de toda superfície dos mesmos, que empurrarão a lona pra baixo.

Polisapato: partindo da posição de pés paralelos com abertura menor que a largura dos ombros, executar os saltitos em tesoura no sentido antero-posterior. Os joelhos estarão com um pequeno grau de flexão, e toda a superfície do pé fará contato com a lona elástica.

Twist: os pés paralelos em afastamento médio, joelhos semi-flexionados, executar o saltito, com rotação dos quadris, enquanto o tronco rota para o outro lado. Toda a superfície do pé fará contato com a lona elástica.

Canguru: os pés paralelos em afastamento médio, joelhos semi-flexionados, executar o salto de um lado para o outro do trampolim.

Apresentação dos Resultados

O resultado do teste Anova demonstrou existir diferenças estatisticamente significativas nos valores de pico de força e na taxa de aplicação de força entre os exercícios ($p < 0,05$). Os resultados do *post hoc* demonstraram que os exercícios da família I apresentam diferenças significativas com exceção do *cowboy* alto e baixo. Já os exercícios da família II não apresentam diferenças entre eles.

Os valores apresentados na Tabela 1 mostram os valores médios e desvio padrão do pico de força nos diferentes exercícios. Além disto apresenta os resultados do Anova e as diferenças significativas.

Tabela 1: Força máxima nos diferentes exercícios. Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os exercícios.

Exercícios	Pico de Força (média ± desvio-padrão)	
<i>Step Touch</i>	1,79 ± 0,52	a
<i>Pré-corrída</i>	2,64 ± 0,70	ab
Corrida	2,66 ± 0,81	ab
Tcha-Tcha	2,95 ± 0,72	abc
Elevação do Joelho	2,95 ± 0,48	abcd
Galope Duplo	3,08 ± 0,26	abcd
Femoral Simples	3,21 ± 0,61	abcd
<i>Hop Simples</i>	3,26 ± 0,72	abcd
<i>Cowboy Alto</i>	3,46 ± 1,18	bcd
<i>Cowboy Baixo</i>	3,97 ± 1,64	bcd
Polichinelo Simples	4,10 ± 0,49	bcd
Polichinelo Duplo	4,12 ± 0,38	bcd
Polisapato Simples	4,36 ± 0,45	bcd
Canguru Duplo	4,39 ± 0,44	cd
Polisapato Duplo	4,54 ± 0,43	cd
<i>Twist Duplo</i>	4,65 ± 0,95	d

A variabilidade média do pico de força foi de (25,5 ± 9,4)% da Família I. Enquanto que, na Família II, a média foi de (10,2 ± 4,3)%.

A Tabela 2 apresenta os valores referentes à taxa de aplicação de força dos seis sujeitos em cada exercício realizado no minitrampolim *Jump Fit*.

Tabela 2: Taxa de aplicação de força nos diferentes exercícios. Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativa entre os exercícios.

Exercícios	Taxa de Aplicação Força (média ± desvio-padrão)	
<i>Step Touch</i>	11,07 ± 0,52	a
<i>Pré-corrída</i>	14,30 ± 0,70	a
Corrida	21,92 ± 0,81	a
Tcha-Tcha	22,48 ± 0,72	ab
<i>Hop Simples</i>	22,95 ± 0,48	ab
<i>Cowboy Alto</i>	23,42 ± 0,26	ab
Elevação de Joelho	27,78 ± 0,61	abc
<i>Hop Simples</i>	30,43 ± 0,72	abcd
<i>Cowboy Baixo</i>	31,15 ± 1,18	abcd
<i>Femoral Simples</i>	38,01 ± 1,64	bcde
Canguru Duplo	49,39 ± 0,49	cde
<i>Twist Duplo</i>	51,05 ± 0,38	de
Polisapato Duplo	53,57 ± 0,45	e
Polichinelo Duplo	54,41 ± 0,44	e
Polisapato Simples	54,68 ± 0,43	e
<i>Polichinelo Simples</i>	54,70 ± 0,95	e

A variabilidade para a taxa de aplicação de força para a Família I foi de (20,1 ± 15,8)%, e da Família II foi de (28,0 ± 4,6)%.

Discussão dos Resultados

O objetivo principal deste estudo foi comparar as forças de reação do solo entre diferentes exercícios no minitrampolim. Conforme MICHAUD *et al* (1993)[7], os exercícios aeróbicos são de dois tipos: alto e baixo impacto. Os exercícios de alto impacto seriam aqueles onde há instantes que o corpo fica no ar, enquanto os de baixo impacto correspondem às execuções onde, sempre, um dos pés está em contato com o solo. Segundo esta definição apenas os exercícios pré-corrída e *step-touch* mantêm contato permanente com a lona, nos demais, sempre há uma fase aérea. Além disso, valores menores do que 1,2 xPC de pico de força também são considerados exercícios de baixo impacto [8]. No presente estudo, os exercícios no *Jump Fit*, obtiveram picos de força entre (1,79 ± 0,52) xPC (*step touch*) e (3,97 ± 1,64) xPC (*cowboy baixo*) para a Família I, e (4,10 ± 0,49) xPC (polichinelo simples) e (4,65 ± 0,95) xPC (*twist duplo*) para a Família II. Porém, a definição apresentada em estudo anterior [7] não corresponde à definição de baixo impacto relacionada ao critério estabelecido de 1,2 xPC [8], pois analisando os resultados citados anteriormente, nenhum exercício apresentou valores de pico de força considerados de baixo impacto.

Portanto, analisando os resultados da literatura, de forças de reação do solo nos movimentos que constituem o *Jump Fit*, encontramos valores semelhantes aos encontrados no presente estudo. Exercícios realizados na prática da aeróbica, classificados como de baixo impacto, apresentam valores médios de pico de força de (1,64 ± 0,23) xPC para a marcha estacionária, de (1,94 ± 0,31) xPC para o exercício pisa e toca, de (2,25 ± 0,38) xPC para o empurra e toca, de (1,95 ± 0,59) xPC para elevação do joelho e de (1,87 ± 0,20) xPC para o grapevine [6]. Destes exercícios, a execução da marcha estacionária pode ser relacionada com a pré-corrída, a elevação do joelho com o exercício homônimo, e os demais são semelhantes ao *step-touch*. Enquanto que, para exercícios de alto impacto, foram encontrados valores de (3,08 ± 0,70) xPC para a corrida estacionária, de (2,77 ± 0,76) xPC para saltinhos com transferência de peso de uma perna para outra, de (3,53 ± 0,79) xPC para o polichinelo, de (3,31 ± 0,53) xPC para a elevação do joelho com saltinhos, e de (2,93 ± 0,32) xPC para o deslocamento lateral saltitando [6]. Relacionando as execuções destes exercícios de alto impacto com exercícios do presente estudo, a corrida estacionária é semelhante a corrida, o exercício de saltinhos com transferência de peso de uma perna para outra com o tcha-tcha, o polichinelo com o exercício homônimo, o elevação do joelho com saltinhos com o exercício de elevação de joelho, e o deslocamento lateral saltitando com o *step-touch*.

Comparando os valores encontrados no *Jump Fit* com outras modalidades de ginástica aeróbica, citamos Zebas & Klausner *apud* RIBEIRO (2003) [9] que estudaram a Força de Reação do Solo Vertical em três movimentos do *Step*, nas cadências de 120, 128 e 135 bpm, e obtiveram, como maior valor para o pico vertical

máximo encontrado em todas as situações medidas, 1,67 xPC que é semelhante aos outros estudos feitos por JONHSON *et al* (1992) [10], onde foram encontrados os valores de pico de força vertical de reação do solo de 1,41 a 1,51 xPC, aproximando-se também dos valores encontrados por DYSON & FARRINGTON (1995) [11], que foram de $(1,759 \pm 0,105)$ xPC. WIECZOREK *et al* (1997) [12] estudaram a força de reação do solo do movimento básico do *Step* em plataformas de 20 e 30 centímetros em duas cadências musicais: 120 e 132 bpm. Segundo os autores, o valor máximo obtido para componente vertical da FRS apresenta valores médios daqueles encontrados no andar. Entretanto RIBEIRO (2003) [9], que analisou as características da força de reação do solo durante a execução da marcha na ginástica de academia em diferentes cadências, através da utilização de plataforma de força, obteve como valor máximo da componente vertical o primeiro pico, tendo como valores $(1,09 \pm 0,06)$ xPC para a cadência de 130bpm, $(1,06 \pm 0,23)$ xPC para 140 bpm e $(1,12 \pm 0,29)$ xPC para 160 bpm.

Além disso, as forças de reação do solo em versões de alto e baixo impacto de três exercícios comuns da dança (elevação do joelho, dobradiça e polichinelo), quando comparadas com valores da caminhada, corrida e salto indicam que os exercícios de alto impacto são similares em magnitude e duração com as experimentadas durante a corrida (3,7 e 3,4 xPC, respectivamente) e somente inferiores às forças de reação do solo do salto (4,8 xPC). Os valores encontrados para os exercícios de baixo impacto foram de 1,2 xPC, semelhante à da caminhada [8]. No presente estudo os valores de picos de força vertical dos exercícios elevação de joelhos $(2,95 \pm 0,48)$ xPC e o polichinelo simples $(4,10 \pm 0,49)$ xPC e o polichinelo duplo $(4,12 \pm 0,38)$ xPC foram semelhantes aos de alto impacto. Além disso, a corrida sobre o *Jump Fit* atinge máximo valor de força vertical de $(2,66 \pm 0,81)$ xPC.

Entretanto, os resultados do presente estudo são menores que aqueles encontrados para forças de reação do solo durante aterrissagem. Este movimento pode alcançar picos de força de até 11 xPC (Dufek & Bates; McNitt-Gray *apud* HAMILL & KNUTZEN, 1999) [13]. Um dos momentos de maior risco de lesão em não atletas, é o impacto da aterrissagem em muitas modalidades terrestres. Os impactos máximos não ultrapassam 4,5 xPC em relação à 6 e 7 xPC obtidos durante aterrissagens com técnicas desfavoráveis [Dufek & Bates; McNitt-Gray *apud* HAMILL & KNUTZEN, 1999) [13]. Aproximadamente 50% de jovens atletas e não atletas, aterrissam com uma técnica inadequada, causando impactos maiores que 5 xPC (FANTINI C. E MENZEL, H.J) [14]. Contudo, apesar dos picos de força encontrados no minitrampolim *Jump Fit* apresentarem valores maiores aos encontrados na caminhada e corrida, a taxa de aplicação de força no minitrampolim é inferior quando comparado com uma corrida de 5 m/s, onde valores de 113 xPC/s foram obtidos [3]. O exercício de maior taxa de aplicação de força no presente estudo, foi o polichinelo simples com valor

médio de 54,7 xPC/s. Além disso, o tempo até o pico de força foi maior ao valor proposto por MILLER [3] de 50 ms. O tempo até o pico de força nos exercícios no minitrampolim entre 92 ms e 144 ms.

Os valores de taxa de aplicação de força dos exercícios realizados no *Jump Fit*, no presente estudo, variaram entre $(11,07 \pm 6,23)$ xPC/s (*step touch*) e $(38,01 \pm 9,83)$ xPC/s (femoral simples) para a família I, e $(49,39 \pm 11,13)$ xPC/s (canguru duplo) e $(54,70 \pm 17,21)$ xPC/s (polichinelo simples) para a família II.

Conclusão

Encontrou-se neste estudo, valores de pico de força e taxa de aplicação de força diferentes entre os exercícios do *Jump Fit*. Os picos de força vertical, com exceção dos exercícios pré-corrída e *step-touch*, podem ser considerados de alto impacto. Todavia, a taxa de aplicação de força, em todos os exercícios, foi inferior aos valores encontrados em corridas de baixa velocidade.

Agradecimentos

Agradeço a Fit• Pro, especialmente a professora Cláudia Conti que forneceu o equipamento para a pesquisa.

Referências

- [1] ÖZGÜVEN HN. AND BERME N. “An experimental and analytical study of impact forces during human jumping”, *Journal of Biomechanics*. 21(12):1061-66, 1988.
- [2] ELLIOTT BC, MORTON AR, JOHNSTON,R. “Biomechanical and Physiological Responses to Modes of Locomotion Used in Aerobic Dance”, *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*.Dec:89-94, 1991.
- [3] MILLER DI. “Ground Reaction Forces in Distance Running”, in CAVANAGH, P. (Ed): *Biomechanics of Distance Running*, Illinois : Human Kinetics, pp. 211-13, 1990.
- [4] SCHIEHLL PE AND LOSS JF. *Impacto no Jumpfit*, Porto Alegre: UFGRS, 2003.
- [5] CONTI C. *Planilha de Informações Jump Fit* (Material Fornecido para Professores Credenciados junto á Jump Fit), São Paulo, Brasil, 2002.
- [6] KRUEL LF, TAMAGNA A, QUINTAS JPR. ‘Determinação de Forças produzidas por pessoas realizando Exercícios Aeróbicos’, *Anais do VI Congresso Brasileiro de Biomecânica*, Brasília, Distrito Federal, Brasil, 1995, 119-29,1995.
- [7] MICHAUD TJ, RODRIGUES-ZAYAS J, ARMSTRONG C, HARTNIG M. “Ground Reaction Forces in High Impact

and Low Impact Aerobic Dance”, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 33(4): 359-66, 1993.

[8] AVIA ATHLETIC FOOTWEAR. “Ginástica Aeróbica: Forças de Reação do Solo e Lesão”, *Sprint*. 12(66):26-27,1993.

[9] RIBEIRO JK. *Comportamento da Força de Reação do Solo durante a Realização da Marcha na Ginástica de Academia*, Santa Maria: UFSM,2003.

[10] JONHSON BF, RUPP JC, BERRY SA, RUPP DA. “Peak vertical ground reation forces and time-to peak force in bench-step aerobics and other activities”, *Medicine and Science in Sports Exercise*. 24.P.S131: 783,1992.

[11] DYSON RJ AND FARRINGTON TA. “Step aerobics vertical ground reaction force and exercise duration”, *Journal of Humanan Movents Studies*. 29:79-87,1995.

[12] WIECZOREK SA, DUARTE M, AMADIO AC. “Estudo da Força de reação do Solo no Movimento Básico do Step”, *Revista Paulista de Educação Física*. 11(2): 103-15, 1997.

[13] HAMILL J. AND KNUTZEN KM. “Cinética Linear: Forças de Contato”, in: *Bases Biomecânicas do Movimento Humano*, Rio de Janeiro: Ed.Manole, pp. 400-04, 1999.

[14] FANTINI C. AND MENZEL H. ‘Análise de Impactos em Aterrisagens após Saltos Máximos em diferentes grupos de Atletas e Não-atletas’, *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica*, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, 2001, 89-93,2001.

e-mail dos autores:

pschiehl@ibest.com.br

ferrerck3@yahoo.com.br

leotartaruga@gmail.com

jefferson.loss@ufrgs.br